Дж. Д. ДЭНА · Э. С. ДЭНА
Ч. ПЭЛАЧ · Г. БЕРМАН · К. ФРОНДЕЛЬ

СИСТЕМА МИНЕРАЛОГИИ

ТОМ II ПОЛУТОМ 2

И * Л

Издательство

иностранной

литературы

THE SYSTEM OF MINERALOGY

of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana
Yale University 1837—1892

SEVENTH EDITION
Entirely rewritten and greatly enlarged

by

CHARLES PALACHE
***the late* HARRY BERMAN**
***and* CLIFFORD FRONDELL**
HARVARD UNIVERSITY

VOLUME II

HALIDES, NITRATES, BORATES, CARBONATES, SULFATES, PHOSPHATES, ARSENATES, TUNGSTATES, MOLYBDATES, ETC.

NEW YORK
JOHN WILLEY AND SONS, INC.
CHAPMAN AND HALL, LTD.
LONDON
1951

Дж. Д. ДЭНА, Э. С. ДЭНА,
Ч. ПЭЛАЧ, Г. БЕРМАН, К. ФРОНДЕЛЬ

549

СИСТЕМА МИНЕРАЛОГИИ

242

ТОМ II

ПОЛУТОМ 2-й

СЕЛЕНАТЫ И ТЕЛЛУРАТЫ, СЕЛЕНИТЫ И ТЕЛЛУРИТЫ, ХРОМАТЫ, ФОСФАТЫ, АРСЕНАТЫ И ВАНАДАТЫ, АНТИМОНАТЫ; АНТИМОНИТЫ И АРСЕНИТЫ, ОКСИСОЛИ ВАНАДИЯ, МОЛИБДАТЫ И ВОЛЬФРАМАТЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Перевод с английского
Н. П. ГРИГОРЬЕВОЙ, И. В. ИОГАНСЕН, В. И. МИХЕЕВА,
В. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКОГО и Т. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКОЙ

Под редакцией
Д. П. ГРИГОРЬЕВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва—1954

Библиотека

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга — второй полутом второго тома „Системы минералогии“ — является продолжением ранее изданных выпусков „Системы“ [1]. В этом полутоме заканчивается характеристика солей различных кислородных кислот, начатая в 1-м полутоме II тома, за исключением силикатов, описание которых (вместе с минералами кремнезема) отнесено в третий том.

Общие особенности „Системы минералогии“ объяснены во „Введении“, помещенном в 1-м полутоме I тома и в предисловиях авторов и редактора перевода, имеющихся в первых книгах каждого из двух томов. При пользовании настоящей книгой надо их принимать во внимание, а к „Введению“ обращаться также за определениями принятых в „Системе“ минералогических понятий и терминов и за общей библиографией.

Перевод текста данного полутома сделали: Н. П. Григорьева — селенаты и теллураты, селениты и теллуриты и хроматы, стр. 7—26; В. И. Михеев — фосфаты, стр. 27—174; И. В. Иогансен — фосфаты, стр. 175—461; В. А. Франк-Каменецкий — антимонаты, ванадиевые оксисоли, стр. 462 — 491, а также органические соединения, стр. 559—570; Т. А. Франк-Каменецкая — молибдаты и вольфраматы, стр. 492—558.

Д. П. Григорьев.

---

[1] Дж. Д. Дэна, Э. С. Дэна, Ч. Пэлач, Г. Берман и К. Фрондель. Система минералогии. Том I, полутом 1-й, М., 1950. Том I, полутом 2-й, М., 1951. Том II, полутом 1-й, М., 1953.

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Анал.	Анализы
Вычисл.	Вычисленный
Двуосн.	Двуосный
Одноосн.	Одноосный
Отрицат.	Отрицательный
Положит.	Положительный
Искусств.	Искусственное получение
Назв.	Название
Опт.	Оптические свойства
Личн. сообщ.	Личное сообщение
Пл. опт. осей	Плоскость оптических осей
П. п. тр.	Перед паяльной трубкой
В закр. тр.	В закрытой трубке
Разнов.	Разновидности
Тв.	Твердость
Уд. в.	Удельный вес
Физ.	Физические свойства
Хим.	Химия
Структ. ячейка	Структурная ячейка
a_{rh}	Ребра ромбоэдрической ячейки
Bx_a	Острая биссектриса
n	Показатель преломления
a, b, c	Кристаллографические оси
a_0, b_0, c_0	Абсолютные размеры ячейки
p_0, q_0, r_0	Полярные кристаллографические оси
p_0', q_0', r_0'	Элементы ячейки в гномонической проекции
α, β, γ	Углы кристаллографических осей
$2E, 2V$	Углы оптических осей в воздухе, в минерале
O	Обыкновенный луч и показатель его преломления
E	Необыкновенный луч и показатель его преломления
λ	Длина волны
X, Y, Z	Оси оптической индикатрисы
T	Плоскость трансляции [1]
t	Направление трансляции [1]

[1] Добавления редактора.

СЕЛЕНАТЫ И ТЕЛЛУРАТЫ СЕЛЕНИТЫ И ТЕЛЛУРИТЫ

Класс 33. **Селенаты и теллураты**

Тип. 1. Разные

33.1.1 Альфельдит	$Ni(SeO_4) \cdot 6H_2O$ (?)
33.1.2 Тейнеит	$Cu(Te, SO_4) \cdot 2H_2O$
33.1.3 Монтанит	$(BiO)_2(TeO_4) \cdot 2H_2O$

Класс 34. **Селениты и теллуриты**

Тип 1. $A(XO_3) \cdot xH_2O$

34.1.1 Халькоменит	$CuSeO_3 \cdot 2H_2O$
34.1.2 Кобальтоменит	$CoSeO_3 \cdot 2H_2O$ (?)
34.1.3 Керстенит	$PbSeO_3 \cdot 2H_2O$ (?)

Тип 2. $A_2(XO_3)_3 \cdot xH_2O$

34.2.1 Эммонсит	$Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$ (?)
34.2.2 Маккейит	$Fe_2(TeO_3)_3 \cdot xH_2O$ (?)
34.2.3 Блейкеит	(железистый теллурит)

33 СЕЛЕНАТЫ И ТЕЛЛУРАТЫ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

33. 1.1 **Альфельдит** Ahlfeldite

Зеленоватые до желтоватых кристаллы с красновато-коричневатой корочкой. Вероятно, триклинные. Качественное испытание показывает, что этот минерал является водным селенитом никеля и отличается от кобальтоменита. Находится как продукт изменения пенрозеита в руднике Пакахаке в 30 *км* от Колкечака, Боливия. Назван по имени Фридриха Альфельда, немецкого горного инженера и минералога. *Herzenberg* (*Zbl. Min.*, 189, 1935; *Inst. Boliviano de Ing. de Minas y Geol., Publ. Técu, La Paz*, No. 5, 1945; *Mineria Boliviana*, **2**, No. 25, 1945.

33.1.2 **ТЕЙНЕИТ** $Cu_{13}(SO_4)_3(TeO_4)_{10} \cdot 26H_2O$ TEINEITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

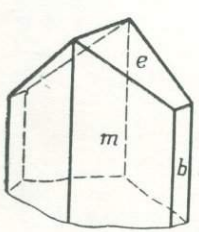
$a : b : c = 0{,}7051 : 1 : 0{,}7860$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}1147 : 0{,}7860 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7051 : 0{,}8971 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}2723 : 1{,}4182 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
m	110	54 48½	90 00	90 00	35 11½	0°00′	54 48½
e	011	0 00	38 10	38 10	90 00	90 00	51 50
f	073	0 00	61 24	61 24	90 00	90 00	28 36

Облик. Призматический по [001], иногда также уплощенный по {010}. В виде корочек и агрегатов взаимно пересекающихся кристаллов.



Физ. Спайность по {010} хорошая, по {001} и {100} плохая. Хрупкий. Тв. 2½. Уд. в. 3,80. Цвет темнонебесно-синий, переходящий в кобальто-синий или голубовато-серый, когда минерал изменен. Черта голубовато-белая.

Опт. В проходящем свете яркосиний до зеленовато-синего.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X *a*	1,767	Зеленовато-синий	Двуосн. отрицат. (—)
Y *b*	1,782	Синий	$2V$ 36°
Z *c*	1,791	Индигово-синий	Абсорбция $Z > Y > X$

Хим. Водный сульфат-теллурат меди, $Cu_{18}(SO_4)_3(TeO_4)_{10} \cdot 26H_2O$ или, возможно, $Cu[(Te, S)O_4] \cdot 2H_2O$ с $S : Te = 1 : 3{,}33$ (анал. 2).

Анал.

	1	2
CuO	29,56	29,54
SO_3	6,86	6,96
TeO_3	50,19	50,63
H_2O	13,39	12,87
Сумма	100,00	100,00
Уд. в.		3,80

1. $Cu_{18}(SO_4)_3(TeO_4)_{10} \cdot 26H_2O$. 2. Рудник Тейн. Пересчитан на 100 после исключения 6,1% нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. плавкость 2, сплавляется в черный королек. В закр. тр. теряет воду без разложения теллурата. Растворяется в HCl в зеленовато-желтый раствор и в HNO_3 в синий раствор; может образовать осадок TeO_2, который растворяется при нагревании.

Местонахождение. Находится с теллуритами в виде продукта окисления тетраэдрита и самородного теллура в жиле Такиносава в руднике Тейн, Хоккайдо, Япония.

Изменения. Превращается в малахит и азурит.

Назв. По названию рудника, где был найден. *Yosimura* (*J. Fac. Sc. Hokkaidô Univ.*, [4], **4**, 465, 1939).

33.1.3 **Монтанит** Montanite

Мягкий и землистый до плотного. Блеск тусклый до воскового. Цвет желтоватый, зеленоватый до белого. Непрозрачный.

Опт.[1] Минерал из Хайленда, Монтана, имеет вид волокон, которые ложатся преимущественно на грань почти нормальную к X. Двуосный отрицательный (—) с $2V$ малым и $r < v$, очень большой. Дает ненормальные зеленые цвета интерференции. nY $2{,}09 \pm 0{,}03$, двупреломление 0,01.

Хим. Теллурат висмута, вероятно, $(BiO)_2(TeO_4) \cdot 2H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
Bi_2O_3	68,78	66,78	71,90	50,68
Fe_2O_3		0,56	0,32	14,38
TeO_3	25,90	26,83	23,90	27,65
H_2O	5,32	[5,44]	[2,80]	6,16
Прочие		0,39	1,08	1,00
Сумма	100,00	[100,00]	[100,00]	99,87

1. $(BiO)_2(TeO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Хайленд, Монтана. [2] Прочие: PbO. 3. Хайленд. [2] Прочие: CuO. 4. Норонго, Новый Южный Уэльс. [3] Прочие: жильные минералы. Содержит примесь лимонита.

Местонахождение. Находится как продукт изменения тетрадимита в Хайленде, Монтана, и в округе Давидсон, Северная Каролина; в Новом Южном Уэльсе с тетрадимитом в Норонго близ Кэптейнс-Флэта, частично красновато-коричневый и в смеси с лимонитом в виде псевдоморфоз по пириту (анал. 4); также с висмутином и тетрадимитом в Нанима близ Ясс. Находится в районе Орган, округ Дона Ана, Нью-Мексико.

Назв. По названию штата, где был обнаружен. *Genth* (*Am. J. Sc.*, **45,** 318, 1868).

Ссылки

1. Larsen (112, 1921).
2. Genth (1868), приведен анал. 3.
3. Mingaye, *Australasian Assoc. Adv. Sc.*, **1,** 116 (1888).

34 СЕЛЕНИТЫ И ТЕЛЛУРИТЫ

ТИП 1. $AXO_3 \cdot xH_2O$

34.1.1 ХАЛЬКОМЕНИТ $CuSeO_3 \cdot 2H_2O$ CHALCOMENITE

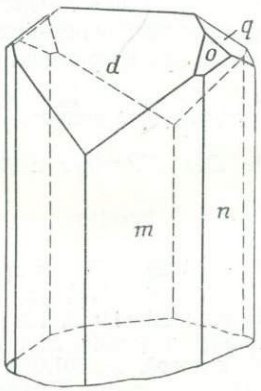
Крист.[1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2.

$a : b : c = 0{,}7325 : 1 : 0{,}8077$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}1026 : 0{,}8077 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7325 : 0{,}9070 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}2381 : 1{,}3651 : 1$

Формы[2]

	φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c 001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b 010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
n 120	34 19	90 00	90 00	55 41	0 00	34 19
m 110	53 46½	90 00	90 00	36 13½	0 00	53 46½
β 012	0 00	21 59½	21 59½	90 00	90 00	68 00½
q 011	0 00	38 55½	38 55½	90 00	90 00	51 04½
t 021	0 00	58 14½	58 14½	90 00	90 00	31 45½
d 101	90 00	47 47½	0 00	42 12½	42 12½	90 00
o 111	53 46½	53 48½	38 55	49 22½	42 12½	61 31
p $\bar{1}11$	−53 46½	53 48½	−126 13½	49 22½	137 47½	61 31
δ 141	18 50½	73 40½	72 48	71 56½	42 12½	24 44



Боливия.

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_12_12_1$. a_0 6,56 *kX*, b_0 9,10, c_0 7,36; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}731 : 1 : 0{,}809$. Содержит $Cu_4(SeO_3)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Мелкие кристаллы, игольчатые по [001]. Призматические грани часто исштрихованы или закруглены.

Физ. Спайности нет. Тв. 2—2½. Уд. в. 3,35 (Хиако);[3] 3,40 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет яркоголубой. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бледноголубой.

Ориентировка	n(Na) Хиако[3]	n (Серро-де-Качеута)[5]	Плеохроизм	
X a	1,712 ± 0,002	1,710 ± 0,003	Бледноголубой	Двуосн. отрицат.
Y c	1,732 ± 0,002	1,731 ± 0,003	Темноголубой	(—)
Z b	1,732 ± 0,002	1,732 ± 0,003	Темноголубой	
$2V$	~0°	34° (Li)		
Дисперсия	$r < v$, сильная	$r > v$, сильная		

Хим. Двуводный селенит меди, $Cu(SeO_3) \cdot 2H_2O$. Анализы дали:[4]

	CuO	SeO_2	H_2O	Сумма
1.	35,12	48,98	15,90	100,00
2.	35,40	48,12	15,30	98,82

1. $Cu(SeO_3) \cdot 2H_2O$. 2. Серро-де-Качеута.[4]

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. выделяет воду и возгон SeO_2. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Находится в жилах в Серро-де-Качеута, Мендоса, Аргентина, с азуритом и церусситом в виде продукта окисления первичных селенидов меди и свинца, а также в Сьерра-де-Уманго и Сьерра-Фаматина, Ла-Риоха, Аргентина; в руднике Иако, Пакахаке, около 30 *км* от Колкечака, Боливия, совместно с кобальттоменитом и молибдеменитом в виде продукта изменения пенрозеита.

Искусств.[6] В кристаллах при нагревании осажденной соли с водой в закр. тр.

Назв. От χαλκός — *медь* и μήνη (вместо σελήνη) — *луна*.

Синоним. Chalcoménite *Des Cloizeaux* и *Damour* (*Bull. soc. min.*, **4**, 51, 164, 1881).

Ссылки

1. Palache, *Am. Min.*, **22**, 790, 1123 (1937), на кристаллах из рудника Иако. Переход от Де Клуазо и Дамура (1881) и Дэна (980, 1892) к новой: $10\bar{2}/\bar{1}0\bar{4}/010$; от Гольдшмидта (Goldschmidt, **2**, 132, 1913) к новой: $20\bar{1}/\bar{2}0\bar{2}/020$; от Фриделя и Сарасина (Friedel и Sarasin, *Bull. soc. min.*, **4**, 176, 225, 1881) и Грота (Groth, **2**, 300, 1908) к новой: 100/001/010.

2. Palache, 1937 и Ungemach у Пэлача (Palache, 1937).

3. Berman у Пэлача (Palache, 1937).

4. Анал. Дамура (Damour) у Де Клуазо и Дамура (Des Cloizeaux и Damour, 1881). Также частичный анал. Гонье (Gonyer) у Пэлача (Palache, 1937) на кристаллах из Иако с $CuO : SeO_2 \sim 1 : 1$.

5. Larsen (55, 1921).

6. Friedel и Sarasin (1881).

34.1.2 **Кобальтоменит** Cobaltomenite

Bertrand (*Bull. soc. min.*, **5**, 90, 1882).

В мелких розово-красных моноклинных кристаллах, напоминающих эритрин. Двуосный отрицательный (—). Плоскость оптических осей параллельна удлинению кристаллов, и острая биссектриса нормальна к нему и наклонена под большим углом к спайности. Содержит кобальт и, вероятно, является кабальтовым селенитом. Находится с халькоменитом и молибдоменитом в виде продукта изменения селенитов в Серро-де-Качеута, Мендоса, Аргентина. Известны различные искусственные кобальтовые селениты,[1] включая $CoSeO_3$ и $CoSeO_3 \cdot 2H_2O$.

Ссылка

1. Mellor (**10**, 840, 1930).

34.1.3 **Керстенит** Kerstenite

Указывались минералы, которые можно рассматривать как селениты или селенаты свинца. Керстенит находится в виде гроздевидных масс с волокнистым изломом как продукт изменения цоргита в руднике Фридрих-Глюк близ Хильдбургхаузена, Тюрингия, Германия. Цвет серно-желтый с жирным до стеклянного блеском. Спайность ясная в одном направлении. Тв. 3—4. Содержит некоторое количество меди в добавление к свинцу и селенистому окислу. Молибдоменит находился в виде очень тонких, повидимому, ромбических пластинок. Цвет белый с жемчужным блеском. Раскалывается по двум направлениям. Двуосный положительный (+) с плоскостью оптических осей нормально к пересечению обеих плоскостей спайности и с X перпендикулярной к плоскости лучшей спайности и к уплощенности. Некоторые разновидности содержат медь в дополнение к свинцу и селену. Находится с халькоменитом в Серро-де-Качеута, Мендоса, Аргентина. Были синтезированы[1] некоторые основные и нормальные свинцовые селениты, включая $Pb_2Se_2O_7$ и $PbSeO_3$. *Керстенит* назван по имени К. М. Керстена (K. M. Kersten, 1803—1850), профессора химии в Фрейбергской горной школе. *Молибдоменит* от μόλυβδος— *свинец* и μήνη — *луна*.

Синонимы. Selenichtsaures Bleioxyd *Kersten* (*Ann. Phys.*, **46**, 277, 1839). *Нем.*: Selenbleispath, Bleiselenit. Kerstenite *Dana* (669, 1868). Glasbachit *Adam* (52, 1869). Molybdomenite *Bertrand* (*Bull. soc. min.*, **5**, 90, 1882). Selenite de plomb.

Ссылки

1. Mellor (**10**, 833, 1930).

ТИП 2. $A_2(XO_3)_3 \cdot xH_2O$

34.2.1 **ЭММОНСИТ** $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$ (?) EMMONSITE

Крист. Моноклинная (?).[1]

Облик. В виде волокнистых корочек с мелко гроздевидной поверхностью, постепенно переходящих в шаровидные агрегаты и в виде

плотных микрокристаллических масс; также радиальные или лишайниковидные группы игольчатых кристаллов и друз из тонких пластинок.

Двойники. Наблюдались под микроскопом в кристаллах из Голдфилда, Невада.[2]

Физ. Спайность по {010} совершенная и еще две неодинаковые плоскости спайности, находящиеся под углами к первой и образующие на {010}[3] плоские углы в 85 и 95°. Тв. около 5. Уд. в. 4,52 (Сильвер-Сити, Нью-Мексико),[2] 4,53 (Криппл-Крик).[8] Блеск стеклянный. Цвет желтовато-зеленый. Прозрачный в мелких зернах.

Опт. В проходящем свете бледножелто-зеленый.

Ориентировка	*n* (Криппл-Крик)[4]	*n* (Голдфилд)[2]	
X	1,962 ± 0,002	1,962 ± 0,004	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	2,09 ± 0,02		$r > v$, сильная
Z	2,10 ± 0,02	2,12 ± 0,02	Слабый плеохроизм с абсорбцией $Z > X$
$2V$	20° ±	Малый	

X почти перпендикулярно следам спайности по {010}.

Хим. Водный теллурит железа, вероятно, $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$. Te замещается частично Se (анал. 8). При нагревании эммонсит плавится, теряет воду и остается $Fe_2(TeO_3)_3$.[2]

Анал.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe_2O_3	23,67	[20,02]	[20,10]	[21,30]	[20,30]	22,67	22,81	22,79	25,41
Fe		14,00	14,06	14,90	14,20				
TeO_2	70,99	[74,80]	[74,01]	[73,90]	[74,00]	70,83	71,80	70,20	62,34
Te		59,77	59,15	59,05	59,14				
SeO_2									2,12
H_2O+	5,34	3,28				} 4,68	4,82	} 0,21	10,13
H_2O-									
Прочие					2,50	0,34	0,58	0,54	
Сумма	100,00	[98,10]	[94,11]	[95,20]	[96,80]	98,52	100,01	93,74	100,00
Уд. в.							4,53		

1. $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 2H_2O$. 2, 3, 4, 5. Томбстонит, Аризона.[5] Процентное содержание окислов вычислено из определений составных частей в виде элементов. Прочие в анал. 5: ZnO 1,94, CaO 0,56. 6, 7, 8. Криппл-Крик, Колорадо.[6] Прочие в анал. 6: P_2O_5 0,34; анал. 7: Al_2O_3 0,58; анал. 8: Al_2O_3 0,54. 9. Гондурас (*дурденит, durdenite*).[7] Пересчитан на 100 после исключения 23,89 нераств. ост.

Испытание. Легко плавится в темнокрасную жидкость, теряет воду и оставляет безводный остаток. Легко растворим в крепкой кислоте.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся в результате окисления теллуритов и самородного теллура. Ассоциирует с теллуритом, тонкодисперсным золотом, лимонитом, кварцем и с дру-

гими теллуритами железа. Первоначально найден с церусситом близ Томбстона, Аризона, точно место неизвестно. Позднее обнаружен в Криппл-Крике, округ Теллер, Колорадо; также близ Сильвер-Сити, Нью-Мексико, и с маккеитом и блейкеитом в Голдфилде, Невада; в руднике Эль-Пломо в округе Охохома, Тегусигальпа, Гондурас (*дурденит*).

Искусств. Безводный железистый теллурит был приготовлен, но искусственный гидрат неизвестен.[2]

Назв. *Эммонсит* по имени Самуэля Франклина Эммонса (Samuel Franklin Emmons, 1841—1911) — геолога, работавшего в Геологической службе США. *Дурденит* по имени Генри С. Дурдена (Henry S. Durden) из Сан-Франциско, от которого были получены образцы. *Hillebrand* (*Proc. Colorado Sc. Soc.* **2**, часть 1, 20, 1885).

ДУРДЕНИТ, Durdenite. *Dana* и *Wells* (*Am. J. Sc.*, **40**, 78, 1890).

Находится в виде мелких сосцеобразных корочек в окисленном материале жил, содержащих природный теллур и селен-теллур в руднике Эль-Пломо, Тегусигальпа, Гондурас. Предположительно $Fe_2(TeO_3)\cdot 4H_2O$ (анал. 9). Как показано, идентичен с эммонситом.[2]

Ссылки

1. Выведено из спайности и оптических данных Кросса (Cross) у Гиллебранда (Hillebrand, 1885) и Шаллера (Schaller) у Гиллебранда (Hillebrand, *Am. J. Sc.*, **18**, 433, 1904). Морфологические данные и рентген отсутствуют.
2. Frondel и Pough, *Am. Min.*, **29**, 21, 1944.
3. Cross и Schaller у Гиллебранда (Hillebrand, 1885, 1904).
4. Larsen (71, 1921; 208, 1934); величина *nX* взята у Фронделя и Пау (Frondel и Pough, 1944). Ларсен (Larsen) дает 1,95. Оптические данные, приведенные Ларсеном (Larsen, 70, 1921) для дурденита, относятся к неопределенному минералу.
5. Hillebrand (1885).
6. Hillebrand (1904).
7. Wells у Дэна и Уэллса (Dana и Wells, *Am. J. Sc.*, **40**, 78, 1890).
8. Hillebrand (1904), после введения поправки на примеси.

34.2.2 **МАККЕЙИТ** $Fe_2(TeO_3)_3\cdot xH_2O$? MACKAYITE

Крист.[1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$ (?).

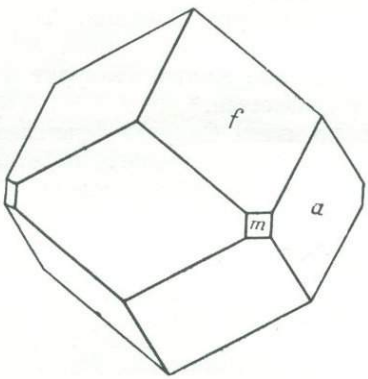
$$a : c = 1 : 1{,}259;\ p_0 : r_0 = 1{,}259 : 1$$

Формы

	φ	ρ	A	$\overline{M}$
a 010	0°00′	90°00′	90°00′	45°00′
m 110	45 00	90 00	45 00	90 00
g 012	0 00	32 00	90 00	68 00
f 112	45 00	41 41	61 57	90 00

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа, вероятно, $I/4\ acd$. a_0 11,70 ± 0,02 *kX*, c_0 14,95 ± 0,02; $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}278$.

Облик. Коротко призматический по [001] до пирамидального по {112}.



Физ. Излом полураковистый. Хрупкий. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 4,86.[3] Блеск стеклянный. Цвет светлый оливково-зеленый до оливково- и коричневато-зеленого. Черта светлозеленая. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете зеленовато-желтый до желтовато-зеленого.

	n(Li)	Дихроизм	
O	2,19 ± 0,02	Зеленый	Одноосн. положит. (+)
E	2,21 ± 0,02	Желтовато-зеленый	

Хим. Водный теллурит железа неизвестной формулы, вероятно, $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot xH_2O$. При нагревании маккейит плавится, теряет воду и остается безводное $Fe_2(TeO_3)_3$.

Местонахождение. Находится в небольшом количестве в шахте Мак-Джиннити и в Шитс-Иш, руднике Мохок в Голдфилде, Невада. Ассоциирует с эммонситом, блейкеитом, теллуритом, алунитом, баритом и кварцем в окисленной части жилы, содержащей самородный теллур и пирит.

Назв. По имени Джона В. Маккея (John W. Mackay, 1831—1902), финансиста и управляющего рудником на месторождении Комсток, Невада, основателя Горной школы и Университета в Неваде. *Frondel* и *Pough* (*Am. Min.*, **29**, 211, 1944).

Ссылки

1. Морфологическому отношению оказано предпочтение перед данными рентгена. Класс кристаллов указан по вероятной пространственной группе *I*/4 *acd*.
2. Frondel у Фронделя и Пау (Frondel и Pough, 1944), методом Вайссенберга.
3. Величина недостоверна из-за малого количества порошка (10 *мг*).

34.2.3 **Блейкеит** Blakeite

Встречается только массивный, в виде микрокристаллических корочек. Рентгено-порошкограмма отлична от рентгено-порошкограмм для других теллуритов железа. Крошится, шероховатый на ощупь. Тв. 2. Уд. в. 3,1. Цвет темнокрасновато-коричневый до темнокоричневого. Черта желтовато-коричневая. Блеск тусклый.

Опт. В проходящем свете золотисто-желтый до желтовато-коричневого и коричневого. Изотропный или почти изотропный. n(Li) : 2,16±±0,02.

Хим. Безводный теллурит железа неизвестной формулы. При нагревании блейкеит распадается на смесь теллурита железа и теллурата железа (?).

Местонахождение. Находится в небольших количествах в Голдфилде, Невада, совместно с маккейитом и эммонситом в окисленной зоне жилы, содержащей самородный теллур и пирит. Возможно, что подобный же минерал указывался для Томбстона, Аризона, [1] и Криппл-Крика, Колорадо. [2]

Назв. По имени Вильяма П. Блейка (William P. Blake, 1826—1910), геолога и минералога, который работал на юго-западе Америки. *Frondel* и *Pough* (*Am. Min.*, **29**, 211, 1944). [Не блейкеит Дж. Д. Дэна (*J. D. Dana*, 447, 1850) = кокимбиту.]

Ссылки

1. Hillebrand, *Proc. Colorado Sc. Soc.*, **2**, 20 (1885).
2. Knight, *Proc. Colorado Sc. Soc.*, **5**, 66 (1894—1896).

242

Наук АН Арм
Библиотека

ХРОМАТЫ

Хроматы являются анизодесмическими соединениями, содержащими отдельные группы $(CrO_4)^{=}$, и очень похожи на сульфаты, с которыми они могут образовывать изоморфные серии. Природные хроматы редки и число их мало. Они представлены главным образом группой относительно нерастворимых хроматов и сложных хроматов свинца, находящихся в виде вторичных минералов в рудных месторождениях. Щелочные хроматы и иодат-хромат, дитцеит, являются относительно растворимыми соединениями и отложениями каличе * в сухих районах Чили.

Класс 35. **Безводные нормальные хроматы**

Тип 1. $A_2(XO_4)$

35.1.1 Тарапакаит $K_2(CrO_4)$

Тип 2. $A_2(X_2O_7)$

35.2.1 Лопецит $K_2(Cr_2O_7)$

Тип 3. $A(XO_4)$

35.3.1 Крокоит $Pb(CrO_4)$

35.3.2 Фёникохроит $Pb_3(CrO_4)_2O$ (?)

Класс 36. **Сложные хроматы**

Тип 1. Разные

36.1.1 Вокеленит $Pb_5(CrO_4)_2(PO_4)_2$ (?)

36.1.2 Березовит $Pb_6(CrO_4)_3(CO_3)O_2$

Дитцеит (см. в иодатах)

---

* Чилийское название песчанисто-глинистой массы с гипсом и хлористыми солями, содержащей отложения натриевой селитры. — *Прим. ред.*

35 БЕЗВОДНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ХРОМАТЫ

ТИП 1. $A_2(XO_4)$

35.1.1 ТАРАПАКАИТ K_2CrO_4 TARAPACAITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}5694 : 1 : 0{,}7298$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}2817 : 0{,}7298 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}5694 : 0{,}7802 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3702 : 1{,}7652 : 1$

Формы

	φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c 001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b 010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
m 110	60 20½	90 00	90 00	29 39½	0 00	60 20½
q 011	0 00	36 07½	36 07½	90 00	90 00	53 52½
Q 021	0 00	55 35	55 35	90 00	90 00	34 25
o 111	60 20½	55 51½	36 07	44 00	37 57½	65 49½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа *Pnma*. a_0 5,92 *kX*, b_0 10,40, c_0 7,61; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}571 : 1 : 0{,}732$. Содержит $K_8(CrO_4)_4$. Изоструктурен с масканьитом.

Облик. Толстотаблитчатый по {001}.

Двойники. Псевдогексагональные двойники по {110}, аналогичные арагониту, наблюдались как у природных[3], так и у искусственных кристаллов.

Физ. Спайность по {001} и {010} ясная. Уд. в. 2,74 (искусств.);[4] 2,735 (вычисл.). Прозрачный. Цвет яркоканареечно-желтый.

Опт.[5]

Ориентировка	n	
$X\ b$	1,687	Двуосн. отрицат. (—)
$Y\ a$	1,722	$2V$ 52°
$Z\ c$	1,731	$r > v$, слабая

Хим. Хромат калия, K_2CrO_4. Полные анализы отсутствуют.

Испытание. Легко растворим в воде.

Местонахождение. В месторождениях нитратов в Токопилла совместно с лопецитом и дитцеитом и в других отложениях нитратов, особенно в так называемых *каличе асуфрадо* (*caliche azufrado*) в провинциях Атакама, Тарапака и Антофагаста, Чили.

Искусств. Хорошо известный искусственный продукт легко получается в кристаллах из водных растворов.

Назв. По местонахождению в провинции Тарапака, Чили. *Raimondi* (274, 1878).

Ссылки

1. Mitscherlich, *Ann. Phys.*, **18**, 169 (1830), цитировано у Брендлера (Brendler, *Zs. Kr.*, **58**, 445, 1923). Формы перечислений также у Брендлера.
2. Zachariasen и Ziegler, *Zs. Kr.*, **80**, 164 (1931), методами Лауэ и колебаний на искусственных кристаллах.
3. Brendler (1923).
4. Gossner, *Zs. Kr.*, **39**, 166 (1904), на искусственных кристаллах методом суспензирования.
5. Larsen и Berman (192, 1934), на искусственных кристаллах.
6. Природный материал, как доказал Брендлер (Brendler, 1923) химическими и морфологическими исследованиями, идентичен искусственной соли.

ТИП 2. $A_2(X_2O_7)$

35.2.1 ЛОПЕЦИТ $K_2(Cr_2O_7)$ LOPEZITE

Крист. [1] Морфологические данные для природного материала отсутствуют. Искусственные кристаллы — триклинные; вид симметрии пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}5575 : 1 : 0{,}5511$; α 98°00′, β 90°51′, γ 96°13′

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9847 : 0{,}5543 : 1$; λ 81°51½′, μ 88°15½′, ν 83°36′

p_0' 0,9948, q_0' 0,5600, x_0' 0,0148, y_0' 0,1431

Обычные формы:	Менее обычные:	Редкие и недостоверные:			
c 001	m 110	ν 150	v 041	w 05$\bar{2}$	o 1$\bar{1}$1
b 010	M 1$\bar{1}$0	x 2$\bar{1}$0	$\varkappa$ 0$\bar{1}$2	r 101	π $\bar{1}$11
a 100	t 011	l 021	k 0$\bar{2}$1	ρ $\bar{1}$01	ω $\bar{1}\bar{1}$1
q 0$\bar{1}$1					

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $P\bar{1}$; a_0 7,50 *kX*, b_0 13,40, c_0 7,38; α 98°00′, β 90°51′, γ 96°13′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}560 : 1 : 0{,}551$; содержит $K_8Cr_8O_{28}$.

Облик. Находится в виде шаровидных агрегатов диаметром в один миллиметр. Искусственные кристаллы коротко призматические по [001].

Двойники. Наблюдались у искусственных кристаллов. [3]

Физ. Для искусственных кристаллов: [3] спайность по {010} совершенная, по {100} и {001} ясная. Тв. 2½. Уд. в. 2,69; 2,660 (вычисл.). Прозрачный. Цвет оранжево-красный до яркокрасного.

Опт.

Ориентировка [4]					
	φ	ρ	n (лспецит)	n(Na) (искусств.) [4]	
X	—182°27′	68°08′	1,714	1,7202	Двуосн. положит. (+)
Y	96 57	88 36	1,732	1,7380	$r > v$, средняя
Z	3 09	21 56	1,805	1,8197	
$2V$			50°	51°33′	

Хим. Как установлено микрохимическими испытаниями и по оптическому подобию с искусственным материалом, является дихроматом калия, $K_2Cr_2O_7$. Анализы отсутствуют.

Испытание. Легко растворим в воде, окрашивает ее в оранжевый цвет.

Местонахождение. Находится с тарапакаитом, дитцеитом и улекситом в полостях среди массивных нитратовых пород в рудниках Мария-Элена, близ Токопилья и Росарио в Икике, Чили.

Искусств. Хорошо известен искусственный продукт, легко получаемый в кристаллах из водных растворов.

Назв. По имени Эмилиано Лопеса (Emiliano Lopez) из Икике, Чили, собирателя минералов, связанного с нитратовой горной промышленностью Чили. *Bandy* (*Am. Min.*, **22**, 929, 1937).

Ссылки

1. Углы и ячейка Шабуса (Schabus, *Ak. Wien, Ber.*, **5**, 369 (1850) [Groth, 2, 586, 1908]; ориентировка Вольфа (Wolfe, личн. сообщ., 1946). Переход от Шабуса к Вольфу: 100/0$\bar{1}$0/001.

2. Gossner и Mussgnug, *Zs. Kr.*, **72**, 476 (1930), методом вращения на искусственных кристаллах. Переход от Госснера и Муссгнуга к Вольфу: 100/001/0$\bar{1}$0. По Госснеру и Муссгнугу γ должен быть 89°09′, а не 90°51′.

3. Ср. Groth (**2**, 586, 1908). Плоскость двойникования {010}; двойниковые оси [001] и [101]; как плоскость срастания все имеют {010}.

4. Dufet, *Bull. soc. min.*, **13**, 346 (1890). Переход от Дюфе к Вольфу: 100/001/010. Величины φ и ρ оптической ориентировки получены из углов, даваемых Дюфе.

ТИП 3. $A(XO_4)$

35.3.1 КРОКОИТ $Pb(CrO_4)$ CROCOITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9602 : 1 : 0{,}9171$; β 102°33′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9551 : 0{,}8952 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1171 : 1{,}0669 : 1$; μ 77°27′; p_0' 0,9785,

q_0' 0,9171, x_0' 0,2226

Формы [2]

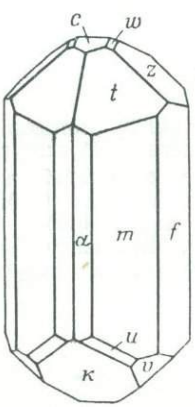
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	12°33′	77°27′	90°00′	.....	77°27′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	77 27	.....

f 120	28 05	90 00	0 00	28 05	84 08	61 55
m 110	46 51	90 00	0 00	46 51	80 52½	43 09
T 530	60 39	90 00	0 00	60 39	79 05	29 21
d 210	64 53½	90 00	0 00	64 53½	79 39	25 06½
w 012	25 53½	27 00½	77 27	65 53	24 07	78 33½
z 011	13 38½	43 20½	77 27	48 10	41 50	80 41
y 021	6 55	61 34½	77 27	29 11	60 49	83 55
h 101	90 00	50 13	39 47	90 00	37 40	39 47
k $\bar{1}01$	—90 00	37 05	127 05	90 00	49 38	127 05
t 111	52 38	56 30½	39 47	59 35½	46 56½	48 29
λ $\bar{1}12$	—30 10½	27 56½	104 56	66 06	35 47½	103 37½
v $\bar{1}11$	—39 29½	49 55	127 05	53 48½	58 29	119 07½

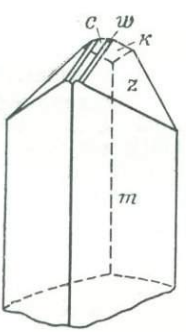
Менее обычные:

α 310	ζ 350	ρ 502	*x* 801	*l* $\bar{4}01$	ϑ $\bar{6}01$	*s* 441	β $\bar{3}12$	*A* $\bar{5}11$
g 320	*e* 201	*n* 401	χ $\bar{3}01$	ε $\bar{5}01$	π 221	*u* $\bar{2}11$	φ $\bar{3}11$	

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 7,10 *kX*, b_0 7,40, c_0 6,80; β 102°27′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}959 : 1 : 0{,}919$. Содержит $Pb_4(CrO_4)_4$.



Березовск.



Дундас.

Облик. Кристаллы обычно призматические по [001]; также удлиненные параллельно $[\bar{1}01]$; иногда октаэдровидные с {111}, $\{\bar{1}11\}$ или как бы остро ромбоэдрические с {110}, $\{\bar{h}0l\}$. Грани преимущественно гладкие и сверкающие; {110} обычно исштрихованы вдоль [001], и острые диэдры закруглены или неровные. Кристаллы часто кавернозные или полые. Также массивный, несовершенно столбчатый до зернистого.

Физ. Спайность по {110} ясная, по {001} и {100} неясная. Излом слабо раковистый до неровного. Режется ножом. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 5,99±0,03; [4] 6,06 (Дундас); [12] 6,12 (искусств.); [5] 5,97 (вычисл.). Блеск алмазный до стеклянного. Цвет гиацинтово-красный; также темнооранжево-красный, оранжевый, желтый. Черта оранжево-желтая. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете оранжево-красный.

Ориентировка[6]	n (Li)[7]	Плеохроизм	
X	2,29 ± 0,02	Оранжево-красный	Двуосн. положит. (+)
Y b	2,36 ± 0,02	Оранжево-красный	$2V$ 57° (Li), [7]
$Z \wedge c$ $+5^1/_2°$	2,66 ± 0,02	Кровяно-красный	54°03′ (Na). [6]
			$r > v$, очень сильная, наклонная

Хим. Хромат свинца, $Pb(CrO_4)$. PbO 69,06, CrO_3 30,94, сумма 100,00. Известные анализы [8] близко совпадают с данной формулой. Об изоморфных замещениях в искусственном материале см. ниже.

Искусств. В образцах этого минерала из Березовска в 1797 г. Вокелен открыл элемент хром.

Испытание. В закр. тр. чернеет, но при охлаждении приобретает первоначальную окраску. П. п. тр. плавкость $1^1/_2$.

Местонахождение. Вторичный минерал находится совместно с пироморфитом, церусситом и менее часто — с вульфенитом, ванадинитом, вокеленитом, деклуазитом в железной шляпе месторождений. Впервые обнаружен в Березовске, близ Свердловска на Урале, СССР; также находится близ Мурзинки, севернее Свердловска, и у Нижнего Тагила. В Решбанье, Румыния, и в руднике Пенчалонга, в округе Умтали, Родезия; в хороших кристаллах в Гойябейра близ Конгоньясдо-Кампо, Минас-Жераис, Бразилия. В Лабо, в провинции Северная Камаринес, Люсон, Филиппинские острова. Значительное месторождение в Аделаиде, Вест-Комет, Дундас-Экстеншьон, и других рудниках в округе Дундас, Тасмания, где минерал встречается в больших количествах и в виде прекрасных кристаллов совместно с хромистым церусситом, дундазитом, массикотом, вадом; также в рудниках Хезлевуд и Уайт-Ривер, Тасмания.

В США крокоит находился в Калифорнии вместе с вульфенитом в рудниках Дарвин, округ Инио, и в руднике Эль-Дорадо, близ Индио, округ Риверсайд. Находится в Аризоне в рудниках в горах Вультур, округ Марикопа, совместно с другими вторичными хромовыми и ванадиевыми минералами, и в руднике Маммот, округ Пайнал, с вульфенитом и ванадинитом.

Искусств. $Pb(CrO_4)$ известен в трех модификациях. [9] В моноклинной форме, крокоите, устойчив при обычной температуре и может образовывать смешанные кристаллы, содержащие значительное коли-

чество (SO_4). Тетрагональные формы могут быть получены при плавлении, и они устойчивы только при высоких температурах или в виде смешанных кристаллов с (MoO_4). Неустойчивая ромбическая форма, более оранжевая по тону, чем крокоит, может содержать (SO_4) в твердом растворе, и когда сульфат находится в значительном избытке, она стабильна. Искусственная моноклинная форма в твердом растворе может содержать (MoO_4).[11] Хорошо ограненные кристаллы крокоита получались[10] различными способами посредством взаимной диффузии растворов нитрата свинца и хромата калия при охлаждении горячего раствора $PbCrO_4$ в HCl или HNO_3 и при медленном добавлении по каплям $K_2Cr_2O_7$ в раствор нитрата свинца в разведенной HCl.

Назв. По цвету, от *χρόκος — шафран.*

Синонимы. Красная свинцовая руда из Березовска *Ломоносов* (*Первые основания металлургии*, **1**, 44, 1763). Nova minera Plumbi *Lehmann* (*Nov. Comm. Ac. Petrop.*, 1766). Minerai de plomb rouge *Pallas* (*Reise durch versch. Prov. russ. Reichs.*, **2**, 235, 1770). Minera Plumbi rubra *Wallerius* (**2**, 309, 1775). Rothbleierz, Rothes Bleierz *Werner* (296, 1774). Plombe rouge de Sibérie *Macquart* (*J. phys.*, **36**, 389, 1789); *Vauquelin* (*J. phys.*, **45**, 393, 1794; **46**, 152, 311, 1798). Plomb chromaté *Haüy* (**3**, 357, 1801). Chromate of Lead. *Нем.*: Chromsaures Blei, Bleichromat, Chrombleispath. Kallochrom *Hausmann* (1084, 1813). Crocoise *Beudant* (**2**, 669, 1832). Krokoisit *von Kobell* (282, 1838). Bleiischer Chromspath *Breithaupt* (**2**, 262, 1841). Lehmannite *Brooke* и *Miller* (557, 1852). Beresofite *Shepard* (121, 1844).

Ссылки

1. Dauber, *Ak. Wien, Ber.*, **42**, 19 (1860).
2. Goldschmidt (*Atlas*, **7**, 130, 1922).

Редкие формы:

470	331	6·10·9	812	11·10·1	$\bar{1}\bar{3}$·1·5	$\bar{7}$11
850	$\bar{2}$23	435	711	12·4·1	$\bar{6}$12	$\bar{9}$11
10·3·0	2·1·10	352	841	$\bar{3}$28	$\bar{4}$11	$\bar{9}$31
032	154	412	911	$\bar{2}$65	$\bar{5}$21	$\bar{1}\bar{8}$·4·1
$\bar{4}$03	123	953	11·1·1	$\bar{8}$·7·10	$\bar{6}$21	

Недостоверные формы:

380	601	332	10·3·4	13·5·1	$\bar{4}$85	$\bar{1}\bar{5}$·7·5
230	$\bar{8}$03	$\bar{6}$65	532	$\bar{1}$·20·18	$\bar{1}\bar{0}$·9·10	$\bar{1}\bar{3}$·1·4
340	$\bar{7}$02	3·4·12	12·9·4	$\bar{3}$·8·12	$\bar{1}\bar{1}$·10·10	$\bar{7}$22
450	112	598	652	$\bar{2}$36	$\bar{3}$62	
085	554	452	16·5·4	$\bar{1}$23	$\bar{1}\bar{3}$·8·6	
501	443	783	11·3·1	$\bar{3}$48	$\bar{7}$13	
$\bar{9}$22	$\bar{1}\bar{2}$·3·2	$\bar{4}$16	$\bar{7}$43	$\bar{2}\bar{1}$·3·5	$\bar{1}\bar{1}$·3·4	
$\bar{9}$32	$\bar{1}\bar{3}$·5·2	$\bar{4}$56	$\bar{5}$12	$\bar{1}\bar{7}$·5·4	$\bar{1}\bar{2}$·1·4	
$\bar{1}\bar{5}$·2·3	$\bar{1}\bar{1}$·5·1	$\bar{1}\bar{1}$·10·16	$\bar{5}$32	$\bar{1}\bar{8}$·3·4	$\bar{1}\bar{2}$·5·4	

3. Brill, *Zs. Kr.*, **77**, 506 (1931), методами вращения и Вайссенберга. См. также Gliszczynski, *Zs. Kr.*, **101**, 1 (1939).
4. Пределы наилучших величин.
5. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **27**, 135 (1904).
6. Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **5**, 103 (1882).
7. Larsen, 63, (1921), иммерсионным методом.
8. Hintze (**1** [3B], 4030, 1929).
9. Wagner, Haug и Zipfel, *Zs. anorg. Chem.*, **208**, 249 (1932). См. также Jaeger и Germs, *Zs. anorg. Chem.*, **119**, 154 (1921).
10. Ср. Mellor (**11**, 291, 1931).
11. Schultze, *Ann. Chem. Pharm.*, **126**, 52 (1863).
12. Mrose, личн. сообщ. (1946), микровесами на отдельном кристалле.

35.3.2 **ФЁНИКОХРОИТ** $Pb_3(CrO_4)_2O$? PHOENICOCHROITE

Ромбический? Находится в виде несовершенных таблитчатых кристаллов, часто сросшихся в виде решетки. Также массивный и в виде тонких корочек.

Физ. Спайность в одном направлении совершенная. Тв. 3—3½. Уд. в. 5,75. Цвет между кошенильно- и гиацинтово-красным, на свету становится лимонно-желтым. Черта кирпично-красная. Блеск смолистый или алмазный, яркий. Прозрачен в тонких краях.

Опт. [1]

	n (Li)	
X	2,34 ± 0,02	Двуосн. положит. (+)
Y	2,38 ± 0,02	$2V$ средний
Z	2,65 ± 0,02	$r > v$, сильная

Хим. Основной хромат свинца, вероятно, $Pb_3(CrO_4)_2O$.

Анал.

	1	2
PbO	77,00	76,69
CrO_3	23,00	23,31
Сумма	100,00	100,00
Уд. в.		5,75

1. $Pb_3(CrO_4)_2O$. 2. Березовск, Урал. [2]

Испытание. На угле легко плавится в темную массу, закристаллизовывающуюся при охлаждении. Растворим в HCl с выделением хлористого свинца

Местонахождение. Первоначально обнаружен в Березовске на Урале, СССР, совместно с крокоитом, вокеленитом и пироморфитом в выветренных свинцово-кварцевых жилах. Также, как сообщалось, [3] находится в железной шляпе в руднике Аделаида Проперти, Дундас, Тасмания.

Искусств. Приготовлялись некоторые основные хроматы свинца, но их соотношения с природным веществом неизвестны.

Назв. По цвету от φοίνιχος — *темнокрасный* и χρόα — *цвет*.

Синонимы. Melanochroit *Hermann* (*Ann. Phys.*, **28**, 162, 1883). Phoenikochroit *Glocker* (612, 1839). Subsesquichromate of Lead *Thomson* (1836). Phönicit *Haidinger* (504, 1845). Phönizit. Phenicochroite.

Ссылки

1. Larsen (119, 1921).
2. Hermann (1833).
3. Petterd (114, 1910).
4. Ср. Mellor (**11**, 303, 1931).

36 СЛОЖНЫЕ ХРОМАТЫ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

36.1.1 **ВОКЕЛИНИТ** VAUQUELINITE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}747 : 1 : 1{,}407$; β 110°10′[1]; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}884 : 1{,}321 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}757 : 1{,}426 : 1$; μ 69°50′; p_0' 2,007, q_0' 1,407, x_0' 0,367

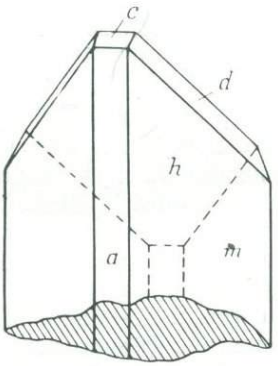
Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	20°10′	69°50′	90°00′	.....	69°50′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	69°50′	.....
m	110	54 58	90 00	0 00	54 58	73 36	35 02
h	$\bar{1}01$	—90 00	58 37½	148 37½	90 00	78 47½	148 37½

Менее обычные и редкие:

s	410	f	120	e	102	n	$\bar{1}02$
z	320	d	011	x	304	p	$\bar{3}04$

Облик. Кристаллы обычно мелкие, часто клинообразные; образуют незакономерные агрегаты. Встречаются в виде сосцеобразных



Березовск.

волокнистых форм. Также почковидный или гроздевидный; зернистый; плотный.

Двойники. По {102},[3]

Физ. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 2½—3. Уд. в. 6,02.[4] Блеск алмазный до смолистого. Цвет зеленый до коричневого; яблочно-зеленый, чижево-желтый, оливково-зеленый, охряно-коричневый; иногда почти черный. Черта зеленоватая или коричневая. Прозрачный в тонких осколках.

Опт. [5]

	n	Плеохроизм	
X	2,11 ± 0,02	Бледнозеленый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	2,22 ± 0,02	Бледнокоричневый	$2V$ около нуля
Z	2,22 ± 0,02	Бледнокоричневый	X = удлинению (c?)

Хим. Хромат-фосфат свинца и меди недостоверной формулы. В анал. 8 (Pb, Cu) : (Cr, P) : O ~ 4 : 3 : 12. Нет уверенности, относятся ли все приведенные анализы к одному и тому же минералу.

Анал.	1	2	3	4	5	6	7	8
PbO	61,26	61,06	68,33	70,60	62,70	61,09	62,59	62,06
CuO	12,43	10,85	7,36	4,57	9,58	11,91	12,19	10,31
CrO_3	15,26	16,76	10,13	15,80	11,95	26,79	21,46	17,44
P_2O_5	8,05	8,57	9,94	9,78	9,23		3,55	8,66
Fe_2O_3	1,09	1,28	2,80				0,70	0,50
H_2O	1,31	0,90	1,16		3,00			1,12
Сумма	99,40	99,42	99,72	100,75	96,46	[99,79]	100,49	100,09
Уд. в.	5,77		5,80		6,06			

1, 2. Березовск (*лаксманнит, laxmannite*).[6] 3. Березовск (*фосфорохромит, phosphorchromite*).[7] 4. Березовск (*фосфорохромит*).[8] 5. Березовск (*вокелинит*).[9] 6, 7, 8. Березовск.[10] Сумма анал. 6 в оригинале дана 99,94.

Испытание. П. п. тр. на угле слабо вспучивается и сплавляется в серый полуметаллический шарик, давая одновременно маленькие корольки металла. Частично растворим в HNO_3.

Местонахождение. Первоначально обнаружен в Березовске на Урале, СССР, совместно с крокоитом, пироморфитом и миметизитом. Известен в виде сдвойникованных кристаллов, как предполагали, из Понтжибо, Пюи-де-Дом, Франция.[11] Нижеследующие места нахождения также указывались, но из-за отсутствия правильных описаний они должны рассматриваться как недостоверные: в Ледхиллсе, Ланаркшир, и в руднике Хай-Пирн, Ванлок-Дод, Демфришир, Шотландия;[12] с крокоитом в Конгоньяс-до-Кампо, Минас-Жераис, Бразилия, и в Колумбии; в Тасмании,[15] с фёникохроитом в руднике Аделаида Проперти, Дундас, и близ Джордж-Бей; в США[13] в рудниках Пеква, округ Ланкастер, Пенсильвания; в старом медном руднике в Спарте близ Синг-Синга, округ Вестчестер, штат Нью-Йорк;[14] в рудниках в Вультур-Маунтин, округ Марикопа, Аризона, с крокоитом.

Изменение. Указывался как продукт изменения пироморфита[16] и в виде псевдоморфоз по доломиту.

Назв. *Вокелинит* по имени Николя Вокелена (Louis Nicolas Vauquelin, 1763—1829), французского химика и открывателя хрома, который первый обратил внимание на этот вид. *Лаксманнит* по имени Эрика Лаксманна (Eric Laxmann, 1737—1796), русского минералога и химика, который первый привлек внимание к минералам Березовска.

Синонимы. Vauqueline *Berzelius* (*Afhandl. Fys. Kem. Min.*, **6**, 246, 1818). Vauquelinite *Berzelius* (202, 1819). Plomb chromé *Haüy* (**3**, 363, 1822). Chromate of Lead and Copper *Phyllips* (369, 1837). Laxmannite *Nordenskiöld* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **24**, 655, 1867; *Ann. Phys.*, **137**, 299, 1869). Chromphosphorkupferbleispath *John* (*Jb. Min.*, 67, 1845). Phosphorchromit *Hermann* (*J. pr. Chem.* **1**, 196, 1870).

Ссылки

1. Ориентировка и ячейка Норденшильда (Nordenskiöld, *Ak. Stockholm, Öfv.*, **24**, 655, 1867); углы средние из данных: Норденшильда (Nordenskiöld, 1867), Кокшарова (**8**, 345, 1878), Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **5**, 53, 1882); Чирвы (*Зап. Лен. гос. университета, сер. геол.*, **1**, 19, 1935; *Min. Abs.*, **7**, 460 (1940). Переход от Де Клуазо к Норденшильду: $\frac{\bar{1}}{2}0\frac{\bar{1}}{3}/0\,\frac{1}{2}\,0/00\,\frac{1}{3}$.

2. Goldschmidt (**9**, 54, 1923). Переход от Гольдшмидта к Норденшильду: $\frac{1}{2}$ 00/010/001. Недостоверные формы: 370, 940, $\bar{2}.9.14 = \bar{1}46?$, $\bar{4}3.154.4 = 931?$

3. Haidinger, *Edinburgh J. Sc.*, **7**, 213 (1827), на кристаллах предположительно из Понтжибо, Франция; см. также Lacroix, **4**, 448 (1910) и Des Cloizeaux (1882).

4. Среднее из 6,06 Николаева у Кокшарова (1878) и 5,986 Гайдингера (Haidinger, 1827).

5. Larsen (153, 1921).

6. Nordenskiöld, *Ann. Phys.*, **137**, 299 (1869).

7. Hermann, *J. pr. Chem.*, **1**, 447 (1870).

8. Pisani, *Bull. soc. min.*, **3**, 196 (1880).

9. Николаев у Кокшарова (**8**, 353, 1878).

10. Чирва, *Зап. Лен. гос. универ., сер. геолог.*, **1**, 19 (1935)—*Min. Abs.*, **7**, 460 (1939).

11. Ср. Lacroix (**4**, 448, 1910).

12. Davies, *Min. Mag.*, **1**, 112 (1877).

13. Места отмечены у Дэна (Dana, 916, 1892).

14. Ср. Torrey, *Annals. Lyc. Nat. Hist. New York*, **4**, 76 (1837).

15. Petterd (196, 1910).

16. Blum (197, 1863).

ФОРНАСИТ, Fornacite. *Lacroix* (*Bull. soc. min.*, **38**, 198, 1915; **39**, 84, 1916) Плохо определенный минерал, обнаруженный в беспорядочных группах призматических кристаллов, являющийся, повидимому, по кристаллизации моноклинным. Спайности нет. Твердость и удельный вес не даны. Цвет темно-оливково-зеленый. В проходящем свете мелкие зерна золотисто-желтые. Двуосный положительный (+), с $2V$ очень большим, сильной дисперсией и сильным двупреломлением. Химические испытания указывают, что минерал является основным хромат-арсенатом свинца и меди, аналогично вокелениту. Полностью растворим в HCl. Находится с диоптазом в Джуэ, во Французском Конго, Африка. Назван по имени начальника Колонии Люсьена Форно (Lucien Fourneau). Требует уточнения.

ДЖОССАИТ, Jossaite. *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **17**, 54, 1858). Плохо определенный минерал, возможно, хромат свинца и цинка, находится с вокеленитом в Березовске, Урал, СССР. Ромбический, с углом призмы в 62—70° и следами спайности по призме. Цвет оранжево-желтый. Тв. 3. Уд. в. 5,2 (?).

36.1.2 **Березовит** Beresovite

Самойлов (*Бюлл. Моск. общ. исп. прир.*, **11**, № 2, 290, 1897 — *Zs. Kr.*, **31**, 519, 1899).

Плохо определенный минерал, находится в виде маленьких пластинок с совершенной спайностью. Уд. в. 6,69. Цвет темнокрасный. Плеохроичен. Анализ дал (среднее из двух): PbO 79,30, CrO_3 17,94, CO_2 2,46, сумма 99,70, соответствует $Pb_6(CrO_4)_3(CO_3)O_2$. Находится совместно с церусситом и крокоитом в Березовске на Урале, СССР. Позднее был найден в руднике Магнет, округ Рассел, Тасмания, частью превращенный в крокоит и в массикот. Требует проверки.

Ссылка

1. Petterd (25, 1910).

ФОСФАТЫ, АРСЕНАТЫ И ВАНАДАТЫ

Фосфаты, арсенаты и ванадаты представляют собой анизодесмические оксисоли, у которых анионными единицами структуры являются тетраэдрические группы $(XO_4)^{\equiv}$, где X есть P, As или V. Изоморфические замещения между этими оксисолями, с одной стороны, и сульфатами, молибдатами, вольфраматами и хроматами, которые все обладают тетраэдрическими анионами $XO_4^{=}$, с другой, — вообще отсутствуют. Только в нескольких примерах сульфаты и фосфаты являются изоструктурными, как, например, в случае брушита и гипса.

Класс 37. **Безводные кислые фосфаты и др.**

Тип 1. Разные

37.1.1	Монетит	$CaH(PO_4)$
37.1.2	Шультенит	$PbH(AsO_4)$

Класс 38. **Безводные нормальные фосфаты и др.**

Тип 1. $AB(XO_4)$

38.1.1	Группа трифилита	
38.1.1.1	Трифилит	$LiFe(PO_4)$
38.1.1.2	Литиофилит	$LiMn(PO_4)$
38.1.1.3	Хюнеркобелит	$(Na, Ca)Fe(PO_4)$
38.1.1.4	Варулит	$(Na, Ca)Mn(PO_4)$
38.1.2	Натрофилит	$NaMn(PO_4)$
38.1.3	Серия сиклерита	
38.1.3.1	Ферри-сиклерит	$(Li, Fe''', Mn'')(PO_4)$
38.1.3.2	Сиклерит	$(Li, Mn'', Fe''')(PO_4)$
38.1.4	Серия аллюодита	
38.1.4.1	Аллюодит	$(Na, Fe''', Mn'')(PO_4)$
38.1.4.2	Манган-аллюодит	$(Na, Mn'', Fe''')(PO_4)$
38.1.5	Серия гетерозита	
38.1.5.1	Гетерозит	$(Fe''', Mn''')(PO_4)$
38.1.5.2	Пурпурит	$(Mn''', Fe''')(PO_4)$
38.1.6	Бериллонит	$NaBe(PO_4)$
38.1.7	Арроядит	$Na_2(Fe'', Mn'')_5(PO_4)_4$

Тип 2. $A_3B_2(XO_4)_3$

38.2.1	Серия берцелиита	
38.2.1.1	Берцелиит	$(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$
38.2.1.2	Манганберцелиит	$(Mn, Mg)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$
38.2.2	Кариинит	$(Ca, Pb, Na)_5(Mn, Mg)_4(AsO_4)_5$ (?)

Тип 3. $A_3(XO_4)_2$

38.3.1	Витлокит	$Ca_3(PO_4)_2$
38.3.2	Графтонит	$(Fe, Mn, Ca)_3(PO_4)_2$

Тип 4. $A(XO_4)$

38.4.1	Ксенотим	$Y(PO_4)$
38.4.2	Монацит	$(Ce, La, Di)(PO_4)$
38.4.3	Берлинит	$Al(PO_4)$
38.4.4	Рузвельтит	$Bi(AsO_4)$

Класс 39. **Кислые водные фосфаты и др.**

Тип 1. $(AB)_mH_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$, с $m + n : p > 2 : 1$

39.1.1	Стеркорит	$Na(NH_4)H(PO_4) \cdot 4H_2O$
39.1.2	Ганнаиит	$Mg_3(NH_4)_2H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$
39.1.3	Гюролит	$Mn_5H_2(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$

Тип 2. $AH(XO_4) \cdot xH_2O$

39.2.1	Группа брушита	
39.2.1.1	Брушит	$CaH(PO_4) \cdot 2H_2O$
39.2.1.2	Фармаколит	$CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$
39.2.2	Гайдингерит	$CaH(AsO_4) \cdot H_2O$
39.2.3	Ньюбериит	$MgH(PO_4) \cdot 3H_2O$
39.2.4	Форбезит	$(Ni, Co)H(AsO_4) \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$ (?)
39.2.5	Группа росслерита	
39.2.5.1	Росслерит	$MgH(AsO_4) \cdot 7H_2O$
39.2.5.2	Фосфорросслерит	$MgH(PO_4) \cdot 7H_2O$

Класс 40. **Водные нормальные фосфаты и др.**

Тип 1. $AB(XO_4) \cdot xH_2O$

40.1.1	Струвит	$Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$

Тип 2. $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

40.2.1	Диккинсонит	$Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$
40.2.2	Филловит	$Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$ (?)
40.2.3	Группа файрфилдита	
40.2.3.1	Файрфилдит	$Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$
40.2.3.2	Коллинсит	$Ca_2(Mg, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$
40.2.4	Группа розелита	
40.2.4.1	Розелит	$Ca_2(Co, Mg)(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$
40.2.4.2	Брандтит	$Ca_2Mn(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$

40.2.5	Серия реддингита	
40.2.5.1	Реддингит	$(Mn, Fe)_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$
40.2.5.2	Фосфоферрит	$(Fe, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$
40.2.6	Ландезит	$Fe_6Mn_{20}(PO_4)_{16} \cdot 27H_2O$ (?)
40.2.7	Стюартит	Mn фосфат
40.2.8	Салмонсит	Mn, Fe фосфат
40.2.9	Анапаит	$Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
40.2.10	Парагопеит	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
40.2.11	Гопеит	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
40.2.12	Фосфофиллит	$Zn_2(Fe, Mn)(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
40.2.13	Трихальцит	$Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 5H_2O$ (?)
40.2.14	Пикрофармаколит	$(Ca, Mg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (?)
40.2.15	Группа вивианита	
40.2.15.1	Вивианит	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.15.2	Эритрин	$Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.15.3	Аннабергит	$Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.15.4	Кёттигит	$Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.15.5	Симплезит	$Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.16	Бобьеррит	$Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
40.2.17	Гёрнезит	$Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Тип 3. $A(XO_4) \cdot xH_2O$

40.3.1	Группа варисцита	
40.3.1.1	Варисцит	$Al(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.1.2	Штренгит	$Fe(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.1.3	Скородит	$Fe(AsO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.1.4	Мансфилдит	$Al(AsO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.2	Группа метаварисцита	
40.3.2.1	Метаварисцит	$Al(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.2.2	Меташтренгит	$Fe(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.3	Вейншенкит	$(Y, Er)(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.4	Чёрчит	$(Ce, Ca)(PO_4) \cdot 2H_2O$
40.3.5	Рабдофан	$(Ce, Y)(PO_4) \cdot H_2O$

Класс 41. Безводные фосфаты и др., содержащие гидроксил или галоген

Тип 1. $A_m(XO_4)_pZ_q$, с $m:p > 4:1$

41.1.1	Салинит	$Pb_{14}(AsO_4)_2O_9Cl_4$
41.1.2	Холденит	$(Mn'', Ca)_4(Zn, Mg, Fe'')_2(AsO_4) \cdot (OH)_5O_2$ (?)
41.1.3	Гематолит	$(Mn'', Mg)_4Al(AsO_4)(OH)_8$
41.1.4	Группа хлорофёницита	
41.1.4.1	Хлорофёницит	$(Zn, Mn)_5(AsO_4)(OH)_7$

41.1.4.2	Магний-хлорофёницит	$Mg_5(AsO_4)(OH)_7$
41.1.5	Синадельфит	$(Mn, Mg, Ca, Pb)_4(AsO_4)(OH)_5$

Тип 2. $A_7(XO_4)_2Z_q$

41.2.1	Лакруаит	Na, Ca, Al фторо-фосфат
41.2.2	Моринит	Na, Ca, Al фторо-фосфат
41.2.3	Ежекит	$Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O$ (?)
41.2.4	Аллактит	$Mn_7(AsO_4)_2(OH)_8$

Тип 3. $A_3(XO_4)Z_q$

41.3.1	Клиноклаз	$Cu_3(AsO_4)(OH)_3$
41.3.2	Корнетит	$Cu_3(PO_4)(OH)_3$
41.3.3	Джорджиадезит	$Pb_3(AsO_4)Cl_3$
41.3.4	Ателестит	$Bi_3(AsO_4)O_2(OH)_2$ (?)
41.3.5	Флинкит	$Mn_2''Mn'''(AsO_4)(OH)_4$
41.3.6	Ретциан	

Тип 4. $(AB)_5(XO_4)_2Z_q$

41.4.1	Вальпургит	$Bi_4(UO_2)(AsO_4)O_4 \cdot 3H_2O$
41.4.2	Эринит	$Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$
41.4.3	Псевдомалахит	$Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ (?)
41.4.4	Арсеноклазит	$Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$
41.4.5	Андрюсит	$(Cu, Fe'')_3Fe_6'''(PO_4)_4(OH)_{12}$
41.4.6	Лаубманнит	$Fe_3''Fe_6'''(PO_4)_4(OH)_{12}$

Тип 5. $AB(XO_4)Z_q$

41.5.1	Группа аделита	
41.5.1.1	Аделит	$CaMg(AsO_4)(OH, F)$
41.5.1.2	Конихальцит	$CaCu(AsO_4)(OH)$
41.5.1.3	Аустинит	$CaZn(AsO_4)(OH)$
41.5.1.4	Дюфтит	$PbCu(AsO_4)(OH)$
41.5.2	Группа деклуазита	
41.5.2.1	Деклуазит	$ZnPb(VO_4)(OH)$
41.5.2.2	Моттрамит	$CuPb(VO_4)(OH)$
41.5.2.3	Пиробелонит	$MnPb(VO_4)(OH)$
41.5.2.4	Кальциофольбортит	$CuCa(VO_4)(OH)$
41.5.2.5	Туранит	$Cu_2(VO_4)(OH)$ (?)
41.5.3	Фольбортит	Cu ванадат
41.5.4	Серия гердерита	
41.5.4.1	Гердерит	$CaBe(PO_4)(F, OH)$
41.5.4.2	Гидроксил-гердерит	$CaBe(PO_4)(OH, F)$
41.5.5	Серия амблигонита	
41.5.5.1	Амблигонит	$(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$
41.5.5.2	Монтебразит	$(Li, Na)Al(PO_4)(OH, F)$
41.5.5.3	Натромонтебразит	$(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$
41.5.6	Тилазит	$CaMg(AsO_4)F$

41.5.7	Дурангит	$NaAl(AsO_4)F$
41.5.8	Группа плюмбогуммита	
41.5.8.1	Плюмбогуммит	$PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$
41.5.8.2	Горсейксит	$BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$
41.5.8.3	Гояцит	$SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$
41.5.8.4	Крандаллит	$CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$
41.5.8.5	Дельтаит	$Ca(Al_2Ca)(PO_4)_2(OH)_4H_2O$
41.5.8.6	Флоренсит	$CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$
41.5.8.7	Дюссертит	$BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5H_2O$
41.5.9	Шеневиксит	$Cu_2Fe_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ (?)
41.5.10	Бразилианит	$NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$
41.5.11	Грифит	$(Na, Ca, Fe, Al)_3Mn_2(PO_4)_{2,5}(OH, F)_2$
41.5.12	Арсениоплеит	Mn основной арсенат

Тип 6. $A_2(XO_4)Z_q$

41.6.1	Вагнерит	$Mg_2(PO_4)F$
41.6.2	Триплит	$(Mn'', Fe'')_2(PO_4)F$
41.6.3	Группа триплоидита	
41.6.3.1	Триплоидит	$(Mn'', Fe'')_2(PO_4)(OH)$
41.6.3.2	Вольфеит	$(Fe'', Mn'')_2(PO_4)(OH)$
41.6.3.3	Саркинит	$Mn_2(AsO_4)(OH)$
41.6.4	Саркопсид	$(Fe, Mn, Ca)_7(PO_4)_4F_2$ (?)
41.6.5	Группа оливенита	
41.6.5.1	Оливенит	$Cu_2(AsO_4)(OH)$
41.6.5.2	Либетенит	$Cu_2(PO_4)(OH)$
41.6.5.3	Адамин	$Zn_2(AsO_4)(OH)$
41.6.6	Серия фронделита	
41.6.6.1	Фронделит	$Mn''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5$
41.6.6.2	Рокбриджеит	$Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5$
41.6.7	Тарбуттит	$Zn_2(PO_4)(OH)$
41.6.8	Аугелит	$Al_2(PO_4)(OH)_3$
41.6.9	Дюфренит	$Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$ (?)
41.6.10	Девиндтит	$Pb_3(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$
41.6.11	Фосфуранилит	Ca уранил фосфат

Тип 7. $A_5(XO_4)_3Z_q$

41.7.1	Серия апатита	
41.7.1.1	Фторапатит	$Ca_5(PO_4)_3F$
41.7.1.2	Хлорапатит	$Ca_5(PO_4)_3Cl$
41.7.1.3	Гидроксилапатит	$Ca_5(PO_4)_3(OH)$
41.7.1.4	Карбонат-апатит	$\sim Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3) \cdot H_2O$
41.7.2	Серия пироморфита	
41.7.2.1	Пироморфит	$Pb_5(PO_4)_3Cl$
41.7.2.2	Миметезит	$Pb_5(AsO_4)_3Cl$
41.7.2.3	Ванадинит	$Pb_5(VO_4)_3Cl$

41.7.3	Серия швабита	
41.7.3.1	Швабит	$Ca_5(AsO_4)_3(F, OH)$
41.7.3.2	Гедифан	$(Ca, Pb)_5(AsO_4)_3Cl$

41.7.4	Дернит	$(Ca, Na, K)_5(PO_4)_3(OH)$
41.7.5	Льюистонит	$(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$
41.7.6	Ферморит	$(Ca, Sr)_5(P, AsO_4)_3(F, OH)$
41.7.7	Вилькеит	$Ca_5(P, S, Si, CO_4)_3(OH)$
41.7.8	Эллестадит	$Ca_5(Si, S, PO_4)_3(Cl, F, OH)$
41.7.9	Тавистокит	$Ca_3Al_2(PO_4)(OH)_3$
41.7.10	Арсенобисмит	Основной арсенат Bi

Тип 8. $(AB)_3(XO_4)_2Z_q$

41.8.1	Серия лазулита	
41.8.1.1	Лазулит	$(Mg, Fe'')Al_2(PO_4)_2(OH)_2$
41.8.1.2	Скорцалит	$(Fe'', Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$
41.8.2	Сузалит	$(Mg, Fe'')_3(Al, Fe''')_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$
41.8.3	Карминит	$PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$
41.8.4	Парсонсит	$Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

Класс 42. **Водные фосфаты и др., содержащие гидроксил или галоген**

Тип 1. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p > 3:1$

42.1.1	Боржицкит	$CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3H_2O$

Тип 2. $(AB)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

42.2.1	Весцелиит	$(Cu, Zn)_3(As, PO_4)(OH)_3 \cdot 2H_2O$
42.2.2	Тсумебит	$Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3H_2O$
42.2.3	Гемафибрит	$Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$
42.2.4	Фрейринит	$Na_3Cu_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$
42.2.5	Лироконит	$Cu_2Al(AsO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$
42.2.6	Эвансит	$Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6H_2O$
42.2.7	Лискирдит	$(Al, Fe)_3(AsO_4)(OH)_6 \cdot 5H_2O$

Тип 3. $(AB)_5(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

42.3.1	Корниваллит	$Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$
42.3.2	Тиролит	$Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6H_2O$ (?)
42.3.3	Акрохордит	$MgMn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4H_2O$ (?)
42.3.4	Церулеит	$CuAl_4(AsO_4)_2(OH)_8 \cdot 4H_2O$
42.3.5	Ренардит	$Pb(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 7H_2O$
42.3.6	Дюмонтит	$Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3H_2O$

Тип 4. $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

42.4.1	Байлдонит	$(Cu, Pb)_2(AsO_4)(OH)$ (?)
42.4.2	Лейкохальцит	$Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot H_2O$
42.4.3	Тагилит	$Cu_2(PO_4)(OH) \cdot H_2O$
42.4.4	Спенсерит	$Zn_4(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 3H_2O$

42.4.5	Изоклазит	$Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$
42.4.6	Эвхроит	$Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3H_2O$
42.4.7	Дельвоксит	$Fe_2(PO_4)(OH)_3 \cdot xH_2O$ (?)

Тип 5. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p = 2:1$

42.5.1	Лейкофосфит	$K_2(Fe, Al)_7(PO_4)_4(OH)_{11} \cdot 6H_2O$
42.5.2	Серия чильдренита	
42.5.2.1	Чильдренит	$(Fe'', Mn'')Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$
42.5.2.2	Эосфорит	$(Mn'', Fe'')Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$
42.5.3	Дависонит	$Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$ (?)
42.5.4	Вардит	$NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 2H_2O$
42.5.5	Миллисит	$(Na, K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3H_2O$
42.5.6	Лехиит	$(Na, K)_2Ca_5Al_8(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 6H_2O$ (?)
42.5.7	Миксит	$Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10} \cdot 6H_2O$ (?)

Тип 6. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p = 7:4$

42.6.1	Самплеит	$NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5H_2O$
42.6.2	Группа бирюзы	
42.6.2.1	Бирюза	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$
42.6.2.2	Халькосидерит	$CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$
42.6.3	Лудламит	$(Fe'', Mg, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
42.6.4	Арсениосидерит	$Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4H_2O$ (?)
42.6.5	Эгейит	$CaFe''_{14}(PO_4)_{10}(OH)_{14} \cdot 21H_2O$ (?)
42.6.6	Митридатит	Ca, Fe фосфат
42.6.7	Ришеллит	Ca, Fe фосфат
42.6.8	Энглишит	$K_2Ca_4Al_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 9H_2O$

Тип 7. $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

42.7.1	Леграндит	$Zn_{14}(AsO_4)_9(OH) \cdot 12H_2O$
42.7.2	Бераунит	$Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3H_2O$(?)
42.7.3	Церулеолактит	$Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 4H_2O$
42.7.4	Вавеллит	$Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$
42.7.5	Стерреттит	$Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$
42.7.6	Трёгерит	$(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$

Тип 8. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p = 3:2$

42.8.1	Берманит	$(Mn, Mg)_5(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15H_2O$ (?)
42.8.2	Рошерит	$(Ca, Mn, Fe)_2Al(PO_4)_2(OH) \cdot 2H_2O$
42.8.3	Миниюлит	$KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$ (?)
42.8.4	Тинтикит	$Fe'''_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$
42.8.5	Метавоксит	$FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.6	Паравоксит	$FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.7	Воксит	$FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$
42.8.8	Гордонит	$MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.9	Кальциоферрит	$Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8H_2O$ (?)

42.8.10	Ксантоксенит	$Ca_2Fe(PO_4)_2(OH) \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$
42.8.11	Монтгомериит	$Ca_4Al_5(PO_4)_6(OH)_5 \cdot 11H_2O$
42.8.12	Оверит	$Ca_3Al_8(PO_4)_8(OH)_6 \cdot 15H_2O$
42.8.13	Группа торбернита	
42.8.13.1	Торбернит	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8—12H_2O$
42.8.13.2	Отунит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10—12H_2O$
42.8.13.3	Ураноцирцит	$Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.13.4	Салеит	$Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$
42.8.13.5	Цейнерит	$Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10—16H_2O$
42.8.13.6	Ураноспинит	$Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.14	Группа метаторбернита	
42.8.14.1	Метаторбернит	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
	Мета-отунит	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 2—6H_2O$
42.8.14.2	Метацейнерит	$Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
42.8.15	Бассетит	Fe″ уранил фосфат

Тип 9. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p < 3:2$

42.9.1	Фармакосидерит	$Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$
42.9.2	Какоксенит	$Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$
42.9.3	Вашегиит	$Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot nH_2O$ (?)
42.9.4	Таранакит	$K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18H_2O$ (?)

Класс 43. **Соединения фосфатов и др.**

Тип 1. $AB(XO_4)Z_q$

43.1.1	Группа бедантита	
43.1.1.1	Бедантит	$PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$
43.1.1.2	Коркит	$PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$
43.1.1.3	Гинсдалит	$(Pb, Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$
43.1.1.4	Сванбергит	$SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$
43.1.1.5	Вудхаузеит	$CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$
43.1.2	Линдакерит	$Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5H_2O$ (?)

Тип 2. Разные

43.2.1	Халькофиллит	$Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33H_2O$
43.2.2	Ардеалит	$Ca_2H(PO_4)(SO_4) \cdot 4H_2O$
43.2.3	Крибергит	$Al_4(PO_4)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ (?)
43.2.4	Диадохит	$Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$
43.2.5	Сармиентит	$Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$
43.2.6	Питтицит	Fe сульфат-арсенат
43.2.7	Кольбекит	Ca, Be, Al силикат-фосфат
	Вокелинит	[см. хроматы]
	Лунебергит	[см. бораты]
	Канит	[см. бораты]
	Симанит	[см. бораты]
	Бредлейит	[см. карбонаты]

37 БЕЗВОДНЫЕ КИСЛЫЕ ФОСФАТЫ И ДР.

ТИП 1. РАЗНЫЕ

37.1.1 МОНЕТИТ $CaH(PO_4)$ MONETITE

Крист. [1] Триклинная, пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}8244 : 1 : 0{,}6467$; $\alpha\ 89°43'$, $\beta\ 95°03'$, $\gamma\ 94°22'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7867 : 0{,}6461 : 1$; $\lambda\ 89°54'$, $\mu\ 84°57\frac{1}{2}'$, $\nu\ 85°38\frac{1}{2}'$

$p'_0\ 0{,}7898$, $q'_0\ 0{,}6486$, $x'_0\ 0{,}0883$, $y'_0\ 0{,}0018$

Формы [2]

		φ	ρ	*A*	*B*	*C*
c	001	88°50′	5°03′	84°57½′	89°54′	.....
b	010	0 00	90 00	85 38½	.....	89°54′
m	110	47 46½	90 00	37 52	47 46½	86 12
e	101	85 34½	41 18	48 49½	87 34½	36 00
E	$\bar{1}01$	—84 45½	35 04½	124 31	86 59½	39 33½
x	121	65 53	43 49	49 20	73 34	39 12½
s	321	58 45	70 46	32 38½	60 40½	66 25½
t	$\bar{1}\bar{2}1$	—27 11	56 30	108 57	41 52	59 26½

Облик. В виде массивных агрегатов мелких кристаллов; также в виде корочек или сталактитов с грубыми кристаллическими поверхностями. Кристаллы мелкие с неровными гранями, часто собраны во взаимно прорастающие группы; обычно уплощенный по {010} с ромбоэдрическим очертанием.

Физ. Неясная спайность по трем направлениям.[4] Излом неровный. Хрупкий. Тв. 3½. Уд. в. 2,929 (искусств.).[3] Блеск стеклянный. Цвет бледный желтовато-белый; чистая искусственная соль белая. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n (Na)[5]	
X	1,587	Двуосн. положит. (+)
Y	~1,615	$2V$ большой
Z	1,640	$r > v$, слабая

В разрезах по {010} направление погасания составляет угол 23° относительно ребра с $\{10\bar{1}\}$, а в разрезах по {001} — угол 30° относительно ребра с {010}.

Хим. Кислый фосфат кальция, $CaH(PO_4)$. CaO 41,21, P_2O_5 52,18 H_2O 6,61, сумма 100,00. Анализы чистого естественного материала отсутствуют. [6]

Местонахождение. На островах Монета и Мона в Караибском море, примерно в 60 *км* от порта Маягэс, Пуэрто-Рико. Минерал встречается с гипсом в залежах фосфатных пород в известняках, подстилающих слой гуано. Найден также с витлокитом на острове Лос-Монхес в Караибском море у залива Маракаибо, Венесуэла (*глаубапатит, glaubapatite*, частично) [7] и с апатитом и ньюбериитом на острове Асенсвон в Южной Атлантике. В пещерных отложениях в Гуноиг-Джерне, Малайя.

Изменения. Тонкоизмельченный монетит растворяется, поглощая атмосферную воду, и образует брушит.

Искусств. [8] Получен в кристаллах нагреванием осажденного $CaHO_4 \cdot 2H_2O$ с водой в зап. тр. при 150°, посредством медленной взаимной диффузии растворов Na_2HPO_4 и $CaCl_2$ и многими другими путями.

Назв. По местонахождению. *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **23**, 400, 1882).

Синонимы. Glaubapatite (частично). *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **22**, 96, 1856).

Ссылки

1. Углы и отношение осей Шультена (Schulten, *Bull. soc. min.*, **27**, 120, 1904), на искусственных кристаллах. Переход от Шультена к новой: 001/010/$\bar{1}$00.
2. de Schulten (1904).
3. de Schulten, *Bull. soc. Min.*, **24**, 332 (1901).
4. Larsen и Berman (111, 1934); Дэна (Dana) у Шипарда (Shepard, 1882) указывает только ясную спайность по {001}.
5. Hill и Hendricks, *Ind. Eng. Chem.*, **38**, 440 (1936).
6. Анал. смеси с гипсом приводятся Шипардом (Shepard, 1882) и Вильбурном (Willbourn, *J. Malayan Branch Roy, Asiatic Soc.*, **3**, Pt. 3, 57, 1925).
7. Идентичность с монетитом установлена Фронделем (Frondel, *Am. Min.*, **28**, 215, 1943).
8. Mellor (**3**, 881, 1923); de Schulten, *Bull. soc. min.*, **24**, 323 (1901), **26**, 15 (1903); Hill и Hendricks (1936).

37.1.2 **ШУЛЬТЕНИТ** $PbH(AsO_4)$ SCHULTENITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}8649 : 1 : 0{,}7201$; β 95°23½′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8386 : 0{,}7169 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3949 : 1{,}1614 : 1$; μ 84°36½′;

p_0' 0,8363, q_0' 0,7201, x_0' 0,0944

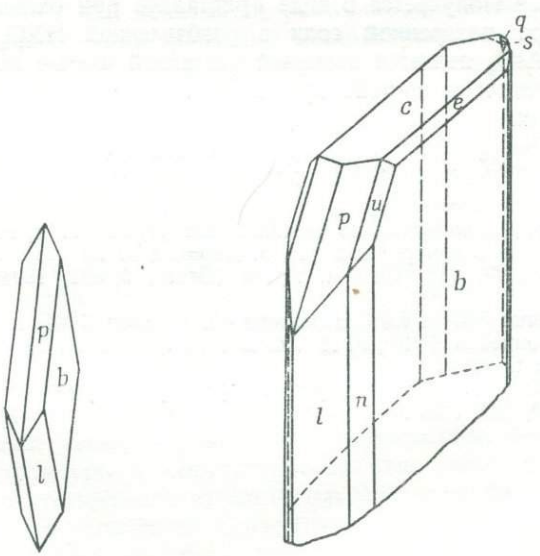
Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	5°23½′	84°36½′	90°00′	.....	84°36½′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
n	140	16 11½	90 00	0 00	16 11½	88 30	73 48½
l	130	21 09½	90 00	0 00	21 09½	88 03½	68 50½
k	120	30 08½	90 00	0 00	30 08½	87 18	59 51½
m	110	49 16	90 00	0 00	49 16	83 44½	40 44
h	210	66 42½	90 00	0 00	66 42½	77 24	23 17½
e	011	7 28	35 59½	84 36½	54 21½	35 38½	85 37½
p	111	52 09½	49 34½	47 10	62 09½	45 24½	53 03
q	$\bar{1}11$	—45 53	45 53	126 26½	59 55	49 51	120 55½
u	121	32 46	59 43½	47 10	43 26	56 55	62 08
s	$\bar{2}11$	—65 22½	59 56½	147 31½	68 51½	64 52	141 53½

Менее обычные:

w 323 v 232 r $\bar{1}22$ t $\bar{2}21$

Облик. Пластинчатый по {010}; обычно ромбовидный и похожий на гипс. На {010} штриховка вдоль [001], на {001} — вдоль [100].



Физ. Спайность по {010} совершенная. Хрупкий. Тв. 2½. Уд. в. 5,943, 6,06 ± 0,01 (искусств.).[2] Блеск сильный, от стеклянного до почти алмазного. Бесцветный и прозрачный. Черта белая.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)[3]	
X b	1,8903 (вычисл.)	Двуосн. положит. (+)
$Y \wedge c$ −24°	1,9097	$2V$ 58°14′ (Na, измер.)
		$2E$ 136°38′
$Z \wedge c$ +66°	1,9765	Дисперсия сильная

Хим. Кислый арсенат свинца, $PbH(AsO_4)$. При нагревании превращается в $Pb_2As_2O_7$.

Анал.

	1	2
PbO	64,30	63,97
As_2O_5	33,11	32,18
H_2O	2,59	2,88
Сумма	100,00	99,03

1. $PbH(AsO_4)$. 2. Тсумеб.[4]

Местонахождение. В Тсумебе, Юго-Западная Африка, вместе с англезитом, байлдонитом и байлдонитовыми псевдоморфозами по миметезиту (?) и азуриту (?). Наблюдались псевдоморфозы англезита, вероятно, по шультениту.

Искусств.[5] Получается в виде кристаллов при охлаждении кипящего раствора поваренной соли в разбавленной HNO_3 и другими путями. $PbHAsO_4$ является основной составной частью коммерческого „арсената свинца“ и широко применяется как средство против вредных насекомых.

Назв. *Spenser* (*Min. Mag.*, **21**, 149, 1926).

Ссылки

1. Элементы, первоначально вычисленные только по трем углам, здесь вычислены из всех измеренных углов. Переход от Шультена (de Schulten, *Bull. soc. min.*, **27**, 113, 1904) и Грота (Groth, **2**, 822, 1908) к Спенсеру: 001/010/100.

2. Из величин 6,076 и 6,053 Шультена (de Schulten, 1904) и Мак-Доннелла и Смита (McDonnell и Smith, *J. Am. Chem. Soc.*, **38**, 2030, 1916).

3. Методом призмы.

4. Анал. Монтина (Mountain) у Спенсера (Spencer, 1926).

5. Mellor (**9**, 139, 1929).

38 БЕЗВОДНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ФОСФАТЫ И ДР.

ТИП 1. $AB(XO_4)$

38.1.1 ГРУППА ТРИФИЛИТА

РОМБИЧЕСКАЯ; РОМБО-ДИПИРАМИДАЛЬНЫЙ—2/m 2/m 2/m.

	a_0	b_0	c_0	
Серия трифилита				
Трифилит, $LiFe''(PO_4)$	6,00 *kX*	10,34	4,67	[Fe : Mn = 3 : 1]
Литиофилит, $LiMn''(PO_4)$				
Серия хюнеркобелита				
Хюнеркобелит, $(Na, Ca)Fe''(PO_4)$				
Варулит, $(Na, Ca)Mn''(PO_4)$				
Натрофилит, $NaMn''(PO_4)$	6,32	10,52	4,97	

Между трифилитом и литиофилитом и, возможно, между хюнеркобелитом и варулитом существуют непрерывные серии взаимного замещения Fe″ и Mn″. Как показывают рентгенометрические исследования методом порошка, серия трифилита и серия хюнеркобелита являются изоструктурными. Структура трифилита-литиофилита и, повидимому, также хюнеркобелита-варулита очень похожа на структуру силикатов типа оливина.[1] Рентгенопорошкограмма натрофилита значительно отличается от рентгенопорошкограмм других членов группы трифилита. Натрофилит имеет ту же самую пространственную группу и те же размеры ячейки, что и минералы группы трифилита, но с тем структурным отличием,[2] что в натрофилите Na и Mn распределяются статистически по $4(a) + 4(c)$, тогда как Li или Na и (Mn, Fe) в структуре трифилитовой серии занимают эти позиции раздельно. В этом отношении имеется частичная аналогия в соотношениях между форстеритом, $MgMg(SiO_4)$, и монтичеллитом, $CaMg(SiO_4)$. Натрофилит может также рассматриваться как неупорядоченный эквивалент варулита.

Члены группы трифилита вступают в интересную последовательность изменений таким образом, что одновалентные ионы выщелачиваются из структуры с сопутствующим окислением сначала Fe″ и затем Mn″ до компенсации валентностей (см. ниже **Изменения** в описании трифилита-литиофилита). Необходимо отметить, что трифилит-литиофилит являются обычными минералами, тогда как хюнеркобелит-варулит — минералы редкие, а натрофилит известен лишь в единственном месторождении. Все они являются высокотемпературными минералами и встречаются в гранитных пегматитах. Другими железо-марганцовыми фосфатами, встречающимися подобным образом, являются триплит,

$(Fe'', Mn'')_2(PO_4)F$, триплоидит, $(Mn'', Fe'')_2(PO_4)(OH)$, вольфеит, $(Fe'', Mn'')_2(PO_4)(OH)$, саркопсид, $(Fe'', Mn'')_7(PO_4)_4F_2$, арроядит, $Na_2(Fe'', Mn'')_5(PO_4)_4$, и графтонит, $(Fe'', Mn'', Ca)_3(PO_4)_2$.

Ссылки

1. Gossner и Strunz, *Zs. Kr.*, **83**, 415 (1932).
2. Byström, *Ark. Kemi*, **17**, 1 (1943).

СЕРИЯ ТРИФИЛИТА-ЛИТИОФИЛИТА

38.1.1.1 **ТРИФИЛИТ** $Li(Fe'', Mn'')(PO_4)$ TRIPHYLITE

38.1.1.2 **ЛИТИОФИЛИТ** $Li(Mn'', Fe'')(PO_4)$ LITHIOPHILITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$ (?).

$a : b : c = 0{,}5823 : 1 : 0{,}4541$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7798 : 0{,}4541 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}5823 : 1{,}2823 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}2022 : 1{,}7173 : 1$

Формы[4]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
n	130	29 47	90 00	90 00	60 13	0 00	29 47
ε	120	40 39	90 00	90 00	49 21	0 00	40 39
d	011	0 00	24 25½	24 25½	90 00	90 00	65 34½
l	021	0 00	42 14½	42 14½	90 00	90 00	47 45½
v	203	90 00	27 28	0 00	62 32	62 32	90 00
e	101	90 00	37 57	0 00	52 03	52 03	90 00
w	201	90 00	57 16½	0 00	32 43½	32 43½	90 00

Структ. ячейка. Пространственная группа *Pmna* при планаксиальном виде симметрии.

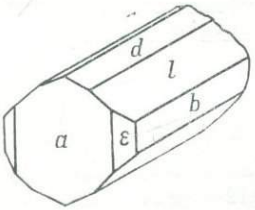
	Fe : Mn	a_0	b_0	c_0	$a_0 : b_0 : c_0$
Варутреск[2]	~1,3 : 1 (?)	6,038*kX*	10,374	4,711	0,582 : 1 : 0,454
Хагендорф[3]	~3 : 1 (?)	6,00*kX*	10,34	4,67	0,580 : 1 : 0,452

Ячейка содержит $Li_4(Fe'', Mn'')_4(PO_4)_4$.

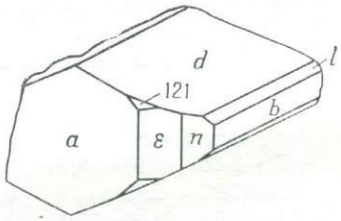
Облик. Кристаллы редки и обычно несовершенные, с неровными поверхностями; грубо призматические вдоль [100]. Обычны массивные, трещиноватые до плотных. В пегматитах были найдены ангедральные и субгедральные одиночные кристаллы трифилита с наибольшим размером 3—4,5 *м*.

Физ. Спайность по {100} почти совершенная, по {010} несовершенная, по {011} прерывистая. Излом неровный до полураковистого. Тв. 4—5. Уд. в. 3,34 (Mn — конечный член) до 3,58 (Fe — конечный член), 3,50 (при Fe : Mn = 1 : 1);[5] удельный вес изменяется не совсем

пропорционально отношению Fe : Mn, но сравнительно быстро уменьшается к Mn — концу ряда. Блеск стеклянный до полусмолистого. Цвет голубовато-серый или зеленовато-серый у трифилита, красновато-коричневый, желтовато-коричневый до медово-желтого и оранжево-розового у литиофилита. Внешние поверхности часто коричневатые



Трифилит. Норвич, Массачусетс.



Трифилит. Ньюпорт, Нью-Гэмпшир.

или темносерые до почти черных вследствие изменений. Черта бесцветная до серовато-белой. Прозрачный до просвечивающего.

Ориентированные срастания. С графтонитом (см.).

Опт.[6] В проходящем свете бесцветный до бледножелтого, розовый и т. п.

Mn : Fe	9 : 1	3 : 2	2 : 3	3 : 7	> 1 : 4
nX(Na)	1,669	1,680	1,689	1,694	
nY	1,673	1,681	1,689	1,695	
nZ	1,682	1,688	1,695	1,700	> 1,71
2*V*	~ 65°	~ 48°	0°	~ 55°	0°+
Знак	+	+	+	+	—
X	*c*	*c*		*a*	*c*
Y	*a*	*a*		*c*	*b*
Z	*b*	*b*	*b*	*b*	*a*

Показатели преломления возрастают с увеличением содержания Fe″. В направлении [001] у Mn — члена серии они изменяются от наименьшего (*X*) до наибольшего (*Z*) с увеличением содержания Fe, серия дважды переходит через одноосное состояние. Дисперсия сильная, $r < v$. Если 2*V* близко к 0°, то для промежуточных длин волн в белом свете получается аномальная интерференция цветов, при которой крайние цвета спектра, красный и синий, диспергируются во взаимноперпендикулярных плоскостях. Члены серии неплеохроичны или слабо плеохроичны, в частности, литиофилит имеет по *X* темнорозовый, по *Y* бледный зеленовато-желтый, по *Z* бледнорозовый цвет. Показатели преломления заметно снижаются при замещении (Fe, Mn) магнием; материал, характеризующийся анал. 2, имеет *nX* 1,675 (*c*), *nY* 1,684 (*a*), *nZ* 1,685 (*b*) с 2*V* 25°.

Хим. Фосфат лития и двухвалентных железа и марганца, $Li(Fe'', Mn'')(PO_4)$. Fe″ и Mn″ взаимно замещаются и, несомненно, между совершенно чистыми конечными членами существует непрерывный ряд. Названия *трифилит* и *литиофилит* относятся к частям

ряда с Fe > Mn и Mn > Fe, соответственно. Mg замещает (Fe, Mn) с отношением Mg : (Fe, Mn) = 1 : 2,8 в анал. 2, но обычно присутствует в количествах приблизительно всего лишь до 2 весовых процентов MgO. Подобным образом Ca замещает (Fe, Mn) в малых количествах, хотя отмечался и богатый кальцием материал с отношением Ca : (Fe, Mn) = 1 : 3,1 (анал. 8). Отмечались только небольшие количества Na, замещающего Li. Найденный в некоторых анализах окисел Fe_2O_3 обусловлен окислением Fe″.

Анал.[7]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Li_2O	9,47	8,36	6,95	8,59	8,86	8,36	9,23	5,51	9,11	9,53
Na_2O		1,05	2,71		0,15	0,12	0,24	1,48	0,24	
FeO	45,54	32,93	31,09	35,06	29,13	21,70	12,57	7,45	2,94	
MnO		3,11	8,49	11,40	15,96	21,13	32,65	30,53	42,58	45,22
CaO		нет	6,13		0,31	0,65	следы	9,70	следы	
MgO		7,38			0,42	0,23		нет		
P_2O_5	44,99	46,03	41,08	44,43	44,87	46,41	45,05	43,43	44,95	45,25
H_2O		0,77	0,42		0,48	0,99	0,30	1,81	0,65	
Прочие		3,97	3,26	0,60	0,28	0,64	0,17	0,50	0,16	
Сумма	100,00	103,60	100,13	100,08	100 46	100,23	100,21	100,41	100,63	100,00
Уд. в.		3,44				3,482				

1. $LiFe''(PO_4)$. 2. Трифилит. Ньюпорт, Нью-Гэмпшир.[8] Прочие: K_2O 0,45, SiO_2 0,33, Al_2O_3 3,19, H_2O включает H_2O— 0,20. 3. Трифилит. Сакала, Финляндия.[9] Прочие: Fe_2O_3 2,76, нераств. ост. 0,50, F следы, K_2O следы. 4. Хагендорф, Бавария.[10] Прочие: нераств. ост. 5. Трифилит. Центр Страффорд, Нью-Гэмпшир.[11] Прочие: K_2O 0,07, нераств. ост. 0,21. 6. Трифилит. Пойнте-дю-Бойе, Манитоба.[12] Прочие: K_2O 0,44, нераств. ост. 0,20. 7. Литиофилит. Бранчвилл, Коннектикут.[13] Прочие: нераств. ост. 8. Литиофилит. Воджина, Южная Австралия.[14] Прочие: K_2O 0,17, нераств. ост. 0,16. H_2O включает H_2O— 0,07, Cl 0,07, F 0,10. 9. Литиофилит. Буккфилд, Мэн.[15] Прочие: нераств. ост. 10. $LiMn''(PO_4)$.

Испытание. П. п. тр. плавкость $1^1/_2$. В закр. тр. иногда растрескивается, темнеет и выделяет незначительные количества воды. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Трифилит и литиофилит встречаются как первичные минералы в гранитных пегматитах, особенно в так называемых гранитных пегматитах сложного типа, содержащих литиевые минералы и фосфаты. Обычно встречается вместе с триплоидитом, вольфеитом, эосфоритом, сподуменом, альбитом, бериллом, амблигонитом, графтонитом. Трифилит найден в Баварии, Германия, в Хюнеркобеле близ Рабенштейна (возможно, точное местонахождение материала носит старое название Боденмайс, Цвизель или Рабенштейн), а также в Хагендорфе близ Плейштейна в Оберпфальце. В Финляндии в Киетьё близ Таммела и в Сакала. В Варутреске, около 20 *км* юго-восточнее Болидена в Северной Швеции. Во Франции в Ла-Вилат близ Шантелуб, и в Юро, департамент От-Вьенн (Верхняя Вьенна), по большей части глубоко измененные. В США трифилит встречается в изобилии в мно-

гочисленных пегматитах центральной области Нью-Гэмпшира, особенно в Палермо и вблизи рудников Северный Гротон, в руднике Рагглес близ Графтон-Сентера, в Александрии, в руднике Смит близ Ньюпорта (магнистый) и в Центр-Страффорде. В Массачусетсе у Хантингтона (первоначально Норич); в штате Мэн в Перу, Ньюри, Лордс-Хилл в Стоунхэме и Блэк-Маунтин. В Южной Дакоте в пегматитах района Кэйстон и в Пала, округ Сан-Диего, Калифорния. В Пойнт-дю-Бойсе (Пуан-дю-Буа), Манитоба, Канада. Литиофилит встречается в Воджине и Яндеярре в Западной Австралии. В США найден в штате Коннектикут в Бранчвилле (первоначальное месторождение) и в Портланде; в штате Мэн в Буккфилде, Поланд, и Норвей в округе Оксфорд. В больших количествах найден в пегматитах района Кастер, Южная Дакота. В Пала, округ Сан-Диего, Калифорния; в Канаде в районе Йеллоунайф-Больe, Северо-Западные территории; в районе Карибиб, Юго-Западная Африка, и в пегматите района южнее реки Оранжевой в Намаквaленде, Южная Африка.

Изменения.[15] Трифилит-литиофилит являются относительно неустойчивыми химически и легко подвергаются изменениям. Имеются два резко различных типа в зависимости от окружающих условий. В одном типе кристаллы этих минералов образовались первоначально в процессе кристаллизации пегматита и изменены или переработаны более поздними гидротермальными растворами с образованием триплоидита, вольфеита, реддингита, фосфоферрита, эосфорита, файрфилдита, диккинсонита, филловита, родохрозита и сидерита. Во втором типе кристаллы подвергались воздействию атмосферных вод в зоне выветривания. Эти изменения вызвали сначала окисление Fe'' в Fe''' (Mn с его высоким окислительным потенциалом остается неизменным), давая начало минералам серии сиклерита, и затем окисление Mn'' до Mn''', давая минералы серии гетерозита. В процессе окисления Li выщелачивается до компенсации валентностей. Указанный процесс, повидимому, не сопровождается заметными изменениями в структуре кристалла и продукты окисления обычно располагаются концентрическими зонами вокруг неизменной сердцевины трифилита-литиофилита; при этом образуются ориентированные монокристаллы псевдоморфоз по первоначальным кристаллам. Продолжительное выветривание может, в конце концов, привести к образованию коричневых до черных рыхлых псевдоморфоз, состоящих из гидроокиси железа и окислов марганца. Такая последовательность сопровождается прямой кристаллизацией других вторичных фосфатов железа и марганца, которые образуются, в конечном счете, вследствие разложения трифилита и литиофилита. Здесь можно упомянуть гюролит, стюартит, штренгит, металштренгит, дуфренит, фронделит, рокбриджеит, ксантоксенит, какоксенит, бераунит и особенно вивианит.

Подобно этому, хюнеркобелит и варулит проходят через постепенное окисление Fe'' и Mn'' с сопутствующим выщелачиванием Na и в последней стадии изменения образуют гетерозит и пурпурит. После-

довательность изменений и номенклатура сведены в следующую таблицу:

Литиевая серия		Натриевая серия	
Трифилит	Литиофилит	Хюнеркобелит	Варулит
$Li(Fe'',Mn'')(PO_4)$	$Li(Mn'',Fe'')(PO_4)$	$Na(Fe'',Mn'')(PO_4)$	$Na(Mn'',Fe'')(Po_4)$
Ферри-сиклерит	Сиклерит	Аллюодит	Манган-аллюодит
$(Li,Fe''',Mn'')(Po_4)$	$(Li,Mn'',Fe''')(PO_4)$	$(Na,Fe''',Mn'')(PO_4)$	$(Na,Mn'',Fe''')(PO_4)$
Гетерозит	Пурпурит	Гетерозит	Пурпурит
$(Fe''',Mn''')(PO_4)$	$(Mn''',Fe''')(PO_4)$	$(Fe''',Mn''')(PO_4)$	$(Mn''',Fe''')(PO_4)$

Индивидуальность различных членов этих последовательностей изменения является весьма спорным вопросом, особенно в старой литературе; для окончательного решения вопроса необходимы дополнительные исследования. Среди старых наименований, которые были предложены для этих минералов или их смесей, а теперь употребляются только как синонимы, могут быть упомянуты псевдотриплит, неопурпурит и меланхлор—частью (все=гетерозиту), лемнезит (= аллюодиту), псевдогетерозит (= сиклериту), гедденит и натро-трифилит (= арроядиту).

Искусств.[16] Кристаллы $LiMn''(PO_4)$ были получены при нагревании LiCl и $MnCl_2$ в струе $POCl_3$ и водяного пара при 850° и при сплавлении LiCl, $Li_3(PO_4)$ и $Mn_3(PO_4)_2$.

Назв. *Трифилит* от τοίς — *трижды* и φυλή — *семья*, так как содержит три катиона. *Литиофилит* от *lithium* и φιλός — *друг*. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **16**, 118, 1878; **18**, 45, 1879).

Синонимы. Triphylin *Fuchs* (*J. pr. Chem.*, **3**, 98, 1834; **5**, 319, 1835). Tetraphylin *Berzelius* (*Jahresber.*, **15**, 211, 1836). Perowskyn *Nordenskiöld* (*Ann. Phys.*, **36**, 473, 1835).

Ссылки

1. Элементы структурной ячейки Бьёрлинга и Вестгрена (Björling и Westgren, *Geol. För. Förh.*, **60**, 67, 1938) на трифилите из Варутреска (с отношением Fe : Mn ~ 1,3 : 1?), ориентировка сделана так, чтобы получить $c<a<b$. Переходы от Бьёрлинга и Вестгрена (Björling и Westgren, 1938), Дэна (Dana, 756, 1892), Чермака (Tschermak, *Ak. Wien, Sitzber.*, **47**, 282, 1863) к новой: 001/010/100; от Гольдшмидта (Goldschmidt, **9**, 6, 1923) к новой: $001/0\,\frac{1}{2}\,0/100$. Приводимые морфологические элементы (см. ниже) являются неудовлетворительными из-за плохого качества измеренных кристаллов; изменение углов с изменением отношения Fe : Mn не установлено.

Местонахождение	*a*	*b*	*c*	FeO	MnO	MgO	Ссылка
Ньюпорт	0,5346	1	0,4425	32,93	3,11	7,38	Palache, личн. сообщение
Манитоба	0,5806	1	0,4536	21,70	21,13	0,23	Walker, ссылка 12
Норвич	0,5265	1	0,4348	(Fe : Mn ~ 1,2 : 1 ?)			Tschermak (1863)
Искусств.	0,5843	1	0,4522	$LiMn(PO_4)$			Zambonini и Malossi, ссылка 16
—	0,5526	1	0,4355	.....			Lacroix (4, 361, 1910)

2. Björling и Westgren (1938).
3. Gossner и Strunz, *Zs. Kr.*, **83**, 415 (1932).
4. Dana (756, 1892) и Goldschmidt (1923). Чапмэн (Chapman, *Am. Min.*, **28**, 90, 1943) определенно отмечает {121}. Все отмеченные формы встречены на трифилите; на искусственном $LiMn''(PO_4)$, кроме того, {010}, {011}, {120}, {101}.
5. Величины взяты из графической сводки Чапмэна (Chapman, 1943).
6. Суммированно из данных Пенфильда и Пратта (Penfield и Pratt, *Am. J. Sc.*, **50**, 387, 1895) и Чапмэна (Chapman, 1943).
7. По поводу суммирования анализов см. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 117 (1941) и Hintze (**1** [4A], 226, 1922); также Eriksson, *Ark. Kemi*, **23**, No. 8 (1946).
8. Анал. Линдгрена (Lindgren) у Чапмэна (Chapman, 1943).
9. Mäkinen, *Bull. comm. géol. Finlande*, No. 35, 96 (1913).
10. Laubmann и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 561 (1920).
11. Анал. Гонье (Gonyer) у Швитцера (Switzer, *Am. Min.*, **23**, 811, 1938).
12. Oswald у Валькера (Walker, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 30, 10, 1931).
13. Vassar у Ландеса (Landes, *Am. Min.*, **10**, 383, 1925).
14. Анал. Берггрена (Berggren) у Квенселя (Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937).
15. Сводное обсуждение см. у Mason (1941), *Geol. För. Förh.*, **64**, 335 (1942); также Lindberg, *Am. Min.*, **35**, 59 (1950).
16. Zambonini и Malossi, *Zs. Kr.*, **80**, 442 (1931).

38.1.1.3 **ХЮНЕРКОБЕЛИТ** (Na, Ca) $(Fe'', Mn'')_2(PO_4)_2$
HÜHNERKOBELITE

38.1.1.4 **ВАРУЛИТ** (Na, Ca) $(Mn'', Fe'')_2(PO_4)_2$ VARULITE

Повидимому, ромбический. Массивный, зернистый. Спайность по {100} хорошая, по {010} ясная.[1] Тв. 5. Уд. в. 3,5—3,6. Цвет неяркий оливково-зеленый, желтоватый или коричневатый (при изменениях). Блеск стеклянный.

Опт. Двуосный положительный (+).

Ориентировка	Хюнеркобелит, Норрё [2]	Хюнеркобелит, Хюнеркобель [3]	Варулит, Скрумпеторп [4]	Варулит, Варутреск [5]
nX	1,718	1,754	1,708	1,720
nY b				
nZ	1,731	$>1,77$	1,722	1,732
$2V$			Большой	70°(Na)
Дисперсия				$r>v$

Плеохроизм по X желтовато-зеленый, по Z травяно-зеленый.

Хим. Фосфат натрия, кальция, двухвалентного железа и двухвалентного марганца, в основном (Na, Ca) $(Fe'', Mn'')_2(PO_4)_2$. Названия *хюнеркобелит* и *варулит* относятся к частям ряда с $Fe > Mn$ и $Mn > Fe$, соответственно. Fe'' в материале, анализированном до сих пор, частично окислено до Fe''' и указывает на переход к близким минералам аллюодиту и манган-аллюодиту или же обусловливаются их примесью.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
Li_2O		0,36	0,25		1,65	0,88
Na_2O	4,66	3,73	9,67	9,72	8,08	7,12
K_2O		0,05	0,06	следы	0,12	0,12
CaO	8,44	9,70	1,35	3,60	2,30	4,86
MgO		0,68	2,55	0,09	0,13	
FeO	10,81	7,09	18,15	12,01	11,03	7,52
MnO	21,35	6,44	9,79	21,06	25,31	25,30
Fe_2O_3	12,02	26,49	14,45	6,44	5,32	8,35
P_2O_5	42,72	39,40	41,93	44,60	44,93	42,80
H_2O+		4,49	0,85	1,52	0,64	0,75
H_2O-		0,24	0,20	0,14	0,18	0,14
Нераств. ост.		1,88	0,50	0,44	0,28	1,80
Сумма	100,00	100,55	99,75	99,70	99,97	100,06
Уд. в.			3,55	3,61		3,581

1. (Na, Ca) $(Fe'', Fe''', Mn'')_2(PO_4)_2$ с Na : Ca=1 : 1 и Fe'' : Fe''' : Mn=1 : 1 : 2. 2. Хюнеркобелит. Хюнеркобель, Бавария.[6] Содержит некоторое количество аллюодита. 3. Хюнеркобелит. Норрё, Швеция.[7] 4. Варулит. Скрумпеторп, Швеция.[8] Сумма включает F 0,08. 5. Варулит. Варутреск, Швеция.[9] Со следами Cl. 6. Варулит. Варутреск, Швеция.[10] Сумма включает F 0,06 и Al_2O_3 0,36.

Местонахождение. Первичный минерал, встречающийся в гранитных пегматитах; так же, как продукт гидротермального изменения трифилита. Варулит был первоначально найден в Варутреске, Швеция, а также встречается в Скрумпеторпе, Естергегланд, Швеция. Хюнеркобелит встречается в Норрё, на острове Ранё, Стокгольмский архипелаг, Швеция, и с аллюодитом и эосфоритом в Хюнеркобеле, Бавария, Германия.

Изменения. В аллюодит и манган-аллюодит при окислении железа.

Назв. *Варулит* по местонахождению в Варутреске. *Quencel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937). Богатый железом материал из Хюнеркобеля и Норрё был впервые описан под названием *арроядит*, причем эту разновидность считали железистым аналогом варулита. Более позднее сравнение[11] типа арроядита с этим материалом показало, что это — два вполне самостоятельных минерала, и тогда было предложено для настоящей разновидности новое название — *хюнеркобелит* по местонахождению в Баварии.

Синонимы. Arrojadite *Mason* (*Geol. För. Förh.*, **64**, 335, 1942); *Eriksson* (*Ark. Kemi*, **23A**, No. 8, 1946). Hühnerkobelite *Lindberg* (*Am. Min.*, **35**, 59, 1950)

Ссылки

1. Отмеченные спайности (Quensel, 1937) здесь во всем аналогичны трифилиту.
2. Eriksson (1946).
3. Mason (1942); эти данные не согласуются с другими и, возможно, являются ошибочными.
4. Mason, *Geol. För. Förh.*, **62**, 373 (1940).

5. Quensel (1937).
6. Анал. Берггрена (Berggren) у Мэзона (Mason, 1942).
7. Анал. Берггрена (Berggren) у Эриксона (Eriksson, 1946).
8. Анал. Берггрена (Berggren) у Мэзона (Mason, 1940).
9. Анал. Берггрена (Berggren) у Квенсела (Quensel, *Geol. För. Förh.*, **62**, 297, 1940); здесь приведен дополнительный анализ.
10. Анал. Берггрена (Berggren) у Квенсела (Quensel, 1937).
11. Lindberg, *Am. Min.*, **35**, 59 (1950).

38.1.2 **НАТРОФИЛИТ** $NaMn(PO_4)$ NATROPHILITE

Крист. Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}601 : 1 : 0{,}472;\ p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}785 : 0{,}472 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}601 : 1{,}273 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}119 : 1{,}664 : 1$$

Формы[1]

	φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
a 100	90°00′	90°00′	.....	0°00′	0°00′	90°00′
ε 120	39 44½	90 00	90°00′	50 15½	0 00	39 44½
d 011	0 00	25 16	25 16	90 00	90 00	64 44
l 021	0 00	43 21	43 21	90 00	90 00	46 39

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа *Pmna*, если вид планаксиальный. a_0 6,32 Å, b_0 10,52, c_0 4,97; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}601 : 1 : 0{,}472$. Ячейка содержит $Na_4Mn_4(PO_4)_4$. Структура кристалла натрофилита родственна, но не тождественна структуре трифилита-литиофилита.

Облик. Кристаллы редки; неясные, напоминающие трифилит. Обычно в виде легко раскалывающихся (трещиноватых) масс или зернистый.

Физ. Спайность по {100} средняя, по {010} несовершенная, по {021} прерывистая. Излом раковистый. Тв. 4½—5. Уд. в. 3,41; 3,47 (вычисл.). Блеск яркий смолистый до почти алмазного, на плоскости спайности {100} слегка перламутровый. Цвет яркий винно-желтый. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[3]

Ориентировка	n	
X c	1,671 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y a	1,674 ± 0,003	$2V$ 75 ± 5°
Z b	1,684 ± 0,003	$r < v$, сильная

Хим. Фосфат натрия и марганца, $NaMn(PO_4)$. Fe'' замещает Mn'' с отношением $Fe : Mn \sim 1 : 13$ в единственном опубликованном анализе.

	Li_2O	Na_2O	FeO	MnO	P_2O_5	H_2O	Нераств. ост.	Сумма
1.		17,92		41,01	41,07			100,00
2.	0,19	16,79	3,06	38,19	41,03	0,43	0,81	100,50

1. $NaMn(PO_4)$. 2. Бранчвилл.[4]

Испытание. П. п. тр. очень легко плавится. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден в небольших количествах с литиофилитом, триплоидитом, эосфоритом, гюролитом, файрфилдитом, диккинсонитом в гранитном пегматите в Бранчвилле, округ Фэрфилд, Коннектикут.

Изменения. В неустановленный тонковолокнистый желтоватый минерал с шелковистым блеском.

Назв. От *natrium* и φίλος — *друг*, так как он содержит много натрия. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **39**, 205, 1890).

Ссылки

1. Brush и Dana (1890), по приблизительным измерениям. Отношение осей структурной ячейки.
2. Byström, *Ark. Kemi*, 17 B, No. 4 (1943), методом Вайссенберга на материале из Бранчвилла. Переход от Бистрёма к новой: 010/100/001; от Бруша и Дэна (Dana, 1890) к новой: 001/010/100.
3. Larsen (115, 1921).
4. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1890).

СЕРИЯ СИКЛЕРИТА

38.1.3.1 **ФЕРРИ-СИКЛЕРИТ** (Li, Fe''' Mn'') (PO_4) FERRI-SICKLERITE

38.1.3.2 **СИКЛЕРИТ** (Li, Mn'', Fe''') (PO_4) SICKLERITE

Крист. [1] Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}588 : 1 : 0{,}475;\ p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}808 : 0{,}475 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}588 : 1{,}238 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}105 : 1{,}701 : 1$$

Структ. ячейка. [2] Ромбическая. a 5,939 *kX*, b_0 10,086, c_0 4,787; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}588 : 1 : 0{,}475$. Ячейка содержит $(Li, Mn'', Fe''')_4(PO_4)_4$. Размеры ячейки увеличиваются с увеличением содержания Mn.

Облик. Найден только массивным как продукт изменения трифилита-литиофилита, обычно в виде ободков вокруг частично измененных масс или кристаллов более поздних разностей и в кристаллографической связи с ними.

Опт. [3]

Ориентировка	n (сиклерит, Пала)	Плеохроизм	
X a	1,715	Интенсивный красноватый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,735	Более бледный красноватый	$2V$ средний
Z	1,745	Очень бледный красноватый	$r > v$, очень сильная

Хим. Фосфат лития, двухвалентного марганца и трехвалентного железа, в основном (Li, Mn'', Fe''')(PO_4). Отношение Mn к Fe зависит от отношения этих взаимно замещающихся катионов в первоначальном трифилите-литиофилите, из которых настоящие разновидности образовались путем окисления Fe. Названия *ферри-сиклерит* и *сикле-*

рит относятся к частям серии с Fe > Mn и Mn > Fe и являются аналогами соответственно трифилита и литиофилита. Механизм компенсации валентностей, сопровождающий окисление, может привести к частичному выщелачиванию Li в соответствии с формулой $Li_{1-y}(Mn''_{1-x}, Fe''_{x-y}, Fe'''_{y})(PO_4)$. Полное окисление и Fe и Mn приводит к полной потере и к образованию гетерозита-пурпурита $(Mn''', Fe''')(PO_4)$.

Анал.

	1	2	3	4	5
Li_2O	3,26	3,72	4,89	3,80	3,94
Na_2O	0,88	0,81	1,17		1,22
FeO	0,22	0,59	нет		нет
MnO	15,20	19,13	26,14	33,60	29,61
CaO	1,88	1,36	0,84	0,20	3,44
MgO	1,70	0,11	0,59		нет
Fe_2O_3	29,08	27,20	14,58	11,26	4,72
Mn_2O_3		нет	4,89	2,10	8,19
P_2O_5	44,64	44,80	44,45	43,10	44,83
H_2O	1,23	1,02	1,76	1,71	4,13
Прочие	2,42	1,66	0,45	4,18	0,40
Сумма	100,51	100,40	99,76	99,95	100,48
Уд. в.	3,27	3,39		3,45	

1. Ферри-сиклерит. Лёвлунден, Швеция.[4] Прочие: нераств. ост. H_2O включает H_2O — 0,79. 2. Ферри-сиклерит. Варутреск, Швеция.[4] Прочие: нераств. ост. H_2O включает H_2O — 0,51. 3. Сиклерит. Эрэярви, Финляндия.[5] Прочие: K_2O 0,13, нераств. ост. 0,32. H_2O включает H_2O — 1,00. 4. Сиклерит. Пала, Калифорния.[6] Прочие: нераств. ост. 5. Сиклерит. Воджина, Западная Австралия.[5] Прочие: K_2O 0,08, нераств. ост. 0,32. H_2O включает H_2O — 0,11.

Испытание. Легко плавится. Растворяется в кислотах.

Местонахождение.[7] Ферри-сиклерит и сиклерит являются вторичными минералами, которые образуются путем изменения трифилита и литиофилита в зоне выветривания. Первым описанным членом серии был сиклерит из Пала, округ Сан-Диего, Калифорния, где он был найден как продукт изменения литиофилита вместе с гюролитом, стюартитом, салмонситом и металтренгитом. Сиклерит был также найден в Варутреске, Швеция, Эрэярви (близ Оривязи) и Таммела, Финляндия, и в Воджине, Западная Австралия. Ферри-сиклерит был найден в Варутреске, Швеция, и Таммеле, Финляндия; в Баварии, в Хюнеркобеле и Хагендорфе; во Франции в пегматитовом районе, в департаменте Верхняя Вьенна, на Центральном Французском плато. Вероятен в области Эурови, Новый Южный Уэльс, Австралия. В США ферри-сиклерит установлен в пегматитах Центер-Страффорда, Рочестера и Северного Гротона в Нью-Гэмпшире, в Перу и Стонхэме в штате Мэн. Сиклерит и ферри-сиклерит, несомненно, встречаются во многих других пегматитах в Новой Англии и других областях, где имеется литиофилит и трифилит.

Изменения. В гетерозит и пурпурит путем окисления Mn″ и выщелачивания Li.

Назв. *Сиклерит* по фамилии Сиклер (Sickler), открывателя Пала, Калифорния. *Ферри-сиклерит — Quensel* (*Geol. För. Förh.* **59**, 77, 1937).

Синонимы. Fe-sicklerite. Pseudohétérosite *Lacroix* (**4**, 469, 1910). Sicklerite *Schaller* (*Washington, Ac. Sc., J.*, **2**, 143, 1912). Mangansicklerite. Mn-sicklerite.

Ссылки

1. Отношение осей и симметрии структурной ячейки по Бьёрлингу (Björling) и Вестгрену (Westgren, *Geol. För. Förh.*, **60**, 67, 1938), на ферри-сиклерите из Варутреска (анал. 2?).
2. Björling и Westgren (1938); переход от их установки к новой: 001/010/100.
3. Schaller (1912) и Dana (1892; 3-е приложение, 72, 1915).
4. Анал. Берггрена (Berggren) у Квенсела (Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937).
5. Анал. Берггрена (Berggren) у Мэзона (Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 117, 1941).
6. Schaller (1912).
7. См. также краткое изложение у Мэзона (Mason, 1941).

СЕРИЯ АЛЛЮОДИТА

38.1.4.1 **АЛЛЮОДИТ** (Na, Fe‴, Mn″) (PO_4) ALLUAUDITE

38.1.4.2 **МАНГАН-АЛЛЮОДИТ** (Na, Mn″, Fe‴) (PO_4) MANGAN-ALLUAUDITE

Массивный, в виде продукта изменения варулита-хюнеркобелита; также зернистый и в радиально-волокнистых и шаровидных агрегатах. Спайность по {100} и {010} совершенная.[1] Тв. 5—$5^1/_2$. Уд. в. 3—4—3,5. Цвет грязножелтый до коричневато-желтого, также тусклый зеленовато-черный; внешняя поверхность коричневато-черная и черная вследствие изменения, но промывание в разбавленной кислоте восстанавливает желтый цвет. Черта и порошок грязножелтые. Полупросвечивающий до непрозрачного.

Опт.[2] В проходящем свете желтый до желто-зеленого и плеохроичен.

Ориентировка	*n* (Лёвлунден)
X	1,760
Y	
Z	1,775

Хим. Фосфат натрия, двухвалентного марганца и трехвалентного железа, в основном (Na, Fe‴, Mn″) (PO_4). Отношение Fe к Mn зависит от отношения этих катионов в исходных варулите-хюнеркобелите, из которых эти минералы образуются путем окисления Fe″ (см. также сиклерит и ферри-сиклерит). Названия *аллюодит* и *манган-аллюодит* относятся к материалу соответственно с Fe > Mn и Mn > Fe.

H_2O, указанная в анализах, вероятно несущественна. Окисление Mn'', повидимому, сопровождается выщелачиванием Na и образованием гетерозита или пурпурита.[3]

Анал.

	1	2	3	4	5	6
Li_2O			0,07		0,02	0,28
K_2O					0,42	0,13
Na_2O	7,85	5,47	8,19	7,20	8,84	6,94
CaO			2,70		4,59	2,16
MgO			0,11	1,17	0,53	
FeO			3,19		1,92	1,98
MnO	17,97	23,08	20,66	28,17	27,87	26,24
Fe_2O_3	20,23	25,62	20,56	19,83	12,76	16,44
Mn_2O_3		1,06				
Al_2O_3					1,08	
P_2O_5	53,95	41,25	42,52	46,70	40,94	42,76
H_2O+		2,65	0,96	0,66	1,48	1,60
H_2O-			0,17	0,24	0,13	0,88
Нераств. ост.		0,60	1,06	1,24		0,54
Сумма	100,00	99,73	100,19	106,01	100,58	99,95
Уд. в.		3,468	3,58	3,576		

1. $(Na, Fe''', Mn'')PO_4$ с Na : Fe : Mn = 1 : 1 : 1. 2. Аллюодит. Шантелуб, Франция.[4] 3. Аллюодит. Сукула, Финляндия.[5] 4. Манган-аллюодит. Варутреск, Швеция.[6] С F 0,80, включенным в сумму. Первоначальная сумма дана как 100,03. 5. Манган-аллюодит (*лемнезит, lemnäsite*). Лемнез, Финляндия.[7] С Al_2O_3 1,08. 6. Манган-аллюодит. Варутреск.[8]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Аллюодит и манган-аллюодит являются вторичными минералами. Аллюодит был впервые найден в пегматите в Шантелуб, Франция; также в Сукула в Финляндии. Манган-аллюодит встречается в Варутреске, Швеция, и в Лемнезе, Финляндия.

Изменения. В гетерозит и пурпурит.

Назв. По имени Ф. Аллюода (F. Alluaud), который открыл минерал в Шантелубе. *Damour* (*Ann. mines*, **13**, 341, 1848).

Синонимы. Fe-alluaudite *Quensel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937). Ferri-alluaudite.

Lemnäsite *Pehrman* (*Acta Ac. Aboensis, Math. Phys.*, **12**, No. 6, 1939).

Ссылки

1. Дамур (Damour, 1848) упоминает три взаимно перпендикулярные спайности.
2. Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937.
3. См. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 117 (1941); Quensel (1937) и *Geol. För. Förh.*, **62**, 300 (1940).
4. Damour (1848).
5. Анал. Берггрена (Berggren) у Мэзона (Mason, *Geol. För. Förh.*, **62**, 369 (1940).

6. Анал. Бликса (Blix) у Квенсела (Quensel, 1937).
7. Pehrman (1939).
8. Анал. Берггрена (Berggren) у Квенсела (Quensel, 1940).

СЕРИЯ ГЕТЕРОЗИТА

38.1.5.1 **ГЕТЕРОЗИТ** $(Fe''', Mn''')(PO_4)$ HETEROSITE

38.1.5.2 **ПУРПУРИТ** $(Mn''', Fe''')(PO_4)$ PURPURITE

Крист.[1] Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}492 : 1 : 0{,}601;\ p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}223 : 0{,}601 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}492 : 0{,}818 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}664 : 2{,}034 : 1$$

Структ. ячейка.[2] a_0 5,819 *kX*, b_0 9,680, c_0 4,760; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}492 : 1 : 0{,}601$. Ячейка содержит $(Fe''', Mn''')_4(PO_4)_4$.

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {010} несовершенная; поверхности спайности иногда закруглены или изогнуты. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 4—$4^1/_2$. Уд. в. 3,2—3,4. Блеск на поверхности свежего излома атласный. Цвет яркорозовый до красновато-пурпурного. Черта и порошок светлее в оттенках. Часто внешние слои изменены и тогда — блеск тусклый или землистый и цвет темнокоричневый до черного; непродолжительная промывка в разбавленной кислоте восстанавливает подлинный цвет. Полупросвечивающий до непрозрачного.

Опт.[3]

Ориентировка	Пурпурит?, Мэн	Пурпурит?, Перу, Мэн	Гетерозит, Лимож	Гетерозит, Ла-Вилат
nX a		$1{,}85 \pm 0{,}02$	$1{,}86 \pm 0{,}01$	
nY	$1{,}92 \pm 0{,}02$	$1{,}86 \pm 0{,}02$	$1{,}89 \pm 0{,}01$	1,84—1,87
nZ		$1{,}92 \pm 0{,}02$	$1{,}91 \pm 0{,}01$	
$2V$	38°	Умеренный	Большой	Большой

Сильно плеохроичен, по X зеленовато-серый, серый до розово-красного, по Y и Z яркий кроваво-красный до пурпурно-красного. Абсорбция $Z = Y > X$ или $Z > Y \gg X$. Дисперсия очень сильная, и сечение оптических осей может давать аномальные цвета интерференции.

Хим. Фосфат железа и марганца в их трехвалентном состоянии, $(Fe''', Mn''')(PO_4)$. Отношение Fe к Mn зависит от отношения этих катионов в первоначальных трифилите и литиофилите, из которых описываемые минералы образуются путем окисления. Название *гетерозит* и *пурпурит* относятся соответственно к частям серии с $Fe > Mn$ и $Mn > Fe$. Ca и Mg, присутствовавшие в небольших количествах ранее в исходных минералах, замещали (Fe''', Mn'''). H_2O присутствует в небольших и варьирующих количествах и существенного значения не имеет.[4]

Анал.[5]

	1	2	3	4	5	6	7
Li_2O		следы		0,11	0,46	0,83	следы
Na_2O		0,84		1,07	1,12	0,72	следы
CaO		1,48		1,28	1,70	1,16	1,37
MgO				0,04	0,17	нет	следы
MnO					3,60	1,53	
Mn_2O_3	26,25	29,25	29,35	24,45	20,42	15,14	12,08
Fe_2O_3	26,55	15,89	24,60	28,20	27,44	33,42	38,36
P_2O_5	47,20	47,30	41,60	38,72	41,93	43,79	43,45
H_2O+	}	5,26	7,62	3,74	1,65	2,33 }	4,82
H_2O-	}			2,33	1,67	1,08 }	
Нераств. ост.		0,52		0,27	0,30		0,19
Сумма	100,00	100,54	103,17	100,21	100,46	100,00	100,27
Уд. в.					3,409	3,398	3,40

1. $(Fe'''$, $Mn''')(PO_4)$ с $Fe:Mn=1:1$. 2. Пурпурит. Кингс-Маунтин, Северная Каролина.[6] 3. Пурпурит. Шантелуб, Франция.[7] 4. Гетерозит (*неопурпурит, neopurpurite*). Мангуалде, Португалия.[8] 5. Гетерозит. Варутреск, Швеция.[9] 6. Гетерозит. Эронго, Юго-Западная Африка.[9] 7. Гетерозит. Хилл-Сити, Южная Дакота.[6]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. легко выделяет небольшое количество воды и становится желтовато-коричневым. Легко растворяется в HCl.

Местонахождение. Гетерозит и пурпурит являются вторичными минералами, образующимися путем окисления трифилита и литиофилита через промежуточную стадию ферри-сиклерита. Гетерозит был найден в От-Вьенне, Франция, близ Лиможа, в Ла-Вилат, близ Шантелуба и в Хюро; также в Варутреске, Швеция, в пегматите Хюнекобеля близ Рабенштейна, Бавария (*псевдотриплит, pseudotriplite*[10]); в Мангуалде, Португалия (*неопурпурит*[10]); также в Эронго, Юго-Западная Африка, и в области Эуриови в Новом Южном Уэльсе. В США в Хилл-Сити, округ Пеннингтон, Южная Дакота; в Хунтингтоне (Норвич), Массачусетс; Бранчвилл, Коннектикут; рудник Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир; Ньюри, округ Оксфорд, Мэн. Пурпурит встречается в Шантелубе, Франция, в Воджина, Западная Австралия, в США в руднике Файре, Кингс-Маунтин, округ Гастон, Северная Каролина, и в Пала и Ринкон, округ Сан-Диего, Калифорния; также в районе Кастер, округ Пеннингтон, Южная Дакота и, несомненно, во многих месторождениях литиофилита.

Изменения. В черное смолистое вещество, содержащее Fe_2O_3 23,2, Mn_2O_3 29,1, P_2O_5 31,2, H_2O 14,1 (Варутреск);[9] повидимому, подобный минерал встречается в районе Кастер, Южная Дакота,[11] и в других местах.

Назв. *Гетерозит* от ἕτερος — *другой*, вероятно потому, что это вторичный минерал из того же самого месторождения. *Пурпурит* от латинского *purpura* из-за его цвета.

Синонимы. Heteposite [ошибочное от heterosite] *Alluaud* у *Vauquelin* (*Ann. chim. phys.*, **30**, 294, 1825). Heterosite, Heterozite *Alluaud* (*Ann. sc. nat.*, **8**, 346, 1826). Purpurite *Graton* и *Schaller* (*Am. J. Sc.*, **20**, 146, 1905). Ferripurpurite *Schaller* (*Am. J. Sc.* **24**, 152, 1907). Pseudotriplite *Blum* (537, 1845). Melanchlor *Fuchs* (*J. pr. Chem.*, **17**, 160, 1839). Neopurpurite *de Jesus* (*Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 65, 1933). Na-heterosite *Quensel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937).

Manganipurpurite *Schaller* (*Am. J. Sc.*, **24**, 152, 1907). Purpurite *Schaller* (*U. S. Geol. Sur., Bull., 490*, 72, 1910). Na-purpurite *Quensel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937).

Ссылки

1. Элементы и симметрия структурной ячейки по Бьёрлингу и Вестгрену (Björling и Westgren, *Geol. För. Förh.*, **60**, 67, 1938).
2. Björling и Westgren (1938), на гетерозите из Варутреска (анал. 5?); переход от Бьёрлинга и Вестгрена к новой: 001/010/100.
3. Larsen (84, 124, 1921).
4. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 117 (1941), на основании дегидратации и рентгенометрического изучения.
5. Дополнительные анализы собраны Мэзоном (Mason, 1941).
6. Schaller, *U. S. Geol. Sur., Bull. 490*, 72 (1911).
7. Пизани у Lacroix (**4**, 470, 1910).
8. De Jesus (1933).
9. Берггрен у Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 88 (1937).
10. Об идентичности с гетерозитом см. Mason (1941).
11. Fisher, *South Dakota Geol. Sur., Rpt.*, **50** (1945).

38.1.6 **БЕРИЛЛОНИТ** $NaBe(PO_4)$ BERYLLONITE

Крист.[1] Моноклинная, призматический $(2/m)$, с заметной ромбической псевдосимметрией.

$a : b : c = 1{,}0426 : 1 : 1{,}8215$; β 90°00′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}7471 : 1{,}8215 : 1$

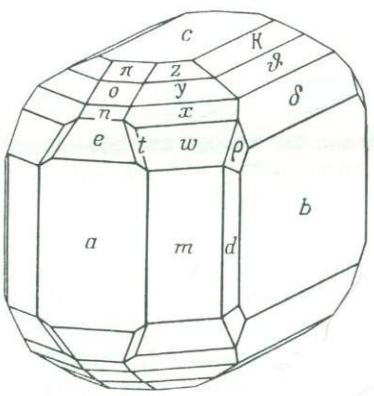
$q_1 : r_1 : p_1 = 1{,}0426 : 0{,}5724 : 1$; $\mu = 90°00'$; $r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}5490 : 0{,}9591 : 1$

Формы[2]

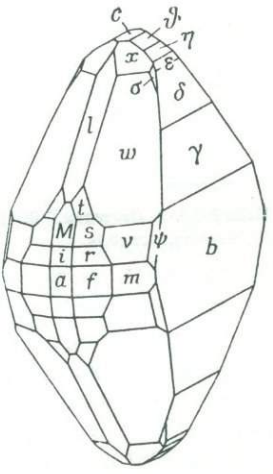
		ψ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
d	120	25 37½	90 00	90 00	64 22½	0 00	25 37½
m	110	43 48½	90 00	90 00	46 11½	0 00	43 48½
f	210	62 28	90 00	90 00	27 32	0 00	62 28
$\varkappa$	014	0 00	24 29	24 29	90 00	90 00	65 31
ϑ	013	0 00	31 16	31 16	90 00	90 00	58 44
η	012	0 00	42 19½	42 19½	90 00	90 00	47 40½
ε	011	0 00	61 14	61 14	90 00	90 00	28 46
ζ	032	0 00	69 54	69 54	90 00	90 00	20 06
γ	021	0 00	74 39	74 39	90 00	90 00	15 21

l 102	90 00	41 08½	0 00	48 51½	48 51½	90 00
k 203	90 00	49 21	0 00	40 39	40 39	90 00
e 101	90 00	60 13	0 00	60 13	29 47	90 00
i 201	90 00	74 02	0 00	74 02	15 58	90 00
w 112	43 48½	51 36½	42 19½	57 08½	48 51½	55 33
v 111	43 48½	68 23	61 14	49 56½	29 47	47 51½
ψ 121	25 37½	76 06	74 39	65 11	29 47	28 55½
t 213	62 28	52 43	31 16	45 07½	40 39	68 25
s 212	62 28	63 05½	42 19½	37 45	29 47	65 39½
r 211	62 28	75 45½	61 14	30 44½	15 58	63 23

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 8,13 *kX*, b_0 7,76, c_0 14,17; β 90°00′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}0477 : 1 : 1{,}8260$. Ячейка содержит $Na_{12}Be_{12}(PO_4)_{12}$.



Стоунхэм.



Стоунхэм.

Облик. Таблитчатый по {010} до коротко-призматического вдоль [010]; кристаллы часто очень сложные, особенно в зонах [100] и [010]. Формы в зоне [010] близкие к {100} могут быть представлены рядом близких граней. Грани кристаллов часто тусклые или шероховатые или, в некоторых случаях, слегка подвергнуты травлению.

Двойники.[4] Двойниковая плоскость {101} как в двойниках срастания, так и в двойниках прорастания; иногда повторяющиеся или в псевдогексагональных звездчатых формах ($a \wedge \underline{a} \sim 120°$); также полисинтетические.

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} средняя, но прерывистая, по {101} несовершенная,[5] по {001} — следы. Излом раковистый. Хрупкий. Тв. 5½—6. Уд. в. 2,81;[6] 2,81 (вычисл.). Блеск

стеклянный, алмазный; на {010} иногда перламутровый. Бесцветный до снежно-белого или бледножелтого. Прозрачный до просвечивающего. Кристаллы часто обнаруживают столбчатую структуру из-за наличия полых каналов и жидких включений, расположенных параллельно [010].

Опт.[9] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Li)	*n* (Na)	*n* (Tl)	
X b	1,5492	1,5520	1,5544	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,5550	1,5579	1,5604	$r < v$, слабая
Z c	1,560	1,561	1,564	
$2V$ (измер.)	67°51′	67°56′	67°57′	

Хим. Фосфат натрия и бериллия, $NaBe(PO)_4$.

Анал.

	1	2	3
Na_2O	24,41	23,64	23,28
BeO	19,70	19,84	19,12
P_2O_5	55,89	55,86	55,40
Потеря при прокаливании		0,08	0,52
Прочие			1,83
Сумма	100,00	99,42	100,15

1. $NaBe(PO_4)$. 2. Стоунхэм.[7] 3. Ньюри.[8] Прочие: CaO 0,40, K_2O 0,92, Li_2O 0,07, Al_2O_3 0,21 Fe_2O_3 0,07, нераств. ост. 0,16.

Испытание. П. п. тр. растрескивается и плавится (плавкость около 3) в мутное стекло. Медленно растворяется в кислотах.

Местонахождение. Первоначально найден в разрушенном, обнажающемся на поверхности пегматите у подножья горы Мак-Кин близ Стоунхэма, округ Оксфорд, Мэн. Здесь встречается с кристаллами дымчатого кварца, со слюдой, апатитом, триплитом, бериллом, касситеритом, ортоклазом и альбитом. Позже найден с гердеритом, эосфоритом, альбитом и турмалином в пегматите в Ньюри, Мэн.

Изменения. В гердерит, изменение сначала создает волокнистость параллельно [010] бериллонита и в конце процесса образует кавернозные псевдоморфозы.

Искусств.[10] Получен в виде гексагональных табличек или призм при медленном охлаждении расплава BeO и NaCl в пирофосфате натрия или BeO в метафосфате натрия.

Назв. *Dana* (*Am. J. Sc.* **36**, 290, 1888); *Dana* и *Wells* (*Am. J. Sc.* **37**, 23, 1889).

Ссылки

1. Углы и отношения осей Дэна и Уэллса (Dana и Wells, 1889) в установке структурной ячейки Госснера и Бесслейна (Gossner и Besslein, *Cbl. Min.*, 144, 1934). Переход от Дэна и Уэллса к Госснеру и Бесслейну: $100/00\bar{1}/010$. Рентгенометрическими исследованиями Госснера и Бесслейна

было доказано, что симметрия бериллонита, ранее считавшаяся ромбической, является моноклинной; таблица углов и физические свойства даны здесь как для ромбического кристалла. О структурном сходстве с тримеритом см. Госснера и Бесслейна (Gossner и Besslein, 1934) и Штрунца (Strunz, *Zs. Kr.*, **93**, 76, 1937).

2. Dana и Wells (1889). Менее обычные и редкие:

μ	016	β	031	p	106	n	103	g	401	y	114	u	221	σ	123	ρ	132
λ	015	A	041	π	105	j	302	ω	116	x	113	τ	136	χ	122	T	412
ξ	023	q	1·0·12	o	104	h	301	z	115	φ	223	Q	124	Δ	313	R	411

3. Gossner и Besslein (1934).

4. Dana и Wells (1889); Gossner и Besslein (1934).

5. Дэна (Dana, 759, 1892), повидимому, исправленная спайность по {103}, указанная Дэна и Уэллсом (Dana и Wells, 1889).

6. Berman у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, *Am. Min.*, **13**, 392, 1928), на материале из Ньюри и Стоунхэма.

7. Анал. Уэллса (Wells) у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, 1928).

8. Анал. Шеннона (Shannon) у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, 1928).

9. Dana и Wells (1889). Величины для nZ, вероятно, занижены; Гауберт (Gaubert, *Bull. soc. min.*, **30**, 108, 1907) дает nZ (Na) = 1,5618.

10. Ouvrard, *C. R.*, **110**, 1334 (1890).

38.1.7 **АРРОЯДИТ** $Na_2(Fe'', Mn'')_5(PO_4)_4$ ARROJADITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$ (?).

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $C2/m$, если призматический вид. a_0 16,60Å, b_0 10,02, c_0 23,99; β 93°37′; $a_0 : b_0 : c_0 =$ $= 1{,}656 : 1 : 2{,}389$. Ячейка содержит $Na_{24}(Fe'', Mn'')_{60}(PO_4)_{48}$.

Облик. В виде крупных обломков.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {201} несовершенная. Излом неровный до полураковистого. Тв. 5. Уд. в. 3,55. Блеск стеклянный до несколько жирного. Цвет темнозеленый. Просвечивающий.

Опт. [2]

Ориентировка	n (Серра-Бренка)	n (Никель-Плэйт)	Плеохроизм	
X b	1,662	1,664	Бесцветный	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \wedge c$ $+21\frac{1}{2}°$	1,668	1,670	Бледнозеленый	$r < v$
Z	1,672	1,675	Бледный желтозеленый	
$2V$	80°	86°		

Хим. В основном фосфат натрия, двухвалентного железа и марганца, $Na_2(Fe'', Mn'')_5(PO_4)_4$. Значительные количества K и Ca замещают Na; Mg, Al замещают (Fe'', Mn''). Fe_2O_3, отмечаемая в некоторых материалах, вызвана окислением Fe''. Роль присутствующих в небольших количествах H_2O и F точно не известна.

Анал.

	1	2	3
Na_2O	8,79	6,40	4,67
K_2O		1,74	1,45
Li_2O		0,09	следы
CaO		2,46	5,69
MgO		1,04	1,85
FeO	50,95	28,22	19,84
MnO		15,78	12,33
P_2O_5	40,26	40,00	34,32
H_2O		0,91	5,40
Прочие		3,57	14,57
Сумма	100,00	99,87	100,12
Уд. в.		3,55	

1. $Na_2Fe''_5(PO_4)_4$. 2. Рудник Никель-Плейт (*гедденит, headdenite*). [3] Прочие: Al_2O_3 2,66, F 0,80, нераств. ост. 0,11. Вычтено F=O=0,34. 3. Серра-Бранка. [4] Прочие: Fe_2O_3 12,39, SnO_2 1,52, нераств. ост. 0,66. H_2O включает H_2O— 0,44. Анализ сделан на слегка измененном материале.

Испытание. Растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Впервые найден в крупных массах в пегматите в руднике Никель-Плэйт, в районе Кэйстоун, округ Пеннингтон, Южная Дакота, вместе с графтонитом, касситеритом, сподуменом, бериллом и мусковитом; также в руднике Этта в том же районе. Позднее найден (и назван *арроядитом*) в пегматите в Серра-Бранка, Пиауи, Параиба, Бразилия. Так называемый *арроядит из Хюнеркобеля*, Бавария, и Норро, Швеция, является идентичным не с этим видом, а с хюнеркобелитом.

Назв. *Арроядит* по имени бразильского геолога Мигэля Арроядо Лижбоа (Miguel Arrojado Lisbôa). *Гедденит* по имени американского минералога Вильяма П. Геддена (William P. Headden, 1850—1932). Название *гедденит* было дано минералу из Южной Дакоты, ранее описанному Гедденом. Он не присвоил этому минералу названия и поскольку американские минералоги не располагают данными об арроядите, [5] южно-дакотская разновидность была названа по имени Геддена.

Синонимы. Unnamed phosphate *Headden* (*Am. J. Sc.*, **41**, 416, 1891). Arrojadita *Guimarães* (*Publ. da Inspect. de Obras Contra as Seccas, Rio de Janeiro*, No. 58, 1925; *Bol. fac. fil. Univ. São Paulo*, No. 30, *Min.* No. 5, 3—16, 1942). Soda-triphylite *Ziegler* (*Soth Dakota School of Mines, Bull.*, **10**, 1914). Headdenite *Quensel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 77, 1937).

Ссылки

1. Элементы структурной ячейки по Линдбергу (Lindberg, *Am. Min.*, **35**, 59, 1950), на материале Геддена (Headden, *Am. J. Sc.*, **41**, 416, 1891) из рудника Никель-Плэйт (анал. 2).
2. Lindberg (1950).

3. Lindberg (1950); также в более раннем, худшем по качеству анализе того же материала по Геддену (Headden, 1891).

4. Guimarães (1942).

5. Установлено Линдбергом (Lindberg, 1950) при помощи рентгенометрических и оптических исследований типичного материала.

ТИП 2. $A_3B_2(XO_4)_3$

СЕРИЯ БЕРЦЕЛИИТА

	a_0
Берцелиит, $(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$	~12,3 *kX*
Манганберцелиит, $(Mn, Mg)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$	~12,5

Серия берцелиита относится к гексоктаэдрическому виду симметрии кубической сингонии и имеет кристаллическую структуру [1], сходную со структурой граната, $A_2B_3(SiO_4)_3$. Можно также отметить, что водный фосфат грифит, [2] $(Na, Ca, Fe, Al)_3Mn_2(PO_4)_{3-x}(OH)_{4x}$, где $x \sim 0{,}5$ имеет структуру, сходную со структурой граната, так же, как и искусственные вещества [3] $Na_3Al_2(PO_4)_3$ и $NaCa_2Mg_2(PO_4)_3$.

Ссылки

1. Bubeck и Machatschki, *Zs. Kr.*, **90**, 44 (1935).
2. McConnell, *Am. Min.* **27**, 452 (1942).
3. Thilo, *Naturwiss.*, **29**, 329 (1941).

38.2.1.1 **БЕРЦЕЛИИТ** $(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ BERZELIITE

38.2.1.2 **МАНГАНБЕРЦЕЛИИТ** $(Mn, Mg)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ MANGANBERZELIITE

Крист. Кубическая; гексоктаэдрический — $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Формы [1]

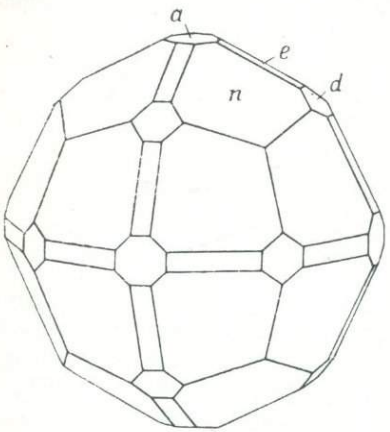
a 001 *b* 011 *e* 012 *n* 112

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $Ia3d$. a_0 12,35 *kX* (2,3% MnO), 12,46 (19,4% MnO). Ячейка содержит $(Mg, Mn)_{16}(Ca, Na)_{24}(AsO_4)_{24}$. Берцелиит изотипичен с гранатом. [4]

Облик. Редко в тетрагон-триоктаэдрах с мелкими дополнительными гранями. Обычно массивный или в виде округлых зерен.

Физ. Спайности не имеет. [3] Излом полураковистый до неровного. Хрупкий. Тв. $4\frac{1}{2}$—5. Уд. в. ~4,08 (для Mg-конечного члена) до ~4,46 (для Mn-конечного члена). [5] Блеск смолистый. Цвет желтый или медово-желтый до оранжево-желтого и желтовато-красного. Интенсивность красного оттенка увеличивается с увеличением содержания Mn. Черта почти белая до оранжево-желтой. Прозрачный до просвечивающего. Т. пл. 1180° (2,3% MnO), 1090° (19,4% MnO).

Опт. В проходящем свете бесцветный до оранжевого. Изотропен. Иногда показывает слабое аномальное двупреломление.



Лонгбан.

	Берцелиит, крайний член [5]	Манганберцелиит, крайний член [5]
n (670 mμ)	1,702 ± 0,003	1,781 ± 0,003
n (535 mμ)	1,710 ± 0,003	1,790 ± 0,003

Хим. Арсенат магния, двухвалентного марганца, кальция и натрия, $(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$. Mn и Mg взаимно замещаются и образуют, повидимому, непрерывную серию; названия *берцелиит* и *манганберцелиит* относятся соответственно к частям серии с Mg > Mn и Mn > Mg. Na, не обнаруженный в старых анализах, присутствует в довольно постоянном количестве с Na : Ca ~ 2 : 5, замещая Ca. Sb замещает As, по меньшей мере, до Sb : As = 1 : 10,5 (анал. 9).

Анал. [6]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Na_2O	4,64	4,25	4,49	4,29	4,21	5,05	4,20		
K_2O		0,19	0,10	0,15	0,06	0,09			
CaO	21,00	20,08	20,39	18,91	19,08	18,34	18,97	18,35	20,21
MgO	14,10	12,86	12,28	8,68	1,88	0,72		3,50	9,20
MnO		3,05	2,61	8,84	18,66	21,41	22,40	19,18	10,82
FeO		0,33			0,87	0,38		Следы	
PbO		0,30		0,68	0,14				
As_2O_5	60,26	57,57	57,29	57,03	53,90	52,90	54,43	50,92	53,23
Sb_2O_5						Следы		2,60	6,54
H_2O		0,22	0,81	0,85	0,44	0,40			
Прочие		1,06	2,11	0,93		0,24		5,23	
Сумма	100,00	99,91	100,08	100,36	99,24	99,53	100,00	99,78	100,00
Уд. в.		4,02	4,13	4,29		4,21			

1. $Mg_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ с Na : Ca = 2 : 5. 2. Берцелиит. Лонгбан. [7] Прочие: SiO_2 0,91, P_2O_5 0,15. 3. Берцелиит. Лонгбан. [8] Прочие: P_2O_5 0,46, Al_2O_3 1,13, Fe_2O_3 0,04, нераств. ост. 0,48. 4. Берцелиит. Лонгбан. [8] Прочие: Al_2O_3 0,30, Fe_2O_3 0,08, нераств. ост. 0,46. Первоначальная сумма дана как 100,66. 5. Манганберцелиит. Лонгбан. [8] Первоначальная сумма дана как 100,31. 6. Манганберцелиит. Лонгбан. [9] Прочие: V_2O_5, Cl следы. 7. $Mn_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ с Na : Ca = 2 : 5. 8. Сурьмянистый манганберцелиит. Рудник Шё [10] (*пирроарсенит*). Прочие: CO_2 1,27, $BaSO_4$ 3,96 (нераств. ост.). 9. Мышьяковистый берцелиит. Рудник Шё (*пирроарсенит*). [11] Пересчитано на 100 после исключения доломита и нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в черный шарик, если богат Mn, и несколько труднее — в серый или коричневый шарик, если богат Mg. Легко растворяется в HNO_3 и HCl.

Разнов. *Сурьмянистый.* Пирроарсенит частью (Pyrrhoarsenite *Igelström*, 1886). Содержит Sb, замещающую As, как в берцелиите (анал. 9), так и в манганберцелиите (анал. 8). Цвет желтый до желтовато-красного. Оптические данные и изменения ячейки отсутствуют.

Местонахождение. Первоначально найден в Лонгбане, Вермланд, Швеция, в известковом скарне вместе с гаусманнитом, манганофиллитом, кариинитом и другими редкими минералами месторождения; также в руднике Мосс близ Нордмарка в Вермланде и в руднике Шё в округе Грититт, Ёребро, Швеция; минерал встречается в известняковом скарне или во вторичных жилах вместе с гаусманнитом, родонитом, тефроитом, манганозитом, пирохроитом и баритом. Псевдоберцелиит, происходящий из Лонгбана, и пирроарсенит из рудника Шё, повидимому, идентичны с берцелиитом.[12]

Назв. По имени шведского химика Ионса Якоба Берцелиуса (Jöns Jacob Berzelius, 1779—1848).

Синонимы. Berzelilt *Kühn* (*Ann. Chem. Pharm.*, **34**, 211, 1840). Magnesian Pharmacolite *Dana* (239, 1844). Chaux arseniatée anhydre *Dufrénoy*. Berzelit *Haidinger* (495, 1895). Kühnite *Brooke* и *Miller* (481, 1851). Pseudoberzeliite *Lindgren* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 291, 1884). Dubbelbrytande Berzelilt *Lindgren* (*Geol. För. Förh.*, **5**, 552, 1881). Soda Berzeliite *Sjögren* (*Bull. Geol. Inst. Upsala*, **2**, 92, 1895). Natron-berzeliite *Bäckström* (*Zs. Kr.*, **26**, 102, 1896). Magnesium-Berzeliit *Bubeck* (*Geol. För. Förh.*, **56**, 526, 1934). Mg-Berzeliite. Pyrrhoarsenite (частью).

Pyrrho-arsenite *Igelström* (*Bull. soc. min.*, **9**, 218, 1886). Pyrrharsenite. Chloroarsenian? *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **15**, 471, 1893). Manganberzeliit *Igelström* (*Zs. Kr.*, **23**, 592, 1894). Mn-Berzeliite.

Ссылки

1. Goldschmidt (**1**, 191, 1913).
2. Bubeck и Machatschki, *Zs. Kr.*, **90**, 44 (1935) и Bubeck, *Geol. För. Förh.*, **56**, 525 (1934).
3. Неидентифицированная спайность отмечается Игельстрёмом (Igelström, *Bull. soc. min.*, **9**, 218, 1886).
4. См. Bubeck и Machatschki (1935); McConnell, *Am. Min.*, **27**, 452 (1942); Machatschki, *Zs. Kr.*, **73**, 123 (1930); **74**, 230 (1930).
5. Установлено по данным Ландергрена (Landergren, *Geol. För. Förh.*, **52**, 123 (1930).
6. О дополнительных анализах см. Hintze (**1** [4A], 214, 1922) и Doelter (**3** [1], 635, 639, 1914).
7. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Ландергрена (Landergren, 1930).
8. Анал. Алмстрёма (Almström) у Ландергрена (Landergren, 1930).
9. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **2**, 92, 1895).
10. Högbom, *Geol. För. Förh.*, **9**, 397 (1887).
11. Igelström, *J Min.*, I, 49 (1889).
12. См. обсуждение у Hintze (1922).

38.2.2 **КАРИИНИТ** $(Ca, Pb, Na)_5(Mn, Mg)_4(AsO_4)_5$ (?) CARYINITE

Ромбическая.[1] Тонкозернистый и в виде обломков. Средняя спайность по {110} и {010}; $(010) \wedge (110) \sim 49°15'$. Тв. 4. Уд. в. 4,29. Блеск жирный. Цвет орехово-коричневый до желто-коричневого. Полупросвечивающий.

Опт.[2] В проходящем свете желто-коричневый.

Ориентировка	n	
X c	$1{,}776 \pm 0{,}005$	Двуосн. положит. (+)
Y a	$1{,}780 \pm 0{,}005$	$2V$ $41 \pm 3°$
Z b	$1{,}805 \pm 0{,}005$	$r > v$, слабая
		Неплеохроичен

Показатели преломления и угол оптических осей заметно меняются.

Хим. Главным образом арсенат кальция, марганца, свинца и натрия. Формула точно не установлена, возможно, $(Ca, Pb, Na)_5 \cdot (Mn, Mg)_4(AsO_4)_5$ или $(Mn, Ca, Na, Mg, Pb)_3(AsO_4)_2$. Кариинит по составу близок к манганберцелиите, но содержит свинец. Анализы дали:

	Na_2O	CaO	MgO	PbO	MnO	FeO	As_2O_5	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	5,33	12,52	3,19	9,47	19,21		50,28		100,00	
2.	5,16	12,12	3,09	9,21	18,66	0,54	49,78	2,12	100,68	4,29
3.		12,80	4,72	11,70	17,61	0,60	52,49	0,08	[100,00]	4,25

1. $(Ca, Pb, Na)_5(Mn, Mg)_4(AsO_4)_5$ с Ca : Pb : Na = 5,3 : 1 : 4,0 и Mn : Mg = 3,4 : 1. 2. Лонгбан, [3]. Прочие: BaO 1,03, K_2O 0,37, P_2O_5 0,19, H_2O 0,53, Cl следы. 3. Лонгбан.[4] Прочие: Cl. Анализ пересчитан на 100 после исключения CO_2 3,86 в виде $CaCO_3$ и нераств. ост. 0,65; анализированный образец содержит также примесь берцелиита.

Испытание. П. п. тр. сплавляется в черный шарик. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден в Лонгбане, Вермланд, Швеция, вместе с берцелиитом, кальцитом, гедифаном и гаусманнитом в жилах в скарне, содержащем родонит и шефферит. Кариинит изменяется в берцелиит.

Назв. От καρύϊνος — *орехово-коричневый* из-за его цвета.

Синонимы. Karyinit, Karyinit *Lundström* (*Geol. För. Förh.*, **2**, 178, 223, 1874). Caryinite *Dana* (754, 1892).

Ссылки

1. Доказано посредством оптического исследования Сьёгреном (Sjögren *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **2**, 87, 1895).
2. Показатели преломления и $2V$ по Ларсену (Larsen, **53**, 1921); ориентировка по Сьёгрену (Sjögren, 1895).
3. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, 1895).
4. Lundström (1874).

ХЛОРОАРСЕНИАН, Chloroarsenian. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **15**, 471, 1893; *Zs. Kr.*, **22**, 468, 1893).

Название случайно применено к безводному арсенату (?) марганца, найденному вместе с базилитом, Шё, Ёребро, Швеция. Трещиноватые зерна или кристаллы желтовато-зеленого цвета со стеклянным блеском.

ТИП 3. $A_3(XO_4)_2$

38.3.1 ВИТЛОКИТ $Ca_3(PO_4)_2$ WHITLOCKITE

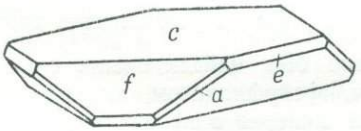
Крист.[1] Тригональная; дитригонально-скаленоэдрический — $\bar{3}\,2/m$. $a : c = 1 : 3{,}5473$; α 44°40′; $p_0 : r_0 = 4{,}0961 : 1$; λ 114°33½′

Формы[1]

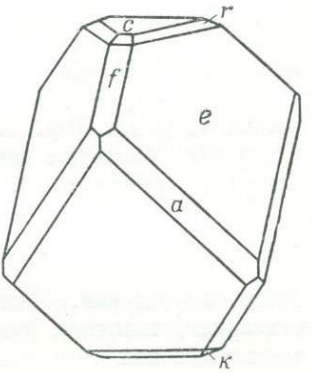
		φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c 0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a $11\bar{2}0$	$10\bar{1}$	0°00′	90 00	60 00	60 00
k $1\cdot0\cdot\bar{1}\cdot10$	433	30 00	22 16½	70 50	90 00
f $10\bar{1}4$	211	30 00	45 14	51 43	90 00
j $20\bar{2}3$	711	30 00	69 53	35 35½	90 00
h $01\bar{1}8$	332	—30 00	27 07	90 00	66 45
g $01\bar{1}3$	441	—30 00	53 47	90 00	45 40½
e $01\bar{1}2$	330	—30 00	63 58½	90 00	38 54

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа, возможно, $R\bar{3}c$. a_{rh} 13,67, α 44°21′; a_0 10,32 *kX*, c_0 36,9; $a_0 : c_0 = 1 : 3{,}576$. Ячейка содержит при ромбоэдрической установке $Ca_{21}(PO_4)_{14}$.

Облик. Кристаллы по своему развитию ромбоэдрические, изредка таблитчатые по {0001}. Также грубозернистый до землистого. Обычные формы: *e c f a*.



Палермо, Нью-Гэмпшир.



Палермо, Нью-Гэмпшир.

Физ. Спайности нет. Излом неровный до полураковистого. Тв. 5. Уд. в. 3,12; 3,15 (вычисл.). Блеск стеклянный, приближающийся к полусмолистому. Бесцветный до белого, серый или желтоватый. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n (Палермо, анал. 3)	*n* (Кюрасао, содержит CO_2)[3]	
O	1,629	1,607	Одноосн. отрицат. (—)
E	1,626	1,604	

Хим. Трехкальциевый фосфат, $Ca_3(PO_4)_2$. Небольшие количества Mn″, Fe″ и Mg замещают Ca с отношением Mn : Fe : Mg : Ca = = 1 : 3,2 : 4,4 : 78 в анал. 2. Небольшие количества CO_3 замещают PO_4 в некоторых типичных образцах аналогично карбонат-апатиту. Витлокит является диморфным, но неизвестно, встречается ли в природе альфа-модификация.

Анал.[8]

	1	2	3	4
CaO	54,22	46,84	46,90	48,15
MgO		1,91	2,53	3,53
FeO		2,34	1,91	
MnO		0,76		0,01
Fe_2O_3		0,20	1,73	0,05
P_2O_5	45,78	45,94	45,68	45,87
H_2O		0,66	0,48	2,00
Прочие		1,29	0,57	0,10
Сумма	100,00	99,94	99,80	99,71
Уд. в.	3,19	3,09	3,12	2,96

1. $Ca_3(PO_4)_2$. 2. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир. [5] Прочие: Na_2O 0,59, K_2O 0,01, нераств. ост. 0,34, CO_2 0,14, F 0,07, Cl 0,03, Al_2O_3 0,11. 3. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир. [6] Прочие: F 0,06, Cl следы, нераств. ост. 0,51. 4. Седбоу, Алжир. [7] Прочие: SiO_2.

Разнов. *Карбонатистый.* Carbonate-whitlockite. Zeugite *Julien* (*Am. J. Sc.*, **40**, 371, 1865). Martinite *Kloos* (*Samml. geol. Reichsmus. Leiden*, **1**; *Jb. Min.*, I, 41, 1888).

Содержит небольшое количество CO_2 с относительно низкими показателями преломления. Найден в залежах фосфатных пород в Вест-Индии.[3]

Испытание. Неплавкий. Легко растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Первоначально был найден вместе с сидеритом, кварцем, апатитом, лудламитом, файрфилдитом, ксантоксенитом и трифилитом как гидротермальный минерал в пегматите в руднике Палермо близ Северного Гротона, Нью-Гэмпшир. Также найден в залежах фосфатных пород в Вест-Индии на горе Тэйбл, Кюрасао (*мартинит*,[9] *martinite*), на острове Сомбреро в группе Виргинских островов (*цойгит*,[9] *zeugite*), на отмелях Лос-Монхес в заливе Маракаибо и в одном безымянном месторождении (*пирофосфорит*,[9] *pyrophosphorite*); также в карстовых отложениях в Себдоу, Оран, Алжир.

Искусств. Наблюдался в некоторых шлаках.[4]

Назв. По имени Герберта П. Витлока (Herbert P. Whitlock, 1868—1948), американского минералога и хранителя отдела минералогии Американского музея естественной истории. *Frondel* (*Am. Min.*, **26**, 145, 1941).

Синонимы. Zeuglte *Julien* (*Am. J. Sc.*, **40**, 371, 1865). Pyrophosphorite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **15**, 49, 1878). Martinite *Kloos* (*Samml. geol. Reichsmus. Leiden*, **1**; *Jb. Min.*, I, 41, 1888).

Ссылки

1. Frondel (1941), *Am. Min.*, **34**, 692 (1949), на кристаллах из рудника Палермо, Нью-Гэмпшир.
2. Frondel (1941), методом Вайссенберга на кристаллах из Палермо, анал. 3.
3. Frondel, *Am. Min.*, **28**, 227 (1943).
4. См. Trömel, *Mitt. Kaiser Wilhelm Inst. Eisenforsch.*, **14**, 25 (1932), Trömel и Möller, *Zs. anorg. Chem.*, **206**, 227 (1932), Bredig, Franck и Füldner, *Zs. Elektrochem.*, **38**, 158 (1932), *там же*, **39**, 959 (1933).
5. Анал. Пека (Peck) у Фронделя (Frondel, 1949).
6. Анал. Гонье (Gonyer) у Фронделя (Frondel, 1941).
7. Анал. Беннетта (Bennett) у Баннистера (Bannister, *Min. Mag.*, **28**, 29, 1947).
8. Неудовлетворительные анализы минералов (*цойгита*, *мартинита* и *пирофосфорита*), как было позднее показано, идентичных с витлокитом, были даны Жульеном (Julien, 1865), Клоосом (Kloos, 1888) и Шипардом (Shepard, 1878).
9. Фрондель (Frondel, 1943) показал идентичность с витлокитом.

ГРАФТОНИТ (Fe, Mn, Ca)$_3$(PO$_4$)$_2$ GRAFTONITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.
$a : b : c = 0{,}766 : 1 : 0{,}533$; β 99°12′

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 8,87A, b_0 11,57, c_0 6,17; β 99°12′ ± 15′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}766 : 1 : 0{,}533$. Ячейка содержит (Fe, Mn, Ca)$_{12}$(PO$_4$)$_8$.

Облик. Короткопризматический, а также в виде сложных кристаллов. Обычно массивный, трещиноватый.

Ориентированные срастания.[3] Графтонит часто встречается в грубых пластинчатых прорастаниях с трифилитом; оба минерала взаимно ориентированы, причем {010} и [100] графтонита параллельны {102} и [010] трифилита.

Физ. Спайность по {010} совершенная и по {100} средняя,[4] но трудно различимая. Излом неровный до полураковистого. Тв. 5. Уд. в. 3,67—3,79, изменяется в зависимости от отношения Fe : Mn : Ca; 3,775 (измер.); 3,72 (вычисл.) (рудник Никель-Плэйт, Южная Дакота; анал. 5). Блеск стеклянный до слегка смолистого. Цвет оранжево-розовый до красновато-коричневого у свежих образцов, но обычно темнокоричневый вследствие изменений. Черта белая до бледнорозоватой.

Опт.[7] В проходящем свете почти бесцветный.

Ориентировка	*n* (Рудник Райс, Нью-Гэмпшир, анал. 7)[3]	*n* (Графтон, Нью-Гэмпшир, анал. 2)[5]	*n* (Бриссаго, анал. 6)[6]	*n* (Никель-Плэйт, Южная Дакота, анал. 5)[3]	
X b	1,695	1,700	1,705	1,709	Двуосн. положит. (+)
Y	1,699	1,705	1,708	1,714	Слабо плеохроичен, по *X* и *Y* бесцветный, по *Z* — розовый
$Z \wedge c$	—36°	1,719	1,724	1,722	1,736
$2V$		Малый	43°	60°	
Дисперсия		$r > v$	$r < v$, сильная		

Показатели преломления уменьшаются с увеличением содержания Ca и увеличиваются с повышением содержания Fe и Mn, причем более значительно с повышением содержания железа.

Хим. Фосфат кальция и двухвалентных железа и марганца $(Fe, Mn, Ca)_3(PO_4)_2$. Существует ограниченная изоморфная серия между Fe, Mn и Ca, с $Fe : Mn : Ca = 4{,}6 : 4{,}3 : 1$ в анал. 3, $2{,}6 : 1{,}5 : 1$ в анал. 2 и $1{,}76 : 1{,}0 : 1$ в анал. 7. Графтонит не изоструктурен с витлокитом, кариинитом и филловитом.[9]

Анал.

	1	2	3	4	5	6	7
CaO	9,50	9,23	4,71	4,50	6,00	7,95	12,80
MgO		0,40			0,10	0,53	не опр.
FeO	31,51	30,65	27,78	32,33	30,70	32,58	28,84
MnO	18,13	17,62	25,48	23,32	21,81	15,65	15,96
P_2O_5	40,86	41,20	40,03	38,94	39,66	40,81	41,65
H_2O		0,75	0,60	0,54	0,60	следы	не опр.
Прочие		0,33	1,22		0,89	2,60	
Сумма	100,00	100,18	99,82	99,63	99,76	100,12	99,25
Уд. в.		3,672	3,796	3,76		3,71	

1. $(Fe, Mn, Ca)_3(PO_4)_2$ с $Fe : Mn : Ca = 2{,}59 : 1{,}51 : 1$. 2. Графтон, Нью-Гэмпшир.[10] Прочие: $(Li, Na)_2O$. 3. Гринвуд, Мэн.[11] Прочие: K_2O 0,05, Na_2O 0,16, Li_2O 0,37, $CaCO_3$ 0,46, нераств. ост. 0,18. 4. Ольяска, Италия.[12] 5. Рудник Никель-Плэйт, Южная Дакота.[8] Прочие: нераств. ост. 0,16, Al_2O_3 0,20, Li_2O 0,05, Na_2O 0,28, F 0,20. 6. Бриссаго, Швейцария.[13] Прочие: Al_2O_3. 7. Рудник Райс, Нью-Гэмпшир.[8] Частичный анализ.

Испытание. П. п. тр. плавкость около 2, сплавляется в черный магнитный шарик. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Встречается как первичный минерал в сложных гранитных пегматитах, часто в тонком прорастании с трифилитом. Трифилит обычно несколько темнее вследствие частичного окисления или, возможно, из-за более или менее полного изменения в ферри-сиклерит или гетерозит. Первоначально найден на горе Мелвин около 7,5 *км* западнее Графтона, округ Графтон, Нью-Гэмпшир; также найден в руднике Палермо[14] и возле рудника Райс, около Северного Гротона, округ Графтон, и в Центер Страффорд,[15] в Нью-

Гэмпшире; в Гринвуде, Мэн, и с арроядитом в руднике Никель-Плэйт, округ Пеннингтон, Южная Дакота. Минерал, найденный в пегматите Ольяска, озеро Комо, Италия (*repoссит*, *repossite*), идентичен с графтонитом. В Бриссаго, Тессин, Швейцария. В пегматитах района Кондаково,[17] Западная Сибирь, СССР.

Назв. *Графтонит* по местонахождению. *Repoссит* по имени Эмилио Репосси (Emilio Repossi), итальянского геолога. *Penfield* (*Am. J. Sc.*, **9**, 20, 1900).

Синоним. Repossite *Grill (Per. Min.*, **6**, 19, 1935).

Ссылки

1. Элементы структурной ячейки Линдберга (Lindberg, *Am. Min.*, **35**, 59, 1950). Эти элементы не могут быть приведены в удовлетворительное соответствие с морфологическими элементами Пенфильда (Penfield, 1900), полученными прикладным гониометром на крупных кристаллах из Графтона. Пенфильд дает $a:b:c = 0{,}886:1:0{,}582$, β 114°00′ с формами b {010}, a {100}, n {130}, l {120}, m {110}, d {011}, e {021}, p {111}. Ячейка Пенфильда, возможно, приводится к структурной ячейке посредством перемены осей по схеме $\bar{1}01/010/001$.
2. Lindberg (1950), посредством метода Вайссенберга на материале анал. 5.
3. Penfield (1900) и Berman, *Am. Min.*, **12**, 170 (1927); символы граней в установке Пенфильда.
4. Lindberg (1950), на материале рудника Никель-Плэйт, Южная Дакота.
5. Larsen (81, 1921).
6. Parker, de Quervain и Weber, *Schweiz. min. Mitt.*, **9**, 302 (1939).
7. Оптические данные приводятся также у Berman (1927); Grill (1935); Switzer, *Am. Min.*, **23**, 814 (1937); Glass и Fahey, *Am. Min.*, **22**, 1035 (1937). Углы погасания Линдберга (Lindberg, 1950) на материале Никель-Плэйта в установке структурной ячейки.
8. Lindberg (1950).
9. Frondel, *Am. Min.*, **23**, 145 (1941).
10. Пенфильд (Penfield, 1900), который приводит другой анализ Форда, выполненный на нечистом материале.
11. Анал. Фахи (Fahey) у Гласса и Фахи (Glass и Fahey, 1937).
12. Анал. Галлителли (Gallitelli) у Грилля (Grill, 1935).
13. Анал. Якоба (Jacob) у Паркера (Parker и др., 1939).
14. Berman (1927).
15. Switzer (1937).
16. Strunz, *Zbl. Min.*, 248 (1939).
17. Татаринов, *Слюды СССР*, Ленинград, 1937 — *Min. Abs.*, **9**, 30 (1946).

ТИП 4. $A(XO_4)$

КСЕНОТИМ

Тетрагональный вид ксенотима, $Y(PO_4)$, имеет ту же самую структуру,[1] что и циркон, $Zr(SiO_4)$, или искусственные вещества[2] $Y(VO_4)$ и $Ca(CrO_4)$. Вещества $Pb(CrO_4)$ и $Sr(CrO_4)$ с большими катионами кристаллизуются со структурой монацита, $Ce(PO_4)$. В ксенотиме небольшие количества Si^{4+}, повидимому, могут замещать P^{5+}, причем компенсация валентностей, вероятно, достигается вследствие сопутствующего замещения Y^{3+} ионами Zr^{4+} или U^{4+}.

Ссылки

1. Vegard, *Phil. Mag.*, **33**, 395 (1917) и Strunz, *Zs. Kr.*, **94**, 60 (1936).
2. Clouse, *Zs. Kr.*, **76**, 285 (1930); **83**, 161 (1932).

38.4.1 **КСЕНОТИМ** $Y(PO_4)$ XENOTIME

Крист.[1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

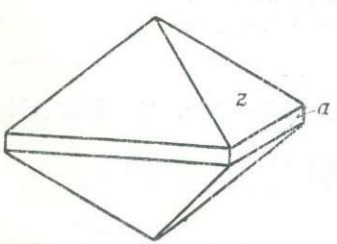
$$a : c = 1 : 8757; \qquad p_0 : r_0 = 0{,}8757 : 1$$

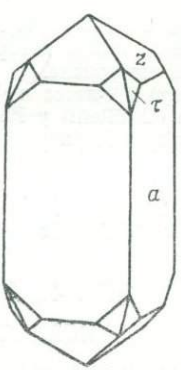
Формы

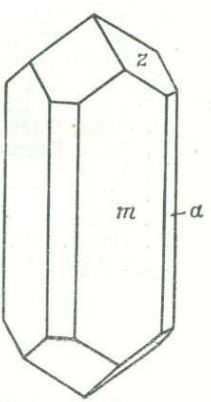
		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
a	110	45 00	90 00	45 00	90 00
z	011	0 00	41 12½	90 00	62 14
x	031	0 00	69 09½	90 00	48 38
e	112	45 00	31 46	68 08½	90 00
f	111	45 00	51 05	56 37½	90 00
τ	121	26 34	62 57	66 32	73 38½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $I4_1'amd$. a_0 6,88 *kX*, c_0 6,03; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}876$. Ячейка содержит $Y_4(PO_4)_4$. Изоструктурен с цирконом.

Двойники. По {111}, редки.







Ориентированные срастания. Часто встречаются в параллельных срастаниях с цирконом.

Облик. Короткопризматический до длиннопризматического вдоль [001]; также изометрический, дипирамидальный. Кристаллы часто весьма сходны по облику с цирконом. Обычные формы: $m\ z\ a\ e$. В виде грубых радиальных агрегатов крупных кристаллов; в розетках.

Физ. Спайность по {100} совершенная. Излом неровный до крючковатого. Хрупкий. Тв. 4—5. Уд. в. 4,4—5,1; 4,25 (вычисл. для YPO_4). Блеск стеклянный, приближающийся к смолистому. Цвет обычно желтовато-коричневый до красновато-коричневого, также темно-коричневый, кроваво-красный, серовато-белый, винно-желтый, светло-желтый, зеленоватый. Черта светлокоричневая, желтоватая или красноватая. Просвечивающий до непрозрачного. Умеренно парамагнитен.

Опт.[3] В проходящем свете бесцветный до очень бледного желтовато-зеленого или желтовато-коричневого.

	n (Na)	*n* (Na; Новая Зеландия)	
O	1,721	1,720	Одноосн. положит. (+)
E	1,816	1,827	

Ксенотим может быть слабо дихроичным с *O* яркорозовым, желтым или желтовато-коричневым и *E* коричневато-желтым, серовато-коричневым или зеленоватым.

Хим. В основном фосфат иттрия, $Y(PO_4)$. Иногда значительная часть иттрия замещена эрбием или в несколько меньшем количестве — другими редкоземельными элементами, такими, как церий, лантан, скандий. Th, U, Zr, Be и Ca иногда замещает иттрий в небольших количествах. Повидимому, PO_4 может замещаться на SO_4 в количествах порядка 1% SO_3; сведения о высокосульфатистом ксенотиме (*гуссаким*, *hussakite*) были опубликованы благодаря ошибочному анализу. SiO_4 часто присутствует в количествах до нескольких процентов, преимущественно замещая PO_4, но в некоторых случаях присутствие кремния вызвано примесью циркона.

Анал.[4]

	1	2	3	4	5	6
$(Y, Er)_2O_3$	61,40	67,78	56,81	51,82	64,97	63,25
La_2O_3			0,93	2,14		
Al_2O_3			0,77	4,80		
Fe_2O_3			0,65		0,09	
ThO_2			следы	2,47		
UO_2			4,13	3,17		
ZrO_2			1,95	1,90		
SiO_2			3,46	4,32	0,57	
P_2O_5	38,60	32,11	30,31	25,38	33,42	35,99
Прочие		0,18	0,84	3,65	0,83	0,63
Сумма	100,00	100,07	99,85	99,65	99,88	99,87
Уд. в.		5,106	4,68	4,46	4,577	

1. $Y(PO_4)$. 2. Округ Эль-Пасо, Колорадо.[5] Прочие: потеря при прокаливании. Атомный вес редкоземельных элементов 118. [3]. Бриндлтаун, Северная Каролина.[6] Прочие: CaO 0,21, F 0,06, H_2O 0,57. Атомный вес 106. 4. Иисака, Япония.[7] Прочие: FeO 1,10, MnO 1,72, MgO 0,02, CaO 0,61, H_2O 0,20, La_2O_3 включает Ce_2O_3. 5. Южные Горы, Северная Каролина.[7] Прочие: MgO 0,01, CaO 0,05, Al_2O_3 0,02, SO_3 0,75, P_2O_5 в оригинале дано как 34,42. 6. Даттас, Бразилия.[10] Прочие: SO_3 0,11, нераств. ост. 0,52.

Испытание. П. п. тр. не плавится, но становится серовато-белым; после смачивания серной кислотой цвет пламени голубовато-зеленый. Действию кислот поддается в весьма незначительной степени или не поддается, в зависимости от состава, но разлагается при сплавлении с карбонатом натрия, бисульфатом калия или, труднее, с бурой и солями фосфора.

Местонахождение. Широко распространен как второстепенный акцессорный минерал в щелочных и кислых изверженных породах и в виде крупных кристаллов в сопутствующих им пегматитах; также в богатых слюдой и кварцем гнейсовых метаморфических породах и в кварцевых прожилках или пегматитовых включениях в этих же породах; в жилах альпийского типа и, реже, в метаморфических известковых породах. Обычно встречается вместе с монацитом, цирконом, рутилом, анатазом, магнетитом, ильменитом, гематитом, силлиманитом, щелочными фельдшпатидами; менее обычно — с фергусонитом и другими ниобо-танталатами. Обычный минерал россыпей. Ниже указываются некоторые из наиболее значительных месторождений.

Найден во многих местах на юге Норвегии в гранитных пегматитах вместе с гадолинитом, поликраз-эвксенитом, алланитом, цирконом, иттротанталитом, торитом; из подобных месторождений[8] хорошо известно Гиттеро в Вест-Агдере; в Тведестранде и Гарта, а также в других местах близ Арендаля в Ауст-Агдере; в Рааде близ Мосса, Олстфолд, и в Крагеро, Телемарк; в Иттерби, северо-восточнее Стокгольма, Швеция. В Швейцарии найден на горе Фибиа, юго-западнее Сан-Готтарда, Тичино, в Биннентале, Валис, и в Тавечтале, Граубюнден; в Силезии в граните у Кенигсгайна близ Герлитца и с монацитом у Шрейбергау; в Пизеке и Шюттенгофене, Чехия. В аллювиальных отложениях Кираворабо, Мадагаскар; как второстепенный минерал в гранитах Капской провинции, Южная Африка. Подобный ксенотиму минерал, содержащий много церия и, повидимому, ромбический, встречается в апатито-магнетитовой породе в районе Манбхума; провинция Бихар и Орисса, Индия;[12] в песках рек Северного Вестланда, Новая Зеландия. Ксенотим широко распространен в гранитных породах и аллювиальных отложениях в Бразилии, например, в Минас-Жераис у Даттаса (*гуссаким*),[9] близ Диамантины, и у Помба; в алмазных копях Байи. В США широко распространен как обломочный минерал в золотых россыпях Полка, Мак-Довелл, и в округах Бурк, а также в некоторых местах Северной Каролины и в сходных условиях в Джорджии и Алабаме. В некоторых мелких месторождениях в сланцах острова Манхаттан, Нью-Йорк Сити, Нью-Йорк. С тизонитом и басстезитом — в каньоне Чейенн, район Пайкс-Пик, округ Эль-Пасо, Колорадо.

Искусств.[11] В кристаллах путем плавления осадка фосфата иттрия в сульфате натрия, буре, или солях фосфора; также путем сплавления окиси иттрия с пирофосфатом калия.

Назв. От ξενός — *чужой*, и τιμή — *честь*, в соответствии с тем, что иттрий в этом минерале был ошибочно принят за новый элемент.

Синонимы. Phosphorsyrad Ytterjord *Berzelius* (*Ak. Stockholm, Handl.*, **2**, 334, 1824). *Нем.*: Phosphorsaure Yttererde *Англ.* Phosphate of Yttria. Xenotime *Beudant* (**2**, 552, 1832). Ytterspath *Glocker* (959, 1831). Castelnaudite *Damour* (*L'Institut*, 78, 1853). Hussaklte *Kraus* и *Reitinger* (*Zs. Kr.*, **34**, 268, 1901).

Ссылки

1. Элементы и формы Гольдшмидта (Goldschmidt, **9**, 102, 1923); редкие и сомнительные: 015, 047, 3.24.10. Ориентировка Дэна (Dana, 748, 1892) и Гинтце (Hintze, **1** [4A], 240, 1922) соответствует сложной, гранецентрированной ячейке.
2. Vegard, *Phil. Mag.*, **4**, 511 (1927), методом порошка на неанализированном материале.
3. Hutton, *Am. Min.*, **32**, 141 (1947); Kraus и Reitinger, *Zs. Kr.*, **34**, 268 (1901).
4. Дополнительные анализы см. Hintze (1922).
5. Penfield, *Am. J. Sc.*, **45**, 398 (1893).
6. Анал. Икинса (Eakins) у Гиддена (Hidden, *Am. J. Sc.*, **46**, 255, 1893).
7. Черник, *Зап. СПб мин. общ.*, **45**, 425 (1907) — *Zs. Kr.*, **47**, 291 (1910).
8. Brögger, *Vidensk.-Selsk. Skr., Oslo, Math.-Nat. Kl.*, **1**, No. 6, 6 (1906).
9. Hussak, *Cbl, Min.*, 533 (1907); Brögger, *Nytt. Mag.*, **42**, 1 (1904).
10. Анал. Флоренса (Florence) у Гуссака (Hussak, 1907).
11. Radominski, *C. R.*, **80**, 306 (1875); Duboin, *C. R.*, **107**, 622 (1888); Florence, *Jb. Min.*, II, 139 (1898).
12. Tipper, *Rec. Geol. Sur. India*, 51, 31 (1920).

38.4.2 **МОНАЦИТ** (Ce, La, Y, Th) (PO_4) MONAZITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9693 : 1 : 0{,}9256$; $\beta\ 103°40'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9549 : 0{,}8994 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1119 : 1{,}0617 : 1$; $\mu\ 76°20'$; $p_0'\ 0{,}9827$, $q_0'\ 0{,}9256$, $x_0'\ 0{,}2432$

Формы[2]

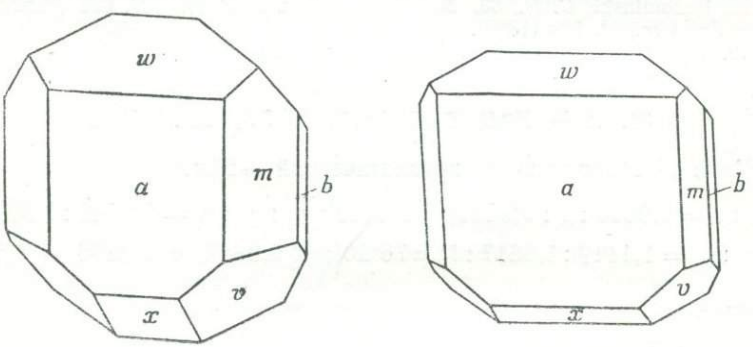
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	13°40′	76°20′	90°00′	.....	76°20′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	76 20	.....
n	120	27 57½	90 00	0 00	27 57½	83 38½	62 02½
m	110	46 43	90 00	0 00	46 43	80 06	43 17
l	210	64 47	90 00	0 00	64 47	77 39½	25 13
y	310	72 34	90 00	0 00	72 34	76 58½	17 26
g	012	27 43½	27 36	76 20	65 47	24 13	77 33
e	011	14 43½	43 44½	76 20	48 02	41 58	79 53
u	021	7 29	61 49½	76 20	29 04½	60 55½	83 24½
w	101	90 00	50 47½	39 12½	90 00	37 07½	39 12½
x	$\bar{1}01$	—90 00	36 29	126 29	90 00	50 09	126 29

r	111	52 57	56 56	39 12½	59 40	46 31	48 01½
d	112	—28 12	27 42	103 56	65 48½	36 11	102 41½
v	$\bar{1}11$	—38 37½	49 50	126 29	53 20½	59 04	118 29½
s	121	33 31	65 45	39 12½	40 31	58 48	59 46½
o	$\bar{1}21$	—21 46½	63 21½	126 29	33 53½	69 03½	109 22
i	$\bar{2}11$	—61 44½	62 54½	149 51½	65 04½	75 06	141 39
z	311	—71 07	70 43½	159 43	72 12½	83 42	153 16

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/n$. a_0 6,782 *kX*, b_0 6,993, c_0 6,445; β 76°22′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}970 : 1 : 0{,}923$. Ячейка содержит $(Ce, La, Y, Th)_4(PO_4)_4$.

Облик. Кристаллы обычно мелкие, но иногда крупные и грубые. Часто уплощенный по {100} или продолговатый вдоль [010]; иногда призматический, из-за удлинения граней $\{\bar{1}11\}$, изометрический или клинообразный вследствие сильного развития граней {100} и $\{\bar{1}11\}$. Обычные формы:[4] *a v m x e w b u z r*. Грани часто грубые, штриховатые или неровные.

Двойники. 1) С двойниковой плоскостью {100}, обычны; иногда крестообразные двойники. 2) С двойниковой плоскостью {001},

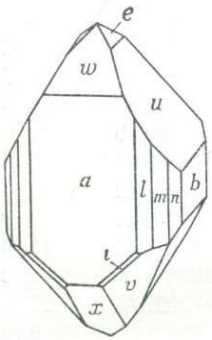


Ильменские горы.

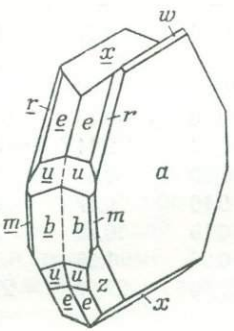
листоватые; редкие. Сообщалось[5] также о двойниковании по {201} и $\{\bar{9}02\}$, но не достоверно.

Физ. Спайность по {100} совершенная и по {010} несовершенная; иногда наблюдается также весьма несовершенная спайность по {110}, {101} и {011}; часто наблюдается отчетливая отдельность по {001}, редко по $\{\bar{1}11\}$. Степень совершенства спайностей по {100} и {010} варьирует вследствие изменения кристаллов; спайность по {010} у большинства образцов монацита из месторождений в Альпах совершенная. Излом раковистый до неровного. Хрупкий. Тв. 5—5½. Уд. в. 4,6—5,4, преимущественно от 5,0 до 5,2; уд. в.

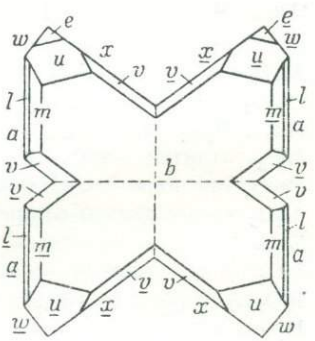
растет с увеличением содержания Th. Блеск изменчивый, обычно смолистый или восковой, приближающийся к стеклянному или алмазному. Цвет желтоватый или красновато-коричневый до коричневого, также оттенки желтого, зеленоватого, почти белого. Полупрозрачный



Нью-Йорк.



Тавеч. Двойник по {100}.



Бинненталь. Двойник по {100}.

до полупросвечивающего. Черта белая или слегка окрашенная. Умеренно парамагнитен.

Опт.[8] В проходящем свете желтовато-коричневый или желтый до бесцветного.

Ориентировка	*n* (Na) (Даттас, Бразилия)[6]	*n* (Na) (Мадагаскар)[7]	*n* (Боливия) анал. 11	
X b	1,7902	1,8004	1,785	Двуосн. полож. (+)
Y	1,7912	1,8008	1,787	$r < v$, иногда $r > v$;
$Z \wedge c$ от 2 до 6°	1,8441	1,8494	1,840	горизонтальная дисперсия слабая; плеохроизм слабый или неощутимый
$2V$	15°33′	11°00′		

Хим. Фосфат в основном цериевых металлов,[9] $(Ce, La)PO_4$. La-земли состоят главным образом из La и обычно присутствуют вместе с церием в соотношении 1 : 1. Обычно присутствует Th, замещая (Ce, La). Его количество колеблется от нескольких весовых процентов до 10—12% ThO_2, но изоморфическая серия, вероятно, простирается, по крайней мере, до 30% ThO_2; не содержащий тория материал встречается редко. Y-земли замещают в небольших количествах (Ce, La) вместе с незначительными количествами Ca и еще меньшими Mg, Fe″, Fe‴ (вероятно, благодаря окислению), Al, Zr, Mn, Be, Sn. Очень редко отмечалась[10] в количествах до 1 весового процента U_3O_8. Обычно присутствует He.[11] Часто отмечается Si в количестве до нескольких процентов SiO_2. Присутствие кремнезема объясняется вторичными изменениями или примесью торита,[23] но частично

может быть обусловлено замещением фосфора на кремний. Монацит используется для определения геологического возраста методом радиоактивного распада, основанном на определении отношения Pb : Th + U, но он менее надежен для этой цели, чем уранинит. [12]

Анал. [13]	1	2	3	4	5	6
CaO		0,16	0,41	0,35		0,52
MgO				0,02		0,27
Ce_2O_3	34,99	30,38	27,37	22,63	31,85	21,08
$(La, Nd)_2O_3$	34,74	29,60	30,13	34,63	27,90	31,27
Y_2O_3		1,33	2,14	4,66	2,93	3,53
Fe_2O_3		1,50	0,81	0,08	0,42	0,66
Al_2O_3		0,10	0,17	0,10	0,21	0,80
ThO_2		6,19	10,29	7,32	9,15	11,08
SiO_2		0,85	1,03	1,54		2,98
P_2O_5	30,27	29,70	27,67	27,89	27,45	27,52
H_2O				0,40		0,56
Потеря при прокаливании		0,33	0,20		0,74	
Прочие				0,65		0,42
Сумма	100,00	100,14	100,22	100,27	100,65	100,69
Уд. в.			5,23	5,27	5,11	5,17

1. $(Ce, La)PO_4$ с отношением Ce : La = 1 : 1. 2. Исан-Обан, Нигерия. [14] 3. Ратнапура, Индия. [14] 4. Диккенс-Тауншип, район Ниписсинг, Онтарио. [15] Прочие: PbO 0,33, U_3O_8 0,32, C следы. 5. Миандрариво, Мадагаскар. [16] 6. Ишикава, Япония. [17] Прочие: UO_3 0,42.

	7	8	9	10	11
CaO	0,39	0,20	0,83	0,37	0,34
MgO			0,09	следы	0,22
Ce_2O_3	31,63	31,90	22,00	32,29	31,41
$(La, Nd)_2O_3$	29,68	28,46	32,72	41,83	33,19
Y_2O_3	2,86		1,15		5,08
Fe_2O_3	0,68	1,50	0,44	следы	
Al_2O_3		0,17	1,20		
ThO_2	5,65	10,22	12,00		нет
SiO_2	1,22	0,90	1,56	0,95	0,27
P_2O_5	26,81	26,82	27,22	24,90	29,29
H_2O		0,46	0,63		
Потеря при прокаливании	0,40				
Прочие	0,84		0,80		
Сумма	100,16	100,63	100,64	100,34	99,80
Уд. в.			5,16		5,173

7. Импилахти, СССР. [18] Прочие: SnO_2 0,84. 8. Монацитовый песок. Траванкор. [14] 9. Район Гэй, Бихар, Индия. [19] Прочие: U_3O_8 0,2677, PbO 0,5331, Mn следы, H_2O включает H_2O+ 0,48, H_2O- 0,15. 10. Шинколобве, Катанга. [20] Ce_2O_3 указано как CeO_2. Содержит около 0,2 ThO_2. 11. Льяльягуа, Боливия. [21]

Испытание. П. п. тр. становится серым, но не плавится. В закр. тр. не изменяется. Медленно разлагается кислотами или путем сплавления с бисульфатом калия или карбонатом натрия.

Местонахождение. Монацит широко распространен как акцессорный минерал в гранитных изверженных и гнейсовых метаморфических породах, и наносные пески в областях с такими породами могут содержать монацит в количествах, имеющих промышленное значение. Монацит встречается также в виде сравнительно крупных кристаллов в пегматитах, связанных с гранитными или сиенитовыми изверженными породами; сопутствующими ему минералами являются циркон, ксенотим, гадолинит, самарскит, фергусонит, магнетит, апатит, колумбит, ильменит. Монацит встречается в многочисленных месторождениях в Норвегии, особенно в гранито-пегматитовых районах в ее южной части. К числу хорошо известных месторождений относятся Арендаль и различные близлежащие пункты; Диллинге и Рааде близ Мосса в Олстфольде; Тведестранд и Ризер в Ауст-Агдере; Гвалё и Нётерё в Кристиана-Фиорде; в Гиттерё. В Швеции в Лилла-Хольме близ Стромстада и в Карарфвете близ Фалуна; в пегматитах района Сортавала и Импилахти на Ладожском озере. Близ Миасса в Ильменских горах, СССР; в золотоносных песках реки Санарка, Южный Урал. Около Сан-Кристофа близ Бург-Дуазан, Изер, Франция (возможно, первоначальное месторождение *турнерита*, *turnerite*); найден также в жилах альпийского типа вместе с анатазом, ильменитом, рутилом, сфеном, альбитом и пр. в Швейцарских Альпах в Биннентале и Валлисе, а также в Вал-Тавече и Вал-Корнера, Гризонс. В Зойленкопфе близ Прегаттена в Тирольских Альпах; в Пизеке и Шюттенгофене в Чехии; в санидиновых вулканических бомбах озера Лаагер, Германия. Монацит встречается, часто в исключительных по размерам и качеству кристаллах, в калиевых пегматитах Мадагаскара как на горе Вольгамбогитра, так и в некоторых других местах района Анкацобе, а также в Ампангабе и Амбатофоцикели; также в магнетитовых песчаниках бассейна Манайари. В Африке в песках района Эмбабаан, Свазилэнд, Южная Африка. С вольфрамитом в оловянном месторождении у горы Бишофф, Тасмания; в оловянных россыпях района Мулайэла, Западная Австралия, с вольфрамитом в районе Торрингтон, Новый Южный Уэльс, и в некоторых других местах Австралии. Монацит встречается в количествах, пригодных для промышленной разработки, в различных местах Индии, особенно в Траванкоре, и на западном побережье Цейлона. В оловянных месторождениях на островах Банка и Биллитон и в Малайе. Крупные россыпные месторождения были обнаружены в Минас-Жераисе, Эспирито-Санто, Рио-де-Жанейро, и в провинции Байа, Бразилия. В Льяльягуа, Боливия.

В США значительные количества монацита встречаются в песках округов Бурк, Полк, Линкольн, Макдовелл, Кливленд и Резерфорд в Северной Каролине; в этом же штате — в жилах в сланце у Милл

Милхоллэнда и у Стоунай-Пойнт в округе Александер, а также в пегматите в Марс-Хилле, округ Мэйдисон. В Спартанбурге, Чироки, а также в округе Лауренс и в некоторых других местах штата Южная Каролина. В береговых песках во Флориде. С микролитом в пегматите у Амелия-Коурт-Хоузе, Вирджиния. В штате Нью-Йорк в виде кристаллов с силлиманитом близ Йорктаун-Хайтс, округ Вестчестер, и в некоторых второстепенных месторождениях в сланце северной части острова Манхаттан, Нью-Йорк Сити. В Бутвине, округ Делавар, Пенсильвания. В Коннектикуте, особенно у Йентик-Фэллс, Норич. В золотоносных песках близ Центервилла, округ Боис, Айдахо. В виде крупных кристаллов в пегматите района Петака, округ Рио-Арриба, Нью-Мексико, близ Нуэво и в некоторых других местах округа Риверсайд, Калифорния. В пегматите у Вилланейве, округ Оттава, Квебек, Канада.

Изменения. С поверхности изменяется в желтоватый или красновато-коричневый непрозрачный минерал неизвестной природы.

Искусств. [22] В кристаллах при сплавлении смеси фосфорнокислого и хлористого церия.

Назв. От μονάζειν — *быть одиноким*, в связи с тем, что он редко встречался в первоначально найденных месторождениях.

Синонимы. Monazit *Breithaupt* (*J. Chemie u. Phys.*, **55**, 301, 1829). Monacite *bad orthogr.* Mengite *Brocke* (*Phil. Mag.*, **10**, 139, 1831). Edwardsite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **32**, 162, 1837). Eremite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **32**, 341, 1837). Monazitoid *Hermann* (*J. pr. chem.*, **40**, 21, 1847). Urdit *Forbes* и *Dahll* (*Nyit Mag.*, **8**, 227, 1855). Turnerite *Lévy* (*Ann. Phil.*, **5**, 241, 1823).

Kryptolith *Wöhler* (*Gel. Anz. Gött.*, **19**, 1846; *Ann. Phys.*, **67**, 424, 1846). Cryptolite. Phosphocerite *Watts* (*J. Chem. Soc. London*, **2**, 131, 1849). Kararfveit *Radominski* (*C. R.*, **78**, 764, 1874). Korarfveite.

Ссылки

1. Элементы Дэна (E. S. Dana, 749, 1892, *Am. J. Sc.*, **24**, 247, 1882) на неанализированных кристаллах из Милл-Милголлэнда, округ Александер, Северная Каролина. Углы изменяются для кристаллов из разных месторождений в зависимости от состава. По поводу углов таблиц см. Dana (1882, 1892) и Goldschmidt (**2**, 399, 1890).

2. Parker, *Am. Min.*, **22**, 572 (1937); Goldschmidt (**6**, 51, 1920). Редкие или сомнительные:

μ 130	δ 106	χ 11.0.1	π 221	ϑ $\bar{1}22$
a 014	ψ 105	ρ $\bar{1}03$	λ 212	ν $\bar{5}66$
$\varkappa$ 013	s 102	Φ $\bar{3}02$	p 211	η $\bar{1}32$
0.10.11	h 305	E $\bar{2}03$	Δ 122	283
β 043	11.0.10	ε $\bar{4}03$	U $\bar{1}13$	Σ $\bar{5}16$
γ 041	q 701	δ $\bar{3}01$	Γ $\bar{3}13$	τ $\bar{5}17$

3. Gliszczynski, *Zs. Kr.*, **101**, 1 (1939), на неанализированных кристаллах из Пердача, Швейцария. Parrish, *Am. Min.*, **24**, 651 (1939), дает a_0 6,76 *kX*, b_0 7,00, c_0 6,42 на материале анал. 11; уд. в. 5,17 (измер.), 5,05 (вычисл.).

4. Parker (1937).

5. Schetelig, *Norsk geol. Tidsskr.*, **2**, No. 9 (1913).

6. Busz, *Jb. Min., Beil-Bd.*, **39**, 492 (1914).
7. Sabot, Inaug. Diss. Ghent (1914) — *Jb. Min.*, 138 (1920).
8. О дополнительных измерениях показателей преломления и других оптических данных см. сводку у Hintze (**1** [4A], 298, 1922); также Gordon, *Ac. Sc. Philadelphia, Not. Nat.*, No. 2 (1939) и Hutton, *Am. Min.*, **32**, 141 (1947).
9. О спектрографическом исследовании редкоземельных элементов монацита см. Bearth, *Schweiz min. Mitt.*, **14**, 442 (1934), Thoreau, Breckpot и Vaes, *Ac. roy. Belgique, Bull.*, **22** [5], 1111 (1936), Sahama и Vähätalo, *C. r. soc. géol. Finlande*, No. 14, 50 (1941).
10. См. сводку Holmes, *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, **63**, 115 (1948).
11. Относительно He, входящего в состав монацита, см. литературу у Hintze (1922, стр. 309).
12. См. сводку Holmes (1948).
13. Дополнительные анализы см. Doelter (**3** [1], 546, 1914); Hintze (**1** [4A], 368, 1923); Mawson, *Trans. Roy. Soc. S. Australia*, **68**, 334 (1944); Земель, *Журн. прикл. хим., Ленинград*, **9**, 1969 (1936); Niggli и Faesy, *Zs. Kr.*, **62**, 557 (1925).
14. Johnstone, *J. Soc., Chem. Ind.* **33**, 55 (1914).
15. Ellsworth, *Am. Min.*, **17**, 19 (1932).
16. Анал. Пизани (Pisani) у Лакруа (Lacroix, **1**, 351, 1922).
17. Shibata и Kimura, *J. Chem. Soc. Japan*, **42**, 957 (1921).
18. Ramsay и Zilliacus, *Öfv. Finska Vet.-Soc. Förh.*, **39** (1897).
19. Sarkar, *Proc. Indian Ac. Sc.*, **13**, Sect. A, 245 (1941).
20. Thoreau, Breckpot и Vaes, *Ac. roy. Belgique, Bull.*, [5], **22**, 1111 (1936).
21. Gordon, *Ac. Sc. Philadelphia*, Not. Nat., No. 2 (1939).
22. Radominsky, *C. R.*, **80**, 309 (1895).
23. См. обсуждение у Гинтце (Hintze, 1922) и Дёльтера (Doelter, 1914).

БЕРЛИНИТ

Берлинит, $Al(PO_4)$, изоструктурен [1] с искусственным соединением $AlAsO_4$ и с кварцем, $SiSiO_4$. Берлинит претерпевает те же термические превращения, [2] что и SiO_2, хотя при несколько более низких температурах.

Ссылки

1. Strunz, *Zs. Kr.*, **103**, 228 (1941).
2. Beck, *J. Am. Ceramic Soc.*, **32**, 147 (1949).

38.4.3 **БЕРЛИНИТ** $Al(PO_4)$ BERLINITE

Крист. [1] Тригональная; тригонально-трапецоэдрический — 3 2. Искусственные кристаллы очень похожи по облику на кварц, с $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ и $\{10\bar{1}0\}$. Природный материал плотный, зернистый.

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $C3_12 = C3_22$. a_{rh} 4,62, α 64°26′ (искусств. $AlPO_4$); a_0 4,93 *kX*, c_0 10,94. $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}219$. Ячейка содержит $Al_3(PO_4)_3$. Берлинит изоструктурен с $Al(AsO_4)$ и изотипичен с α-SiO_2, кварцем.

Физ. Спайности не имеет. Излом раковистый. Тв. $\sim 6^1/_2$. Уд. в. 2,64 (естеств.); 2,56 (искусств.); [3] 2,62 (вычисл.). Блеск стеклянный. Бесцветный до сероватого или бледнорозового. Прозрачный до просвечивающего. Похож на кварц. При температуре 583° превращается в полиморфическую модификацию, изотипичную с β-SiO_2.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n (Na), искусств.	
O	1,524	Одноосн. положит. (+)
E	1,530	

Хим. Ортофосфат алюминия, $AlPO_4$. Al_2O_3 41,80, P_2O_5 58,20, сумма 100,00. Единственный опубликованный анализ естественного материала был сделан, повидимому, на образце, содержавшем капиллярную неконституционную воду или примесь водного фосфата алюминия: Al_2O_3 40,27, Fe_2O_3 0,26, P_2O_5 54,84, H_2O 4,14, сумма 99,51.

Испытание. П. п. тр. белеет, но не плавится. Легко растворим в щелочах, но практически не растворяется в холодных кислотах.

Местонахождение. Найден с аучелитом, аттаколитом и другими фосфатами в железном руднике Вестана, близ Нэзума, Кристианштадт, Швеция.

Искусств. Получается в виде кристаллов из раствора в фосфорной кислоте. Берлинит или его тридимитоподобные или кристобалитоподобные полиморфы получаются при нагревании водного фосфата алюминия.

Назв. По имени Н. Дж. Берлина (N. J. Berlin, 1812 — ?), фармаколога из Лундского университета. *Blomstrand* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **25**, 198, 1868; *J. pr. Chem.*, **105**, 338, 1868).

Ссылки

1. Идентичность естественного материала с искусственным $Al(PO_4)$ была установлена Штрунцем (Strunz, *Zs. Kr.*, **103**, 228, 1941).
2. Huttenlocher, *Zs. Kr.*, **90**, 508 (1935); Штрунц (Strunz, 1941) дает a_0 4,92 *kX*, c_0 10,91 для природного материала.
3. Mrose, личн. сообщ. (1949).
4. Huttenlocher (1935).
5. Manly, *Am. Min.*, **35**, 108 (1950).

38.4.4 **Рузвельтит** $Bi(AsO_4)$ Rooseveltite

В виде тонких гроздевидных корок. Хрупкий. Анализ соединения $Bi(AsO_4)$ дал: Bi_2O_3 67,2, As_2O_3 33,2, сумма 100,4. П. п. тр. плавится. Растворяется в кислотах. Найден в прожилках деревянистого олова в риолитовых и дацитовых излияниях лавы в Сантиагилью, Мача, Потоси, Боливия. Моноклинный и изоструктурен [1] с монацитом. Назван по имени Франклина Д. Рузвельта (Franklin D. Roosevelt, 1882—1945), тридцать второго президента США.

Синоним. Rooseveltita *Herzenberg* (*Facultad. Nac. de Ing., Univ. Téc. Oruro, Bolivia, Bol. Téc.*, No. 1, 1946).

Ссылка

1. Frondel, личн. сообщ. (1950), на типичном материале.

39 ВОДНЫЕ КИСЛЫЕ ФОСФАТЫ И ДР.

ТИП 1. $(AB)_m H_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$ с $m+n:p>2:1$

39.1.1 СТЕРКОРИТ $Na(NH_4)H(PO_4)\cdot 4H_2O$ STERCORITE

Крист.[1] Триклинная; псевдомоноклинный.

$a:b:c=2{,}908:1:1{,}859$; β 98°30′; $p_0:q_0:r_0=0{,}639:1{,}839:1$

$r_2:p_2:q_2=0{,}544:0{,}348:1$; μ 81°30′; p_0' 0,646, q_0' 1,859, x_0' 0,150

Формы.[2] На искусственных кристаллах:

c 001	m 110	r 101	ρ $\bar{1}01$	x 112
a 100	n 310	s 201	σ $\bar{2}01$	ξ $11\bar{2}$

Облик. Искусственные кристаллы короткопризматические вдоль [001]. Естественный материал встречается в кристаллических массах и включениях.

Двойники.[3] Искусственные кристаллы в большинстве случаев кажутся моноклинными благодаря повторяющемуся двойникованию отдельных триклинных кристаллов по {010}. Грани обычно ровные и блестящие без входящих углов.

Физ. Спайности не имеет. Тв. 2. Уд. в. 1,754 (искусств.)[3] 1,615 (естеств.).[4] Блеск стеклянный. Бесцветный (искусств.); белый до желтоватого или коричневатого (естеств.). Прозрачный. Температура плавления 79°.

Опт.[3] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X	1,439	Двуосн. положит. (+)
Y	1,442	$2V$ 35°34′
Z	1,469	$r>v$, очень сильная

Плоскость оптических осей почти нормальна к {010}, и Z почти нормально к {001}. На {001} $X' \wedge b = 9°35'$; на {100} $X' \wedge a = 1°20'$ с сильной дисперсией. Сечения по {010} могут обнаруживать две системы пластинчатого двойникования под углом около 90°.

Хим. Кислый водный фосфат натрия и аммония, $Na(NH_4)HPO_4\cdot 4H_2O$. Опубликованные анализы естественного материала не совсем точно соответствуют указанной формуле.

Анал.

	1	2	3
Na_2O	14,82	15,75	14,50
$(NH_4)_2O$	12,46	7,68	8,48
P_2O_5	33,96	34,33	34,54
H_2O	38,76	42,24	42,48
Сумма	100,00	100,00	100,00

1. $Na(NH_4)H(PO_4)\cdot 4H_2O$. 2. Остров Ичабо. [4] 3. Острова Гуанап. [5]

Испытание. Легко плавится. Растворяется в воде (17 *г* в 100 $см^3$ холодной воды). При нагревании примерно до 200° выделяет аммиак, а при более высокой температуре — воду; остаток представляет собой расплавленный гексаметафосфат натрия, который используется при анализах методом паяльной трубки.

Местонахождение. Найден в залежах гуано на острове Ичабо, Юго-Западная Африка. Также на островах Гуанап, у побережья Перу.

Искусств. Получается в виде кристаллов при медленном выпаривании водного раствора соответствующей соли, лучше в температурном интервале от + 10° до — 6° (ниже этой точки появляется другая фаза).

Назв. От *stercus — помет, навоз. Herapath* (*Quart. J. Chem. Soc. London*, **2**, 70, 1850).

Синонимы. Microcosmic Salt. *Англ.*: Native Salt of Phosphorus. *Нем.*: Phosphorsalz. *Исп.*: Estercorrita.

Ссылки

1. Элементы Шашека (Schaschek, *Min. Mitt.*, **32**, 402, 1914) на миметических сдвойникованных псевдомоноклинных искусственных кристаллах. Химически аналогичная этому минералу соль, кислый арсенат натрия и аммония $Na(NH_4)H(AsO_4)\cdot 4H_2O$, является моноклинной и несдвойникованной с $a:b:c = 2{,}8723:1:1{,}8589$, β 98°59′ (Schaschek, 1914).
2. Schaschek (1914) и Mitscherlich, *Ann. Chem., Phys.* **19**, 399, (1821).
3. Schaschek (1914).
4. Herapath (1850).
5. Raimondi (28, 1878).

ДИТТМАРИТ, Dittmarite. *MacIvor* (*Chem. News*, **55**, 215, 1887; **85**, 181, 1902).

В мелких прозрачных ромбических (?) кристаллах. Анализ дал: MgO 25,67, $(NH_4)_2O$ 3,94, MnO 0,08, FeO 0,38, P_2O_5 46,51, H_2O 23,42, сумма 100,00, что близко к формуле $Mg_5(NH_4)H_4(PO_4)_5\cdot 8H_2O$. Кристаллы теряют воду при 100—105° и становятся мутными. Найден со струвитом, ньюбериитом, ганнаиитом и шертелитом в пещерном гуано летучих мышей в Скиптон-Кэйвсе, близ Балларата, Виктория, Австралия.

ШЕРТЕЛИТ, Schertelite. В мелких несовершенных плоских кристаллах. Анализ дал: FeO 0,20, MnO 0,05, MgO 12,17, $(NH_4)_2O$ 16,15, P_2O_5 43,88, H_2O 27,55, сумма 100,00, что очень близко к формуле $Mg(NH_4)_2H_2(PO_4)_2\cdot 4H_2O$. Вода теряется при нагревании примерно до 120°; при прокаливании образуется метафосфат магния. Найден в небольших количествах со струвитом и ньюбериитом в более сухих слоях залежей пещерного гуано летучих мышей в Скиптон-Кэйвсе, близ Балларата, Виктория. Назван по имени Арнульфа

Шертеля (Arnulf Schertel, 1841—1902), профессора Фрейбергской горной академии.

Синонимы. Muellerite *MacIvor* (*Chem. News*, **55**, 215, 1887; **85**, 181, 1902) [не müllerite *Zambonini* (*Zs. Kr.*, **32**, 157, 1899)]. Schertalite (ошибочное написание) *MacIvor* (*Chem. News*, **85**, 217, 1902).

39.1.2 ГАННАИИТ $Mg_3(NH_4)_2H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$ HANNAYITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$ (?).

$a : b : c = 0{,}6990 : 1 : 0{,}9743$; α 122°31′, β 126°46′, γ 54°09′

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}4497 : 0{,}9627 : 1$; λ 73°15′, μ 65°28′, ν 112°58′

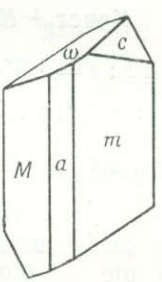
p'_0 1,8898, q'_0 1,2549, x'_0 0,7471, y'_0 0,3757

Формы[2]

		φ	ρ	A	B	C
c	001	63°18′	39°54′	65°28′	73°15′	.....
a	100	112 58	90 00	.....	112 58	65°28′
l	130	29 53½	90 00	83 04½	29 53½	58 02½
m	110	73 26	90 00	39 32	73 26	50 50½
M	$1\bar{1}0$	138 52	90 00	25 54	138 52	80 48
ω	$\bar{1}33$	165 13	33 13½	70 24	121 59½	55 18½

Облик. В мелких хорошо образованных кристаллах, удлиненных вдоль [001] со штриховкой, параллельной удлинению.

Физ. Спайность по {001} совершенная; по {110}, $\{1\bar{1}0\}$ и {130} несовершенная. Твердость низкая. Уд. в. 1,893. Цвет желтоватый.



Опт.[3] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
$X \perp \{001\}$ (?)	1,555 ± 0,003	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \wedge c \sim 33°$ (?)	1,572 ± 0,003	$2V$ 42 ± 1° (измер.)
Z	1,575 ± 0,003	Дисперсия незаметная

Хим. Кислый водный фосфат магния и аммония, $Mg_3(NH_4)_2 \cdot H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$. 21% H_2O теряется между 100 и 115° и остальная — при сильном нагревании.

Анал.

	1	2	3
MgO	18,98	18,90	18,36
$(NH_4)_2O$	8,17	8,09	8,10
P_2O_5	44,58	45,70	44,63
H_2O	28,27	28,20	28,51
Прочие			0,40
Сумма	100,00	100,89	100,00

1. $Mg_3(NH_4)_2H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$. 2. Скиптон-Кэйвс. [4] Среднее из двух. 3. Скиптон-Кэйвс [5]. Прочие: FeO 0,31, MnO 0,087.

Испытание. При нагревании в платиновом тигле выделяет воду и аммиак, и остаток плавится п. п. тр. До прокаливания легко растворяется в кислотах

Местонахождение. Найден со струвитом, брушитом, ньюбериитом, диттмаритом, бобьерритом и шертелитом в пещерном гуано летучих мышей в Скиптон-Кэйвсе, юго-западнее Балларата, Виктория, Австралия.

Назв. По имени Дж. Б. Ганнаи (J. B. Hannay, 1855 — ?), химика Манчестерского университета. *Ulrich* и *vom Rath* (Ber. Niederrhein. Ges., **35**, January, 7, 11, 1878; **36**, January 13, 5, 1879).

Ссылки

1. Goldschmidt (**4**, 110, 1918); см. также vom Rath (1878).
2. Goldschmidt (1918).
3. Larsen (83, 1921). Точно не установлено, действительно ли этот материал, который может быть интерпретирован как моноклинный с $Y = b$, идентичен с ганнаитом.
4. Анал. Мак-Айвора (MacIvor) у vom Rath (1879).
5. MacIvor, *Chem. News*, 85, 181 (1902).

39.1.3 ГЮРОЛИТ $Mn_5H_2(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$ HUREAULITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 1{,}9307 : 1 : 1{,}0470$; β 96°40′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}5423 : 1{,}0400 : 1$

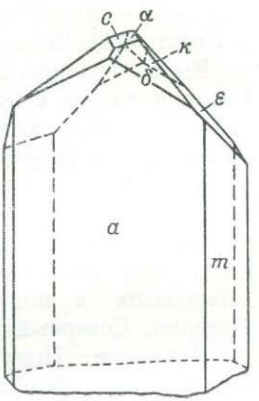
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}9615 : 0{,}5215 : 1$; μ 83°20′; p_0' 0,5460, q_0' 1,0470, x_0' 0,1169

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	6°40′	83°20′	90°00′	.....	83°20′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	83 20	.....
m	110	27 32½	90 00	0 00	27 32½	86 55	62 27½
α	$\bar{2}01$	—90 00	44 17	134 17	90 00	50 57	134 17
p	113	40 34½	24 40½	73 21½	71 31	20 56	74 14½
δ	112	36 40½	33 08	68 42	64 00	29 36	70 57
g	111	32 20	51 06	56 31½	48 53	47 46½	65 24
ε	$\bar{1}11$	—22 17	48 32	113 13½	46 06	51 20	106 30
k	$\bar{5}12$	—67 14½	53 32	141 18	71 52	59 43	137 52

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа, вероятно, $P2/c$. a_0 17,42 Å, b_0 9,12, c_0 9,50; β 96°40′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}908 : 1 : 1{,}040$. Ячейка содержит $Mn_{20}H_8(PO_4)_{16} \cdot 16H_2O$.

Облик. Кристаллы короткопризматические по [001], иногда также таблитчатые по {100}; изометрические. Кристаллы одиночные или сгруппированные, изредка сноповидные, как у десмина. Также массивный, плотный, чешуйчатый или несовершенно волокнистый.



Физ. Спайность по {100} совершенная. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,19±0,01 (Вилат); 3,15 (Бранчвилл); 3,23 (вычисл.). Блеск стеклянный, иногда жирный, сильный. Цвет оранжевый, оранжево-красный, красноватый до желтовато-коричневого, фиолетово-розовый, бледнорозовый, красный, янтарный; также серый до почти бесцветного. Черта почти белая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. [4]

Ориентировка	n (Бранчвилл)	Плеохроизм	
X b	1,647	Бесцветный	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,654	Желтый до бледнорозового	$r < v$, очень сильная; перекрещивающаяся,
$Z \wedge c$ 75°	1,660	Красновато-желтый до красновато-коричневого	сильная; $2V$ 75°

Изменение оптических свойств в зависимости от отношения Mn : Fe установлено не точно.

Хим. Кислый водный фосфат марганца, $(Mn, Fe'')_5H_2(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$ · Fe'' замещает Mn, причем существует непрерывная серия, по крайней мере, от Fe : Mn = 1 : 3,0 (Гюро, анал. 4) до Fe : Mn = 1 : 9,4 (Бранчвилл, анал. 2) и, вероятно, до чисто марганцового члена.

Анал. [8]

	1	2	3	4
FeO		4,56	7,86	11,10
MnO	48,66	42,29	41,67	32,85
P_2O_5	38,98	38,36	38,00	38,00
H_2O	12,36	12,20	11,98	18,00
Нераств. ост.		2,70	0,38	
Сумма	100,00	100,11	99,89	99,95
Уд. в.	3,23	3,149		

1. $Mn_5H_2(PO_4)_4 \cdot 4H_2O$. 2. Бранчвилл, Коннектикут.[5] Среднее из двух. Нераств. ост. включает CaO 0,94. 3. Ла-Вилат, Франция.[6] 4. Гюро, Франция.[7]

Испытание. П. п. тр. сплавляется в оранжево- или красновато-желтый шарик. В закр. трубке выделяет воду.

Местонахождение. Первоначально найден с рокбриджеитом, какоксенитом и вивианитом в кавернах в гетерозите, образовавшемся

при изменении трифилита в пегматите у Гюро, Сент-Сильвестр, и у Вилат, близ Шантелуба (оба места расположены севернее Лиможа), От-Вьенн, Франция. В Мангуалде, Бейра, Португалия (*псевдопалаит*).[11] Отмечен также с саркопсидом в Михельсдорфе, Силезия. В США найден с файрфилдитом, диккинсонитом, реддингитом и эосфоритом как продукт гидротермального изменения литиофилита в пегматите у Бранчвилла, Коннектикут. Со стюартитом и металтренгитом в измененном литиофилите — в Пала, округ Сан-Диего, Калифорния (*палаит*, частью);[10] также с диккинсонитом и литиофилитом в карьере Стриклэнд, Портлэнд, Коннектикут, и с металтренгитом, штренгитом и гетерозитом в подвергшемся выветриванию трифилите у рудника Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир.

Искусств. Получается в кристаллах[9] при нейтрализации аммиаком раствора фосфата марганца. Был приготовлен также кадмиевый аналог.

Назв. *Alluaud* (*Ann. Sc. nat.* **8**, 334, 1826; цитировано у Vauquelin, *Ann. chim. phis.*, **30**, 302. 1825).

Синонимы. Palaite *Schaller* (*J. Washington Ac. Sc.*, **2**, 143, 1912). Pseudopalaite *de Jesus* (*Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 65, 1933 [1936]).

Ссылки

1. Элементы Мурдоха (Murdoch, *Am. Min.*, **28**, 19, 1943), на кристаллах из Пала. Переход от Дэна (Dana, 832, 1892) к Мурдоху: 100/010/002; от Гольдшмидта (Goldschmidt, **4**, 178, 1918) к Мурдоху: $\bar{1}01$/010/001.
2. Мурдох (Murdoch, 1943), который добавляет 9 новых форм, 4 сомнительные, к сводке Гольдшмидта (Goldschmidt, 1918). Сомнительные: 611, 12.1.1, 232, $\bar{6}13$.
3. McCullough у Мурдоха (Murdoch, 1943), методом вращения.
4. Larsen и Berman (177, 1934).
5. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, *Am. J. Sc.*, **39**, 210, 1890).
6. Damour, *Ann. chim. phys.*, **53**, 293 (1858).
7. Dufrénoy, *Ann. chim. phys.*, **41**, 338 (1829).
8. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 824, 1931); de Jesus (1933); Schaller (1912).
9. Шультен (de Schulten, *Bull. soc. min.*, **27**, 123, 1904), который дает кристаллографические и оптические данные.
10. Шаллер (Schaller, личн. сообщ., 1946) считает идентичным с гюролитом.
11. Об идентичности с гюролитом *см.* Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 175 (1941).

ВЕНЦЕЛИТ (Mn, Mg, Fe)$H(PO_4) \cdot 2H_2O$? Wenzelite

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 2{,}3259 : 1 : 2{,}8513$; β 133°38′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}2269 : 2{,}0637 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}4846 : 0{,}5945 : 1$; μ 46°22′; p_0' 1,6952; q_0' 2,8513; x_0' 0,9534

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	43°38′	46°22′	90°00′	.....	46°22′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	46°22′	.....
m	110	30 47½	90 00	0 00	30 47½	65 43	59 12½
p	$\bar{1}01$	—90 00	36 34	126 34	90 00	80 12	126 34
τ	$\bar{1}13$	—22 09	45 51	111 13½	48 21	71 29½	105 41½

Найден в виде розеток мелких, прорастающих кристаллов. Цвет светлокрасный до кроваво-красного.

Опт.[1] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
$X\ b$	1,646	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,655	$2V$ средний
Z	1,657	$r < v$, заметная

Хим. Кислый водный фосфат марганца и железа, неустановленной формулы,[2] вероятно $(Mn, Mg, Fe)H(PO_4) \cdot 2H_2O$.

Анал.

	1	2	3
MnO	22,09	21,13	23,85
MgO	6,73	6,83	6,78
FeO	6,00	6,01	6,07
P_2O_5	39,88	39,37	38,85
H_2O	25,30	23,66	23,39
Сумма	100,00	97,00	98,94

1. $(Mn, Mg, Fe)H(PO_4) \cdot 2H_2O$, с Mn : Mg : Fe = 56 : 30 : 15. 2,3. Хагендорф, Бавария, Германия.

Местонахождение. Найден в пегматитах Хагендорфа, Бавария, Германия, с вивианитом и рокбриджеитом.

Назв. По имени Иеронима Венцеля (Hieronymus Wenzel [не Wentzel]), который открыл фосфатные минералы Плейштейна. Вероятно, идентичен с гюролитом.

Синоним. Wentzelite *Müllbauer* (*Zs. Kr.*, **61**, 333, 1925).

Ссылки

1. Larsen и Berman (177, 1934).
2. См. Steinmetz, *Jb. Min.* I, 54 (1926).

БАЛДАУФИТ, Baldaufite. Моноклинная. Небольшие исштрихованные кристаллы, призматические по [001], очень похожие на кристаллы венцелита по облику и углам; также плотный. $a : b : c = 2{,}21 : 1 : 1{,}84$; β 133°18′; с a {100}, c {001}, m {110}, p {$\bar{1}$01}. Оптически отрицателен, имеет $nX = b = 1{,}652$, $nY = 1{,}657$, $nZ = 1{,}662$, $2V$ большой.[1] Формула, вероятно, $H_2(Fe, Mn, Ca, Mg)_5 \cdot (PO_4)_4 \cdot 5H_2O$ с отношением Fe : Mn : Ca : Mg ~ 10 : 2 : 2 : 1. Анализы дали:[2] CaO 6,23, MgO 2,73, MnO 9,26, FeO 27,13, P_2O_5 39,05, H_2O 15,60, сумма 100,00. Найден в фосфатсодержащем пегматите у Хагендорфа близ Плейштейна, Бавария. Нуждается в подтверждении, но образцы, повидимому, не сохранились. Назван по имени Рихарда Балдауфа (Richard Baldauf, 1848—1931), немецкого горного инженера и минералога, *Müllbauer* (*Zs. Kr.*, **61**, 334, 1925).

Ссылки

1. Larsen и Berman (178, 1934).
2. Среднее из двух анализов, которые, повидимому, первоначально были пересчитаны на 100 после исключения нераств. ост.

ТИП 2. $AH(XO_4)\cdot xH_2O$

39.2.1 ГРУППА БРУШИТА

МОНОКЛИННАЯ

	a^0	b_0	c_0	β
Брушит, $CaHPO_4\cdot 2H_2O$	5,88 *kX*	15,15	6,37	117°28′
Фармаколит, $CaH(AsO_4)\cdot 2H_2O$	6,00	15,40	6,29	114 47
Ардеалит, $Ca_2H(PO_4)(SO_4)\cdot 4H_2O$	5,67	14,64	6,28	~113
Вейншенкит, $(Y, Er)PO_4\cdot 2H_2O$	5,46	15,12	6,28	113 24
Чёрчит, $(Ce, Ca)PO_4\cdot 2H_2O$				

Минералы этой группы близки по формуле и параметрам решетки. Они даны здесь в кристаллографической установке, соответствующей новой установке гипса, с которыми они, повидимому, изоструктурны. Имеющиеся ограниченные данные об ардеалите [1] свидетельствуют, о том, что он является связующим звеном между этой группой и гипсом. О чёрчите нет никаких кристаллографических сведений, за исключением того, что он, вероятно, моноклинен и имеет одну совершенную спайность, которая, повидимому, соответствует совершенной спайности по {010} других членов этой группы.

Замещение анионов в этой группе не наблюдалось; [2] ардеалит представляет собой фазу с определенным отношением фосфата к сульфату, равным 1 : 1. Взаимное замещение катионов в этой группе наблюдалось в более или менее значительной степени только у фосфатов иттрия и церия.

Ссылки

1. Halla, *Zs. Kr.*, **80,** 349 (1931).
2. O'Daniel, *Fortschr. Min.*, **23,** cviii (1939).

39.2.1.1 **БРУШИТ** $CaHPO_4\cdot 2H_2O$ BRUSHITE

Крист. [1] Моноклинная; диэдрический осевой — 2.

$a : b : c = 0{,}388 : 1 : 0{,}420$; β 117°28′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}083 : 0{,}373 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}683 : 2{,}905 : 1$; μ 62°32′; p_0' 1,220, q_0' 0,420, x_0' 0,520

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	B
c	001	90°00′	27°28′	62°32′	90°00′	.....	62°32′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
f	120	55 27	90 00	0 00	55 27	67 40½	34 33
d	101	—90 00	35 00	125 00	90 00	62 28	125 00
l	$\bar{1}11$	—59 02½	39 14	125 00	71 01	64 05	122 50½
P	$1\bar{1}1$	103 34½	60 48½	29 53½	101 49½	34 29½	31 56½

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа, вероятно, $A2$. a_0 5,88 *kX*, b_0 15,15, c_0 6,37; β 117°28′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}388 : 1 : 0{,}420$. Ячейка содержит $Ca_4H_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Выцветы и мелкие кристаллики в пустотах. Игольчатый или призматический до таблитчатого по {010}. В некоторых случаях минерал по облику похож на гипс. Также землистый или порошковатый; листоватый.

Физ. Спайность по {010} и {001} совершенная. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. 2,328 (естественные кристаллы),[4] 2,326 (искусственные кристаллы);[5] 2,257 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Бесцветный до бледножелтого. Прозрачный до просвечивающего. Пьезоэлектричен.[5]

Опт.[6] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)	
$X \wedge c - 30°$	1,539	Двуосн. положит. (+)
Y	1,546	$2V$ 86° (измер.)
Z b	1,551	$r > v$; заметная перекрещивающаяся дисперсия

Хим. Кислый водный фосфат кальция, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Некоторые анализы показывают отклонения в содержании воды.

Анал.[7]

	CaO	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	32,58	41,25	26,17		100,00	2,257
2.	32,69	41,41	26,36		100,46	2,208
3.	32,98	42,72	23,33	1,36	100,39	2,29—2,36
4.	30,83	37,96	30,88	0,49	100,16	2,28

1. $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. 2. Остров Авес, Вест-Индия.[8] 3. Остров Сомбреро, Вест-Индия (*метабрушит, metabrushite*).[9] H_2O включает органические вещества. Прочие: MgO 0,52, $(Al, Fe)_2O_3$ 0,79, SO_3 0,05. 4. Остров Мона, Пуэрто-Рико (*стоффертит, stoffertite*).[10] H_2O представляет собой потерю при прокаливании. Прочие: SO_3.

Испытание. П. п. тр. расщепляется и плавится. В закр. тр. выделяет кислую воду. Легко растворяется в соляной кислоте.

Местонахождение. Широко распространен в небольших количествах в островных и континентальных залежах фосфатов. Часто встречается в виде инкрустаций на древних костях человека и животных и в почечных камнях человека. Впервые обнаружен в гуано с острова Авес в Карибском море. Найден также на острове Сомбреро (*метабрушит*) и на острове Мона (*стоффертит*) в Вест-Индии. Кристаллы размерами до 2 *см* были найдены в пустотах фосфорита в Керси близ Лиможа, в порошковатой форме — в пещере Минервы в горах Кевеннес, Эро, а также на человеческих скелетах как в скоплениях костей доисторического происхождения, так и в древних гробницах в некоторых пунктах Франции. Подобно этому встречается в Германии, Австрии, в нескольких месторождениях

Чехословакии. В пещере близ Орана, Алжир, он найден в таком количестве, что стал разрабатываться в промышленном масштабе.

Изменения. Легко теряет воду даже при обычной температуре, в конечном счете превращаясь в $CaHPO_4$, монетит.[11] Потеря воды может быть даже при сравнительно высокой влажности, но вся кристаллизационная вода удаляется с трудом только при 100° С.[12] Название *метабрушит* было дано частично обезвоженному материалу. О псевдоморфозах карбонат-гидроксил-апатита сообщается несколькими исследователями;[13] кроме того, такие псевдоморфозы были получены искусственным путем.[14]

Искусств. Осаждается из раствора хлористого кальция при действии на него кислого фосфата натрия. Кристаллы могут быть выращены при медленном выпаривании уксуснокислого раствора фосфата кальция.[15] Данные о системе $CaO—H_2O—P_2O_5$ являются неполными, но известно, что $CaH(PO_4)$ кристаллизуется только как двухводный при температуре выше нуля. Верхний температурный предел образования этого дигидрата близок к 80° С.[16]

Назв. По имени американского минералога Георга Ярвиса Бруша (George Jarvis Brush, 1831—1912), профессора Иельского университета. *Moore* (*Am. J. Sc.*, **39**, 45, 1865).

Синонимы. Epiglaubite? *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **22**, 96, 1856). Metabrushite *Julien* (*Am. J. Sc.*, **40**, 369, 1865), Stoffertite *Klein* (*Ak. Berlin, Ber.*, 720, 1901).

Ссылки

1. Обычно считается призматическим, $2/m$, но исследования пьезоэлектричества не согласуются с этим. Элементы структурной ячейки. Переход от ранее принятой установки Дэна (Dana, 828, 1892) к новой (гипса): $103/0\bar{3}0/10\bar{3}$.

2. Список форм Лакруа (Lacroix, **4**, 491, 1910) включает только формы, установленные гониометрическим путем на естественных кристаллах. Добавочные формы найдены на искусственных кристаллах или приводятся на основании микроскопического наблюдения на природных кристаллах — см. Chudoba, *Cbl. Min.*, 291 (1928) и Koehler, *Min. Mitt.*, **37**, 93 (1926).

3. Пространственная группа в соответствии с Terpstra, *Zs. Kr.*, **97**, 229 (1937). Структурная ячейка с a_0 и c_0 в качестве наименьших трансляций на {010} при ориентировке, принятой для гипса Де Джонгом и Боуманом (De Jong и Bouman, *Zs. Kr.*, **100**, 275, 1938). См. также описание гипса. Размеры вычислены из ячейки Хилла и Гендрикса (Hill и Hendricks, *Ind. Eng. Chem.*, **28**, 441, 1936). Переход от ячейки Хилла и Гендрикса к структурной ячейке: $\bar{1}0\bar{1}/0\bar{1}0/102$. Является случайностью, что величина c_0 как Хилла и Гендрикса, так и структурной ячейки равна 6,37; в плоскости пинакоида {010} существуют две различные трансляции, почти идентичные по длине. См. также Terpstra (1937), который, основываясь на менее точных измерениях, дает 6,3 и 6,4 для этих двух трансляций.

4. Sekanina, *Publ. Fac. Sc. Univ. Masaryk, Brno* [220] (1935), на кристаллах из Битова, Моравия.

5. Terpstra (1937).

6. Klein, *Ak. Berlin, Sitzber.*, 720 (1901). См. также Sekanina (1935); Hintze (**1**, [**4B**], 788, 1931); Van Tassel, *Bull. Mus. Hist. Nat. Belgique*, **22**, No. 17 (1944); Mélon и Dallemagne, *Bull. soc. géol. Belgique*, **69**, B19 (1946).

7. Дополнительные анализы см. у Hintze (1931).

8. Moore (1865), среднее из двух близко совпадающих анализов.

9. Julien (1865).
10. Анал. Финкенера (Finkener) у Клейна (Klein, 1901).
11. См. Frondel, *Am. Min.*, **28**, 215 (1943). Термические кривые см. Sekanina (1935).
12. Hill и Hendricks (1936).
13. Lacroix (**4**, 492, 1910) и Frondel (1943).
14. Basset, *J. Chem. Soc. London*, **111**, 620 (1917).
15. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 11 (1903).
16. Basset, *Zs. anorg. Chem.*, **53**, 34 (1907). Demontovich и Serubina, *Biochem. Zs.*, **163**, 464 (1925) определяли растворимость продукта $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ во многих растворителях. Хилл и Гендрикс (Hill и Hendricks, 1936) опубликовали кривые растворимости $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ в воде, содержащей $CaHPO_4$ и H_3PO_4 при 21, 25 и 50,7°.

39.2.1.2 **ФАРМАКОЛИТ** $CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$ PHARMACOLITE

Крист.[1] Моноклинная.

$a : b : c = 0{,}3883 : 1 : 0{,}4082$; β 114°32′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0512 : 0{,}3713 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}6929 : 2{,}8309 : 1$; μ 65°28′; p_0' 1,1556, q_0' 0,4082, x_0' 0,4564

Формы

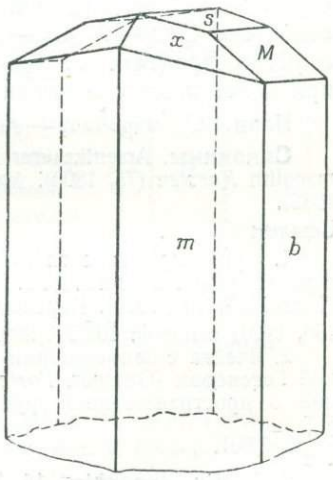
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	90°00′	90°00′	0°00′
m	110	70 32½	90 00	0°00′	70 32½	66 57	19 27½
x	011	48 11½	31 29	65 28	69 37½	20 22½	67 05½
s	$\bar{1}12$	—30 44½	13 21½	96 55½	78 33	33 16½	96 47

Менее обычные:

a 100 π 232 M $\bar{1}32$ d $\bar{2}32$

Структ. ячейка.[2] a_0 6,00 *kX*, b_0 15,40, c_0 6,29; β 114°47′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}389 : 1 : 0{,}408$. Ячейка содержит $Ca_4H_4(AsO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Тонкие шелковистые волокна или игольчатые пучки; также гроздевидный и сталактитоподобный. Редко небольшие кристаллы, уплощенные по {010} или игольчатые вдоль [001].



Яхимов.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Излом неровный. Гибкий в тонких пластинках. Тв. 2—2½. Уд. в. 2,53—2,73; 2,710±0,010 (искусств.);[3] 2,703 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Бесцветный, белый или сероватый. Хорошие кристаллы прозрачны.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)	
$X \wedge c$ $-29°$	1,583	Двуосн. отрицат. (−)
Y	1,589	$2V$ (Na) 79°24′ (измер.)
Z b	1,594	$r > v$

Хим.[5] Кислый водный арсенат кальция, $CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$.

	CaO	As_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	25,96	53,20	20,84		100,00	2,703
2.	23,90	50,54	23,80	1,85	100,09	2,535

1. $CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Санте-Мария на Майне, Эльзас.[6] Прочие: MgO 0,30, Fe_2O_3 0,35, P_2O_5 0,30, SiO_2 0,70.

Испытание. П. п. тр. в окислительном пламени плавится с разбуханием и превращается в белую эмаль. Легко растворяется в кислотах, но нерастворим в воде.

Местонахождение. Найден в умеренных количествах с другими арсенатами, за исключением гайдингерита, в окисленных частях мышьяковых месторождений. Впервые обнаружен в Виттихене, в Шварцвальде, Германия, где находится с гайдингеритом, росслеритом и вапплеритом. Также найден в Андреасберге в Гарце и некоторых других месторождениях Германии. В прекрасных, но мелких кристаллах в Яхимове, Чехия, и в Санте-Мария на Майне (Маркирх), Эльзас; в США с гайдингеритом в руднике Уайт-Кэйпс, Манхаттан, Невада, и отмечается с эритрином в руднике Олл-Коррект, каньон Сан-Габриэль, округ Лос-Анжелос, Калифорния.

Изменения. Быстро обезвоживается при 60°.[7]

Искусств. Получен осаждением из раствора хлорида кальция посредством осаждения кислым арсенатом натрия в присутствии избытка хлористоводородной кислоты[8] и различными другими путями. В системе $CaO — As_2O_5 — H_2O$ образуется при 17 и 40° из растворов с pH в пределах от 6,8—6,0 и 6,4—6,0; моногидрат образуется при более низком значении pH. Не образуется при 60° и выше.[9]

Назв. От φάρμακον — *яд*, из-за содержания мышьяка.

Синонимы. Arseniksaurer Kalk *Selb* (*Allg. J. Chem.*, **4**, 537, 1800). Pharmacolith *Karsten* (75, 1800). Arsenikblüthe *Werner*. Arsenicite *Beudant* (**2**, 593, 1832).

Ссылки

1. Ориентировка согласована со структурной ячейкой в соответствии с установкой гипса; см. *гипс*. Элементы перевычислены из Де Клуазо у Лакруа (Lacroix, **4**, 498, 1910). Переход от Де Клуазо и Гольдшмидта (Goldschmidt, **6**, 136, 1920) к новой: $10\bar{3}/030/200$. Формы из Гольдшмидта (Goldschmidt, 1920).

2. Ячейка с наименьшими размерами, вычисленными из ячейки, измеренной Госснером (Gossner, *Fortschr. Min.*, **21**, 34, 1937), который не дал сведений о пространственной группе симметрии. Переход от Госснера к новой $\frac{\bar{1}}{2}0\frac{\bar{1}}{2}/0\bar{1}0/001$.

3. Guerin, *Ann. chim.*, **16**, 101 (1941).

4. Dufet, *Bull. soc. min.*, **11**, 187 (1888), на искусственных кристаллах; Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **11**, 192 (1888).

5. Таблицы других анализов см. Hintze (**1** [4], 784, 1931).

6. Jannettaz, *Bull. soc. min.*, **11**, 212 (1888).
7. Guerin (1941), предположительно в моногидрат, гайдингерит.
8. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 18 (1903).
9. Гверин (Guerin, 1941), который изучил равновесие системы при 17, 40, 60 и 90°. Он показал, что высший метастабильный гидрат $CaHAsO_4$ образуется первым и изменяется в дигидрат или моногидрат в контакте с раствором, в зависимости от *p*H.

39.2.2 **ГАЙДИНГЕРИТ** $CaH(AsO_4)\cdot H_2O$ HAIDINGERITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\,2/m\,2/m$.

$a:b:c = 0{,}8391:1:0{,}4990$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}5947:0{,}8391:1$

$q_1:r_1:p_1 = 0{,}8391:1{,}6816:1$; $r_2:p_2:q_2 = 2{,}0040:1{,}1918:1$

Формы

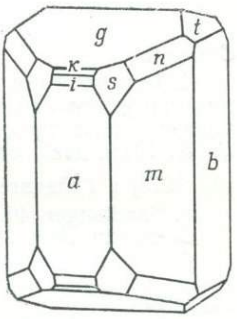
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
m	110	35 19½	90 00	90 00	54 40½	0 00	35 19½
t	011	0 00	40 00	40 00	90 00	90 00	50 00
g	102	90 00	16 33½	0 00	73 26½	73 26½	90 00
k	201	90 00	49 56½	0 00	40 03½	40 03½	90 00

Менее обычные:

i 401 *n* 542 *s* 421

Двойники {110}, редки.[2]

Облик. Тонкозернистый почковидный до волокнисто-скорлуповатого. Редко в кристаллах, изометрических до короткопризматических по [001] или [100].



Яхимов.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Режется; тонкие пластинки слегка гибки. Тв. 2—2½. Уд. в. 2,848, 2,962 ± 0,008 (искусств.).[3] Блеск стеклянный, приближающийся к алмазному, перламутровый на плоскостях спайности. Бесцветный, белый. Прозрачный в мелких кристаллах.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Яхимов)	
X b	1,590 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y a	1,602 ± 0,003	$2V$ 58 ± 3° (измер.)
Z c	1,638 ± 0,003	$r > v$, слабая

Хим. Кислый водный арсенат кальция, $CaH(AsO_4)\cdot H_2O$.

Ачал.

	CaO	As_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	28,32	58,03	13,65	100,00	
2.	28,39	57,52	14,32	100,23	2,848

1. $CaH(AsO_4)\cdot H_2O$. 2. Чехия.[5]

Испытание. Подобно фармаколиту.

Местонахождение. Найден с фармаколитом и другими арсенатами как продукт окисления мышьяковых руд. Впервые обнаружен в образцах из Яхимова, Чехия; также вблизи Виттихена в Шварцвальде, Германия, в сдвойникованных кристаллах. Упоминается из Шнееберга и Иоганнгеоргенштадта, Саксония. В США с фармаколитом и питтицитом в Уайт-Кэйпсе, Манхаттан, Невада.

Изменения. При нагревании теряет воду в несколько стадий, полностью обезвоживаясь, переходит в пироарсенат при 200°.[3]

Искусств. Может осаждаться кислым арсенатом натрия из растворов хлорида кальция в присутствии соляной кислоты в концентрациях бóльших, чем это необходимо для осаждения одного фармаколита.[6] Также известны Ba- и Sr-аналоги. В системе $CaO - As_2O_5 - H_2O$ возникает при температуре 60° или выше при *p*H в пределах от 6,0 до 2,4. При меньших концентрациях кислоты и более низкой температуре образуется фармаколит; при больших концентрациях кислоты — $CaHAsO_4$.[3]

Назв. По имени австрийского минералога Вильгельма Гайдингера (Wilhelm Haidinger, 1795—1871). *Turner* (*Edinburgh J. Sc.*, **6**, 317, 1827). [Не haidingerite *Бертье* (*Berthier, Ann. chim. phys.*, **35**, 351, 1827)].

Ссылки

1. Список форм из первоисточника и только по измерениям естественных кристаллов Гайдингера (Haidinger, *Edinburgh J. Sc.*, **3**, 302, 1825). Искусственные кристаллы, измеренные Шультеном (de Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 20, 1903), дали очень сходные результаты. Переход от Гольдшмидта (**4**, 105, 1918) к Гайдингеру: $100/010/00\,\frac{1}{2}$.

2. Sandberger, 407 (1885).

3. Guerin, *Ann. chim.*, **16**, 101 (1941).

4. Показатели преломления и 2*v* из Ларсена (Larsen, 82, 1921) на кристаллах из Яхимова, Чехия, ориентировка из Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **11**, 195 (1888).

5. Turner, *Edinburgh J. Sc.*, **3**, 308 (1925).

6. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 18 (1903).

39.2.3 **НЬЮБЕРИИТ** $MgH(PO_4)\cdot 3H_2O$ NEWBERYITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\,2/m\,2/m$.

$a : b : c = 0{,}9548 : 1 : 0{,}9360$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9803 : 0{,}9360 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9548 : 1{,}0201 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}0684 : 1{,}0473 : 1$

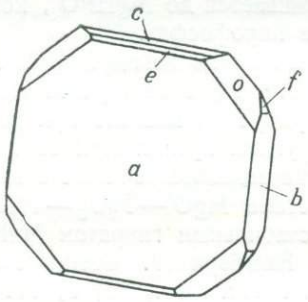
Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
f	021	0 00	61 53$^1/_2$	61 53$^1/_2$	90 00	90 00	28 06$^1/_2$
e	102	90 00	26 06$^1/_2$	0 00	63 53$^1/_2$	63 53$^1/_2$	90 00
o	111	46 19$^1/_2$	53 35	43 06$^1/_2$	54 24$^1/_2$	45 34	56 14$^1/_2$

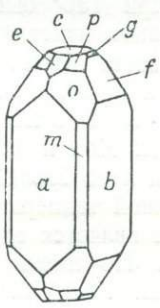
Менее обычные:

m 110	*n* 750	*l* 210	*d* 101	*p* 112	*r* 211
t 430	*v* 320	*g* 011	*q* 302	*h* 223	*s* 722

Облик. Кристаллы изометрические, коротко призматические вдоль [001] или таблитчатые по {100}; также таблитчатые по {010} или дипирамидальные по {111} у искусственных кристаллов.



Балларат.



Мехильонес.

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {001} несовершенная. Тв. 3—3$^1/_2$. Уд. в. 2,10 (Мехильонес), 2,123 (искусств.).[2] Блеск стеклянный. Бесцветный. Прозрачный.

Опт.[3] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n*	
X a	1,514 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,517 ± 0,003	$2V$ 44°46′
Z c	1,533 ± 0,003	$r < v$, заметная

Хим. Кислый водный фосфат магния, $MgH(PO_4) \cdot 3H_2O$.

Анал.

	MgO	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.	23,12	40,72	36,16		100,00
2.	22,37	40,73	[35,84]	1,06	[100,00]

1. $MgH(PO_4) \cdot 3H_2O$. Скиптон-Кэйвс, близ Балларата, Виктория.[4] Прочие: Fe_2O_3 0,85, Mn_2O_3 0,21.

Испытание. Почти не растворяется в холодной воде; легко растворим в разбавленной хлористоводородной кислоте.

Местонахождение. Впервые найден в Скиптон-Кэйвсе, близ Балларата, Виктория, где встречается в больших ($2^1/_2$ *см* в поперечнике) кристаллах с ганниитом, в гуано летучих мышей. Найден в мелких сетчатых кристаллах, сходных с цеолитом в пустотах в базальтах, заполненных гуано летучих мышей на острове Реюньон. С коллофаном в базальтах на верхних стенках каверн на острове Вознесения, Южная Атлантика. В прозрачных, сильно искаженных кристаллах в трещинах в гуано, Мехильонес, Чили. Анализ нечистого фосфата магния в бивнях мамонта, найденных в замерзшей грязи болот близ Даусона, Территория Юкон, Канада, был интерпретирован[9] как смесь ньюберриита, струвита и магнезита.

Изменения. Некоторые разности при экспозиции на свету становятся пятнистыми, но это может быть вследствие включений примесей. При 130° быстро[5] обезвоживается до $MgHPO_4$, который при прокаливании изменяется дальше в пирофосфат.

Искусств. Может образовываться путем дегидратации $MgHPO_4 \cdot 7H_2O$ при обычной температуре.[5] Кристаллизуется из раствора $MgHPO_4 \cdot 7H_2O$ в 25-процентной уксусной кислоте при выпаривании на водяной бане и различными другими путями при температуре от комнатной и до 150° С.[6] Может кристаллизоваться вместе со струвитом при обычной температуре.[7] В системе $MgO - P_2O_5 - H_2O$ при 25° тригидрат является единственным стабильным гидратом $MgHPO_4$.[8]

Назв. По имени Дж. Космо Ньюбери (J. Cosmo Newbery) из Мельбурна. *Vom Rath* (*Ber. Niederrhein. Ges.*, **36**, 5, 1879).

Ссылки

1. Элементы и список форм Schmidt, *Zs. Kr.*, **7**, 26 (1882).
2. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 24 (1903).
3. Показатели преломления по Ларсену (Larsen, 115, 1921), ориентировка и $2V$ из Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **2**, 82 (1879), оба на материале из Скиптон-Кэйвса. См. также Schmidt, 1882; Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **2**, 82 (1879); Richards, *Am. Min.*, **13**, 397 (1928).
4. MacIvor, *Chem. News*, **55**, 216 (1887).
5. Hägele и Machatschki, *Cbl. Min.*, 297 (1939).
6. De Schulten (1903).
7. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 95 (1903).
8. Cameron и Bell, *J. Phys. Chem.*, **11**, 313 (1907).
9. Hoffman, *Am. J. Sc.*, **11**, 149 (1901).

39.2.4 **Форбезит** Forbesite

Двуосновной водный арсенат никеля и кобальта. Радиально волокнистые корки. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. 3,13.[1] Цвет серовато-белый. Блеск матовый до шелковистого или смолистого. Водный арсенат никеля и кобальта с неустановленной формулой, возможно, $H(Ni, Co) \cdot (AsO_4) \cdot 3^1/_2 H_2O$ с отношением $Ni : Co = 2 : 1$.

Анал.

	1	2
NiO	19,02	19,71
CoO	9,54	9,24
As_2O_5	43,91	44,05
H_2O	27,53	26,98
Сумма	100,00	99,98

1. $H(Ni, Co)(AsO_4)\cdot 3\frac{1}{2}H_2O$, с Ni:Co=2:1. 2. Чили.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом, в окислительном пламени превращается в магнитный шарик. В закр. тр. выделяет воду и темнеет.

Местонахождение. Как продукт изменения хлоантита (?) в разложенных основных изверженных породах на руднике приблизительно в 30 *км* к западу от Фламенко, в пустыне Атакама, Чили.

Искусств.[2] Возможно, изоструктурен с искусственной солью $MnH(PO_4)\cdot 3H_2O$.

Назв. По имени Давида Форбеса (David Forbes, 1825—1876), английского химика и геолога.

Нуждается в уточнении.

Синонимы. Hydrous Bibasic Arsenate of Nickel and Cobalt *Forbes* (*Phil. Mag.*, **25**, 103, 1863). Forbesit *Kenngot* (46, 1868).

Ссылки

1. Наивысшие величины 3,134, 3,069, 3,054 отмечены у Форбеса (Forbes, 1863).
2. Mellor (**12**, 450, 1932).

39.2.5 ГРУППА РОССЛЕРИТА

39.2.5.1 РОССЛЕРИТ $MgH(AsO_4)\cdot 7H_2O$ ROESSLERITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a:b:c = 0{,}4473:1:0{,}2598$; $\beta\ 94°26'$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}5808:0{,}2590:1$

$r_2:p_2:q_2 = 3{,}8607:2{,}2423:1$; $\mu\ 85°34'$, $p'_0\ 0{,}5826$, $q'_0\ 0{,}2598$, $x'_0\ 0{,}0775$

Формы (На искусственных кристаллах)[2] b 010, m 110, l 120, d 011, t 031, w 111, o $\bar{1}11$, N 131; (на „вапплерите“ = росслерите?)[3] a 100, n 210, o 411, p 211, w $\bar{4}11$, π $\bar{2}11$, g 231, e 251, γ $\bar{2}31$, а также b, m, l, d, t, W, o, N.

Облик. В тонкозернистых корках, иногда волосовидный. Редко в хороших мелких и короткопризматических по [001] кристаллах. Искусственные кристаллы таблитчаты по {010}.

Физ. Спайность по {111} несовершенная. Тв. 2—3. Уд. в. 1,943 (искусств.).[4] Блеск стеклянный до матового. Бесцветный до белого, иногда слабо окрашен примесями. Прозрачный.

Опт.[5] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
$X \wedge c$ 14°	1,525 ± 0,005	Двуосн. положит. (+)
Y	1,53 ± 0,01	$2V$ небольшой
Z b	1,550 ± 0,005	

Хим. Кислый водный арсенат магния, $MgH(AsO_4) \cdot 7H_2O$.

Анал.

	MgO	As_2O_5	H_2O	Сумма
1.	13,88	39,58	46,54	100,00
2.	14,22	40,16	45,62	100,00

1. $MgH(AsO_4) \cdot 7H_2O$. 2. Бибер, близ Ганау, Германия.[6] Вода определена по разности, включает следы CoO.

Испытание. Быстро растворяется в разбавленной соляной кислоте; слегка растворим в воде.

Местонахождение. Вторичный минерал, найденный с другими арсенатами в окисленной зоне мышьяковых месторождений. Впервые отмечен в Бибере, близ Ганау, Германия, где он встречается с фармаколитом и эритрином; в руднике София близ Виттихена и в большом изобилии с гайдингеритом и эритрином; в руднике Вольфганг, близ Алпирбаха в Шварцвальде; в Яхимове, Чехия, в выветрелых (частично обезвоженных) кристаллах с фармаколитом и гайдингеритом; также в кристаллах, описанных как вапплерит.

Изменения. Природные кристаллы теряют воду при пребывании на воздухе и становятся белыми и матовыми.[7] Искусственные кристаллы на воздухе являются стабильными.[2]

Искусств.[4] Искусственный росслерит осаждается вместе с $MgNH_4AsO_4 \cdot 6H_2O$ (арсенат, аналогичный струвиту) из кислых растворов двунатриевого арсената и сульфата аммония посредством растворения сульфата магния. При более высокой концентрации кислоты образуется один росслерит. Из раствора хлористых магния и кальция росслерит может кристаллизоваться вместе с фармаколитом, повторяя парагенезис Яхимова.

Назв. По имени Карла Росслера (Karl Rössler), Ганау, Германия. *Blum* (*Wett. Ges, Hanau*, 32, 1861).

ВАППЛЕРИТ, Wapplerite. *Frenzel* (*Min. Mitt.*, 279, 1874). Первоначально описан как водный арсенат кальция и магния. Вероятно, является смесью фармаколита и росслерита.[8] Измерение кристалла, предположительно триклинного вапплерита было сделано, очевидно, на росслерите.[4]

Ссылки

1. Элементы для искусственных кристаллов Haushofer, *Zs. Kr.*, **7**, 259 (1882). Измерения на предполагаемом выветрелом росслерите (Tschermak, *Ak. Wien, Ber.*, **56**, 824, 1867) дали различные элементы. Кристаллы так называемого *вапплерита*, измеренные Шрауфом (Schrauf, *Zs. Kr.*, **4**, 277, 1880) и описанные как триклинные с γ и α, уклоняющимися соответственно только на $10\frac{1}{2}'$ и 14′ от 90°, были исследованы Шультеном (de Schulten, *Bull. soc.*

min., **26**, 99, 95, 1903) и оказались россленитом. Если это принять во внимание, то элементы естественного россленита будут $a:b:c = 0{,}4504:1:0{,}2616$, β 95°20′.

2. Haushofer (1882).

3. Schrauf (1880).

4. De Schulten (1903).

5. Larsen, 156 (1921), на волокнистых образцах из Яхимова, Чехия, отнесенных к вапплериту. Ориентировка Хаусгофера (Haushofer, 1882).

6. Анал. Дельффса (Delffs) у Блюма (Blum, 1861).

7. Блюм (Blum, 1861), который отметил расщепление естественных кристаллов, сопровождающее дегидратацию, и Чермак (Tschermak, 1867), обративший внимание на то, что частично дегидратированные кристаллы имеют состав, соответствующий $MgHAsO_4 \cdot 4H_2O$. Такой гидрат не был отмечен другими исследователями.

8. De Schulten (1903); Friedrich и Robitsch, *Cbl. Min.*, 142 (1939).

39.2.5.2 **ФОСФОРРОССЛЕРИТ** $MgH(PO_4) \cdot 7H_2O$
PHOSPHORROESSLERITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a:b:c = 0{,}4455:1:0{,}2602$; β 94°56′; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}5841:0{,}2592:1$

$r_2:p_2:q_2 = 3{,}8575:2{,}2530:1$; μ 85°04′; p_0' 0,5862, q_0' 0,2602, x_0' 0,0863

Формы

	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b 010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
p 110	66 04	90 00	0°00′	66 04	85 29½	23 56
r 011	41 58	42 02	85 04	78 51½	11 08½	50 08

Менее обычные:

a 100 l 140 g 120 w 111 o 111

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $A2/a$. a_0 11,35 kX, b_0 25,36, c_0 6,60; β 95°; $a_0:b_0:c_0 = 0{,}4475:1:0{,}2605$. Ячейка содержит $Mg_8H_8(PO_4)_8 \cdot 56H_2O$.

Облик. Кристаллы изометрические или короткопризматические по [100], также скелетные или образуют корки.

Физ. Излом раковистый. Тв. 2½. Уд. в. 1,725 ± 0,004, 1,728 (искусств.);[3] 1,717 (вычисл.). Блеск стеклянный в свежем состоянии, матовый из-за потери воды. Редко прозрачный, чаще желтоватый, вследствие включений окислов железа и органического вещества.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X b	1,477	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,485	$2V$ 38°10′ (измер.)
$Z \wedge c$ +6½°	1,486	$r > v$

Хим. Кислый водный фосфат магния, $MgH(PO_4) \cdot 7H_2O$. Изоструктурен и, вероятно, изоморфен с россленитом.

Анал.

	MgO	P_2O_5	H_2O	Нераств. ост.	Сумма	Уд. в.
1.	16,36	28,81	54,83		100,00	1,707
2.	16,28	28,07	54,51	0,08	98,94	1,725

1. $MgH(PO_4)\cdot 7H_2O$. 2. Шеллгаден, Австрия.

Местонахождение. Найден в холодных (10°), сырых отвалах заброшенного рудника близ Шеллгаден, провинция Зальцбург, Австрия.

Изменение. Естественные кристаллы, в той или иной мере обезвоживаясь, дают псевдоморфозы гидратов с меньшим содержанием воды в сухих участках рудников и теряют воду на сухом воздухе. Искусственные кристаллы устойчивы в контакте с маточным раствором при комнатной температуре, но, будучи выставлены на воздух при той же температуре, изменяются в тригидрат [4] за несколько дней.

Искусств. Кристаллизуется в иголочках по [010] с формами {010}, {120}, {140} и $\{\bar{1}11\}$, когда из раствора сульфата магния осаждается ионами фосфата при комнатной температуре. [5] В системе $MgO—P_2O_5—H_2O$, $MgHPO_4\cdot 7H_2O$ не возникает до 25°. [6]

Назв. По отношению к минералу росслериту, который аналогичен этому фосфату. *Friedrich* и *Robitsch* (*Cbl. Min.*, 142, 1939).

Ссылки

1. Friedrich и Robitsch (1939). Элементы близко совпадают с элементами из измерений искусственных кристаллов Хаусгофера (Haushofer, *Zs. Kr.*, **7**, 259, 1882), исправленных Хегелем и Махачки (Hägele и Machatschki, *Cbl. Min.*, 297, 1939) [$a:b:c = 0{,}4451:1:0{,}2577$, β 94°18′].
2. Hägele и Machatschki (1939).
3. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 99 (1903).
4. Хегеле и Махачки (Hägele и Machatschki, 1939), которые установили идентичность измененного продукта рентгенометрическим методом.
5. Hägele и Machatschki (1939).
6. Cameron и Bell, *J. Phys., Chem.*, **11**, 363 (1907).

40 ВОДНЫЕ НОРМАЛЬНЫЕ ФОСФАТЫ И ДР.

ТИП 1. $AB(XO_4) \cdot xH_2O$

40.1.1 СТРУВИТ $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$ STRUVITE

Крист.[1] Ромбическая; пирамидальный — $m\,m\,2$.

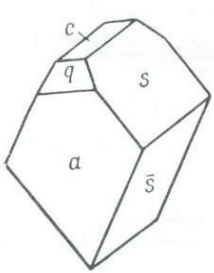
$a : b : c = 0{,}8827 : 1 : 1{,}6102$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}8242 : 1{,}6102 : 1$

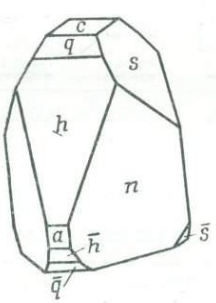
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}8827 : 0{,}5482 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}6210 : 1{,}1329 : 1$

Формы[2]

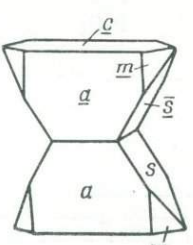
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
a	100	90°00′	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
m	110	48 34	90 00	90 00	41 26	0 00	48 34
w	013	0 00	28 13½	28 13½	90 00	90 00	61 46½
s	011	0 00	58 09½	58 09½	90 00	90 00	31 50½
q	102	90 00	42 22	0 00	47 38	47 38	90 00
h	101	90 00	61 16	0 00	28 44	28 44	90 00
k	201	90 00	74 40½	0 00	15 19½	15 19½	90 00
t	111	48 34	67 39½	58 09½	46 06	28 44	52 15½

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $Pmc2$. a_0 6,09 *kX*, b_0 6,97, c_0 11,18; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}874 : 1 : 1{,}604$. Содержит $Mg_2(NH_4)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot 12H_2O$.





Балларат.



Брауншвейг.

Облик. Весьма изменчив: изометрический, клиновидный, вследствие значительного и неравномерного развития {101} и {10$\bar{1}$}, или гробовидный при рассмотрении вдоль [100]; короткопризматический по [001],

[010] или [100]; толстотаблитчатый по {100}. Расположение пирамидальных и наклонных граней часто неправильно. Обычно встречается в виде отдельных кристаллов размерами примерно до 25 *см*, явно гемиморфного облика.

Двойники. По {001}, причем острые концы [001] соединяются в общей для обоих кристаллов плоскости {001} с глубокими входящими углами.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {100} несовершенная. Хрупкий. Излом полураковистый до неровного. Тв. 2. Уд. в. 1,714;[4] 1,705 (вычисл.). Блеск стеклянный. Бесцветный; иногда слегка желтоватый или коричневый вследствие примесей; при потере воды становится белым и матово-белым. Прозрачный до просвечивающего. Безвкусный, хотя слегка растворим. Пироэлектричен.[5] Пьезоэлектричен. Фигуры травления согласуются с пирамидальной симметрией.[6]

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)[7]	
X b	1,495	Двуосн. положит. (+)
Y c	1,496	$2V$ 37°22′ (измер.)
Z a	1,504	$r < v$, сильная

Хим. Шестиводный фосфат магния и аммония, $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$. Небольшое количество Mg замещено Mn'' и Fe''.

Анал.[8]

	1	2	3	4	5
MgO	16,43	16,57	16,07	13,15	13,46
MnO		следы	0,16	2,01	1,12
FeO		0,95	0,81	2,22	3,06
$(NH_4)_2O$	10,61	54,49	10,57	53,64	53,76
H_2O	44,04		43,57		
P_2O_5	28,92	28,81	28,82	28,05	28,56
Сумма	100,00	100,82	100,00	99,07	99,96

1. $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$. 2. Скиптон-Кэйвс, Виктория.[9] 3. Скиптон-Кэйвс.[10] 4. Гамбург, Германия.[11] Почти бесцветный. 5. Гамбург.[11] Янтарного цвета.

Испытание. В закр. тр. теряет воду и аммиак и становится непрозрачным. Легко растворяется в кислотах, очень незначительно растворяется в воде (0,05 *г* в 100 *мл* H_2O при 20°).

Местонахождение. Образуется при взаимодействии растворов магния с аммиачными растворами фосфатов. Встречается в залежах гуано и в навозе, в гниющих веществах[12] и в консервированных пищевых продуктах,[13] образуется при воздействии бактерий на различные органические вещества.[14] Содержится также и в осадке

человеческой мочи и в виде камней в почках и мочевом пузыре при щелочной и зараженной моче.[15] Впервые найден в природе под старой церковью в Гамбурге, Германия, в пласте торфа под органическими отложениями, а также в залежах навоза у Гомбурга около Хёе.[16] В Лимфиорде, Дания, в осадке, богатом органическими остатками.[17] В гуано у Салдана-Бей, Капская область, Южная Африка, и в пещерном гуано летучих мышей в Скиптон-Кэйвсе, юго-западнее Балларата, Виктория, Австралия. С ньюбериитом в зубе мамонта из Кварц-Крика, близ Даусона, Юкон.[18] С брушитом в пещерах острова Регоньон.

Искусств.[19] Широко известный лабораторный продукт, образующийся в виде осадка при аналитическом определении магния или фосфора. Получается в виде крупных кристаллов при медленной реакции раствора сульфата магния с кислым раствором фосфата аммония.

Изменения. В теплой сухой атмосфере становится белым и порошкообразным.

Назв. По имени Струве (1772—1851), русского дипломата.

Синонимы. Struveit *Ulex* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **3**, 32, 1845; *Ann. Phys.*, **58**, 99, 1846; **66**, 41, 1848). Guanite *Teschemacher* (*Phil. Mag.*, **28**, 546, 1846). *Медиц.*: „Triple-phosphate".

Ссылки

1. Углы по Задебеку (Sadebeck, *Min. Mitt.*, 113, 1887), в установке, соответствующей структурной ячейке. Переход от Задебека (Sadebeck, 1887) и Дэна (Dana, 806, 1892) к новой: $0\frac{1}{2}0/\bar{1}00/001$. Принятая здесь установка ранее использовалась Гольдшмидтом (Goldschmidt, **3**, 167, 1890) и Гаусманном (Hausmann, 1847). Переход от Гольдшмидта (Goldschmidt, **8**, 95, 1922) к новой: $\bar{1}00/001/010$.
2. Goldschmidt (1922). Менее обычные и редкие: *b* 010, *x* 057, μ 031, *i* 105, β 801, *r* 113, *n* 120.
3. Wolfe, личн. сообщ. (1946), методом Вайссенберга.
4. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 95 (1903).
5. Kalkowsky, *Zs. Kr.*, **11**, 1 (1886).
6. Sadebeck (1877).
7. Bøggild, *Medd. Dansk. Geol. For.*, **13**, 25 (1907).
8. О дополнительных анализах см. Hintze (**1** [4A], 1201, 1933).
9. Pittman, *Contrib. Min. Victoria*, 56 (1870).
10. MacIvor, *Chem. News*, **55**, 215 (1887).
11. Ulex, *Jb. Min.*, 51 (1851).
12. Porter, *Am. Min.*, **9**, 93 (1924); Arzruni, *Zs. Kr.*, **18**, 60 (1890).
13. Palache, *Am. Min.*, **8**, 72 (1923); Ayres, *Am. Min.*, **27**, 387 (1942).
14. Robinson, *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, **6**, 360 (1889).
15. Frondel и Prien, *J. Urology*, **57**, 970 (1947).
16. Kalkowsky (1886)
17. Bøggild (1917).
18. Hoffmann, *Am. J. Sc.*, **11**, 149 (1901).
19. Mellor (**4**, 384, 1923).

ТИП 2. $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

40.2.1 ДИККИНСОНИТ $Na_6(Mn, Fe, Ca, Mg)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$
DICKINSONITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 1{,}6784 : 1 : 2{,}4814$; β 104°41′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}4784 : 2{,}4004 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}4166 : 0{,}6159 : 1$; μ 75°19′;

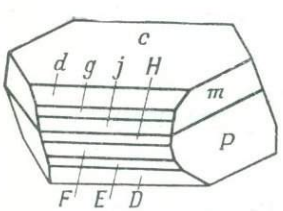
p_0' 1,5284, q_0' 2,4814, x_0' 0,2620

Формы

	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c 001	90°00′	14°41′	75°19′	90°00′	.....	75°19′
b 010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
m 110	31 38	90 00	0 00	31 38	82 21½	58 22
d 102	90 00	45 44½	44 15½	90 00	31 03½	44 15½
g 302	90 00	68 37½	21 22½	90 00	53 56½	21 22½
j 401	90 00	81 05	8 55	90 00	66 24	8 55
D $\bar{1}02$	—90 00	26 40	116 40	90 00	41 21	116 40
E $\bar{3}04$	—90 00	41 29	131 29	90 00	56 10	131 29
F $\bar{1}01$	—90 00	51 42	141 42	90 00	66 23	141 42
H $\bar{2}01$	—90 00	70 18½	160 18½	90 00	84 59½	160 18½
p 111	35 48½	71 54	29 11	39 34½	63 48	56 12½
P $\bar{1}11$	—27 02½	70 15½	141 42	33 02	77 23	115 20

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $C2/c$. a_0 16,70 *kX*, b_0 9,95, c_0 24,69; [β 104°41′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}695 : 1 : 2{,}507$. Содержит $H_8Na_{24}(MnFe)_{56}(PO_4)_{48} \cdot 4H_2O$.

Облик. Таблитчатый по {001} и нередко псевдоромбического габитуса. На {001} треугольная штриховка. Обычно листоватый до слюдистого, но также изогнутый тонкослоистый, лучистый, звездчатый; в виде рассеянных чешуек.



Поланд, Мэн.

Физ. Спайность по {001} совершенная, почти как у слюды. Излом неровный. Очень хрупкий. Тв. 3½—4. Уд. в. 3,41 (Бранчвилл),[3] 3,38 (Поланд, Мэн);[3] 3,42 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности отчасти перламутровый. Цвет темный желто-зеленый до оливково-зеленого, травянисто-зеленый (особенно у массивных разновидностей); также желтовато-зеленый до коричневато-зеленого. Черта почти белая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете зеленый.

Ориентировка	*n* (Мэн)[7]	*n* (Бранчвилл)[4]	Плеохроизм	
X b	1,648 ± 0,003	1,658 ± 0,003	Бледный оливково-зеленый	Двуосн. положит. (+)
Y∧*c* ~+15°	1,655 ± 0,003	1,662 ± 0,003	Более бледный оливково-зеленый	*r* > *v*, довольно сильная
Z	1,662 ± 0,003	1,671 ± 0,003	Очень бледный желтовато-зеленый	
2*V*	Около 90°	Умеренный		

Хим. Кислый водный фосфат натрия и марганца, $H_2Na_6(Mn, Fe, Ca, Mg)_{14}(PO_4)_{12} \cdot H_2O$[2]. Двухвалентное железо, кальций и магний замещают Mn с отношением Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 1,17 : 4,86 : 12,7, в соответствии с анал. 4.

Анал.

	1	2	3	4
Li_2O		0,17	0,22	0,20
Na_2O	9,14	7,46	7,37	7,41
K_2O		1,52	1,80	1,73
CaO	1,96	2,15	2,09	2,01
MgO	1,65			1,67
FeO	12,18	13,25	12,96	12,33
MnO	31,42	31,58	31,83	31,83
P_2O_5	41,88	39,57	40,89	40,78
H_2O	1,77	1,65	1,63	1,82
Нераств. ост.		2,58	0,82	1,00
Сумма	100,00	99,93	99,61	100,78
Уд. в.	3,42			3,266

1. $H_2Na_6(Mn, Fe, Ca, Mg)_{14}(PO_4)_{12} \cdot H_2O$ с Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 1,17 : 4,86 : 12,7. 2,3. Бранчвилл.[5] 4. Поланд, Мэн.[6]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. выделяет немного воды, первые порции которой нейтральны, последние — слабо кислые. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. В пегматите Бранчвилла, округ Фэрфилд, Коннектикут, вместе с эосфоритом, триплоидитом, литиофилитом, родохрозитом, реддингитом, файрфилдитом. Позднее найден в пегматите карьера Берри, близ Поланд, штат Мэн, в той же ассоциации, что и в Бранчвилле. Отмечается в Портланде, Коннектикут, с литиофилитом.

Изменения. В файрфилдит (Мэн).

Назв. По имени священника Вильяма Диккинсона (William Dickenson), основателя Реддинга, Коннектикут, который впервые обратил внимание на редкие минералы месторождения и коллекционировал их. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **16**, 114, 1878).

Ссылки

1. Углы по Вольфу (Wolfe, *Am. Min.*, **26**, 339, 1941), на материале из Поланда, штат Мэн, в установке, соответствующей структурной ячейке.

Переход от Бруша и Дэна (Dana, 1878) к новой: $\bar{1}00/010/102$. Первоначальные бранчвиллские кристаллы Бруша и Дэна были плохого качества и между их углами и углами, полученными в настоящее время, нет полного соответствия.

2. Wolfe (1941).

3. Wolfe (1941); несколько меньшие значения приводятся Брушем и Дэна (Brush и Dana, 1878) и Берманом и Гонье (Berman и Gonyer, *Am. Min.*, **15**, 375, 1930).

4. Larsen (68, 1921).

5. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, *Am. J. Sc.*, **39**, 213, 1890). Более ранний анализ, сделанный на загрязненном материале, приводится Пенфильдом (Penfield) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1878).

6. Анал. Гонье (Gonyer) у Бермана и Гонье (Berman и Gonyer, 1930).

7. Berman и Gonyer (1930).

40.2.2 **ФИЛЛОВИТ** $Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$ (?)
FILLOWITE

Крист.[1] Моноклинная.

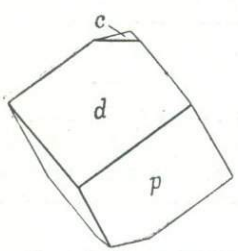
$a : b : c = 1{,}7303 : 1 : 1{,}4190$; β 90°09′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8201 : 1{,}4190 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}7047 : 0{,}5779 : 1$; μ 89°51′;

p_0' 0,8201, q_0' 1,4190, x_0' 0,0026

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°09′	89°51′	90°00′	.....	89°51′
d	201	90 00	58 40	31 20	90 00	53°31′	31 20
p	$\bar{1}11$	—29 57	58 35½	129 16	42 18½	58 40	115 13



Облик. Псевдоромбоэдрический. В зернистых кристаллических скоплениях.

Физ. Спайность по {001} почти совершенная. Излом неровный. Хрупкий. Тв: 4½. Уд. в. 3,43. Блеск восковой до жирного. Цвет восково-желтый, желтоватый до красновато-коричневого, бесцветный. Черта белая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный до желтого.

Ориентировка	n	
$X \sim c$	1,672 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y	1,672 ± 0,003	$2V$ малый
Z	1,676 ± 0,003	$r < v$, (сильная ?)

Хим. Кислый водный фосфат натрия, марганца, двухвалентного железа и кальция, $Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$. Ca : Fe : Mn = = 1 : 1,77 : 7,6, в соответствии с анал. 2. Точная формула, однако, не определена. В таком виде, как она дана здесь, формула отличается от формулы диккинсонита только отношением двухвалентных катионов.

Анал.	1	2	3
Na_2O	9,08	5,74	5,44
Li_2O		0,06	0,07
CaO	3,69	4,08	3,63
FeO	8,38	9,33	9,69
MnO	35,52	39,42	39,58
P_2O_5	41,57	39,10	39,68
H_2O	1,76	1,66	1,58
Кварц		0,88	1,02
Сумма	100,00	100,27	100,69

1. $Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}H_2(PO_4)_{12}\cdot H_2O$ с отношением Ca : Fe : Mn = 1 : 1,77 : 7,6. 2. Бранчвилл.[3] Среднее из двух. 3. Бранчвилл.[4]

Испытание. П. п. тр. плавкость $1^1/_2$, при плавлении вспучивается и переходит в черную слабо магнитную массу, на мгновение окрашивая пламя в бледнозеленый, а затем в интенсивный желтый цвет. В закр. тр. выделяет немного нейтральной воды. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. В пегматите в Бранчвилле, округ Фэрфилд, Коннектикут, вместе с триплоидитом, файрфилдитом и реддингитом.

Назв. По имени А. Н. Филлоу (A. N. Fillow) из Бранчвилла, который открыл и начал эксплуатировать бранчвиллские пегматиты и первый собирал редкие марганцовые фосфаты, благодаря которым месторождение и приобрело известность. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **17**, 363, 1879; *Zs. Kr.*, **3**, 578, 1879).

Ссылки

1. Элементы по Брушу и Дэна (Brush и Dana, 1879). Относительно морфологического сходства с диккинсонитом см. Dana (810, 1892).
2. Larsen (75, 1921).
3. Анал. Пенфильда (Penfield) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1879).
4. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, *Am. J. Sc.*, **39**, 215, 1890).

40.2.3 ГРУППА ФАЙРФИЛДИТА

40.2.3.1 **ФАЙРФИЛДИТ** $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2\cdot 2H_2O$ FAIRFIELDITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}8791 : 1 : 0{,}8331$; α 102°05′, β 108°42$^1/_2$′, γ 90°05′

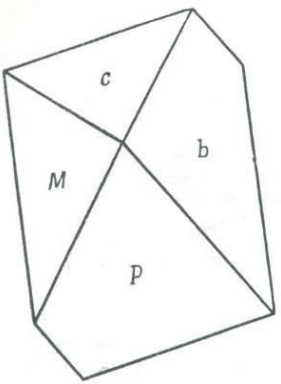
$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9266 : 0{,}7891 : 1$; λ 77°12′, μ 70°50′, ν 85°45′

p_0' 1,0032, q_0' 0,8543, x_0' 0,3386, y_0' 0,2399

Формы[2]

		φ	ρ	A	B	C	M
c	001	54°41′	22°32′	70°50′	77°12′	.....	83°39$^1/_2$′
b	010	0 00	90 00	85 45	.....	77°12′	127 56$^1/_2$
a	100	85 45	90 00	.....	85 45	70 50	42 11$^1/_2$
M	$\bar{1}10$	127 56$^1/_2$	90 00	42 11$^1/_2$	127 56$^1/_2$	83 39$^1/_2$	.....
P	$\bar{1}\bar{1}1$	−136 08$^1/_2$	43 41$^1/_2$	120 56$^1/_2$	119 52	65 55$^1/_2$	94 04

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 5,77 *kX*, b_0 6,56, c_0 5,47; α 102°05′, β 108°42′, γ 90°05½′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}8791 : 1 : 0{,}8331$. Содержит $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$.



Букфилд.

Облик. Призматические до изометрических кристаллы, часто сложные. Обычно в листоватых до тонкослоистых кристаллических агрегатах; иногда похожи на гипс; изредка изогнутые листоватые или волокнистые; в радиально-лучистых массах.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {010} средняя, по {1$\bar{1}$0} ясная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 3½. Уд. в. 3,08 (Бранчвилл); [4] 3,09 (вычисл.). Блеск перламутровый до почти алмазного; на плоскостях совершенной спайности {001} алмазный, похожий на гипс. Цвет белый; также зеленовато-белый, бледный соломенно-желтый, розовато-оранжево-желтый. Черта белая. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	Ориентировка [3] φ	ρ	*n* (Бранчвилл) [5]	*n* (Поланд, [6] анал. [5])	*n* (Букфилд, [7] анал. [6])	
X	120°	60°	1,636 ± 0,003	1,640 ± 0,002	1,633	Двуосн. положит. (+)
Y	−102	36	1,644 ± 0,003	1,650 ± 0,002	1,641	$r > v$, умеренная
Z	18	69	1,654 ± 0,003	1,660 ± 0,002	1,652	
2*V*			Очень большой	86 ± 1° (измер.)		

Хим. Водный фосфат кальция и двухвалентного марганца, $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Fe″ замещает Mn″ с отношением Fe : Mn = 1 : 1,8, в соответствии с анал. 3.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
Na_2O		0,73	0,30		0,41	
K_2O		0,13				
CaO	31,03	28,85	30,76	30,02	30,85	29,77
FeO	7,10	5,62	7,00	3,42	4,75	1,00
MnO	12,62	15,55	12,40	17,40	14,82	19,68
P_2O_5	39,28	38,39	39,62	[37,69]	39,55	37,79
H_2O	9,97	9,98	9,67	9,81	9,70	9,94
Нераств. ост.		1,31	0,55	1,66	0,50	1,07
Сумма	100,00	100,56	100,30	[100,00]	100,58	99,25
Уд. в.	3,09	3,15		3,07	3,016	

1. $Ca_2(Mn, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$, с Fe : Mn = 1 : 1,8. 2,3. Бранчвилл; [9] № 2 прозрачный и блестящий; № 3 рыхлый и более тусклый. 4. Бранчвилл. [10] 5. Поланд, Мэн. [11] 6. Букфилд, Мэн. [12]

Испытание. П. п. тр. обгорает, чернеет и плавится немного выше 4 в темную желтовато-коричневую массу. В закр. тр. выделяет немного нейтральной воды; окрашивается сначала в желтый, затем в темнокоричневый цвет и становится магнитным. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Первоначально в Бранчвилле, округ Фэрфилд, Коннектикут, в пегматите вместе с эосфоритом, триплоидитом, диккинсонитом, реддингитом, филловитом и литиофилитом. С дюфренитом и измененным трифилитом в пегматите в Хюнеркобеле, близ Рабенштейна, Бавария (*лейкоманганит*, *leucomanganite*). С родохрозитом, эосфоритом, реддингитом и другими марганцовыми фосфатами в карьере Берри, Поланд, Мэн; также в Букфилде, Мэн.

Изменения. Окисляется до белых или зеленоватых продуктов; [13] встречается как продукт изменения диккинсонита и в виде псевдоморфоз по родохрозиту.

Назв. По названию округа, где расположено первое месторождение. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **17**, 359, 1879).

Синоним. Leucomanganit *Sandberger* (*J. Min.*, 370, 1879; I, 185, 1885).

Ссылки

1. Элементы Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 748, 1940), в соответствии со структурной ячейкой. Первоначальные бранчвиллские кристаллы Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1879) и описанные позднее кристаллы из других месторождений обладают слишком плохим качеством, чтобы можно было получить на них удовлетворительные морфологические данные. Переход от приблизительных элементов Бруша и Дэна к новым элементам является проблематичным; {111} Бруша и Дэна представляет собой, повидимому, новую $\bar{1}\bar{1}1$, со старыми {010} и {100} = новым {001} и {010}.
2. Вольф (Wolfe, 1940) на кристаллах из Букфилда. Дополнительные формы были приведены у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1879), но их переходные эквиваленты неизвестны.
3. Wolfe (1940), методом Вайссенберга на кристаллах из Букфилда.
4. Wolfe (1940); Бруш и Дэна (Brush и Dana, 1879; *Am. J. Sc.*, **39**, 212, 1890) дают 3,15 и 3, 07.
5. Larsen (74, 1921).
6. Berman и Gonyer, *Am. Min.*, **15**, 375 (1930).
7. Landes, *Am. Min.*, **10**, 386 (1925).
8. Wolfe (1940).
9. Анал. Пенфильда (Penfild) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1879).
10. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1890).
11. Анал. Гонье (Gonyer) у Бермана и Гонье (Berman и Gonyer, 1930).
12. Анал. Вассара (Vassar) у Ландеса (Landes, 1925).
13. Landes (1925).

40.2.3.2 **КОЛЛИНСИТ** $Ca_2(Mg, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ COLLINSITE

Крист. Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$ (?).

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 5,70 *kX*, b_0 6,72, c_0 5,38; α 96°48½′, β 107°16½′, γ 104°32′; $a_0 : b_0 : c_0 =$ = 0,8479 : 1 : 0,8002. Ячейка содержит $Ca_2(Mg, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$.

Облик. Пропластки, состоящие из радиальных листочков или пластинкообразных волокон, удлиненных вдоль [100].

Физ. Спайность[2] по {001} и {010} весьма совершенная. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,99; 3,04 (вычисл.). Блеск агрегатов шелковистый. Цвет светлокоричневый. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете бледный желто-коричневый до бесцветного.

Ориентировка	*n*	
X	1,632	Двуосн. положит. (+)
Y	1,642	$2V$ 80°
Z	1,657	

Хим. Водный фосфат кальция и магния, $Ca_2(Mg, Fe'')(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Магний замещен двухвалентным железом с отношением Fe : Mg = = 1 : 2,28, в соответствии с анал. 3.

Анал.

	1	2	3
CaO	32,98	32,18	32,03
MgO	8,24	6,34	9,31
FeO	6,44	6,86	7,31
P_2O_5	41,74	39,83	41,13
H_2O	10,60	12,28	} 9,69
Прочие		2,37	} 0,37
Сумма	100,00	99,86	99,84
Уд. в.		2,95	2,99

1. $Ca_2(Mg, Fe)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ с Fe : Mg = 1 : 2,28. 2. Френч-Лейк, Британская Колумбия.[3] Прочие: Fe_2O_3 0,80, Mn_2O_3 0,36, F 0,27, CO_2 0,23. 3. Френч-Лейк, Британская Колумбия.[4] Прочие: нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. плавится со вспучиванием, превращаясь в коричневатый шлак. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден с темнокоричневым волокнистым карбонатистым фторапатитом у озера Френч-Лейк, Британская Колумбия, Канада. Встречается в виде концентрических, чередующихся корок с радиальной волокнистой структурой на обломках андезита в жилообразных залежах; вместе с асфальтом.

Назв. По имени Вильяма Х. Коллинса (William H. Collins, 1878—1937), первого директора Геологической службы Канады. *Poitevin* (*Canada Dept. Mines, Geol. Sur., Bull. 46*, 1, 1927).

Ссылки

1. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 746 (1940).
2. Четыре спайности были отмечены Пойтевином (Poitevin, 1927), но только две из них с углом ~76°, подтверждены Вольфом (Wolfe, 1940).
3. Анал. Томпсона (Thompson) у Пойтевина (Poitevin, 1927).
4. Анал. Гонье (Gonyer) у Вольфа (Wolfe, 1940).

40.2.4 ГРУППА РОЗЕЛИТА

40.2.4.1 **РОЗЕЛИТ** $(Ca, Co)_2(Co, Mg)(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$ ROSELITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}4390 : 1 : 0{,}4398$;[2] β 100°53′;

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0018 : 0{,}4319 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}3155 : 2{,}3198 : 1$; μ 79°07′;

p_0' 1,0202, q_0' 0,4398, x_0' 0,1923

Формы[3]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	10°53′	79°07′	90°00′	.....	79°07′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	79 07	.....
n	140	30 06½	90 00	0 00	30 06½	84 34	59 53½
k	.3.10.0	34 50	90 00	0 00	34 50	83 48½	55 10
l	130	37 42½	90 00	0 00	37 42½	83 22	52 17½
j	120	49 14	90 00	0 00	49 14	81 46½	40 46
m	110	66 41	90 00	0 00	66 41	80 01	23 19
o	012	41 10	16 17	79 07	77 49	12 11	79 22
p	122	57 57	39 39	54 55	70 12½	30 53	57 15½
t	254	51 57	41 44	54 55	65 46½	33 42½	58 23½
r	$\bar{1}38$	21 27	10 03	86 17½	80 39	11 46	86 20½
s	$\bar{1}44$	—8 07	23 57	93 35½	66 18	27 33	93 17½
q	$\bar{1}22$	—35 51	28 29	107 38	67 15½	35 52	106 13

Структ. ячейка.[4] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 5,60 *kX*, b_0 12,80, c_0 5,60; β 100°45′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4374 : 1 : 0{,}4374$. Ячейка содержит $Ca_4(Co, Mg)_2(AsO_4)_4 \cdot 4H_2O$.

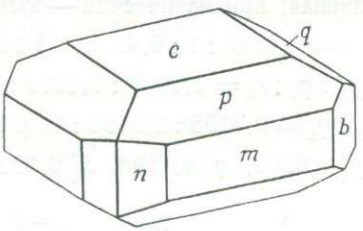
Облик. Короткопризматический по [001] или, редко, толстотаблитчатый по {001}; конечные грани обычно простые и с моноклинным или ромбическим обликом с сильно развитыми {122} и {$\bar{1}$22}. Обычные формы: *c b a m n p*. Встречается также в друзах переплетающихся кристаллов и в виде сферических агрегатов.

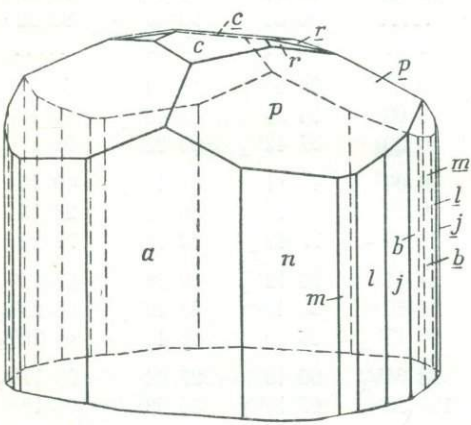
Двойники.[5] По {100}, весьма обычны, с плоскостью срастания {100}.

Физ. Спайность по {010} совершенная и легко воспроизводимая. Тв. 3½. Уд. в. 3,50—3,74, в зависимости от содержания кобальта; 3,65 (вычисл.).[7] Блеск стеклянный. Цвет ярко- или бледнорозовый до темнорозового, более темные цвета у материала с относительно более высоким содержанием кобальта. Прозрачный до просвечивающего.

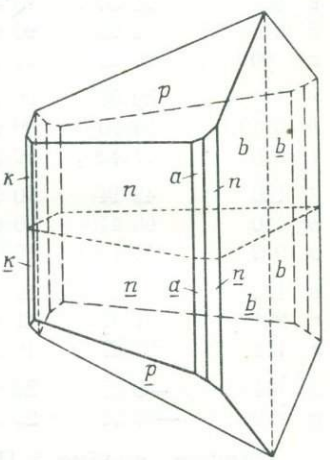
Опт.[6] В проходящем свете розовый. Показатели преломления и оптическая ориентировка меняются в зависимости от количества Co,

замещающего Ca, Mg. Кристаллы более темного цвета часто обнаруживают отчетливую зональную окраску вследствие вариаций в составе, что сопровождается изменениями в оптических свойствах.





Двойник по {100}.



Четверник по {100}.

Ориентировка	*n* (Na) (светлорозовый)	Плеохроизм	
$X \wedge c \sim 0$ до 4°	1,694 ± 0,003	Бледнорозовый	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,704 ± 0,003	Более бледнорозовый	Дисперсия $r < v$, отчетливая
$Z \wedge c \sim 90$ до $+91°$	1,719 ± 0,003	Весьма бледнорозовый	
2V	75°		
	(темнорозовый)		
X b	1,725 ± 0,003	Темнорозовый	Дисперсия $r < v$, слабая
$Y \wedge c$ +12 до +20°	1,728 ± 0,003	Бледнорозовый	
$Z \wedge c$ −78 до −70°	1,735 ± 0,003	Более бледнорозовый	
2V	60°		

Хим. Водный арсенат кальция, кобальта и магния, $(Ca, Co)_2(Co,Mg)\cdot(AsO_4)_2\cdot 2H_2O$. Co, Ca и Mg взаимно замещаются. Розелит изоструктурен с брандтитом, $Ca_2Mn(AsO_4)_2\cdot 2H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO	25,75	25,17	24,93	23,72	21,9	19,2
MgO	4,63	4,22	3,95	4,67	4,3	4,8
CoO	8,60	10,03	10,56	12,45	[12,1]	[15,9]
As_2O_5	52,75	52,41	52,93	49,96	50,9	49,6
H_2O	8,27	8,22	8,35	9,69	10,8	10,5
Сумма	100,00	100,05	100,72	100,49	[100,0]	[100,0]
Уд. в.		3,56		3,46	3,506	3,738

1. $Ca_2(Co, Mg)(AsO_4)_2\cdot 2H_2O$ с Co : Mg = 1 : 1. 2,3. Рудник Даниэль, Шнееберг. [8] 4. Шнееберг. [9] 5. Рудник Даниэль, Шнееберг. [10] Анализ на материале в количестве 24,5 *мг*. 6. Рудник Рапполд, Шнееберг. [10] Анализ на материале в количестве 37,6 *мг*.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. При слабом нагревании растрескивается и синеет, но снова становится розовым при охлаждении. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Впервые найден около 1800 г. на руднике Раппольд и позднее (1874) на руднике Даниэль близ Шнееберга, Саксония. Минерал встречается с халцедоном и друзами кварца в пустотах кварцевых жил. Отмечается в Шапбахе, Бавария. [11]

Назв. По имени Густава Розе (Gustav Rose, 1798—1873), профессора минералогии Берлинского университета. *Lévy* (*Ann. Phil.*, **8**, 439, 1824; *Edinburgh J. Sc.*, **2**, 177, 1825).

Ссылки

1. Первоначально описан Леви (Lévy, 1824) как ромбический. Позднее охарактеризован Шрауфом (Schrauf, *Min. Mitt.*, 137, 1874) как триклинный и псевдоромбический и таким признан Дэна (Dana, 810, 1892) и Гольдшмидтом (Goldschmidt, **7**, 127, 1922). Но Пикок (Peacock, *Am. Min.*, **21**, 589, 1936) показал, что этот минерал моноклинный, и это было подтверждено рентгенометрическими исследованиями Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 750, 1940).

2. Углы и установка Пикока (Peacock, 1936) в единицах структурной ячейки. Переход от Пикока к новой: $^1/_2 00/010/001$; от Шрауфа (Schrauf, 1874) к Пикоку: $0\bar{1}4/300/030$; от Дэна к Пикоку: $\bar{1}04/0\bar{3}0/300$.

3. Peacock (1936). Список форм Шрауфа (Schrauf) содержит фиктивные формы вследствие ошибочного допущения ромбической псевдосимметрии.

4. Вольф (Wolfe, 1940), методом Вайссенберга.

5. Из семи законов двойникования Шрауфа только один этот подтверждается Пикоком (Peacock, 1936); поворот на 180° вокруг [001], поворот на 180° вокруг [301] и отражение в $\{\bar{1}03\}$ могут считаться теоретически возможными двойниковыми операциями. См. также Wolfe (1940).

6. Peacock (1936); см. также Larsen (128, 1921).

7. Для Co : Mg = 1 : 1. Вольф (Wolfe, 1940) получил уд. в. 3,695 на кристаллах темнорозового цвета.

8. Анал. Винклера (Winkler) у Вейсбаха (Weisbach, *Jb. Min.*, 407, 1877).

9. Winkler, *Zs. pr. Chem.*, **10**, 190 (1874).
10. Schrauf (1874).
11. Sandberger (1885).

40.2.4.2 **БРАНДТИТ** $Ca_2Mn(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$ BRANDTITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

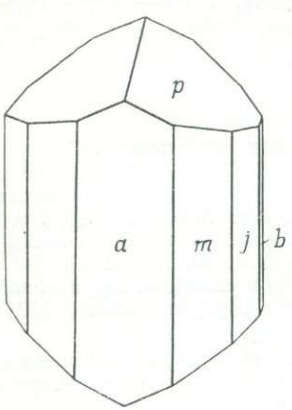
$a : b : c = 0{,}4360 : 1 : 0{,}4475$; [2] β 99°36½′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0264 : 0{,}4412 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}2665 : 2{,}3262 : 1$; μ 80°23½′;

p_0' 1,0410, q_0' 0,4475, x_0' 0,1693

Формы [3]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	9°36′	80°23½′	90°00′	.....	80°23½′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	80 23½	.....
n	140	30 11	90 00	0 00	30 11	85 11	59 49
l	103	37 47½	90 00	0 00	37 47½	84 07½	52 12½
j	120	49 19	90 00	0 00	49 19	82 43½	40 41
h	340	60 11	90 00	0 00	60 11	81 40½	29 49
m	110	66 44½	90 00	0 00	66 44½	81 10½	23 15½
u	112	72 01½	35 57	55 24	79 34	26 57	56 03½
p	122	57 01½	39 25½	55 24	69 47	31 44	57 48½
v	142	37 37½	48 29½	55 24	53 37	43 08	62 48
q	$\bar{1}22$	—38 07½	29 38	109 21	67 06½	36 17	107 46½



Харстиг.

Структ. ячейка. [4] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 5,65 *kX*, b_0 12,80, c_0 5,65; β 99°30′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4412 : 1 : 0{,}4412$. Ячейка содержит $Ca_4Mn_2(AsO_4) \cdot 4H_2O$.

Облик. Чаще всего призматический по [001]. Обычные формы: *b a m n p*. На {100} штриховка вдоль [001]. Кристаллы часто соединяются в лучистые группы, также в округлые или почковидные массы с радиально-волокнистым строением.

Двойники. По {100}, обычно.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 3½. [5] Уд. в. 3,67; 3,70 (вычисл.). Блеск стеклянный. Бесцветный до белого. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка [6]	n^6	n^7	
X b	1,709 ± 0,003	1,707	Двуосн. положит. (+)
$Y \wedge c$ 6°	1,711 ± 0,003		$2V$ 23 ± 1° (измер.)
$Z \wedge c$ 84°	1,724 ± 0,003	1,729	$r < v$, довольно сильная

Хим. Водный арсенат кальция и магния, $Ca_2Mn(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Брандтит изоструктурен с розелитом.

Анал.

	CaO	MgO	PbO	MnO	As_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.	24,98			15,80	51,19	8,03		100,00
2.	25,07	0,90	0,96	14,03	50,48	8,09	0,18	99,71

1. $Ca_2Mn(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$. 2. Харстиг, Швеция.[8] Прочие: FeO 0,05, P_2O_5 0,05, Cl 0,04. Нераств. ост. 0,04.

Испытание. Легко сплавляется в коричневый королек. Растворим в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Впервые найден на руднике Харстиг, у Пайсберга, близ Персберга, Вермланд, Швеция. Встречается вместе с баритом, кальцитом, саркинитом, флинкитом, кариопилитом, галенитом и самородным свинцом; также в Стерлинг-Хилле, Нью-Джерси.[9]

Назв. По имени шведского химика Георга Брандта (George Brandt, 1694—1768). *Nordenskiöld* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **45**, 418, 1888).

Ссылки

1. Первоначально описан как триклинный Норденшильдом (Nordenskiöld) у Линдстрема (Lindström, *Geol. För. Förh.*, **13**, 123, 1891). Моноклинность доказана Аминовым (Aminoff, *Geol. För. Förh.*, **41**, 161, 1919) и при помощи рентгеновского исследования Вольфом (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 750, 1940).
2. Углы и установка Аминова (Aminoff, 1919) в единицах структурной ячейки. Переход от установки Аминова к новой: $^1/_2$00/010/001; от триклинной интерпретации Дэна (Dana, 811, 1892) и Гольдшмидта (Goldschmidt, **1**, 228, 1913) к установке Аминова (Aminoff, 1919): $\bar{1}04/0\bar{3}0/300$.
3. Формы Аминова (Aminoff, 1919) обозначены соответственно с розелитом. Недостоверные формы: λ {343} Дэна = {$3\bar{8}6$}; Дэна X {$\bar{4}33$} имела неправильный символ и, вероятно, представляет собой v {142}.
4. Wolfe (1940), методом Вайссенберга.
5. Вольф (Wolfe, 1940) уточнил прежнее значение 5—5$^1/_2$.
6. Larsen (50, 1921).
7. Аминов (Aminoff, 1919), который дает $Y = b$.
8. Lindström (1891).
9. Gaines, личн. сообщ. (1949).

СЕРИЯ РЕДДИНГИТА

40.2.5.1 РЕДДИНГИТ $(Mn, Fe)_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$ REDDINGITE

40.2.5.2 ФОСФОФЕРРИТ $(Fe, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$ PHOSPHOFERRITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

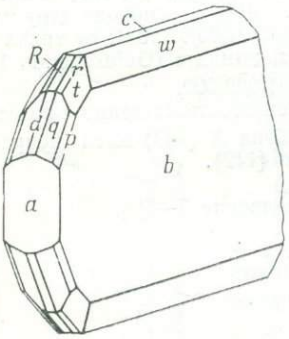
$a : b : c = 0{,}9428 : 1 : 0{,}8620$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9143 : 0{,}8620 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9428 : 1{,}0937 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1601 : 1{,}0607 : 1$

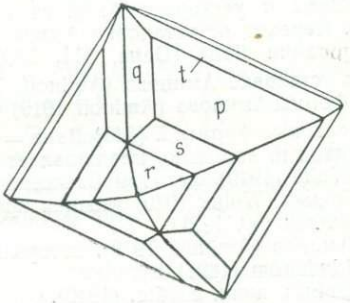
Формы [2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
k	110	46 41	90 00	90 00	43 19	0 00	46 41
w	021	0 00	59 53	59 53	90 00	90 00	30 07
S	103	90 00	16 57	0 00	73 03	73 03	90 00
d	101	90 00	42 26	0 00	47 34	47 34	90 00
f	201	90 00	61 19½	0 00	28 40½	28 40½	90 00
g	301	90 00	69 58	0 00	20 02	20 02	90 00
p	111	46 41	51 29	40 45½	55 18	47 34	57 32
t	122	27 56½	44 18	40 45½	70 54	65 26	51 54½
u	212	64 45½	45 18½	23 19	49 59	47 34	72 21½
z	322	57 51	58 18½	40 45½	43 54½	36 06	63 04½
y	211	64 45½	63 41	40 45½	35 50	28 40½	67 32
		R 102	*r* 112	*s* 223	*v* 233	*x* 311	

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Pmna*. a_0 9,52 *kX*, b_0 10,60, c_0 8,70 (реддингит, анал. 5); $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9463 : 1 : 0{,}8648$. Ячейка содержит $(Mn, Fe)_{12}(PO_4)_8 \cdot 12H_2O$.



Фосфоферрит.



Реддингит. Бранчвилл.

Облик. Октаэдрический с крупными {111} или таблитчатый по {010}. Кристаллы часто параллельно сгруппированы. Также массивный, зернистый; грубоволокнистый.

Физ. Спайность по {010} несовершенная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 3—3½. Уд. в. 3,0—3,2; [4] 3,24 (вычисл. для Mn : Fe = = 3 : 1). Блеск стеклянный до воскового. Цвет розовато-белый или бледный розово-красный до желтовато-белого и бесцветного (реддингит); бледнозеленый (фосфоферрит); иногда темный красновато-

коричневый вследствие выветривания. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный или слабо окрашенный в розово-красный цвет и т. п. Показатели преломления возрастают с увеличением содержания железа.

Ориентировка	Реддингит Букфилд [5]	Реддингит Бранчвилл [6]	Реддингит Поланд [7]	Фосфоферрит Хагендорф [13]	
nX a	1,643	1,651	1,655	1,672	Двуосн. положит. (+) $r > v$, отчетливая
nY b	1,648	1,656	1,662	1,680	Плеохроизм:
nZ c	1,674	1,683	1,683	1,700	*X* Бесцветный
2V		41° (измер.)	65° (измер.)	68° (измер.)	*Y* Розовато-коричневый
Fe : Mn	1 : 22		1 : 3	2,7 : 1	*Z* Бледножелтый (Букфилд)

Хим. Водный фосфат двухвалентного марганца и железа, $(Mn, Fe)_3 \cdot (PO_4)_2 \cdot 3H_2O$, Mn″ и Fe″ взаимно замещаются, и в серию входят минералы с отношением Fe : Mn, по меньшей мере, от Fe : Mn = 1 : 22 (анал. 2) до Fe : Mn = 2,7 : 1 (анал. 7). Названия *реддингит* и *фосфоферрит* применяются к минералам данной серии с Mn > Fe и Fe > Mn соответственно.

Анал.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Na_2O			0,31		следы			
CaO		0,73	0,78	0,71	0,15	0,63	1,20	
FeO		2,19	5,43	7,89	12,68	17,13	37,52	52,38
MnO	52,05	48,15	46,29	43,22	38,36	34,51	13,63	
P_2O_5	34,73	34,54	34,52	35,16	34,52	34,90	34,39	34,49
H_2O	13,22	13,14	13,08	12,27	13,16	13,18	13,32	13,13
Прочие		0,65			1,40	0,13		
Сумма	100,00	99,40	100,41	99,25	100,27	100,48	100,06	100,00
Уд. в.			3,10		3,136	3,204	3,10	

1. $Mn_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$. 2. Реддингит. Букфилд, Мэн. [8] Прочие: MgO 0,35, нераств. ост. 0,30. 3. Реддингит. Бранчвилл, Коннектикут. [9] Среднее из двух пересчетов за вычетом 12% кварца. Имелись следы Li_2O. 4. Реддингит. Бранчвилл. [10] Пересчитан после исключения 4,4% кварца. 5. Реддингит. Поланд, Мэн. [11] Прочие: Fe_2O_3 0,95, нераств. ост. 0,45, K_2O следы. 6. Реддингит. Бранчвилл, Коннектикут. [12] Прочие: кварц. 7. Фосфоферрит. Хагендорф, Бавария. [13] Среднее из двух. 8. $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$.

Испытание. П. п. тр. легко сплавляется в черновато-коричневый немагнитный шарик. В закр. тр. теряет воду; сначала белеет, затем желтеет и наконец делается коричневым, но не становится магнитным. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Реддингит впервые был найден в Бранчвилле, округ Фэрфилд, Коннектикут, вместе с литиофилитом и другими

марганцовыми фосфатами в пегматите; в подобных условиях — в Поланде и особенно в Букфилде, Мэн. Фосфоферрит был найден только в Хагендорфе, близ Плейштейна, Оберпфальц, Бавария, с триплоидитом, лудламитом и вивианитом в пегматите.

Искусств.[14] Водный марганцовый фосфат, вероятно, идентичный с реддингитом, был получен при реакции карбоната марганца с избытком фосфорной кислоты.

Назв. *Реддингит* от названия района Реддинг (Redding), в котором расположено Бранчвиллское месторождение. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **16**, 120, 1878; *там же* **17**, 365, 1879). *Фосфоферрит*[15] по составу. *Laubmann* и *Steinmetz* (*Zs. Kr.*, **55**, 569, 1920) = реддингит *Steinmetz* (*Zs. Kr.*, **64**, 405, 1926).

Ссылки

1. Элементы, пересчитанные Пэлачем (Palache, личн. сообщ., 1936) из всех измеренных углов Штейнметца (Steinmetz, *Zs. Kr.*, **64**, 405, 1926) на кристаллах фосфоферрита из Хагендорфа (анал. 7); элементы Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1878, *Am. J. Sc.*, **39**, 211, 1890) на реддингите из Бранчвилла в установке структурной ячейки Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 752, 1940). Переход от установки Бруша и Дэна к новой: $00\bar{1}/010/100$. Данные об изменении углов при изменении состава в реддингито-фосфоферритовой серии отсутствуют; первоначальные отношения осей Бруша и Дэна, полученные на бранчвиллском реддингите, являются неточными вследствие плохого качества измеренных кристаллов.
2. Steinmetz (1926), на хагендорфском фосфоферрите, и подтверждено Пэлачем (Palache, 1936); Бруш и Дэна (Brush и Dana, 1878) для бранчвиллского реддингита дают *b*, *f*, *p*, *r*, *s*, *t*, *q*.
3. Wolfe (1940), методом Вайссенберга на реддингите из Поланда (анал. 5).
4. Уд. в. и характер его изменения в зависимости от состава в этой серии не выяснены. Вольф (Wolfe, 1940) дает 3,22 для материала из Поланда с отношением Mn : Fe = 3 : 1.
5. Landes, *Am. Min.*, **10**, 387 (1925).
6. Larsen (126, 1921).
7. Berman и Gonyer, *Am. Min.*, **15**, 379 (1930).
8. Анал. Вассара (Vassar) у Ландеса (Landes, 1925).
9. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1878).
10. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1879).
11. Анал. Гонье (Gonyer) у Бермана и Гонье (Berman и Gonyer, 1930).
12. Анал. Уэллса (Wells) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1890).
13. Steinmetz (1926).
14. Debray, *Ann. chim. phys.*, **61**, 433 (1861).
15. Это название, первоначально предложенное Лаубманом и Штейнметцом (Laubmann и Steinmetz, 1920), было отброшено Штейнметцом (1925), когда выяснилось отношение этого минерала к реддингиту, но сохранено здесь для богатого железом члена серии реддингита.
16. Mrose, личн. сообщ. (1948).

40.2.6 ЛАНДЕЗИТ $Fe_6Mn_{20}(PO_4)_{16}\cdot 27H_2O$ (?) LANDESITE

В грубых псевдоморфных (?) октаэдрических кристаллах с одной совершенной спайностью и другой несовершенной, под прямым углом к первой. Тв. 3—3½. Уд. в. 3,026. Цвет коричневый.

Опт. В проходящем свете желтовато-коричневый.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X ($\perp$ плохой спайности)	1,720	Темнокоричневый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,728	Светлокоричневый	$2V$ большой
Z ($\perp$ хорошей спайности)	1,735	Желтый	

Хим. Водный фосфат трехвалентного железа и двухвалентного марганца. Формула точно не установлена, предположительно $Fe_6Mn_{20}(PO_4)_{16} \cdot 27H_2O$. Небольшие количества Ca и Mg, повидимому, замещают Mn.

Анал.

	1	2
CaO		1,39
MgO		3,07
MnO	40,33	33,65
Fe_2O_3	13,61	13,91
Mn_2O_3		2,69
P_2O_5	32,26	31,94
H_2O	13,80	13,60
Нераств. ост.		0,13
Сумма	100,00	100,38
Уд. в.		3,026

1. $Fe_6Mn_{20}(PO_4)_{16} \cdot 27H_2O$. 2. Поланд, Мэн. [1] FeO не определено.

Местонахождение. Найден с родохрозитом, эосфоритом, файрфилдитом, литиофилитом и апатитом как продукт изменения реддингита в гранитном пегматите в карьере Берри, Поланд, Мэн.

Назв. По имени Кеннета К. Ландеса (1899—), профессора геологии Мичиганского университета, который много работал с пегматитами штата Мэн. *Berman* и *Gonyer* (*Am. Min.*, **15**, 384, 1930).

Ссылка

1. Анал. Гонье (Gonyer) у Бермана и Гонье (Berman и Gonyer, 1930).

40.2.7 **Стюартит** Stewartite

Вероятно, триклинный. В мелких кристаллах и волокнистых пучках. Цвет коричневато-желтый. Уд. в. 2,94. Оптически[1] двуосный отрицательный (—) с большим $2V$. Погасание косое относительно всех ребер кристалла. Показатели преломления и плеохроизм: nX 1,63 (бесцветный), nY 1,658 (бледножелтый), nZ 1,66 (желтый); $r < v$, сильная.

По составу представляет собой водный фосфат марганца. Первоначально найден с палаитом и гюролитом как продукт изменения литиофилита на руднике Стюарт, Пала, округ Сан-Диего, Калифорния,

Отмечается[2] также в пегматитах Палермо и Флетчера, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир, и в Ньюри, Мэн. Минерал,[3] найденный с гюролитом в Вилате близ Шантелуба, департамент От-Вьенн, Франция, повидимому, идентичен со стюартитом. *Schaller* (*Washington Ac., Sc., J.*, **2**, 143, 1912).

Ссылки

1. Mrose, личн. сообщ. (1949), вероятно, на достоверном материале из Палермо, Нью-Гэмпшир. Главнейшие линии порошковой рентгенограммы (железный антикатод, марганцовый фильтр): 10,06, 3,46, 5,82, 4,41, 2,81.
2. Mrose (1949).
3. Lacroix (**4**, 506, 1910) [„Минерал А"].

40.2.8 **Салмонсит** $Mn_9Fe_2(PO_4)_8 \cdot 14H_2O$ (?) Salmonsite

Вероятно, ромбический. В волокнистых массах с двумя спайностями по пинакоидам. Тв. 4. Уд. в. 2,88. Цвет светлокоричневый.

Опт. В проходящем свете желтый.

	n	Плеохроизм	
X	$1{,}655 \pm 0{,}005$	Почти бесцветный	Двуосн. положит. (+)
Y	$1{,}66 \pm 0{,}01$	Желтый	$2V$ очень большой
Z вдоль удлинения	$1{,}670 \pm 0{,}005$	Оранжево-желтый	$r > v$, сильная

Хим. Водный фосфат трехвалентного железа и двухвалентного марганца, возможно, $Mn_9Fe_2(PO_4)_8 \cdot 14H_2O$. Анализы дали:

	CaO	MnO	FeO	Fe_2O_3	P_2O_5	H_2O+	H_2O-	Нераств. ост.	Сумма
1.		39,45		9,87	35,09	15,59			100,00
2.	1,06	37,74	0,13	9,53	34,86	15,30	0,43	1,40	100,45

1. $Mn_9Fe_2(PO_4)_8 \cdot 14H_2O$. 2. Рудник Стюарт.

Местонахождение. Найден как продукт изменения гюролита в пегматите на руднике Стюарт, Пала, округ Сан-Диего, Калифорния.

Назв. По имени Франка А. Салмона (Frank A. Salmon), открывателя Пала. *Schaller* (*Washington Ac. Sc., J.*, **2**, 143, 1912).

Нуждается в уточнении.

40.2.9 **АНАПАИТ** $Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ ANAPAITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}9401 : 1 : 0{,}8575$; $\alpha\ 101°34\frac{1}{2}'$, $\beta\ 104°05\frac{1}{2}'$, $\gamma\ 71°03\frac{1}{2}'$

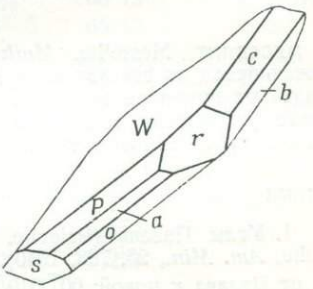
$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9447 : 0{,}8793 : 1$; $\lambda\ 82°23'$, $\mu\ 78°54'$, $\nu\ 106°52'$

$p'_0\ 0{,}9827$, $q'_0\ 0{,}9147$, $x'_0\ 0{,}2511$, $y'_0\ 0{,}1379$

Формы [2]

		φ	ρ	*A*	*B*	*C*
c	001	61°13½′	15°59′	78°54′	82°23′	.....
b	010	0 00	90 00	106 52	.....	82°23′
a	100	106 52	90 00	.....	106 52	78 54
W	0$\bar{1}$1	162 05	39 13½	68 51	127 00½	60 36½
r	101	97 02½	42 26	48 20	94 44½	30 34
s	$\bar{1}$01	—58 28	33 35	122 21	73 11	43 27
P	1$\bar{1}$1	131 42½	57 56	39 44	124 19	53 57½
o	$\bar{1}\bar{1}$1	—125 30	40 15½	113 14½	112 02½	56 09½

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 6,41 *kX*, b_0 6,88, c_0 5,86; [α 101°34½′, β 104°05½′, γ 71°03½′]; $a_0 : b_0 : c_0 =$ $= 0{,}9317 : 1 : 0{,}8512$. Ячейка содержит $Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.



Облик. Таблитчатый по {110}. Простые формы: *c b a W r s*. Также в виде розеткоподобных агрегатов или корок почти параллельных кристаллов.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {010} ясная. Тв. 3½. Уд. в. 2,81; [4] 2,80 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет зеленый до зеленовато-белого. Черта белая. Прозрачен.

Опт. [5] В проходящем свете бесцветный до бледнозеленого.

Ориентировка

	φ	ρ	*n*	
X	—119°	81°	1,602 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y	147	70	1,613 ± 0,003	$2V$ 54 ± 2°
Z	—6	21	1,649 ± 0,003	$r > v$, заметная

Хим. Водный фосфат кальция и двухвалентного железа, $Ca_2Fe \cdot (PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4	5
CaO	28,18	27,77	27,72	28,32	26,35
FeO	18,05	18,07	20,00	17,49	18,66
P_2O_5	35,67	35,51	34,50	34,36	35,31
H_2O	18,10	18,47	18,33	18,64	[18,48]
Прочие				1,46	1,20
Сумма	100,00	99,82	100,55	100,27	[100,00]
Уд. в.	2,80	2,81	2,812	2,85	

1. $Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. 2. Тамань. [6] 3. Тамань. [7] Среднее из двух. 4. Тамань. [8] Прочие: Fe_2O_3 0,84, CO_2 0,62. Среднее из нескольких. 5. Тамань. [9] Прочие: MgO 0,81, Fe_2O_3 0,39.

Испытание. При нагревании выше 120° выделяет кислую воду. Легко растворяется в HCl и HNO_3.

Местонахождение. Найден в трещинах в оолитовой железной руде у Железного Рога близ Анапы, Таманский полуостров на Черном море, СССР. Найден также в почковидных конкрециях в миоценовой глине у Пратс-Сампсора, Испания,[12] и в кернах скважин в округе Кингс, Калифорния.

Изменения. В трудно определимый водный фосфат кальция и окисного железа (см. *митридатит*, *mitridatite*).[10]

Назв. По местонахождению. *Sachs* (*Ak. Berlin*, *Ber.*, 18, 1902).

Синонимы. Таманит *Попова* (*Zs. Kr.*, **37**, 267, 1902; *Ак. Наук, СПб, Тр. Геол. музея*, **4**, 49, 1910). Anapaite. Messelit *Muthmann* (*Zs. Kr.*, **17**, 93, 1890).

МЕССЕЛИТ, Messelite. *Muthmann* (*Zs. Kr.*, **17**, 93, 1890). Вещество, приближающееся по составу к $Ca_2Fe(PO_4)_2 \cdot 2^1/_2H_2O$, найденное в виде грубых звездчатых групп неясных триклинных кристаллов в битуминозной глинистой породе у Месселя в Гессене, Германия. Позднее оказался[11] анапаитом, частично измененным в коллинсит.

Ссылки

1. Углы Пэлача (Palache, *Zs. Kr.*, **86**, 280, 1933); установка Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 788, 1940), соответствующая структурной ячейке. Переход от Пэлача к новой: $00\bar{1}/010/\bar{1}00$. Установка Пэлача отличается от установок Захса (Sachs, 1902) и Попова (1902). Переход от Захса к Пэлачу: $112/1\bar{1}0/00\bar{2}$, от Попова к Пэлачу: $101/020/\bar{1}01$.
2. Palache (1933).
3. Wolfe (1940), методом Вайссенберга.
4. Идентичные величины Захса (Sachs, 1902) и Попова (1902).
5. Wolfe (1940) и Larsen (39, 1921).
6. Sachs (1902).
7. Попов (1910).
8. Loczka, *Zs. Kr.*, **37**, 438 (1902).
9. Чухров, *Тр. Ломоносовского инст. АН СССР*, № 7, 273 (1936).
10. Чухров, *Тр. Ломоносовского инст. АН СССР*, № 10, 131 (1937).
11. Wolfe (1940).
12. Pardillo, *Treballs Mus. Cienc. Nat. Barcelona*, **9**, No. 1 (1924).

40.2.10 ПАРАГОПЕИТ $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ PARAHOPEITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}7747 : 1 : 0{,}7017$; $\alpha\ 93°17^1/_2'$, $\beta\ 91°55'$, $\gamma\ 91°19'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9096 : 0{,}7012 : 1$; $\lambda\ 86°39^1/_2'$, $\mu\ 88°00'$, $\nu\ 88°34^1/_2'$

p_0' 0,9117, q_0' 0,7028, x_0' 0,0335, y_0' 0,0584

Формы [2]

		φ	ρ	A	B	C
c	001	29°50½′	3°51′	88°00′	86°39½′	.....
b	010	0 00	90 00	88 34½	.....	86°39½′
a	100	83 34½	90 00	.....	88 34½	88 00
m	110	51 29	90 00	37 05½	51 29	86 25½
M	1$\bar{1}$0	126 44	90 00	38 09½	126 44	90 28
d	011	2 31	37 18½	87 36½	52 44	33 55½
e	032	1 43½	48 04	87 39½	41 58	44 41½
f	021	1 18½	55 40½	87 44½	34 21	52 18½
g	0$\bar{1}$2	173 28½	16 26	88 33½	106 19½	19 40
D	0$\bar{1}$1	177 01½	32 50	89 09½	122 47	36 07½
p	111	50 19	50 50	52 29½	60 19½	47 14½
u	322	60 24½	58 10	41 30	65 12	54 52
P	1$\bar{1}$1	123 20½	48 31	52 34	114 19	48 52
r	$\bar{1}$11	— 49 55½	48 55½	124 22½	60 58	48 21
R	$\bar{1}\bar{1}$1	—127 14	47 47½	53 04½	116 37½	51 21½

Менее обычные и редкие:

k	160	K	1$\bar{6}$0	q	131	x	1$\bar{4}\bar{3}$	s	1$\bar{2}$1	S	$\bar{1}\bar{2}$1
l	120	L	1$\bar{2}$0	v	423	w	1$\bar{1}$2	z	5$\bar{1}$2	Q	$\bar{1}\bar{3}$1
n	310	h	203	t	231	y	1$\bar{6}$2	j	$\bar{2}$71		

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P1$. a_0 5,755 *kX*, b_0 7,535, c_0 5,292; [α 93°17½′, β 91°55′, γ 91°19′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}7638 : : 1 : 0{,}7023$. Ячейка содержит $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.

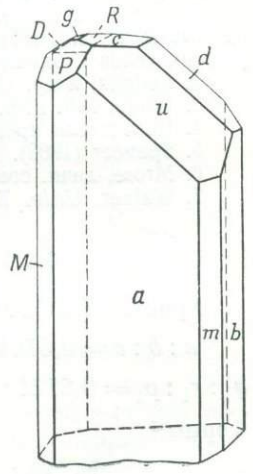
Облик. Удлиненный вдоль [001] и таблитчатый по {100}, кристаллы часто в виде почти параллельных агрегатов или в виде веерообразных или пучковидных групп.

Двойники. [2] По {100}, полисинтетические, обычны.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 3¾. Уд. в. 3,31; 3,304 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности слегка перламутровый. Бесцветный и прозрачный.

Опт. [4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X почти по a	1,614 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
$Y \wedge c$ на {100} 30°	1,625 ± 0,003	$2V$ около 90°
Z	1,637 ± 0,003	$r < v$, заметная



При нагревании примерно до 163° нет заметных изменений в оптических свойствах; выше этой температуры кристаллы начинают белеть и становятся непрозрачными.

Хим. Водный ортофосфат цинка, $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Диморфен с гопеитом. При нагревании до 139° воду не выделяет, но теряет ее почти всю при 233°.

Анал.

	1	2	3
ZnO	53,28	53,0	54,69
P_2O_5	31,00	31,6	30,46
H_2O	15,72	15,6	15,31
Сумма	100,00	100,2	100,46
Уд. в.	3,30	3,31	3,236

1. $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. 2. Родезия.[5] Двойное определение H_2O прокаливанием дало 15,8%. 3. Салмо, Британская Колумбия.[7]

Местонахождение. Вторичный минерал, найден с гемиморфитом, тарбуттитом, пироморфитом, лимонитом на руднике Брокен-Хилл, северо-западная Родезия. Также — на руднике Гудзон-Бэй, Салмо, район Нельсон, Британская Колумбия, с гопеитом, спенсеритом и гемиморфитом.

Искусств.[6] При взаимодействии горячих растворов хлористого цинка и натриево-аммониевого фосфата.

Назв. В соответствии с полиморфическим отношением к гопеиту. *Spencer* (*Min. Mag.*, **15**, 18, 1908).

Ссылки

1. Единицы и установка Леду, Валькера и Витлея (Ledoux, Walker и Wheatley, *Min. Mag.*, **18**, 101, 1919), но с элементами, пересчитанными Ла Форжем (La Forge, личн. сообщ., 1936), использовавшим почти все измеренные ими углы. Новые элементы лучше согласуются с большинством измеренных углов и ближе к рентгенометрическим величинам.
2. Ledoux, и др. (1919).
3. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 788 (1940), методом Вайссенберга
4. Показатели преломления Ларсена (Larsen, 117, 1921).
5. Spencer (1908).
6. Mrose, личн. сообщ. (1948).
7. Walker, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 10, 16 (1918).

40.2.11 ГОПЕИТ $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ HOPEITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный $= 2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}5761 : 1 : 0{,}2741$;[2] $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4758 : 0{,}2741 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}5761 : 2{,}1018 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 3{,}6483 : 1{,}7358 : 1$

Формы[3]

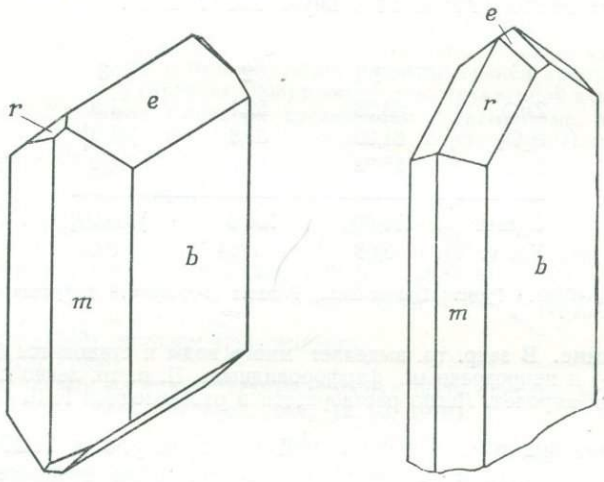
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00

s 230	49 10	90 00	90 00	40 50	0 00	49 10
m 100	60 03½	90 00	90 00	29 56½	0 00	60 03½
u 011	0 00	15 19½	15 19½	90 00	90 00	74 40½
e 031	0 00	39 26	39 26	90 00	90 00	50 34
f 101	90 00	25 26½	0 00	64 33½	64 33½	90 00
g 201	90 00	43 35	0 00	46 25	46 25	90 00
t 111	60 03½	28 46½	15 19½	65 21	64 33½	76 06
r 131	30 03½	43 32	39 26	69 49½	64 33½	53 24½
α 141	23 27½	50 05	47 38	72 13½	64 33½	45 17
ϑ 211	73 56	44 43	15 19½	47 27½	46 25	78 46

Менее обычные:

y 190	*n* 130	*o* 250	*μ* 540	*k* 210	*h* 102	*ε* 161	*β* 321
x 290	*z* 7.18.0	*j* 560	*w* 320	*d* 061	*q* 121	*ζ* 171	*γ* 421

Структ. ячейка. [4] Пространственная группа *Pnma*. a_0 10,64 *kX*, b_0 18,32, c_0 5,03; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}5808 : 1 : 0{,}2745$. Ячейка содержит $Zn_{12}(PO_4)_8 \cdot 16H_2O$.



Родезия.

Облик. Таблитчатый по {010} до призматического вдоль [001], кристаллы встречаются одиночные или в виде пучковидных или расходящихся агрегатов и корок. Развитие граней часто неправильное, и кристаллы кажутся имеющими тетраэдрическую или пирамидальную симметрию. Также в почковидных массах; плотный.

Травление. Фигуры травления согласуются с ромбодипирамидальной симметрией. [5]

Двойники. Не наблюдались.[6]

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} хорошая, по {001} плохая. Излом неровный. Хрупкий. Тв. $3^1/_4$. Уд. в. $3{,}05 \pm 0{,}05$;[7] 3,08 (вычисл.). Блеск стеклянный; на плоскостях спайности {010} перламутровый. Бесцветный до серовато-белого и бледножелтого. Прозрачный до просвечивающего. Черта белая.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка		*n* (Родезия)[8]	*n* (Родезия)[9]	
X	*a*	1,589	$1{,}574 \pm 0{,}003$	Двуосн. отрицат. (—)
Y	*c*	1,598	$1{,}582 \pm 0{,}003$	$r < v$, заметная
Z	*b*	1,599	$1{,}582 \pm 0{,}003$	
$2V$		37°	Малый	

Сечение по {100} показывает заметную зональную структуру роста; угол оптических осей, двойное лучепреломление и, возможно, показатели преломления последовательно изменяются от одной зоны к другой (см. ниже α- и β-гопеит).

Хим. Водный ортофосфат цинка, $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Диморфен с парогопеитом. При нагревании[5] теряет около половины воды при температуре около 135° и остальную около 240°.

Анал.

	1	2	3
ZnO	53,28	52,1	51,9
P_2O_5	31,00	31,8	[31,9]
H_2O	15,72	16,1	16,2
Сумма	100,00	100,0	[100,00]
Уд. в.	3,08	3,04	3,03

1. $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. [2] Рудник Брокен-Хилл, Родезия (*α-гопеит*). [5] 3. Рудник Брокен-Хилл, Родезия (*β-гопеит*).[5]

Испытание. В закр. тр. выделяет много воды и становится белым (как α-, так и β-) и непрозрачным, фарфоровидным. П. п. тр. легко сплавляется в бесцветный королек. Легко растворяется в разбавленной HCl.

Местонахождение. Впервые найден, примерно в 1820 г., в небольшом количестве с гемиморфитом в цинковом руднике Альтенберга (Vieille Montagne) в округе Морезнет между Аахеном и Льежем в Рейнской области, Германия. Позже в значительном количестве найден в костяной брекчие в известняковой пещере в руднике Брокен-Хилл, северо-западная Родезия,[5] вместе с тарбуттитом, гемиморфитом, смитсонитом, ванадинитом. Со спенсеритом в руднике Гудзон-Бэй, Салмо, район Нельсон, Британская Колумбия.[10]

Искусств.[11] Получается в кристаллах при реакции растворов фосфата и сульфата цинка или из раствора фосфата цинка в уксусной кислоте.

Назв. По имени Томаса Чарльза Гопа (Thomas Charles Hope, 1766 — 1844), профессора химии Эдинбургского университета. *Brewster* (*Edinburgh Phil. J.*, **6**, 184, 1822; *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, **10**, 107, 1826 (1823).

Синонимы. Prismatoidischer Zinkphyllit *Breithaupt* (38, 1832). Stilbite duovigésimale *Haüy* (cf. Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **2**, 133, 1879). α-Hopeite, β-Hopeite *Spencer* (*Min. Mag.*, **15**, 1, 1908).

α-ГОПЕИТ, β-ГОПЕИТ, α-Hopeite, β-Hopeite. *Spencer* (*Min. Mag.*, **15**, 1, 1908). На кристаллах гопеита из Родезии видна зональная структура роста; материал смежных зон несколько различается по свойствам, хотя, повидимому, по составу идентичен (анал. 2, 3). α-Гопеит имеет больший удельный вес и двойное лучепреломление с $X = a$, $Y = c$ и $2E \sim 58^1/_2°$. β-Гопеит имеет $X = a$, причем в одних случаях $Y = c$ и $2E \sim 32^1/_2°$, в других $Y = b$ и $2E \sim 20°$. При нагревании α-гопеит разрушается при 105°, а β-гопеит — при 139°. Рентгенометрические снимки обоих материалов идентичны, и различия в свойствах и поведении при нагреве могут быть объяснены некоторыми колебаниями в содержании воды.

Ссылки

1. Ромбо-дипирамидальный вид симметрии был установлен на основании рентгенометрии, фигур травления и отсутствия пьезоэлектричества (см. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 795, 1940, и Spencer, *Min. Mag.*, **15**, 1, 1908). Более низкая симметрия была предложена Унгемахом (Ungemach, *Bull. soc. min.*, **33**, 132, 1910) на основании морфологии, но это произошло, повидимому, из-за случайных неправильностей в относительном развитии граней кристаллов.

2. Углы Спенсера (Spencer, 1908) в установке структурной ячейки Вольфа (Wolfe, 1940). Элементы Спенсера согласуются с элементами, полученными рентгенометрическим путем, и со средними из морфологических элементов, приведенных у Валькера (Walker, *J. Washington Ac. Sc.*, **6**, 685, 1916), Буттгенбаха (Buttgenbach, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **42**, M93, 1921, и *Ak. Belgique, Bull.*, No. 5, 567, 1909) и Унгемаха (Ungemach, *Bull. soc. min.*, **33**, 132, 1910) и у более ранних исследователей (см. Spencer, 1908). Переход от Спенсера к новой: 010/300/001; от Унгемаха (Ungemach, 1910) к новой: 010/001/100.

3. Spencer (1908) и Ungemach (1910); 7.18.0 и 11.9.0 по Валькеру (Walker, 1916). Редкие или сомнительные формы: 025, 11.9.0, *i* 340, *v* 430, δ 151, λ 191, ξ 3.11.3, η 3.10.3.

4. Wolfe (1940), методом Вайссенберга.

5. Spencer (1908).

6. Правильные на вид зональные группки были описаны у Буттгенбаха (Buttgenbach, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **42**, 93, 1919).

7. Пределы погрешностей найдены Спенсером (Spencer, 1908) на кристаллах из Родезии.

8. Wolfe (1940).

9. Larsen (87, 1921).

10. Walker (1916), *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 10 (1918).

11. См. Spencer (1908), Mellor (**4**, 658, 1923) и Eberly, Cross и Crowell, *J. Am. Chem. Soc.*, **42**, 1433 (1920).

ГИББЕНИТ, $Zn_7(PO_4)_4(OH)_2 \cdot 7H_2O$, Hibbenite. В несовершенных ромбических кристаллах, толстотаблитчатых по {010}, по облику и углам весьма похожих на гопеит. Формы: *a* {100}, *b* {010}, *s* {230}, *e* {031} и *r* {131}, с $a : b : c = 0{,}548 : 1 : 0{,}276$.[1]

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} хорошая, по {001} плохая. Хрупкий. Тв. $3^3/_4$. Уд. в. 3,21. Блеск стеклянный, на гранях спайности,

приближающийся к перламутровому. Цвет светложелтый, почти белый. Просвечивающий.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка		n	
X	b	$1{,}582 \pm 0{,}003$	Двуосн. отрицат. (—)
Y	c	$1{,}592 \pm 0{,}003$	$2V$ $54 \pm 1°$ (измер.)
Z	a	$1{,}593 \pm 0{,}003$	$r < v$, заметная

Хим. Водный основной фосфат цинка, $Zn_7(PO_4)_4(OH)_2 \cdot 7H_2O$. Часть воды теряется при обычных условиях, часть же сохраняется до красного каления.

Анал.

	1	2
ZnO	56,53	57,55
P_2O_5	28,17	28,83
H_2O	15,30	13,71
Сумма	100,00	100,09

1. $Zn_7(PO_4)_4(OH)_2 \cdot 7H_2O$. 2. Салмо, Британская Колумбия. Среднее из двух анализов на воздушно-сухом образце. Свежий образец дал H_2O 14,8%.

Испытание. П. п. тр. желтеет при нагревании и легко плавится. В закр. тр. сильно растрескивается и выделяет много воды. Легко растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Найден со спенсеритом, салмонситом и гемиморфитом на руднике Гудзон-Бэй, Салмо, район Нельсон, Британская Колумбия.

Назв. По имени Джона Грайера Гиббена (John Grier Hibben) первого ректора Принстонского университета. *Phillips* (*Am. J. Sc.*, **42**, 275, 1916).

Существование гиббенита точно не доказано. Имеющиеся данные могли быть получены на смеси гопеита и спенсерита.[3]

Ссылки

1. Элементы пересчитаны из основных углов Филлипса (Phillips, 1916) и даны в единицах и установке гопеита. Переход от Филлипса к новой: 010/300/001. Первоначально приводившиеся s {120} и p {111} находятся в противоречии с указанными здесь углами; p здесь считается {111} = {131}, и тогда s становится {230}.

2 Larsen (85, 1921).

3. Нетипичные образцы, именуемые *гиббенитом*, из Харвардской коллекции и Королевского музея в Онтарио дают рентгенограммы порошка, аналогичные спенсериту (Frondel, личн. сообщ., 1948).

40.2.12 ФОСФОФИЛЛИТ $Zn_2(Fe, Mn)(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$
PHOSPHOPHYLLITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 2{,}0265 : 1 : 2{,}0792$; β 120°25′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0260 : 1{,}7930 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}5577 : 0{,}5722 : 1$; μ 59°35′;

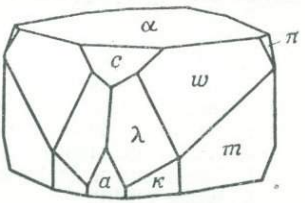
p'_0 1,1898, q'_0 2,0792, x'_0 0,5871.

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	30°25′	59°35′	90°00′	.....	59°35′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	30°25′	.....
g	120	15 58	90 00	0 00	15 58	76 16½	74 02
m	110	29 47	90 00	0 00	29 47	64 38	60 13
k	210	48 51	90 00	0 00	48 51	49 30½	41 09
x	013	40 16	42 15	59 35	59 08	47 45	64 35
π	011	15 46	65 10	59 35	29 09	65 09	75 44
τ	101	90 00	60 38	29 22	90 00	30 13	29 22
α	$\bar{1}02$	—90 00	0 27	90 27	90 00	30 52	90 27
m	$\bar{3}04$	—90 00	16 58½	106 58½	90 00	46 83½	106 58½
s	$\bar{3}02$	—90 00	50 08	140 08	90 00	80 33	140 08
ω	111	40 31	69 55½	29 22	44 26	52 46½	52 24
λ	211	54 58½	74 34	18 38	56 25	51 00½	37 52
o	$\bar{2}11$	—40 46	69 59	150 50½	44 38	90 53	127 51
p	$\bar{3}11$	—55 07	74 37	161 28	56 32	99 53½	142 16½

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_1/c \cdot a_0$ 10,23 *kX*, b_0 5,08, c_0 10,49; β 120°15′; $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}014 : 1 : 2{,}065$. Ячейка содержит $Zn_4(Fe, Mn)_2(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Толстотаблитчатый по {100}. Обычные формы: $a\ m\ \pi\ \alpha\ \omega\ p$.



Хагендорф.

Двойники. 1) По {100}, обычны, иногда полисинтетические. 2) По {$\bar{1}02$}, редки. [4]

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {010} и {$\bar{1}02$} ясная. Хрупкий. Тв. 3—3½. Уд. в. 3,08, [5] 3,13; [6] 3,14 (вычисл.). Блеск стеклянный. Бесцветный до бледного голубовато-зеленого. Прозрачный. Флюоресцирует фиолетовым светом в коротковолновом ультрафиолетовом излучении.

Опт. [7] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n(Na)	
X	1,595	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \wedge c$ +50°	1,614	$2V \sim 45°$
Z b	1,616	$r > v$, заметная

Хим. Водный фосфат цинка, железа и марганца, $Zn_2(Fe, Mn) \cdot (PO_4)_2 \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2
ZnO	36,30	34,26
FeO	11,35	12,24
MnO	4,62	4,96
P_2O_5	31,66	32,51
H_2O	16,07	16,52
Сумма	100,00	100,49

1. $Zn_2(Fe, Mn)(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ с Fe : Mn = 17 : 7. 2. Хагендорф. [3]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. растрескивается, становится серым и теряет воду. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся из сфалерита и железо-марганцовых фосфатов в пегматите Хагендорфа, близ Плейштейна, в Верхнем Пфальце, Бавария, Германия. Встречается вместе с триплитом, трифилитом, сфалеритом, апатитом, вивианитом, рокбриджеитом, штренгитом, файрфилдитом, металтренгитом.

Назв. В соответствии с тем, что он является фосфатом с совершенной спайностью. *Laubmann* и *Steinmetz* (*Zs. Kr.*, **55**, 566, 1920).

Ссылки

1. Единицы, установка и углы Пэлача и Бермана (Palache и Berman *Am. Min.*, **12**, 180, 1927). Переход от Лаубмана и Штейнметца (Laubmann и Steinmetz, 1920) к Пэлачу и Берману: 101/010/$\bar{2}$00. О связи между отношениями осей фосфофиллита и гопеита см. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 792 (1940).
2. Лаубман и Штейнметц (Laubmann и Steinmetz, 1920), Штейнметц (Steinmetz, *Zs. Kr.*, **64**, 405, 1926) и Клебер (Kleber, *Jb. Min. Beil.-Bd.*, **70 A**, 203, 1935), которые детально обсуждали развитие форм.
3. Wolfe (1940), методом Вайссенберга. См. также Штрунца (Strunz, *Naturwiss.*, **34**, 1942), который занимался вопросом структурных соотношений между фосфофиллитом и металтренгитом.
4. См. Wolfe (1940) и Kleber (1935).
5. Laubmann и Steinmetz (1920) и Kleber (1935).
6. Wolfe (1940).
7. Kleber (1935).
8. Steinmetz (1926).

40.2.13 **ТРИХАЛЬЦИТ** $Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 5H_2O$ (?) TRICHALCITE

Крист. [1] Ромбическая.

$a : b : c = 0{,}384 : 1 : 0{,}207$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}539 : 0{,}207 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}384 : 1{,}855 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 4{,}831 : 2{,}604 : 1$

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа неизвестна.

a_0 10,34 *kX*, b_0 26,9, c_0 5,57; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}384 : 1 : 0{,}207$.

Облик. Мелкие, псевдогексагонально сдвойникованные сростки, листоватые по {010}, с {100} в качестве боковых граней. В радиальных группах столбчатый; в дендритных формах.

Двойники.[3] По {101}, повторяющиеся, образующие псевдогексагональные сростки.

Физ. Хорошо заметная спайность в зоне [001]. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. неизвестен. Блеск стеклянный до перламутрового, у агрегатов иногда шелковистый. Цвет медянково-зеленый до голубовато-зеленого.

Опт. В проходящем свете бледный голубовато-зеленый и неплеохроичен.

Ориентировка	*n* (Турьинские рудники)[4]	
X b	1,67 ± 0,01	Двуосн. отрицат. (—)
Y вдоль удлинения	1,686 ± 0,003	$2V$ большой
Z	1,698 ± 0,003	Обнаруживает секториальное двойникование

Хим. Водный арсенат меди. Формула точно не определена, вероятно, $Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 5H_2O$.

Анал.

	CuO	As_2O_5	P_2O_5	H_2O	Сумма
1.	42,71	41,13		16,16	100,00
2.	44,19	38,73	0,67	16,41	100,00

1. $Cu_3(AsO_4)_2 \cdot 5H_2O$. 2. Турьинские рудники, Урал.

Испытание. В закр. тр. растрескивается, выделяет много воды и становится темнокоричневым. П. п. тр. плавится. Легко растворяется в холодной HCl.

Местонахождение. Первоначально на Турьинских медных рудниках близ Серова и в Березовске, Урал. Также в виде пленок окисления на халькопиритово-арсенопиритовой руде рудника Либерал-Кинг, округ Шошон, штат Юта. Сообщают о нахождении в Шнееберге, Саксония.

Назв. От τρίσ — *три* и χαλκόσ — *медь*.

Синоним. Trichalcit *Hermann* (*J. pr. Chem.*, **73**, 212, 1858).

Ссылки

1. Симметрия и отношения осей — из структурной ячейки по Вольфу (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 799, 1940) на материале из Турьинских рудников. Переход от гипотетической установки Шеннона (Shannon, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **62**, Art. 9, 1922) для кристаллов из Айдахо: 010/001/100.
2. Wolfe (1940), методом Вайссенберга.
3. Shannon (1922).
4. Larsen (144, 1921). Сходные данные приводятся Шенноном (Shannon, 1922) для материала из Айдахо.

40.2.14 **ПИКРОФАРМАКОЛИТ** $(Ca, Mg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (?)
PICROPHARMACOLITE

Вероятно, моноклинный. В агрегатах мелких сферических, гроздевидных форм с лучисто-листоватой структурой; также в виде шелковистых волокон или мелких игольчатых кристаллов. Под микроскопом

обнаруживаются прямоугольные призмы, удлиненные вдоль [001] с совершенной спайностью по {100} и {010}.[1] Цвет белый. Блеск слабо перламутровый. Непрозрачный. Уд. в. 2,58 (Джоплин).[2]

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Рихельсдорф)[1]	
$X \wedge c$ ~37°	1,631	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,632	$2V$ 40 ± 2° (измер.)
Z	1,640	$r < v$, довольно сильная

Хим. Водный арсенат кальция и магния. Формула точно не установлена, вероятно, $(Ca, Mg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Около $1H_2O$ теряется над H_2SO_4 при комнатной температуре.[2] В приводимых анализах Ca несколько меньше, а H_2O больше по сравнению с предположенной формулой, и вещество может быть кислой солью.

Анал.

	1	2	3	4
CaO	28,53	24,65	25,77	22,40
MgO	3,73	3,22	3,73	6,60
As_2O_5	46,07	46,97	46,93	47,48
H_2O-	21,67	23,98	24,01	11,60
H_2O+				11,44
Прочие		1,00		0,38
Сумма	100,00	99,82	100,44	99,90
Уд. в.				2,583

1. $(Ca, Mg)_3(AsO_4)_2 \cdot 6H_2O$ с Ca : Mg = 5,5 : 1. 2. Рихельсдорф.[3] Прочие: CoO. 3. Фрейберг.[4] 4. Джоплин, Миссури.[2] Прочие: MnO_2 0,21 и нераств. ост. 0,17.

Местонахождение. В Рихельсдорфе, а также в виде выцветов в разрабатывающемся руднике около Фрейберга в Саксонии. Также покрывает доломит на руднике Джоплин, Миссури.

Назв. По содержанию магния и химическому сходству с фармаколитом. *Stromeyer* (*Ann. Phys.*, **61**, 185, 1819).

Ссылки

1. Larsen (120, 1921) и Frenzel, *Jb. Min.*, 786 (1873). Приводимые оптические свойства указывают на то, что данные разновидности являются отличными от фармаколита.
2. Genth, *Am. J. Sc.*, **40**, 204 (1890).
3. Stromeyer (1819).
4. Frenzel (1873).

40.2.15 ГРУППА ВИВИАНИТА

МОНОКЛИННАЯ; ПРИЗМАТИЧЕСКИЙ — 2/m

	a_0	b_0	c_0	β_0
Вивианит, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	10,039 *kX*	13,38	4,687	104°18′
Аннабергит, $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	10,122	13,28	4,698	104 45
Эритрин, $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	10,184	13,34	4,73	105 01
Кёттигит, $Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	10,11	13,31	4,70	103 50
Бобьеррит, $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	9,946	27,65	4,639	104 01
Гёрнезит, $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$				
Симплезит. $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$				

Членами группы вивианита в узком смысле слова являются четыре минерала, которые в приведенном выше списке указаны раньше. Бобьеррит имеет подобные же формулу и ячейку, но с удвоенной b_0, и поэтому отличается от этой группы, хотя весьма близок к ней. Что касается гёрнезита, то неясно, относится он к бобьерриту или к вивианиту. Симплезит трактуется по-разному: либо как триклинный, либо как моноклинный и изоструктурный [1] с вивианитом. Структура [2] вивианита построена из тетраэдров PO_4 и из октаэдрических группировок H_2O и O вокруг иона Fe; они связаны в слои, идущие по {010}. Эти слои соединяются между собой тетраэдрическими группировками H_2O, которые представляют собою плоскости совершенной спайности по {010}.

Вивианит не участвует в обширном ряду катионных замещений, но вместе с тем имеется непрерывная серия между эритрином и аннабергитом, а возможно, и между этими разновидностями и кёттигитом. Вивианит особенно интересен тем, что у него постепенное окисление закисного железа сопровождается изменениями оптических свойств.

Ссылки

1. Ср. Mori и Shoji, *Acta Cryst.*, **3**, 1 (1950), которые нашли a_0 10,25 Å, b_0 13,48, c_0 4,71, β 103°50′ на кристаллах из Киура, Япония (находится в печати).
2. Mori и Shoji (1950).

40.2.15.1 ВИВИАНИТ $Fe_3''(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ VIVIANITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}7498 : 1 : 0{,}3509$; β 104°26′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4679 : 0{,}3398 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}9431 : 1{,}3772 : 1$;

μ 75°34′; p_0' 0,4832, q_0' 0,3509, x_0' 0,2574

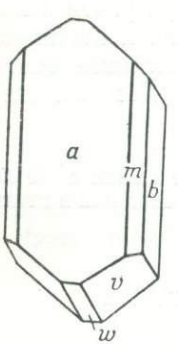
Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	14°26′	75°34′	90°00′	.....	75°34′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	75 34	.....
m	110	54 01	90 00	0 00	54 01	78 22	35 59
y	310	76 23½	90 00	0 00	76 23½	75 59	13 36½
e	021	20 08½	36 46½	75 34	55 48	34 12	78 08
o	$\bar{2}03$	—90 00	3 42	93 42	90 00	18 08	93 42
w	$\bar{2}01$	—90 00	35 20	125 20	90 00	49 46	125 20
z	111	64 39	39 20	53 28½	74 15½	26 54½	55 03
x	221	54 01	50 03½	45 58½	63 13½	39 11½	51 39
v	$\bar{2}21$	—45 18	44 55½	125 20	60 12½	55 54½	120 08

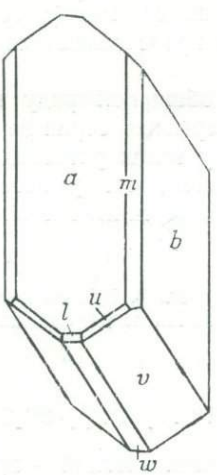
Менее обычные:

h	250		203		301	*t*	$4\bar{0}1$	$\bar{6}21$
g	011	*k*	101	*d*	801	*l*	$\bar{8}01$	
f	043	*n*	201		$\bar{3}01$	*r*	$\bar{1}11$	

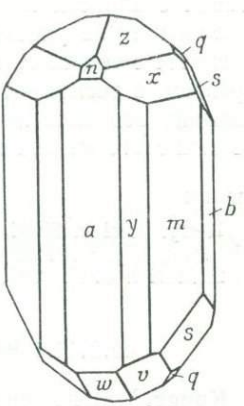
Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $C2/m$. a_0 10,039 *kX*, b_0 13,388, c_0 4,687; β 104°18′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}7499 : 1 : 0{,}3501$. Ячейка содержит $Fe_6(PO_4)_4 \cdot 16H_2O$.



Айдахо.



Калифорния.



Корнуолл.

Облик. Обычно призматический вдоль [001], иногда также пластинчатый по {010} или, реже, по {100}; также изометрический или таблитчатый по {010}. Часто кристаллы округлены развитием вицина-

лей до линзовидных или копьевидных форм. В звездчатых группах. В виде почковидных, шаровидных или цилиндровидных масс, конкреций или включений с радиально-лучистой, пластинчатой или волокнистой структурой; также землистый; порошковатый.

Двойники.[4] Пластинчатые, повидимому, вследствие двойникования, наблюдающегося по {010} и соответствующего приблизительно (304).

Физ. Спайность по {010} совершенная и легко воспроизводимая; несовершенная по $\{\bar{1}06\}$ и {100}. Излом волокнистый почти перпендикулярно к [001].[5] Гибкий в тонких пластинках по {010}; легко режется. Обнаруживает пластическую деформацию скольжения с $T(010)$ и t [001]. Тв. $1^1/_2$—2. Уд. в. $2{,}68 \pm 0{,}01$; 2,71 (вычисл.). Блеск стеклянный, на {010} перламутровый; также матовый и землистый. Свежие и неизмененные образцы бесцветны и прозрачны, но быстро становятся бледноголубыми или зеленовато-голубыми вследствие окисления[6] и с течением времени темнеют до темноголубого или темного зеленовато-синего, индигово-синего или синевато-черного цвета. Черта и порошок бесцветные до голубовато-белых, но быстро изменяются до темносиних или коричневых. Прозрачный, когда бесцветен или слабо окрашен, просвечивающий при более глубокой окраске кристаллов или прозрачный только в тонких осколках.

Опт.[7]

Ориентировка	n(Na) (Литошике)	n (Родна Векче)	n (черный; Ледвилл)	
X b	1,5788	1,5816	1,616	Двуосн., положит. (+)
Y	1,6024	1,6042	1,656	$r < v$, слабая;
$Z \wedge c$ $+28^1/_2°$	1,6294	1,6365	1,675	горизонтальная
$2V$	$83^1/_2°$	80°56′	$63^1/_2°$	

	Плеохроизм		
X	Голубой	Темноголубой	Индиговый
Y	Бледный желтовато-зеленый	Бледный синевато-зеленый	Зелено-желтый
Z	Бледный желтовато-зеленый	Бледный желтовато-зеленый	Желто-оливковый

С увеличением степени окисления показатели преломления возрастают, двупреломление уменьшается и плеохроизм на {010} усиливается.

Хим. Восьмиводный фосфат железа, $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Fe″ иногда замещается небольшими количествами Mn″, Mg и Ca с отношением $Ca : Mn : Mg : Fe'' = 1 : 4{,}1 : 5{,}6 : 5{,}4$, анал. 3. Обычно вивианит содержит более или менее значительное количество трехвалентного железа вследствие окисления. Окисление может распространяться в широких пределах без видимых изменений в кристаллической структуре, но оно сопровождается изменениями в цвете и оптических свойствах (см. ниже *окисленный вивианит*). Механизм окисления не

установлен, но может быть связан с сопутствующим превращением (H_2O) в $(OH)+H$.

Анал.[14]

	1	2	3	4	5
CaO			0,48	0,85	0,02
MgO			1,92	0,57	
MnO			2,01		0,25
FeO	42,96	44,10	39,12	37,20	32,64
Fe_2O_3				4,27	9,43
P_2O_5	28,31	27,17	27,01	27,25	29,99
H_2O	28,73	27,95	28,75	27,55	27,70
Прочие		0,10		1,73	0,12
Сумма	100,00	99,32	99,29	99,42	100,15
Уд. в.			2,66		2,693

1. $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Кэнтвеллский мост, Делавэр.[8] Бесцветный. Прочие: SiO_2. 3. Таманский полуостров (*паравивианит, paravivianite*)[9]. 4. Адамов, Моравия.[10] H_2O+ 13,18, H_2O- 14,37 Прочие: нераств. ост. 1,42, Al_2O_3 0,31. 5. Плэнт-Сити, Флорида.[11] Бледнозеленый. Прочие: SiO 0,12, следы TiO_2, H_2O+ 15,84, H_2O- 11,86.

	6	7	8	9
CaO	следы	0,11	0,49	0,79
MgO		0,09	1,54	1,22
MnO		0,08	1,99	2,57
FeO	32,70	23,47	9,50	
Fe_2O_3	12,04	20,32	32,89	41,82
P_2O_5	28,51	28,25	28,19	28,04
H_2O	25,43	27,38	25,04	24,98
Прочие	0,97			
Сумма	99,65	99,70	99,64	99,42
Уд. в.			2,65	2,65

6. Ровечин, Моравия.[12] Прочие: нераств. ост. и следы Al_2O_3. 7. Керченский полуостров (*бета-керченит, beta-kertschenite*).[13] 8. Керченский полуостров (*альфа-керченит, alpha-kertschenite*).[13] Среднее из двух. 9. Керченский полуостров (*оксикерченит, oxykertschenite*).[13]

Испытание. В закр. тр. выделяет нейтральную воду, белеет и расщепляется. П. п. тр. плавится в серый магнитный шарик. Т. пл. 1114°. Легко растворяется в кислотах. Темнеет в H_2O_2.

Разнов. *Окисленный вивианит.* Альфа-керченит, бета-керченит, оксикерченит *Попоза* (*Popoff*, 1910). Босфорит *Двойченко* (1914). Керченит.

Материал, образующийся при частичном непрерывном окислении первоначального закисного соединения, богатый трехвалентным железом. Цвет темносиний или индигово-синий до почти черного, с относительно высокими показателями преломления и сильным плеохроизмом. Черта темного цвета. С полным превращением Fe'' в Fe''' могут

получаться хрупкие, легко раскалывающиеся псевдоморфозы коричневого цвета, с матовым блеском, дающие сильно размытые рентгенограммы. Предельная степень окисления, которая еще не вызывает нарушений в структуре, неизвестна.

Местонахождение. Вивианит встречается в виде сравнительно хорошо образованных кристаллов как вторичный минерал железных шляп рудных месторождений и как продукт выветривания первичных железо-марганцовых фосфатов в пегматитах. Широко распространен в глинах, обычно в виде конкреционных стяжений, и в современных аллювиальных или других осадочных месторождениях, где этот минерал находится вместе с костями, гниющей древесиной или другими органическими остатками; в глауконитовых осадках и в породах с желваками фосфорита; также в лигните и торфе, в лесных почвах и в болотной руде; как красящее вещество в ископаемых костях или зубах (*одонтолит*, *odontolite*), и тогда часто его ошибочно считают бирюзой.

Найден в Корнуолле, Англия, в Сент-Агнесе и в других местах с пирротином в оловянных жилах. Во Франции, в местах угольных пожаров, также у Коммантри в Алье и у Кранзака в Авейроне. В Германии в лимонитовых рудах области Амберг-Авербах, Бавария, и как продукт изменения трифилита в пегматитах в окрестностях Хагендорфа, Бавария, и Мариенбада, Чехия; с сидеритом — в бурых углях Макленбурга; в Чехии, особенно у Литошике, Ровечин и Вальдиц. В Родна Веке (Орадна), Румыния. С сидеритовыми вкраплениями в торфяниках провинции Дренте, Германия. В СССР, особенно в осадочных железных рудах на Керченском и Таманском полуостровах (*паравивианит*, *керченит*). Кристаллы размерами более 10 *см* встречаются в оловянных жилах в Льяльягуа, Боливия; также в Тасна и Татаси. Крупные кристаллы встречаются также в рудниках Ашио, провинция Шимоцуке, Япония. На реке Ваннон, Виктория, Австралия.

В США вивианит встречается в изобилии в Аллентауне и Шрусбери, округ Монмоут, и в Муллика-Хилле, округ Глостер, Нью-Джерси; в глауконитовом песке в Мидлтауне, округ Нью-Кастле, Делавэр; в Плэнт-Сити, Флорида, в фосфатных породах; в изобилии в хороших образцах у Ледвилла, округ Лейк, Колорадо. Покрывает ископаемые бивни, клыки в золотых россыпях Клируотер, Айдахо; в Калифорнии близ Камптонвилла, округ Юба, и в диатомите на дне озера Тертиари близ Бурнея, округ Шаста; в Канаде в болотных рудах у Кот-Сен-Шарль, округ Водрей, Квебек.

Искусств.[15] Получается в виде бесцветных кристаллов при нагревании осажденного фосфата закисного железа в растворе фосфата натрия, при реакции между раствором фосфата закисного железа и аммония и фтористоводородной кислотой и другими путями.

Назв. По имени Дж. Г. Вивиани (J. G. Vivian), английского минералога, который открыл этот минерал в Корнуолле.

Синонимы. Bloa Järnjord, Naturligit Berlinerblätt, Calx Martis phlogisto juncta и т. д. *Cronstedt* (182, 1758). Caeruleum Berolinense nativum *von Born* (**1**, 136, 1772). Ocre martiale bleue, Bleu de Prusse nativ *de Lisle* (**3**, 295, 1783). Natürliche Berlinblau, Phosphorsaurer Eisen *Klaproth* (*Crell's Ann.*, **1**, 390, 1784). *Нем.*: Eisenblau, Blaueisenerde. Vivianit (из Корнуолла) *Werner* (41, 1817; Breithaupt, Hoffmann, **4b**, 146, 1817). Phosphate of Iron. Blue Iron Earth. *Фр.*: Fer phosphaté, Fer azuré. Eisenglimmer *Mohs* (212, 1824). Eisen-Phyllit *Breithaupt* (26, 1823). Glaukosiderit *Glocker* (857, 1831). Mullicite *Thomson* (**1**, 452, 1836). Anglarite *Berthier* (*Ann. mines*, **12**, 303, 1837) = Angelardite *Lacroix* (**4**, 522, 1910). Odontolite (частью).

Паравивианит *Попова* (*Popoff*, *Cbl. Min.*, 112, 1906; *Изв. Имп. АН, СПб*, **1**, 127, 1907). Альфа-керченит, бета-керченит, оксикерченит *Попова* (Popoff, *Trav. mus. Géol.*, *Изв. Имп. АН, СПБ*, **4**, 99, 1910 — *Zs. Kr.*, **52**, 606, 1913). Босфорит *Двойченко* (*Mem. Crimean Soc. Sc.* и *Nat.*, **4**, 113, 1914 — *Zs. Kr.*, **61**, 586, 1925). Керченит. α-, β-керченит.

Ссылки

1. Углы и установка Рата (Rath, *Ann. Phys.*, **136**, 405, 1869); размеры структурной ячейки Барта (Barth, *Am. Min.*, **22**, 325, 1937). Переход от Рата (Rath, 1869), Дэна (Dana, 814, 1892), Гольдшмидта (Goldschmidt, **3**, 273, 1890; **9**, 57, 1923) к новой: $100/010/00\frac{1}{2}$. Как отмечает Вольф (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 738, 1940), структурная ячейка с наименьшими трансляциями является объемноцентрированной, с переходом от Дэна: (Dana, 1892) $10\bar{1}/010/00\frac{1}{2}$; здесь принята условная базоцентрированная ячейка.

2. Goldschmidt (**9**, 57, 1923); также Ulrich, *Rozpr. České Ak.*, **23**, No. 33 (1925); Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **76**, 335 (1924). Редкие и недостоверные: 320, 540, 160, 28.0.1, 501, 702, A 209, μ $\bar{1}01$, $\bar{3}01$, γ $\bar{7}02$, $\bar{5}01$, *s* $\bar{2}61$, *p* $\bar{1}51$, *u* $\bar{8}21$, *q* $\bar{1}31$, $\bar{3}.2\ 3$, α 8 3 3, β 3.5.7, ψ 2.16.3, *i* $\bar{1}6.6.3$.

3. Barth (1937), методом Вайссенберга на материале из Монсеррат, Боливия. Таканэ и Омори (Takané и Ômori, *J. Jap. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **16**, 234, 1936) и Ямагути (Yamaguti, *Proc. Physico-Math. Soc. Japan*, **18** [3], 372, 1936) дают близкие данные.

4. Ulrich (1925).

5. См. Mügge, *Jb. Min.*, I, 71 (1898), I, 53 (1884), Buttgenbach, *Soc. géol. Belgique*, *Mém.*, **40**, 3 (1913); Kuhara, *Mem. Coll. Eng. Kyoto*, **2**, 71 (1918).

6. Об изменениях цвета и оптических свойств, сопровождающих окисление, см. Watson, *Am. Min.*, **3**, 159 (1918); Ulrich, *Rozpr. České Ak.*, **31**, No. 10 (1922), **33**, No. 33 (1925); Zieleniewski, *Arch. Min. Soc. Warsaw*, **15**, 51 (1945).

7. Ulrich (1922; 1925; *Zs. Kr.*, **64**, 143, 1926) и Zieleniewski (1945). Несколько отличные данные сообщаются другими; отклонения вызваны различиями в степени окисления или незаметными изоморфными замещениями (Mg, Mn и т. п.). См. также Gaubert, *Bull. soc. min.*, **27**, 212 (1904); Rosický, *Böhm. Ak.*, *Abh.*, No. 28, 17 (1908); Larsen и Berman (110, 1934). О дисперсии осей см. Petrow, *Jb. Min.*, *Beil.-Bd.*, **37**, 457 (1914), и о дисперсии $nZ - nY$ см. Lincio, *Heidelberg Ak. Wiss., Math — Nat. Kl., Abt. A, Abh.*, 15 (1914).

8. Fisher, *Am. J. Sc.*, **9**, 84 (1850).

9. Popoff (1906).

10. Pelíšek, Příroda, **28**, 279 (1935).

11. Анал. Гуча (Gooch) у Ватсона и Гуча (Watson и Gooch). *Washington Ac. Sc., J.*, **8**, 82 (1918).

12. Kovář, *Böhm. Ak.*, *Abh.*, No. 9 (1898).

13. Popoff (1910).

14. О дополнительных анализах см. Hintze (**1** [3B], 1235, 1933).

15. Mellor (**14**, 392, 1935).

40.2.15.2 **ЭРИТРИН** $(Co, Ni)_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ERYTHRITE
40.2.15.3 **АННАБЕРГИТ** $(Ni, Co)_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ANNABERGITE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

ЭРИТРИН [1]

$a : b : c = 0{,}7633 : 1 : 0{,}3546$; β 105°01′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4646 : 0{,}3425 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}9198 : 1{,}3564 : 1$; μ 74°59′; p_0' 0,4810,
q_0' 0,3546, x_0' 0,2683

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	90 00	90 00	0°00′	90 00	74 59	.....
l	340	45 29½	90 00	0 00	45 29½	79 21	44 30½
m	110	53 35½	90 00	0 00	53 35½	77 58	36 24½
s	320	63 49½	90 00	0 00	63 49½	76 33	26 10½
q	301	90 00	59 42	30 18	90 00	44 41	30 18
o	$\bar{2}03$	—90 00	3 00	93 00	90 00	18 01	93 00
w	$\bar{2}01$	—90 00	34 45	124 45	90 00	49 46	124 45
p	221	60 02½	54 51	39 06½	65 54	42 21	44 54
v	$\bar{2}21$	—44 22	44 46½	124 45	59 46	56 04½	119 30½

АННАБЕРГИТ [4]

$a : b \cdot c = 0{,}7619 : 1 : 0{,}3537$; β 104°45′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4642 : 0{,}3420 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}9236 : 1{,}3572 : 1$; μ 75°15′; p_0' 0,4801,
q_0' 0,3537, x_0' 0,2633

Формы [5]

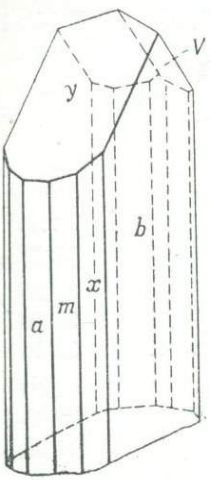
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	14°45′	75°15′	90°00′	.....	75°15′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	75 15	.....
m	110	53 57	90 00	0 00	53 37	78 10½	36 23
w	$\bar{2}01$	—90 00	34 52½	124 52½	90 00	49 37½	124 52½
r	111	64 33½	39 28	53 22½	74 09	26 47	54 58½
p	221	60 06½	54 50	39 06	65 57½	42 29½	44 52
v	$\bar{2}21$	—44 34½	44 48	124 52½	59 52	55 55½	119 38

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $C2/m$.

	a_0	b_0	c_0	β	$a_0 : b_0 : c_0$
Эритрин	10,184 *kX*	13,340	4,730	105°01′	0,7633 : 1 : 0,3546
Аннабергит	10,122	13,284	4,698	104 45	0,7619 : 1 : 0,3537

Ячейка содержит $(Co, Ni)_6(AsO_4)_4 \cdot 16H_2O$.

Облик. Призматический до игольчатого вдоль [001] и пластинчатого по {010}. Кристаллы с глубокой штриховкой или бороздчатые вдоль [001]; наблюдается также штриховка на {010} параллельно $\{h0l\}$ или $\{\bar{h}0l\}$. Кристаллы эритрина и особенно аннабергита редки и плохого качества. Эритрин часто в виде радиальных и звездчатых групп, в шаровидных или почковидных формах с друзовидной поверхностью и столбчатой или грубоволокнистой структурой; также землистый и порошковатый. Аннабергит обычно в тонко-кристаллических налетах или землистый.



Эритрин. Кобальт. Онтарио.

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} и $\{\bar{1}02\}$ несовершенная. Гнется в тонких пластинках, параллельных {010}. Плоскость скольжения[6] с $T\{010\}$, и $t[001]$. Легко режется. Тв. $1^1/_2$—$2^1/_2$, наименьшая на {010}. Уд. в. эритрина 3,06 (Шнееберг[7]), 3,178 (искусств.[8]), 3,18 (вычисл.); аннабергита 3,07 (Лавриум[7]), 3,0 (искусств.[8]), 3,23 (вычисл.). Блеск слабо алмазный, на {010} перламутровый; также матовый и землистый. Цвет эритрина малиново-красный и персиково-красный; цвет бледнеет с увеличением содержания Ni и становится бледнорозовым или бледным розово-красным при Co : Ni ~ 1 : 1, затем становится белым или серым, бледнозеленым и нежным яблочно-зеленым у богатого никелем материала. Черта бледнее, чем окраска минерала. Прозрачный до просвечивающего в кристаллах. Отдельные кристаллы могут обнаруживать полосчатую окраску или иную окраску во внешних слоях образцов.

Опт.[9]

Ориентировка	Эритрин	Эритрин Шнееберг	Эритрин Монт-Чемин	Аннабергит	
X b	1,626	1,629	1,622	1,622	Двуосн. положит. (+); также отрицат. (—)
Y	1,661	1,663	1,660	1,658	
Z	1,699	1,701	1,681	1,687	
$Z \wedge c$	+31°	+30°±1°	$31^1/_2$°	+36°	$r > v$
$2V$	90°±	Очень большой		84°	

Плеохроизм

X	Бледный розово-красный	Бледный розово-красный	Очень бледный розовый
Y	Очень бледный фиолетовый	Бледнофиолетовый	Бледный фиолетово-розовый
Z	Красный	Красный	Яркорозовый

Хим. Восьмиводный арсенат кобальта и никеля, $(Co, Ni)_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Ni и Co взаимно замещают друг друга, образуя непрерывную изоморфическую серию. Названия *эритрин* и *аннабергит* относятся к частям серии соответственно с $Co > Ni$ и $Ni > Co$. Значительные количества Ca, Zn, Fe'' и Mg также замещают (Co, Ni) — см. ниже ***Разнов.*** Замещение AsO_4 на PO_4 не наблюдалось.

Анал.[10]

	1	2	3	4	5	6	7
CaO					0,42		
MgO						0,50	
FeO		4,01	1,49	3,04	3,51	1,13	
ZnO							8,54
CoO	37,54	33,42	34,11	30,36	23,75	16,33	11,97
NiO			0,52	3,71	11,26	17,37	17,23
As_2O_5	38,39	38,30	37,86	38,10	36,42	38,13	34,63
H_2O	24,07	24,08	24,19	[24,79]	23,52	22,30	22,55
Прочие			2,17		0,86	4,00	5,06
Сумма	100,00	99,81	100,34	[100,00]	99,74	99,76	99,98
Уд. в.	3,18						

1. $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Эритрин. Рудник Раппольд, Шнееберг.[11] 3. Эритрин. Рудник О'Бриен, Кобальт, Онтарио.[12] Прочие: SiO_2 1,28, CuO 0,89. Цвет яркий розово-красный. 4. Эритрин. Рудник Сент-Антон, Виттихен, Баден.[13] 5. Эритрин. Яхимов, Чехия.[14] Прочие: SiO_2. 6. Аннабергит. Гоуганда, Онтарио.[12] Цвет бледный розовато-красный. Прочие: SiO_2 2,34 и кобальтин 1,66. 7. Аннабергит. Арбурезе, Сардиния.[15] Прочие: Fe_2O_3 0,83, нераств. ост. 4,23.

	8	9	10	11	12	13	14
CaO		0,84		3,51	9,32		
MgO	2,47	1,12	0,21	3,74		6,16	
FeO		0,30	0,56			1,10	
CoO	7,23	6,43	3,40	0,50	0,76	следы	
NiO	28,40	29,30	33,82	32,64	25,01	26,97	37,46
As_2O_5	35,18	38,31	37,25	36,64	39,33	40,45	38,44
H_2O	23,12	24,04	24,83	23,94	25,01	25,26	24,10
Прочие	3,60		0,41				
Сумма	100,00	100,34	100,48	100,97	99,43	99,94	100,00
Уд. в.			2,907			3,01	

8. Аннабергит. Арбурезе, Сардиния.[15] Прочие: нераств. ост. Цвет бледнозеленый. 9. Аннабергит. Кобальт, Онтарио.[12] Цвет белый. 10. Аннабергит. Кобальт, Онтарио.[12] Цвет бледнозеленый. Прочие: SiO_2. 11. Аннабергит. Сильвер-Клифф, Колорадо.[16] 12. Аннабергит. Рудник Пибл, Шотландия (*дудгеонит, dudgeonite*).[17] 13. Аннабергит. Лавриум, Греция (*кабрерит, cabrerite*).[18] 14. $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. выделяет воду при слабом нагревании и становится голубоватым (*эритрин*) или темнеет (*аннабергит*). Растворим в кислотах.

Разнов. *Кальцистый.* Дудгеонит *Heddle* (*Min. Mag.*, **8**, 200, 1889). Содержит Ca, замещающий (Ni, Co), с отношением Ca : (Ni, Co) = 1 : 2,1 в кальцистом аннабергите из Шотландии (анал. 12); белый и порошкообразный. Сильно кальцистый эритрин с Ca : (Ni, Co) = 1 : 2,7 указывался в Шнееберге.[19] Материал с Ca > (Co, Ni) неизвестен.

Цинкистый. Содержит Zn, замещающий (Ni, Co) с отношением Zn : (Ni, Co) = 1 : 3,7 в анал. 7, и является частью серии, близкой к кёттигиту. Цвет розовый.

Железистый. Содержит Fe″, замещающее (Co, Ni) с отношением Fe″ : (Co, Ni) = 1 : 8,0 в железистом эритрине, анал. 2. Эта серия, вероятно, ограничена. Химический аналог состава $Fe''_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$, симплезит — триклинный и не изоструктурный с близкими минералами.

Магнистый. Кабрерит *Dana* (561, 1868); водосодержащий магний-никельоксид *Ferber* (*B. H. Ztg.*, **22**, 306, 1863). Содержит Mg, замещающий (Ni, Co) с Mg : (Ni, Co) ~ 1 : 1,4 в первоначальном магнистом аннабергите из Испании и 1 : 2,46 в материале, характеризующемся анал. 13, из Лавриума.[20] Анализы материала из Лавриума могут давать средний состав зональных кристаллов, состоящих из темнозеленого богатого никелем материала и бледнозеленых бедных никелем участков (вероятно, *никелистый гёрнезит, nickelian hoernesite*) с относительно низкими показателями преломления.[21]

Местонахождение. Эритрин и аннабергит являются вторичными минералами, которые обычно образуются путем окисления арсенидов кобальта и никеля. Встречаются вместе с симплезитом, моренозитом, ретчерситом, малахитом, адамином, скородитом. Эритрин встречается в Германии в виде хороших образцов в Шнееберге, Саксония; также в Саалфельде и Глюксбрунне близ Швейны, Тюрингия; в Виттихене, Шварцвальд, Баден, и Рихельсдорфе, Гессен-Нассау. В Яхимове, Беловесе и Пршибраме в Чехии. В Шладминге, Штирия, и Леоганге, Зальцбург, Австрия. В Монт-Чемине и Туртмантале, Валлис, Швейцария. В Шаланше близ Аллемона, Изер, и у Маркирха, Эльзас, Франция. В Тунаберге, Швеция. В различных местах Корнуолла и Альстон-Мура, Камберленд, Англия. В некоторых местах в Чили и в руднике Вета-Рика, Коауила, Мексика. В США найден в Неваде, в северо-восточной части округа Черчил, и в каньоне Коттонвуд, область Стилуотер, в Блэк-Хиллсе, округ Явапаи, Аризона; с аннабергитом в районе Блэк-Хок, округ Грант, Нью-Мексико; в Калифорнии в руднике Бишоп, восточнее Лонг-Лейка, округ Инио; в рудниках каньона Сан-Габриэль, округ Лос-Анжелос, и в других местах. Распространен в районе Блэкбирд, округ Лемхи, Айдахо. В Канаде найден в изобилии в области Кобальт, район Тимискаминг, Онтарио.

Аннабергит является более редким минералом, чем эритрин. Он встречается в Аннаберге и Шнееберге, Саксония, и Рихельсдорфе, Гессен-Нассау; в Морунгене близ Зангерсхаузена в Гарце; в Лео-

ганге, Зальцбург, Австрия, и Добсина, Гёмёр, Венгрия; в руднике Арбурезе, Гонносфанадига, Сардиния. Магнистые разности встречаются в Лавриуме, Греция, и в провинции Сьерра-Кабрера, Альмерия, Испания (*кабрерит*, *cabrerite*). Аннабергит найден также в Галанчес Изере, Испания, и в руднике Пибл близ Критауна, Киркудбрайтшир, Шотландия (*кальцистый*). Найден в США у Сильвер-Клиффа, округ Кастер, Колорадо; в изобилии с ретжерситом в руднике Ловлок, каньон Коттонвуд, округ Гумбольдт, Невада. Особенно в Канаде, в Гоуганде и Кобальте, Темискаминг.

Искусств. [22] Получается в виде кристаллов при медленном осаждении раствора $NiSO_4$ или $CoSO_4$ действием Na_2HAsO_4 и другими путями.

Назв. *Эритрин* от ἐρυθρος — *красный*. *Аннабергит* по местонахождению в Саксонии.

Синонимы. Kobold-Blüthe *Brückmann* (161, 1727). Kobolt Blomma, Flos Cobalti [кристаллы], Koboltbeslag [с примесями, землистый], Cobalti minera cobore rubro и пр. *Wallerius* (234, 1747). *Нем.*: Koboltblüte. Koboltbeschlag, Ochra Cobalti rubra *Cronstedt* (212, 1758). Koboltblüthe. Cobalt Bloom, Red Cobalt, Cobalt Ocher. Cobaltum Acido arsenico mineralisatum *Bergmann* (134, 1782; **2**, 444, 1780 [первый анализ]). Arsenate of Cobalte. *Фр.*: Cobalt arseniaté. Erythrine *Beudant* (**2**, 566, 1832). Rhodoise *Huot* (**1**, 313, 1841).

Ochra Niccoli, Niccolum calciforme *Cronstedt* (218, 1758). Nickelocker. Nickelblüthe. Nickel Bloom. Nickel Ocher; Nickel Green; Arsenate of Nickel. *Фр.*: Nickel Arseniaté. Annabergite *Brooke* и *Miller* (503, 1852). Dudgeonite *Heddle* (*Min. Mag.*, **8**, 200, 1889). Cabrerite *Dana* (561, 1868). Wasserhaltige Nickeloxyde-Magnesia *Ferber* (*B. H. Ztg.*, **22**, 306, (1863).

Ссылки

1. Элементы базоцентрированной структурной ячейки Барта (Barth, *Am Min.*, **22**, 325, 1937), на неанализированном эритрине из Шнееберга. Морфологические измерения на эритрине являются относительно неточными — см. Shannon, Green, *Trans. Canad. Inst., Toronto*, **8**, 443 (1910); Lincio, *Sitzber. Heidelberg Ak. Wiss., Math-phys. Kl., Abh.*, 15 (1914), Brezina, *Min. Mitt.*, 19 (1872), Barth (1937). Переход от Дэна (Dana, 817, 1892) и Гольдшмидта (Goldschmidt, **5**, 33, 1918) к новой: $100/010/00\frac{1}{2}$.

2. Goldschmidt (1918) и Barth (1937). Редкие и недостоверные формы для эритрина: N 610, x 350, n 201, y 102, r $\bar{1}11$, q $\bar{6}13$.

3. Barth (1937), методом Вайссенберга на неанализированных образцах эритрина и аннабергита из Шнееберга и Лавриума.

4. Элементы базоцентрированной структурной ячейки Барта (Barth, 1937). Морфологические элементы Барта на кристаллах из Лавриума являются менее точными.

5. Barth (1937).

6. Mügge, *Jb. Min.*, I, 74 (1898). О фигурах удара на {010} см. Mügge, *Jb. Min.*, I, 53 (1884) и Lincio (1914).

7. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 804 (1940).

8. De Schulten, *C. R.*, **136**, 1444 (1904).

9. Larsen (40, 72, 1921); Larsen и Berman (120, 178, 1934); Friedlaender, *Verh. Schweiz. naturfor. Ges.*, 112 (1942); Ulrich, *Zs. Kr.*, **64**, 143 (1926). Все данные на неанализированном материале.

10. О дополнительных анализах см. Hintze (**1** [3B], 1261, 1264, 1933) и Sinkler, *Econ. Geol.*, **37**, 136 (1942).

11. Kersten, *Ann. Phys.*, **60**, 151 (1843).

12. Анал. Тодда (Todd) у Валькера и Парсонса (Walker и Parsons, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 17, 13 (1924).
13. Petersen, *Ann. Phys.*, **134**, 86 (1868).
14. Анал. Линдакера (Lindacker) у Фогля (Vogl, *Gangverhält. und Min. Joachimsthal, Teplitz*, 1856.
15. Rossetti (1942).
16. Genth, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **23**, 46 (1885).
17. Heddle, *Min. Mag.*, **8**, 200 (1889).
18. Sachs, *Cbl. Min.*, 198 (1906).
19. См. ранний и, возможно, ошибочный анализ у Керстена (Kersten, 1843) с CaO 8,00%.
20. См. анализы, приведенные у Дэна (Dana, 819, 1892).
21. Такая зональность наблюдалась на кристаллах, исследованных Фронделем (Frondel, личн. сообщ., 1949). Оптические данные Ларсена (Larsen, 51, 1921) для кабрерита показывают, что исследованный им образец являлся аннабергитом (см. также Larsen, стр. 40), как и образец кабрерита, исследованный Бартом (Barth, 1937).
22. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 87 (1903); *C. R.*, **136**, 1444 (1903); Ducru, *C. R.*, **131**, 675, 702 (1900).

ЛАВЕНДУЛАН, Lavendulan. *Breithaupt* (*J. pr. Chem.*, **10**, 505, 1837).

В виде тонких гроздевидных корок. Цвет лавандово-синий. Блеск стеклянный до воскового. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 3,014. Под микроскопом[1] кажется состоящим из мельчайших радиальных волокон или пластинок. Слегка плеохроичен, в голубых тонах. Двуосный с nY 1,715 ± 0,005, nZ 1,725 ± 0,003. Z наклонена к удлинению волокон. Волокна обнаруживают зоны переменного состава с различными показателями преломления. Анализы отсутствуют; даются качественные испытания на Cu, Co, Ni и As. Найден с эритрином в Яхимове, Чехия. Лавендулан, возможно, является медистым эритрином или вообще медным аналогом эритрина.

Синонимы. Lavendulite. [Не лавендулан *Гольдшмидта* (*Goldschmidt, Proc., Ac. Sc. Philadelphia*, 192, 1877) = фрейриниту].

Ссылка

1. Foshag, *Am. Min.*, **9**, 29 (1924).

40.2.15.4 КЁТТИГИТ $Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ KOETTIGITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}7593 : 1 : 0{,}3531$; β 104°30′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4650 : 0{,}3419 : 1$

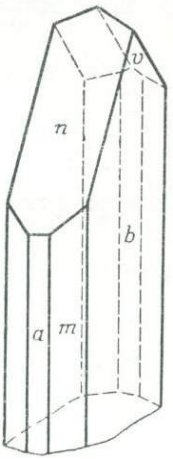
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}9253 : 1{,}3603 : 1$; μ 75°30′; p_0' 0,4803, q_0' 0,3531, x_0' 0,2586

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	90 00	90 00	0°00′	90 00	75 30	.....
m	110	53 41	90 00	0 00	53 41	78 $21^1/_2$	36 19
n	201	90 00	50 $38^1/_2$	39 $21^1/_2$	90 00	36 $08^1/_2$	39 $21^1/_2$
v	$\bar{2}21$	—44 $49^1/_2$	44 $52^1/_2$	125 04	59 $58^1/_2$	55 $50^1/_2$	119 50

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $C2/m$. a_0 10,11 *kX*, b_0 13,31, c_0 4,70; β 103°50′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}7593 : 1 : 0{,}3531$. Ячейка содержит $Zn_6(AsO_4)_4 \cdot 16H_2O$.

Облик. Призматический вдоль [001] и пластинчатый по {010}. Массивный или в корках с кристаллической поверхностью и волокнистой структурой.



Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 3,33; [3] 3,32 (вычисл.). Блеск в изломе шелковистый. Цвет светлокарминовый или цвет цветущего персика. Черта красновато-белая. Просвечивающий.

Опт. [4] В проходящем свете бледнорозовый.

Ориентировка	n (Na) (Шнееберг)	
$X\ b$	1,622	Двуосн. положит. (+)
Y	1,638	$2V$ 74°
$Z \wedge c$ 37°	1,671	

Хим. Восьмиводный арсенат цинка, $(Zn, Co, Ni)_3 \cdot (AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Co и Ni замещает Zn с отношением Ni : Co : Zn = 1 : 3,4 : 14,0, по единственному опубликованному анализу (см. также цинкистый *аннабергит*).

Анал.

	CoO	NiO	ZnO	As_2O_5	H_2O	Сумма
1.	—	—	39,50	37,19	23,31	100,00
2.	6,91	2,00	30,52	[37,17]	23,40	[100,00]

1. $Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Шнееберг. [5] Со следами CaO.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. выделяет воду при низкой температуре и становится кобальтово-синим. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся при метаморфическом изменении смальтина и сфалерита в руднике Даниэль, Шнееберг, Саксония, Германия.

Искусств. [6] Получается при старении студенистого осадка, образующегося в результате смешивания растворов $ZnSO_4$ и Na_2HAsO_4. Кобальтистый кёттигит также был синтезирован.

Назв. По имени Отто Кёттига (Otto Köttig, 1824— ?), химика из Шнееберга. Саксония.

Синонимы. Zinkarseniat *Köttig* (*J. pr. Chem.*, **48**, 183, 1849). Köttigite *Dana* (487, 1850).

Ссылки

1. Формы Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 804, 1940) на кристаллах из Шнееберга; элементы в соответствии со структурной ячейкой.
2. Wolfe (1940), методом Вайссенберга.
3. Wolfe (1940).

4. Wolfe (1940); данные не согласуются с данными Ларсена (Larsen, 96, 1921).
5. Köttig (1849).
6. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 91 (1903).

40.2.15.5 СИМПЛЕЗИТ $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ SYMPLESITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}8320 : 1 : 0{,}5027$; α 99°55′, β 97°22½′, γ 105°57½′

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6190 : 0{,}5185 : 1$; λ 77°26′, μ 79°18½′, ν 72°18′

p'_0 0,6928, q'_0 0,5803, x'_0 0,0439, y'_0 0,0243

Формы

	φ	ρ	A	B	C
c 001	61°02′	2°52½′	79°18½′	77°26′	.....
m 110	39 50½	90 00	32 27½	39 50½	87°19½′
Q 01$\bar{1}$	102 29	90 00	30 11	102 29	87 51
M 1$\bar{1}$0	119 15½	90 00	46 57½	119 15½	88 29½
r 1$\bar{1}$3	165 03½	45 40	91 58½	133 43	46 17½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 7,85 *kX*, b_0 9,39, c_0 4,71; α 99°55′, β 97°21½′, γ 105°57½′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}832 : 1 : 0{,}503$. Ячейка содержит $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Облик. В сферических агрегатах с грубоволокнистой радиальной структурой. Также в виде мелких плохо образованных кристаллов, продолговатых вдоль [001] и иногда пластинчатых по {1$\bar{1}$0}.

Двойники.[3] По {1$\bar{1}$0}.

Физ. Спайность по {1$\bar{1}$0} совершенная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. ~ 2½. Уд. в. 3,01 (Лобенштейн),[4] 3,02 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Цвет светло-зеленый до луково-зеленого, приближающийся к зеленовато-черному и темному индигово-синему при частичном окислении. Свежие образцы прозрачны. Черта голубовато-белая. Скольжения[6] с T {1$\bar{1}$0} и t [001].

Опт.[5]

Ориентировка	n (Лобенштейн)	Плеохроизм	
$X \perp$ (1$\bar{1}$0)	1,635 ± 0,005	Яркоголубой	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,668 ± 0,003	Почти бесцветный	$2V$ 86½° (измер.)
$Z \wedge c$ 31½°	1,702 ± 0,003	Желтоватый	$r > v$, сильная

С возрастанием степени изменения угол погасания увеличивается почти до 50° и абсорбция изменяется от голубого до зеленого или от зеленого до коричневого и уменьшается по интенсивности.

Хим. Водный фосфат двухвалентного железа, $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Fe'' может более или менее полно окисляться в Fe''', причем окисле-

ние сопровождается изменениями цвета и оптических свойств[6] аналогично вивианиту. Анализы дали:

	FeO	As_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	36,56	38,99	24,45	100,00	3,02
2.	34,73	37,84	[27,43]	[100,00]	2,964

1. $Fe_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Гюттенберг, Каринтия. [7] Пересчитано после исключения 7,7% кварца.

Испытание. П. п. тр. не плавится, но чернеет и становится магнитным. В закр. тр. выделяет много воды; при высокой температуре сублимируется некоторое количество мышьяковистой кислоты, которая придает воде кислую реакцию, после чего остается черный магнитный остаток. Растворяется в кислотах. В крепком растворе KOH или в 30% H_2O_2 становится красновато-коричневым.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречающийся вместе с фармакосидеритом, скородитом, эритрином, аннабергитом, лимонитом. Найден в Лобенштейне и Заубахе, Фойгтланд, Германия, и с розелитом в Нейштедтеле близ Шнееберга, Саксония. В Пизеке, Чехия, и в Гюттенберге, Каринтия, Австрия. С кварцем в пустотах роговика в Фельшобанье, Румыния. В Пиззо-Киполла близ Манданики, провинция Мессина, Италия. Также в руднике Магнет, Тасмания. Отмечается в районе озера Тагиш, Юкон, Канада.

Назв. От σύν и πλησιάζειν — *смешивать*, по его отношению к другим минералам. *Breithaupt* (*J. pr. Chem.*, **10**, 501, 1837).

Ссылки

1. Krenner, *Termés. Füzetek*, **10**, 83, 108 (1886), *Zs. Kr.*, **13**, 70 (1887); несовершенные кристаллы из Фельшобаньи, описанные как моноклинные, $a:b:c = 0{,}7806:1:0{,}6812$, β 107°17′ с {001}, {010}, {100}, {110}, {013}. Рентгенометрическое исследование Вольфа (Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 801, 1940) показывает, что минерал является триклинным. Морфологическое отношение осей Креннера, приведенное к структурной ячейке, $a:b:c = 0{,}8604:1:0{,}4972$, неудовлетворительно согласуется с рентгенометрическими отношениями осей, приведенными здесь для исследованных образцов. Переход от Креннера (Krenner, 1886) к Вольфу: (Wolfe, 1940) $\frac{2}{5}\frac{1}{2}0/\frac{2}{5}\frac{\bar{1}}{2}0/00\frac{1}{2}$.

2. Wolfe (1940), методом Вайссенберга на сдвойникованных волокнах из Лабенштейна.

3. Определены Вольфом (Wolfe, 1940), рентгенометрическим методом.

4. Wolfe (1940).

5. Larsen (140, 1921).

6. Heide, *Zs. Kr.*, **67**, 81 (1928).

7. Bořický, *Vh. min. Ges.*, **3**, 98 (1868).

ФЕРРИСИМПЛЕЗИТ, Ferrisymplesite. *Walker* и *Parsons* (*Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 17, 16, 1924).

Небольшие неправильные массы со смолистым блеском темного янтарно-коричневого цвета. Под микроскопом сильно двупреломляет; с волокнистой структурой и параллельным погасанием. По составу, повидимому, является водным арсенатом окисного железа и может рассматриваться как окисленный эквивалент симплезита. Найден в тесной смеси с эритрином и аннабергитом в руднике Гудзон-Бэй, Кобальт, Онтарио.

40.2.16 **БОБЬЕРРИТ** $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ BOBIERRITE

Крист.[1] Моноклинная.

$a : b : c = 0{,}3596 : 1 : 0{,}1668$; β 104°01′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4638 : 0{,}1618 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 6{,}1792 : 2{,}8662 : 1$; μ 75°59′; p_0 0,4781,

q'_0 0,1668, x'_0 0,2496

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 9,946 *kX*, b_0 27,654, c_0 4,639; β 104°01′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}3596 : 1 : 0{,}1668$. Ячейка содержит $Mg_{12}(PO_4)_8 \cdot 32H_2O$.

Облик. Мелкие игольчатые или волокнистые кристаллы, удлиненные вдоль [001] и пластинчатые по {010}. В виде кристаллических скоплений, похожих на белые пятна в гуано, в котором они находятся; также массивные и розетковидные упрощенные агрегаты; листоватый.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 2—$2^1/_2$. Уд. в. 2,195 (искусств.);[3] 2,17 (вычисл.). Блеск слабый, стеклянный. Бесцветный и прозрачный, также белый.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Миннесота)	*n* (Новая Зеландия) анал. 4	
X	1,510	1,5468	Двуосн. положит. (+)
Y *b*	1,520	1,5533	$r < v$, заметная
$Z \wedge c$ 29°	1,543	1,5820	
$2V$	71 ± 3°	57 ± 3°	

Хим. Восьмиводный фосфат магния, $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Отмечаемый в анал. 3. Ca объясняется примесью апатита. Fe'' и Mn замещают Mg с отношением $Mn : Fe : Mg = 1 : 5{,}0 : 9{,}8$, анал. 4.

Анал.

	CaO	FeO	MgO	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.			29,72	34,87	35,41		100,00
2.			29,97	34,59	35,38		99,94
3.	5,71		25,12	34,52	34,27		99,62
4.		15,10	16,40	31,45	30,75	6,30	100,00

1. $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Мехильонес, Чили.[5] 3. Бамле, Швеция (*отфёлит*, *hautefeuillite*.[6] 4. Железистый бобьеррит. Новая Зеландия.[8] Прочие: Fe_2O_3 0,20, MnO 2,95, Na_2O 0,04, CO_2 следы, нераств. ост. 0,30, органическое вещество 2,81. H_2O включает H_2O — 2,45.

Испытание. П. п. тр. расслаивается и плавится. В закр. тр. выделяет воду при низкой температуре. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден в гуано на острове Мехильонес, Чили; с апатитом в Одегэрдене близ Бамле, Норвегия (*отфёлит*); в полостях бивней ископаемых слонов в золотоносных плейстоценовых россыпях близ Эджертона, округ Пайпстоун, Миннесота;[7] в виде ископаемого энтеролита в Новой Зеландии.[8]

Искусств.[3] Получается при медленном осаждении раствора $MgSO_4$ раствором Na_2HPO_4 и $NaHCO_3$.

Назв. По имени французского агрохимика П. А. Бобьерр (P. A. Bobierre, 1823—1881), впервые описавшего этот минерал

Синонимы. Phosphate de Magnésie tribasique et hydraté *Bobierre* (*Les Mondes*, 691, April, 1868). Bobierrite *Dana* (795, 1868). Hautefeuillite *Michel* (*Bull. soc. min.*, **16**, 40, 1893).

Ссылки

1. Элементы структурной ячейки Барта (Barth, *Am. Min.*, **22**, 325, 1937) на волокнах из Мейлонеса. Морфологические данные Бобьерри (Bobierre, 1868), Мишеля (Michel, 1893), на отфёилите (=бобьерриту), и Шультена (de Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 81, 1903), на искусственных кристаллах, являются неудовлетворительными. Бобьеррит, повидимому, отличается в структурном отношении от минералов группы вивианита, хотя имеет к ним весьма близкое отношение.

2. Barth (1937), методом Вайссенберга.

3. De Schulten (1903).

4. Gruner и Stauffer, *Am. Min.*, **28**, 339 (1943). См. также Barth (1937) и Larsen (49, 1921).

5. Lacroix, *C. R.*, **106**, 631 (1888).

6. Michel (1893).

7. Gruner и Stauffer (1943).

8. Hutton, *New Zealand J. Sc. Tech., Sect. B*, **23**, 9 (1941).

40.2.17 ГЁРНЕЗИТ $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ HOERNESITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}7676 : 1 : 0{,}3591$; β 104°25′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4678 : 0{,}3478 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}8753 : 1{,}3451 : 1$; μ 75°35′; p_0' 0,4830,

q_0' 0,3591, x_0' 0,2571

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	110	53 22	90 00	0°00′	53 22	78 28½	36 38
i	450	47 06	90 00	0 00	47 06	79 29½	42 54
n	201	90 00	50 44	39 19	90 00	36 19	39 19
w	$\bar{2}01$	—90 00	35 20	125 20	90 00	49 45	125 20
v	$\bar{2}21$	—44 37½	45 15½	125 20	59 38	56 07	119 56

Облик. Призматический вдоль [001] и уплощенный по {010}. Также столбчатый; лучисто-листоватый.

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} несовершенная. Гибкий. Тв. 1. Уд. в. 2,73 (Яхимов),[2] 2,57 (Фиано),[3] 2,609 (искусств.).[4] Блеск перламутровый на плоскостях спайности. Цвет белый. Прозрачный.

Опт. [5] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Яхимов)	
X b	1,563	Двуосн. положит. (+)
Y	1,571	$2V$ 60°
$Z \wedge c$ 31°	1,596	

Хим. Восьмиводный арсенат магния, $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Анал.

	1	2	3
MgO	24,44	25,54	24,28
As_2O_5	46,44	46,33	46,30
H_2O	29,12	29,07	29,32
Сумма	100,00	100,94	99,90

1. $Mg_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Бакат, Венгрия. [6] 3. Фиано, Италия. [3] Со следами CaO, FeO, MnO.

Местонахождение. Первоначально найден в окрестностях Оравица или Чиклова, Банат, Румыния; также с нагиагитом в Надьяге, Румыния, и в Яхимове, Чехия; с ноцеритом, флюоритом и гидромагнезитом в глыбах метаморфизованного известняка в туфе Фиано, близ Неаполя, Италия.

Назв. По имени М. Гёрнеза (M. Hoernes, 1815—1868), хранителя Имперского минералогического кабинета в Вене.

Синоним. Hörnesit *Haidinger* (*Jb. geol. Reichsanst. Wien*, **11**, 41, 1860; *Ak. Wien, Sitzber.*, **40**, 18, 1860).

Ссылки

1. Формы и углы Замбонини (Zambonini, *Com. geol. ital., Mem.*, **7**, 127, 1919), на мелких кристаллах из Фиано. Параметр c, по Замбонини, уменьшен вдвое, чтобы согласовать с вивианитом; неизвестно, однако, с вивианитом или с бобьерритом изоструктурен гёрнезит. Неполные рентгенометрические данные см. Wolfe, *Am. Min.*, **25**, 806 (1940).
2. Wolfe (1940).
3. Zambonini (1919).
4. De Schulten, *Bull. soc., min.*, **26**, 81 (1903).
5. Larsen (86, 1921).
6. Von Hauer, *Jb. Geol. Reichsanst. Wien*, **11**, 10 (1860).

ТИП 3. $A(XO_4) \cdot xH_2O$

40.3.1 ГРУППА ВАРИСЦИТА

РОМБИЧЕСКАЯ; РОМБО-ДИПИРАМИДАЛЬНЫЙ — 2/m 2/m 2/m

	a_0	b_0	c_0
Варисцит, $AlPO_4 \cdot 2H_2O$	9,85 *kX*	9,55	8,50
Штренгит, $FePO_4 \cdot 2H_2O$	10,05	9,80	8,65
Мансфилдит, $AlAsO_4 \cdot 2H_2O$			
Скородит, $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$	10,30	10,31	8,92

Члены группы варисцита изоструктурны, однако детали их кристаллических структур еще не известны. Фосфатовые члены группы

изодиморфны[1] с членами моноклинной группы варисцита. Между фосфатным членом — варисцитом и штренгитом, а также, вероятно, между арсенатным членом — мансфелдитом и скородитом известны полные серии замещений, содержащие Fe''' и Al. Изоморфны замещения между AsO_4 и PO_4, повидимому, ограничены небольшим рядом в арсенатном конце серии.

Ссылка

1. См. Strunz и Sztrókay, *Zbl. Min.*, 272 (1939).

ВАРИСЦИТ-ШТРЕНГИТОВАЯ СЕРИЯ

40.3.1.1 **ВАРИСЦИТ** $Al'''(PO_4)\cdot 2H_2O$ VARISCITE

40.3.1.2 **ШТРЕНГИТ** $Fe'''(PO_4)\cdot 2H_2O$ STRENGITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

ВАРИСЦИТ,[1] $Al(PO_4)\cdot 2H_2O$

$a:b:c = 1{,}0217:1:0{,}8918$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}8729:0{,}8918:1$

$q_1:r_1:p_1 = 1{,}0217:1{,}1457:1$; $r_2:p_2:q_2 = 1{,}1213:0{,}9788:1$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
e	120	26 04½	90 00	90 00	63 55½	0 00	26 04½
d	201	90 00	60 11½	0 00	29 48½	29 48½	90 00
p	111	44 23	51 17½	41 43½	56 55	48 53	56 06½
i	121	26 04½	63 16	60 46½	66 53	48 53	36 39½
r	131	18 04	70 26½	69 30½	73 00½	48 53	26 23½
s	211	62 56½	62 58½	41 43½	37 30½	29 48½	66 05½

ШТРЕНГИТ,[3] $Fe(PO_4)\cdot 2H_2O$

$a:b:c = 1{,}0244:1:0{,}8858$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}8647:0{,}8858:1$

$q_1:r_1:p_1 = 1{,}0244:1{,}1565:1$; $r_2:p_2:q_2 = 1{,}1289:0{,}9762:1$

Формы[4]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
d	120	26 01	90 00	90 00	63 59	0 00	26 01
m	110	44 18½	90 00	90 00	45 41½	0 00	44 18½
r	101	90 00	40 51	0 00	49 09	49 09	90 00
h	201	90 00	59 57½	0 00	30 02½	30 02½	90 00
e	012	0 00	23 53½	23 53½	90 00	90 00	66 06½
p	011	0 00	41 32	41 32	90 00	90 00	48 28

p 111	44 18$^1/_2$	51 04	41 32	57 05	49 09	56 10$^1/_2$
s 121	26 01	63 06	60 33$^1/_2$	66 58	49 09	36 44
i 211	62 52$^1/_2$	62 46	41 32	37 41	30 02$^1/_2$	66 05$^1/_2$

Структ. ячейка. Пространственная группа *Pcab*.

	a_0	b_0	c_0	$a_0 : b_0 : c_0$
Варисцит (Люцин; анал. 1?) [5]	9,85 *kX*	9,55	8,50	1,031 : 1 : 0,890
Штренгит (Плейштейн; анал. 12?) [5]	10,05 *kX*	9,80	8,65	1,026 : 1 : 0,883

Ячейка содержит $(Al, Fe''')(PO_4)_8 \cdot 16H_2O$.

Облик. Кристаллы варисцита редки; они представляют собой псевдооктаэдры {111} в комбинации с {001} и другими изредка появляющимися формами. Варисцит обыкновенно встречается в виде тонкозернистых масс, желваков, жилок или корок, также халцедоноподобный до опаловидного. Кристаллы штренгита более широко варьируют по облику: октаэдроподобные {111}, тонкие или толстые таблички по {001}, короткопризматические по [100] или по [010]. Штренгит обычно встречается в виде сферических и натечных агрегатов с радиально-лучистой структурой, образует друзы и корки.

Двойники. По {201}, редки. [6]

Физ. Спайность по {010} хорошая, по {001} плохая. У плотного варисцита излом неровный до оскольчатого, переходящий в раковистый в тонкозернистых или стекловатых разновидностях. Тв. 3$^1/_2$ до 4$^1/_2$, бóльшая у варисцита. Уд. в. 2,57 (варисцит, конечный член изоморфной серии, кристаллы), 2,61 (вычисл. для $AlPO_4 \cdot 2H_2O$), скрытокристаллический и плотный варисцит имеет более низкий уд. в., главным образом 2,2 до 2,5; 2,87 (штренгит, конечный член изоморфной серии, кристаллы), 2,90 (вычисл. для $FePO_4 \cdot 2H_2O$). Блеск стеклянный (кристаллы) до слабо воскового у плотного варисцита. Цвет варисцитового конечного члена бледнозеленый до изумрудно-зеленого, также голубовато-зеленый до бесцветного; у штренгитового конечного члена красный (цвет цветов персика), карминовый, фиолетовый, также почти бесцветный. Черта белая. Просвечивающий до прозрачного.

Опт. В проходящем свете бесцветен до бледнозеленого, розового и др.

Ориентировка	Варисцит, конечный член изоморфной серии, анал. [7]	Штренгит, конечный член изоморфной серии, анал. [8]
nX a	1,563	1,707
nY c	1,588	1,719
nZ b	1,594	1,741

Двуосн. отрицат. (—) (варисцит) или положит. (+) (штренгит). $r < v$, заметная (варисцит) до сильной (штренгит). $2V$ средний, иногда малый у штренгита

Имеется большое количество опубликованных [9] оптических данных для неанализированных членов изоморфической серии. Показатели преломления, относящиеся к достаточно чистому варисциту, конечному члену, широко колеблются, вероятно, благодаря присутствию неконституционной воды в скрытокристаллических разновидностях или вследствие частичной потери конституционной воды, происходящей при комнатной температуре. Подобные необъяснимые колебания обнаружены в неанализированных образцах, которые предполагались штренгитовым конечным членом.

Ниже приводятся выборочные результаты измерений.

	Варисцит Мессбах, Саксония [10]	Варисцит Ланген-штригис, Саксония [10]	Варисцит Ланген-штригис, Саксония [10]	Железистый варисцит, Тренис [11]	Алюминистый штренгит, Черновицы [12]	Штренгит, Пала [10]	Штренгит, Гиссен [10]
nX	1,550	1,554	1,562	1,566	1,650	1,697	1,708
nY	1,565	1,571	1,583	1,584	[1,660]	1,714	1,708
nZ	1,570	1,576	1,587	1,593	1,680	1,772	1,745

Хим. Водный фосфат алюминия и железа, $(Al, Fe''')(PO_4) \cdot 2H_2O$. Между Fe''' и Al'''-минералами имеется непрерывная изоморфная серия.

Названия минералов *варисцит и штренгит* относятся к материалу соответственно с $Al > Fe$ и $Fe > Al$. AsO_4 в этих образцах не замещает PO_4 в достаточных количествах, хотя малые количества PO_4 замещают AsO_4 в изоструктурном минерале скородите (см. ниже). Большинство анализов варисцита и штренгита близки к алюминистому или железистому члену изоморфной серии. Часть воды выделяется ниже 110°, а остальная — при 180° (у варисцита). [22]

Анал. [32]

	1	2	3	4	5	6
CaO			0,65	0,22	0,80	0,85
Al_2O_3	32,26	32,40	31,63	28,83	30,08	24,93
Fe_2O_3		0,06	следы	2,27	3,42	6,50
Cr_2O_3		0,18		0,73		
P_2O_5	44,94	44,73	44,99	41,98	41,50	41,15
H_2O	22,80	22,68	23,20	25,98	24,50	23,47
Прочие		0,32	0,01	0,80		3,23
Сумма	100,00	100,37	100,48	100,81	100,30	100,13
Уд. в.	2,61	2,53	2,57			2,60

1. $Al'''(PO_4)\cdot 2H_2O$. 2. Варисцит. Люцин, Юта (*люцинит, lucinite*). [10] Прочие: V_2O_3. 3. Варисцит. Лангенштригис (*леганит, peganite*). [13] Прочие: нераств. ост. 4. Варисцит. Железник, Чехословакия. [14] Прочие: Na_2O 0,07, K_2O 0,12, MgO 0,10, CuO 0,09, FeO 0,16, нераств. ост. 0,26. 5. Варисцит. Коннетабль, Французская Гвиана. [15] 6. Варисцит. Тренис, Чехословакия. [11] Прочие: нераств. ост.

	7	8	9	10	11	12	13
CaO		0,57		1,20	0,83		
Al_2O_3	20,45	16,60	12,50	8,15			
Fe_2O_3	12,66	14,40	26,08	30,00	41,42	43,40	42,72
Cr_2O_3	0,73						
P_2O_5	42,19	43,20	38,93	36,29	37,60	38,24	38,00
H_2O	22,95	24,00	20,61	21,60	19,11	18,89	19,28
Прочие	1,37	1,60	1,04	3,38	1,26		
Сумма	100,35	100,37	99,16	100,62	100,22	100,53	100,00
Уд. в.	2,44						2,90

7. Железистый варисцит. Нинганбсун-Хилл, Западная Австралия.[16] Прочие: Na_2O следы, K_2O 0,96 $(NH_4)_2O$ следы, TiO_2 0,21, FeO 0,20, H_2O включает H_2O — 1,97. 8. Железистый варисцит. Остров Редонда (*редондит, redondite*).[17] Прочие: нераств. сст. 9. Алюминистый штренгит, Черяовицы, Чехия (*баррандит, barrandite*).[18] Прочие: SiO_2. 10. Алюминистый штренгит. Манхаттан, Невада.[19] Прочие: MgO 1,36, FeO 0,90, нераств. сст. 1,12, H_2O включает H_2O при 100° 1,88. 11. Штренгит. Мангуалде, Португалия.[20] Прочие: MgO 0,10, Na_2O 0,55, SiO_2 0,10, Mn_2O_3 0,51, H_2O включает H_2O — 1,17. 12. Штренгит. Плейштейн; Бавария.[21] 13. $Fe'''(PO_4)\cdot 2H_2O$.

Испытание. П. п. тр. образцы, богатые Al, не плавятся, а богатые Fe плавятся легко в черный блестящий королек. Грубо кристаллический варисцит нерастворим в HCl, но становится растворимым после нагревания до 140°; тонкозернистые или халцедоновидные разновидности более или менее растворимы в HCl без нагревания. Растворим в щелочах. При слабом нагревании цвет зеленого варисцита становится лавандовым до пурпурно-красного.[22] Штренгитовый конечный член растворим в HCl, но не растворим в HNO_3.

Разнов. *Железистый* варисцит. Redondite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **47**, 428, 1869). Содержит Fe, замещающее Al, с линейной зависимостью удельного веса, показателей преломления и размеров элементарной ячейки по направлению к железистому конечному члену изоморфной серии.

Алюминистый штренгит. Barrandite *Zepharowich* (*Ak. Wien, Sitzber*, **56**, 20, 1867). Содержит Al, замещающий Fe, с сопровождающимся изменением в линейной зависимости свойств по направлению к алюминистому конечному члену.

Местонахождение. Образцы серии, богатые алюминием (*варисцит*), обычно отлагаются при поверхностных или почти поверхностных условиях в пустотах или брекчиях в результате воздействия фосфорсодержащих поверхностных вод на алюминистые породы. Сопровождающие минералы — вавеллит, крандаллит, метаварисцит, микрокристаллический апатит, халцедон, лимонит. Образцы серии, богатые железом (*штренгит*), также являются поверхностными или почти поверхностными продуктами, образованными изменениями железосодержащих фосфатов, таких, как трифилит в пегматите или дюфренит, или найдены в отложениях бурых железняков и железных шляп. Сопровождающие минералы включают бераунит, какоксенит, вивианит, меташтренгит, фронделит-рокбриджеит, дюфренит, микрокристал-

лический апатит. Большинство известных месторождений для этих образцов перечислено ниже.

Варисцит встречается в Мессбахе и в Лангенштригисе восточнее Франкенберга (*леганит*, частью),[23] в Саксонии, Германия. В Австрии в Микснитце и в Брандберге вблизи Леобена в Штирии. В Чехословакии, в Железнике, Тренице и Зайекове вблизи Сан-Бенигна (*сферит*, *sphaerite*, частью).[24] Варисцитоподобный минерал был отмечен[25] в Мура-Панда в Катанге, Бельгийское Конго. В США варисцит встречается в крупных отложениях вблизи Ферфилда, округ Юта, Юта,[26] где минерал образует конкреции в зоне брекчирования в фосфатных отложениях и ассоциирует с разновидностями редких фосфатов Ca, Mg, Al и щелочей. Также в Юте в Аматрис-Хилле вблизи Стоктона и в Люцине в округе Бокс-Элдер; в Монтгомери, округ Гарланд, Арканзас;[27] в Мурс-Милле, округ Камберленд, Пенсильвания, в ряде мелких залежей в Неваде, главным образом в округе Эсмеральда. Железный варисцит встречается вместе с апатитом в фосфоритовых отложениях на островах,[28] как, например, на острове Редонда (*редондит*),[29] на Антиллах, Гран-Рокс-Исланде в Венесуэло на острове Перль близ Мартиники и на Тихом океане на атолле Клипертон, и на острове Мальпело, Колумбия; в этих месторождениях минерал образуется в результате действия фосфатных растворов из птичьего помета на алюминийсодержащие изверженные породы. Также в Нинганбоун-Хиллсе, Восточная Австралия.

Штренгит встречается в Германии в железном руднике Элеоноре вблизи Гиссена и вблизи Вальдгирмеса, Тюрингия; также хорошо окристаллизованный, как изменение железных фосфатов в пегматитах в Плейштейне и Хагендорфе, Бавария, и в Мангуалде, провинция Бейра, Португалия, в прожилках магнетитовой руды в Кирунаваара, Швеция. В США с рокбриджеитом вблизи Мидваля, округ Рокбридж, Вирджиния; в Мурс-Милле, округ Камберленд и в руднике Ноблис, Бирвилл, округ Ланкастер, Пенсильвания. Как продукт окисления трифилина в пегматите Палермо, Норд-Гротон, Нью-Гэмпшир. Алюминистый штренгит встречается в Манхаттане, округ Най, Невада; на острове Коннетабле, Французская Гвиана. В Черновицах около Пшибрама, Чехия (*баррандит*).[29] Марганцовистая (?) разновидность найдена в пегматите в Пала, округ Сан-Диего, Калифорния.

Измен. Варисцит легко изменяется щелочными растворами, содержащими щелочные земли или щелочи, и переходит в крандаллит, вардит и химически сходные минералы.[30]

Искусств.[31] Штренгит (меташтренгит ?) был получен в кристаллах при нагревании раствора фосфорной кислоты с железным хлоридом в закр. тр. около 185°. Штренгит и варисцит могут быть получены в виде тонкозернистых осадков при добавлении раствора NaOH к раствору кислоты, содержащей Fe или Al хлориды и двузамещенные фосфаты.

Назв. *Варисцит* по *Варисциа*, старому названию района Фойгтланд в Германии, где минерал был найден впервые (в Мессбахе,

вблизи Плауэна в Саксонском Фойгтланде). *Штренгит* по имени Дж. А. Штренга (J. A. Streng, 1830—1897), немецкого минералога из Гиссенского университета.

Синонимы. Peganite *Breithaupt* (*J. Chemie u. Phys.*, **60**, 308, 1830). Variscite *Breithaupt* (*J. pr. Chem.*, **10**, 506, 1837). Sphaerite. Sphärit *Zepharovich* (*Ak. Wien. Sitzber.*, **56**, 24, 1867). Redondite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **47**, 428, 1869). Barrandite (частью), *разных авторов*. Utahlite *Kunz* (*U. S. Geol. Sur., 16th Ann. Rpt.*, часть 4, 602, 1895). Amatrice (частью) *Sterrett* (*U. S. Geol. Sur., Min. Res.*, часть 2, 832, 1908). Chlor-utahlite *Sterrett* (*U. S. Geol. Sur., Min. Res.*, часть 2, 853 1909). Gelvariscite, Uhligite *Cornu* (*Zs. Chem. Ind. Kolloide*, **4**, 17, 1909). Lucinite *Schaller* (*U S. Geol. Sur., Bull. 610*, 56, 1916). Alpha-variscite *Ulrich* (*Rozpr. České Ak., Cl. 2*, **39**, No. 17, 1930).

Barrandite *Zepharovich* (*Ak. Wien, Sitzber.*, **56**, 20, 1867). Strengite *Nies*, (*Jb. Min.*, 8, 1877).

Ссылки

1. Углы и ячейка по Шаллеру (Schaller, *U. S. Geol. Sur., Bull. 610*, 56, 1916) на люцине (= *варисцит*) из Люцина, Юта (анал. 2), в ориентировке, структурной ячейки. Эта ориентировка была выбрана для того, чтобы лучше показать размеры и другие отношения, существующие между изоморфическими варисцитовой и метаварисцитовой группами — см. Strunz и Sztrókay, *Zbl. Min.*, 272 (1939) и McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719 (1940). Переход от Шаллера к новой: 010/001/100. Колбек (Kolbeck, *Min. Mitt.*, **52**, 363, 1941) получил $a : b : c = 1{,}030 : 1 : 0{,}8955$ на анализированных кристаллах из Соза, Саксония, с гранями {111} и {001}. Предполагается, что изменение морфологических элементов и размеров структурной ячейки происходит в линейной зависимости от отношения Al : Fe в изоморфной серии.

2. Schaller (1916).

3. Углы и ячейка по Химмелю и Шрёдеру (Himmel и Schroeder, *Zbl. Min.*, 289, 1935), на кристаллах из Плейштейна (анал. 12?) в ориентировке структурной ячейки. Переход от Химмеля и Шрёдера к новой: 010/001/100. См. также Laubamm и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 542 (1920), и Goldschmidt (**8**, 89, 1922).

4. Himmel и Schroeder (1935) и Goldschmidt (1922). Редкие или сомнительные формы: *t* 021, *f* 023, *g* 058, *q* 223, *x* 3.10.4, *π* 12.10.15, *k* 304.

5. McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719 (1940). Почти совпадающие измерения были приведены для штренгитового конечного члена Коккоросом (Kokkoros, *Prakt. Ac. Athénes*, **13**, 337 (1938) — *Min. Abs.*, **8**, 140 (1941).

6. Himmél и Schroeder (1935), на штренгите.

7. Schaller (1916), на кристаллах из Люцина.

8. Frondel, личн. сообщ. (1949), на неанализированных кристаллах из Плейштейна, вероятно, представляющих собой штренгитовый конечный член серии.

9. Schaller (1916); Gordon (*Proc. Ac. Sc., Philadelphia*, **77**, 6, 1925); Larsen (44, 118, 138, 152, 1921); Ulrich, *Rozpr. České Ak., Cl. 2*, **39**, No. 17 (1930).

10. Schaller (1916). Штренгит из Пала может быть меташтренгитом.

11. Ulrich, с Fe : Al = 1 : 6 в анал. 6.

12. Gordon (1925).

13. Moschetti, *Acc. Torino, Att.*, **53**, 1062 (1918).

14. Анал. Лоцка (Loczka) у Ульриха (Ulrich, *Rozpr. České Ak., Cl. 2*, **31**, No. 10, 1922).

15. Анал. Пизани (Pisani) у Лакруа (Lacroix, **4**, 480, 1910).

16. Simpson, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **18**, 61 (1932).

17. Shepard, *Am. J. Sc.* **47**, 428 (1869).

18. Анал. Борицкого (Bořický) у Цефаровича (Zepharovich, *Ak. Wien. Sitzber*, **66**, 22, 1867).
19. Shannon, *Am. Min.*, **8**, 182 (1923).
20. De Jesus, *Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 65 (1935).
21. Laubmann и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 546 (1920).
22. Изменение цвета и оптических свойств при нагревании описано у Шаллера (Schaller, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **41**, 413, 1912); *Zs. Kr.*, **50**, 321 (1912).
23. Мошетти (Moschetti, 1918) и Ларсен и Шаллер (Larsen и Schaller, 1925) показали идентичность с варисцитом.
24. Пирл (Pearl, личн. сообщ., 1947) показал идентичность с варисцитом.
25. Шоп (Schoep, *Soc. géol. Belgique, Bull.*, **37**, 89 (1927), с уд. в. 2,92, nX 1,578, $nY \sim$ 1,590, nZ 1,599, $2V$ 32°. Анализ дал: Fe_2O_3 3,98, Al_2O_3 22,97, P_2O_5 44,33, H_2O 21,22, нераств. ост. 0,90, сумма 93,40.
26. См. Ларсен (Larsen. *Am. Min.*, **27**, 281, 1942) описание минералогии и парагенезиса.
27. Описан Честером (Chester, *Am. J. Sc.*, **15**, 207, 1878) и Шаллером (Schaller, 1916), а идентичность с варисцитом доказана рентгенометрическими исследованиями (Frondel, личн. сообщ., 1949).
28. См. Lacroix (**4**, 481, 1910) и McConnell, *Geol. Soc. Am. Bull.*, **54**, 707 (1943).
29. Рентгенометрическими и оптическими исследованиями Фронделя (Frondel, личн. сообщ., 1949) доказана идентичность с варисцитом.
30. См. Larsen (1942).
31. De Schulten, *C. R.*, **100**, 15 (1885), Mellor (**5**, 362, 1924), Cole и Jackson, *J. Phys. Coll. Chem.*, **54**, 128 (1950).
32. Дополнительные анализы см. у Гинце (Hintze, **1** [4A], 1283, 1288, 1933); Ulrich (1930); Machatschki, *Cbl. Min.*, 321 (1929); Pelloux *Ann. Mus. Genova*, **5**, 470 (1912). Чирвинский, *Матер. геол. минер. России*, **7**, 28 (1904).

Следующие плохо определенные вещества, повидимому, могут быть одинаковыми с варисцитом-штренгитом или вавеллитом.

МЕЕРСИТ, Meyersite. Elschner (*Koll.-Zs.*, **31**, 94, 1922). Найден в агатоподобных метаколлоидных массах в пустотах лавы на острове Неккер, Гаваи. Анализ дал: $Al(PO_4)$ 66,33, $Fe(PO_4)$ 2,52, H_2O 26,10, сумма 94,95. Темноокрашенные зоны в коллоформных корках имеют до 10% $Fe(PO_4)$. Назван по имени Г. Г. Мейерса (H. H. Meyers) из Меллонского института в Питтсбурге. Вероятно, железный варисцит.

КАЛЛАИНИТ, Callainite. Callaina? *Pliny* (**37**, 33). Turquois (частью). Callais *Damour* (*C. R.*, **59**, 936, 1864). Callainite Dana (825, 1892). *Нем.*: Callaïnit. Название это дано веществу неолитовых бусин, найденных в различных местах в Бретани,[1] первоначально в долменах в Мане-эр-Грёк в Локмариакёре. Массивный, восковидный. Цвет яблочно-зеленый до изумрудно-зеленого, пятнистый или с прожилками беловатого или голубоватого цвета. Общий показатель преломления (1,576) и физические свойства сходны со свойствами скрытокристаллического варисцита.[1] Анализ дал (Мане-эр-Грёк):[2] CaO 0,70, Al_2O_3 29,57, Fe_2O_3 1,82, Cr_2O_3 следы, P_2O_5 42,58, H_2O 23,62, нераств. ост. 2,10, сумма 100,39, что соответствует $Al(PO_4) \cdot 2^1/_2H_2O$. Назван по предполагаемому сходству материала с *бирюзой* (*callais*) Плиния. Вероятно, варисцит.

ГЛОБОЗИТ, Globosite. *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **24**, 321, 1865). Мелкие шарообразные конкреции найдены с лимонитом в руднике Арме-Хильфе вблизи Хиршберга, Тюрингия. Также отмечен из Шнееберга, Саксония. Тв. 5—$5^1/_2$. Уд. в. 2,83. Цвет восково-желтый до желтовато-серого. Блеск

жирно-алмазный. Черта белая. Анализ дал: CaO 2,40, MgO 2,40, CuO 0,48, Fe_2O_3 40,86, P_2O_5 28,89, As_2O_5 следы, SiO_2 0,24, H_2O и F 23,94, сумма 99,21. Анализ, очевидно, неточный. Возможно, идентичен со штренгитом.

ПЛАНЕРИТ, Planerite. *Hermann* (*Soc. nat. Moscou, Bull.*, **35**, [2], 240, 1862). Полукристаллические, натечные корки. Тв. 5. Уд. в. 2,65. Цвет ярь-медяно-зеленый, переходит в оливково-зеленый на поверхности. Блеск тусклый. Просвечивающий в краях с двупреломлением[3] 0,017. Анализ дал: FeO 3,52, CuO 3,72, Al_2O_3 37,48, P_2O_5 33,94, H_2O 20,93, сумма 99,59. П. п. тр. растрескивается, выделяя много нейтральной воды. Только слегка разъедается кислотами, но растворим в кипящем растворе NaOH. Найден в Гумешевском медном руднике, Урал, СССР, и назван по имени директора рудникоз. Метаколлоидный материал из окрестностей Якубени в Буковине был описан[4] как планерит, и предполагалось сходство церулеолактита и фишерита с планеритом, но такой взгляд ошибочен из-за отсутствия строгого описания недавно полученного типичного материала.

ФИШЕРИТ, Fischerite. *Hermann* (*J. pr. Chem.*, **33**, 285, 1844). Ромбическая, псевдогексагональный.[5] $a:b:c = 0{,}5937:1:?$ Формы: *c* 001, *b* 010, *m* 110, *g* 120. Кристаллы мелкие, часто шестиугольные призмы с *m* и *b*; в виде игольчатых кристаллов, сгруппированных в друзах в радиальных формах в виде чешуек и радиально волокнистых корок. Тв. 5, уд. в. 2,46. Блеск стеклянный. Цвет травяно-зеленый до оливково-зеленого и ярь-медянково-зеленый. Просвечивающий.

Опт.[6]

Ориентировка	*n* (Na) (Урал)	
X b		Двуосн. положит. (+)
Y a	1,557	$2V$ 61°51′ (Na), 62°05′ (красный)
Z c		$r > v$

Хим. Водный основной алюминиевый фосфат. Единственный отмеченный анализ[2] незначительно отличается от вавеллита: CuO 0,80, Fe_2O_3 1,20, Al_2O_3 38,47, P_2O_5 29,03, H_2O 27,50, жильная порода 3,00, сумма 100,00.

П. п. тр. становится белым и мутнеет, выделяет много воды, но не фтор. Растворим в H_2SO_4. Найден в трещинах, в железистых песчаниках и глинистых сланцах в Нижнем Тагиле, на Урале, СССР. Назван по имени Г. Фишера (G. Fischer, 1771—1853), профессора естественной истории в Московском университете. Предполагаемый сходный минерал был отмечен[7] в виде эмалеподобной корки в Роман-Гладне, Трансильвания (*гельфишерит*, *gelfischerite*).[8] Материал из России, вероятно, был идентичен с вавеллитом.[9]

РИЧМОНДИТ, Richmondite. *Kenngott* (*Viertel-jahrschr. nat. Ges. Zürich*, **11**, 225, 1866). Gibbsite *Hermann* (*J. pr. Chem.*, **40**, 32, 1847; **47**, 1, 1849). Вещество найдено с гиббситом, $Al(OH)_3$ в лимонитовых отложениях в Ричмонде, округ Бергшир, Массачусетс. Анализ дал:[10] Al_2O_3 26,66, P_2O_5 37,62, H_2O 35,72, сумма 100,00. Это близко к $AlPO_4 \cdot 4H_2O$.

Ссылки

1. Lacroix (**4**, 480, 1910)
2. Damour (1864)
3. Lacroix, *Bull. Soc. min.*, **9**, 4 (1886).
4. См. Leitmeier, *Zs. Kr.*, **55**, 353 (1916), и Grosspietsch, *Verh. geol. Reichsanst. Wien*, 149 (1919).
5. Кокшаров (**1**, 31, 1853) по $mm''' = 61°28'$; также $gg' = 80°08'$. Ср. вавеллит и арканзасский варисцит по Честеру (Chester, *Am. J. Sc.*, **15**, 207, 1878).
6. Де Клуазо (Des Cloizeaux), приведено у Кокшарова (**7**, 23, 1875).

7. См. Slávik, *Ac. sc. Bohême, Bull.*, **22**, 32 (1918); Larsen, *Am. Min.* **2**, 31 (1917); Larsen (75, 1921).
8. Cornu, *Zs. Chem. Ind. Kolloide*, **4**, 17 (1909).
9. Wherry, *Am. Min.*, **2**, 32 (1917).
10. Hermann, *J. pr. Chem.*, **40**, 32 (1847).

КОНИНКИТ, Koninckite. *Cesàro* (*Soc. géol. Belgique, Ann. Mem.*, **11**, 247, 1883—1884).

Ромбическая (?). В виде сферических агрегатов из расходящихся игол; в одном случае наблюдались окончания кристаллов с косыми гранями. Спайность перпендикулярна удлинению. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,3. Блеск стеклянный. Цвет и черта желтые. Просвечивает.

Опт.[1] В проходящем свете бледножелтый до бесцветного.

Ориентировка	n	
X по удлинению	1,645	Двуосн.
Y		$2V$ не очень большой. Иногда
Z	1,656	почти изотропен с $n \sim 1{,}65$

Хим. Водный железный фосфат, позидимому, $Fe(PO_4) \cdot 3H_2O$. Al замещает в небольших количествах Fe''' с Al : Fe = 1 : 4,8 (анал. 2).

Анал.

	1	2
Fe_2O_3	33,05	34,4
Al_2O_3	4,40	4,6
P_2O_5	35,51	34,8
H_2O	27,04	[26,2]
Сумма	100,00	[100,00]

1. $(Fe, Al)PO_4 \cdot 3H_2O$ с Al : Fe = 1 : 4,8. 2. Ришель, Бельгия. Среднее из двух.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Легко растворим в горячей HCl или HNO_3.

Местонахождение. Найден с ришеллитом в Ришель около Визе, Бельгия.

Назв. По имени бельгийского геолога Л. Г. де Конинка (L. G. de Koninck, 1809—1887).

Нуждается в дальнейшем изучении.

Ссылка

1. Cesàro, *Ac. Belgique, Mém.*, **53**, 1 (1897) и Larsen (97, 1921).

40.3.1.3 СКОРОДИТ $Fe'''(AsO_4) \cdot 2H_2O$ SCORODITE
40.3.1.4 МАНСФИЛДИТ $Al'''(AsO_4) \cdot 2H_2O$ MANSFIELDITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

СКОРОДИТ[1] $Fe(AsO_4) \cdot 2H_2O$

$a : b : c = 1{,}0404 : 1 : 0{,}9030$ $\quad p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8679 : 0{,}9030 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 1{,}0404 : 1{,}1522 : 1$; $\quad r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1074 : 0{,}9612 : 1$

Формы [2]

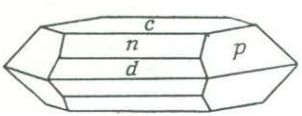
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
e	120	25 37	90 00	90 00	64 23	0 00	25 37
m	110	43 52	90 00	90 00	55 08	0 00	43 52
M	012	0 00	24 18	24 18	90 00	90 00	65 42
h	011	0 00	42 05	42 05	90 00	90 00	47 55
o	021	0 00	61 01½	61 01½	90 00	90 00	28 58½
n	101	90 00	40 57½	0 00	49 02½	49 02½	90 00
d	201	90 00	60 03	0 00	29 57	29 57	90 00
p	111	43 52	51 23	42 05	57 13	49 02½	55 42½
i	121	25 40	63 28½	61 01½	67 12	49 02½	36 15
s	211	62 31	62 55½	42 05	37 49	29 57	65 44

Менее обычные:

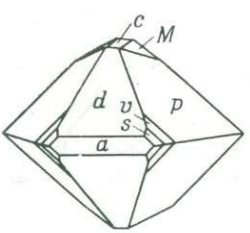
M · 320 *L* 210 *q* 102 *k* 403 *g* 301 *w* 401 *l* 112

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Pcab*: a_0 10,30 *kX*, b_0 10,01, c_0 8,92; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}029 : 1 : 0{,}891$ (скородитовый конечный член?). Содержит $(Fe, Al)_8(AsO_4)_8 \cdot 16H_2O$.

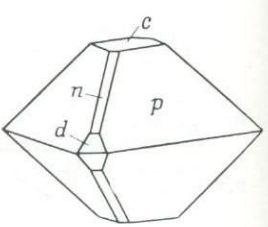
Облик. Кристаллы скородита обычно дипирамидальные {111}; также таблитчатые по {001} или призматические по [010]. Обычные



Скородит. Джебель-Дебар. Алжир.



Скородит. Гора Благодать. Урал.



Скородит. Джебель-Дебар. Алжир.

формы: *p d c n i*. Кристаллы часто сгруппированы в корки или неправильные группы. Также массивный, кристаллический или пористый и шлакоподобный; плотный до землистого. Мансфилдит встречается в виде пористых ячеистых масс и корок из сферолитовых волокон.

Физ. Спайность по {201} несовершенная, по {001} и {100} едва заметная. Излом полураковистый. Тв. 3½ — 4. Уд. в. 3,28 (скородитовый конечный член, анал. 2), 3,31 (вычисл.); 3,03 (мансфилдитовый конечный член, анал. 7). Блеск кристаллов скородита сильный стеклянный до полуалмазного и полусмоляного. Цвет кристаллов скородита бледнозеленый или серовато-зеленый до печеночно-коричневого,

иногда почти бесцветный или синеватый, фиолетовый, желтый; землистый материал бледнозеленый до бледносероватого и коричневатозеленого. Мансфилдит белый до бледносерого. Прозрачный в кристаллах.

Опт. В проходящем свете бесцветен до слабо зеленого или зеленовато-коричневого.

Ориентировка	Скородит, Дуранго (анал. 2) [4]	Алюминистый скородит, Орегон (анал. 6) [5]	Мансфилдит, Орегон (анал. 7) [5]	
nX a	1,784	1,741	1,622	Двуосн. положит. (+)
nY c	1,795	1,744	1,624	$r > v$, сильная.
nZ b	1,814	1,768	1,642	Скородит слабо плеохроирует с абсорбцией $Z > X$, Y.
$2V$	~75°	~40°	~30°	

Показатели преломления, двупреломление и $2V$ уменьшаются с уменьшением отношения Fe : Al. Отклонение оптических свойств было отмечено для следующих скородитов:

	Фосфористый скородит, Айдахо (анал. 5) [6]	Скородит, Япония (анал. 4) [7]	Скородит, Корнуолл [6]	Скородит, Япония [6]
nX	1,738	1,771 (Na)	1,810	1,888
nY	1,742	1,805	1,880	1,895
nZ	1,765	1,820	1,925	1,915
$2V$	средний		~90°	62° (вычисл.)
Дисперсия	$r > v$, сильная		нет	$r > v$, сильная

Хим. Водный арсенат окисного железа и алюминия, $(Fe, Al) \cdot (AsO_4) \cdot 2H_2O$. Fe''' и Al''' замещаются взаимно и, вероятно, существует полная изоморфная серия [8] от скородита с $Fe > Al$ до мансфилдита с $Al > Fe$. PO_4 замещает в малых количествах AsO_4 в скородите с $P : As = 1 : 5{,}7$ в анал. 5 и, по крайней мере, частичная серия протягивается к штренгиту. Скородит теряет всю свою воду между 220 и 250°. [7]

Анал. [12]

	1	2	3	4	5	6	7	8
Fe_2O_3	34,60	34,79	34,13	34,33	34,02	25,72	0,88	
Al_2O_3		нет	нет		следы	5,76	23,30	25,24
As_2O_5	49,79	49,52	48,42	49,85	44,40	48,88	56,43	56,91
P_2O_5		нет	нет		4,80	1,72	0,59	
H_2O+	15,61	15,44	15,73	15,84	12,25	15,86	17,77	17,85
H_2O-			0,23		5,08	1,18		
Прочие		0,38	1,65		0,32	1,00	1,03	
Сумма	100,00	100,13	100,16	100,02	100,87	100,12	100,00	100,00
Уд. в.		3,278	3,413			3,135	3,031	

1. $Fe'''(AsO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Скородит. Дуранго, Мексика. [9] Прочие: TiO_2 0,02, Sb_2O_5 0,06, SiO_2 0,30. Скородит. Голд-Хилл, Юта. [10] Прочие: MgO 0,01, CaO 0,38, FeO 0,84, нераств. ост. 0,42. 4. Скородит. Рудник Киюра, Бунго, Япония. [7] 5. Фосфористый скородит. Блек-Пайн,

Айдахо. [11] Прочие: Cr_2O_3. 6. Алюминистый скородит. Хобарт-Бьютт, Орегон. [9] Прочие: TiO_2 0,06, SiO_2 0,20, Sb_2O_5 0,74. 7. Мансфилдит. Хобарт-Бьютт, Орегон. [9] Прочие: TiO_2 0,91, Sb_2O_5 0,12. Пересчитано после исключения 30,68% примесей. *

Испытание. Скородит п. п. тр. плавится в блестящую серую магнитную массу. В закр. тр. теряет воду и становится желтым. Растворим в кислотах; в крепких щелочах разлагается с выделением гидроокисла железа.

Разнов. *Алюминистый* скородит. Содержит Al''', замещающий Fe''', с одновременным линейным уменьшением показателя преломления, $2V$, двупреломления и удельного веса.

Фосфористый скородит. Содержит группу PO_4, заменяющую AsO_4, при этом показатель преломления уменьшается.

Местонахождение. Скородит является типичным вторичным минералом, образующимся в железной шляпе при окислении арсенопирита или других мышьяксодержащих минералов. Сопровождается фармакосидеритом, бедантитом, вивианитом, лимонитом, гипсом, железным купоросом, халцедоновым кварцем, глиной. Также найден в первичных гидротермальных отложениях (Заубах, Фойгтланд, Германия). [16] Можно перечислить лишь небольшую часть известных месторождений.

В Германии в Цернбахе, северо-западнее Монтабаур, Гессен-Нассау; в Заубахе, в Фойгтланде; в Грауле, вблизи Шварценберга, Саксония. В Австрии, в Лёллинге, Каринтия. В Шлаггенвальде, Шёнфельд, Чехия. В Адун-Чилоне, южнее Нерчинска, Забайкалье, СССР. Во Франции, в Вольри, северо-западнее Лиможа и повсюду в От-Вьенне; в Морбигане, Бретань. В Джебель-Дебаре, Константина, Алжир, и Гонносфанадига, Сардиния. В Лавриуме, Греция (*лоссенит*, *lossenite*, частью). В Сан-Стефенсе и повсюду в Корнуолле; в руднике Виртюо-Леди вблизи Тавистока, Девоншир. Вблизи Оуро-Прето, Минас-Жераис, Бразилия. В Киура, Бунго, Япония. В США скородит встречается вблизи Кармел, округ Патнам, Нью-Йорк; в руднике Кантон и повсюду в округе Чероки, Джорджия; в руднике Голд-Хилл, округ Тул, Юта, с адамином, аустинитом и гемиморфитом, с различными медными арсенатами в руднике Маммот и повсюду в районе Тинтик, Юта; в районе Монте-Кристо, округ Сногомиш, Вашингтон, и в Блек-Пайне, округ Кассия, Айдахо; в виде тонких пленок и пятен на кремневых туфах гейзеров и горячих источников в районе Йеллоустонского парка, Вайоминг; [13] подобный в Стимбот-Спрингсе, Невада; в ряде мелких месторождений в Калифорнии, Неваде, Колорадо и других западных штатах; в Канаде с эритрином в руднике Ниписсинг, район Темискаминг, Онтарио.

Мансфилдит встречается со скородитом, реальгаром и каолинитом в Хабарт-Бьютте, округ Лейне, Орегон.

Искусств. [14] Получен в кристаллах при нагревании металлического железа или осажденного железного арсената с H_2O и As_2O_5 в закр. тр. при температурах до 150°.

---

* В колонке 8 приведен теоретический состав мансфилдита — *Прим. ред.*

Изменение. В лимонит.

Назв. *Скородит* от греческого σκορόδιον — *чесночноподобный*, соответственно запаху, выделяющемуся при нагревании. *Мансфилдит* по имени Георга Р. Мансфилда (George R. Mansfield, 1875—), геолога Геологической службы США. *Allen* и *Fahey* (*Am. Min.*, **33**, 122, 1948).

Синонимы. Cupreous Arsenate of Iron. Cupro-martial Arsenate *Bournon* (*Phil. Trans.*, 191, 1801). Martial Arsenate of Copper. Cuivre arseniaté ferrifère *Haüy* (91, 1809). Scorodit *Breithaupt* (*Hoffmann's Handbuch*, **4**, 2, 182, 1817). Scorodite and Néoctèse Beudant (**2**, 605, 607, 1832); *Des Cloizeaux* (*Ann. chim. phys.*, **10**, 402, 1844). Arseniksinter, Eisensinter *Hermann*, *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou*, **1**, 254, 1845). Kobalt-scorodit *Lippmann* (von Hornberg, *Zool. min. Ver. Regensberg*, **11**, 172, 1857). Jogynaite? *Nordenskiöld* (у Кокшарова, *Изв. Имп. Акад. Наук, СПб*, **19**, 571, 1873; *Min. Russ.*, **6**, 320, 1870). Lossenite *Milch* (*Zs. Kr.*, **24**, 100, 1895). Loaisite *Codazzi* (*Cbl. Min.*, 183, 1908). Aluminoscorodite *Ito* и *Sakurai* (Wada's *Min. of Japan*, 3-е изд. **1**, 1947).

ЛОССЕНИТ, Lossenite. *Milch* (*Zs. Kr.*, **24**, 100, 1895). Найден в Лаврионе, Греция. Показано, что является смесью скородита и бедантита.[15]

Ссылки

1. Кристаллографические константы и ячейка по Гольдшмидту (Goldschmidt, **8**, 58, 1922), в ориентировке, соответствующей штренгиту и варисциту. Переход от Гольдшмидта к новой: 010/001/100. Отмеченные углы для скородита колеблются широко, несомненно, из-за вариаций в составе. Литературу по этому вопросу см. Goldschmidt (**3**, 135, 1890; 1922), Hintze (**1** [4A], 1289, 1933) и ссылку 2.

2. Goldschmidt (1922); Чирва, *Изв. АН СССР* [6], 19, 731 (1925); Piazza, *Acc. Linc., Rend.*, [6], **6**, 70 (1927). Большое количество вицинальных граней перечислены Ито и Шига (Ito и Shiga, *Min. Mag.*, **23**, 130, 1932). Редкие и недостоверные формы: *Z* 520, *R* 805, *D* 323, *V* 453, *P* 714, *α* 722, *j* 421, *Q* 405, *t* 325, *y* 423, *X* 513, *A* 724, *ϑ* 411.

3. Kokkoros, *Prakt., Ac. Athènes*, **13**, 337 (1938), на кристаллах скородита из Каллингтона, Корнуолл. Мак-Конелл (McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719, 1940) и Штрунц (Strunz, *Zz. Kr.*, **99**, 513, 1938) дают близкие величины.

4. Allen и Fahey, *Am. Min.*, **33**, 122, 1948; близкие данные на анализированном довольно чистом скородитовом конечном члене изоморфической серии были приведены Фошагом (Foshag, *Am. Min.*, **22**, 482, 1937) и Фошагом, Берманом и Доггеттом (Foshag, Berman и Doggett, *Am. Min.*, **15**, 390, 1930).

5. Allen и Fahey (1948).

6. Larsen (132, 1921).

7. Ito и Shiga (1932).

8. Для материала между мансфилдитовым конечным членом и алюминистым скородитом (анал. 6) анализов нехватает, но на существование промежуточных членов указывают оптические данные Аллена и Фахи (Allen и Fahey, 1948) и по аналогии с серией штренгита-варисцита такая полная изоморфическая серия может предполагаться.

9. Анал. Фахи (Fahey) у Аллеа и Фахи (Allen и Fahey, 1948).

10. Анал. Фошага (Foshag) у Фошага и др., 1930 (Foshag и др., 1930).

11. Shannon (432, 1926), цитировано у Ларсена (Larsen, 132, 1921).

12. Дополнительные анализы см. Гинтце (Hintze, 1933); Фошаг (Foshag, 1937); Кодацци (Codazzi, *Cbl. Min.*, 183, 1908); Россетти (Rossetti, *Per. Min.*, **12**, 433, 1941).

13. Hague, *Am., J. Sc.*, **34**, 171 (1887).
14. Mellor (**9**, 224, 1929).
15. Pearl, личн. сообщ. (1947).
16. Heide, *Zs. Ks.*, **67**, 33 (1928).

40.3.2 ГРУППА МЕТАВАРИСЦИТА

МОНОКЛИННАЯ; ПРИЗМАТИЧЕСКИЙ — 2/m

	a_0	b_0	c_0	β
Метаварисцит, $AlPO_4 \cdot 2H_2O$	5,15 *kX*	9,45	8,45	~90°
Меташтренгит, $FePO_4 \cdot 2H_2O$	5,28	9,75	8,71	90°36′

Метаварисцит и меташтренгит являются полиморфическими разновидностями ромбической серии варисцита и штренгита. Моноклинные полиморфические разновидности мансфилдита и скородита неизвестны. Вероятно, существует полная серия между метаварисцитом и меташтренгитом.

40.3.2.1 **МЕТАВАРИСЦИТ** $Al(PO_4) \cdot 2H_2O$ METAVARISCITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}5460 : 1 : 0{,}8944$; β 90°00′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}6381 : 0{,}8944 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1180 : 1{,}8315 : 1$; μ 90°00′; p'_0 1,6381, q'_0 0,8944, x'_0 0,0000

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°00′	90°00′	90°00′	.....	90°00′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	90 00	.....
l	130	31 24½	90 00	0 00	31 24½	58 36	58 35½
m	110	61 22	90 00	0 00	61 22	28 38	28 38
h	011	0 00	41 48½	90 00	48 11½	41 48½	90 00
d	021	0 00	60 47½	90 00	29 12½	60 47½	90 00
j	052	0 00	65 54½	90 00	24 05½	65 54½	90 00
w	031	0 00	69 33½	90 00	20 26½	69 33½	90 00
p	$\bar{1}22$	— 42 29	50 29½	129 19½	55 13½	50 32½	121 24

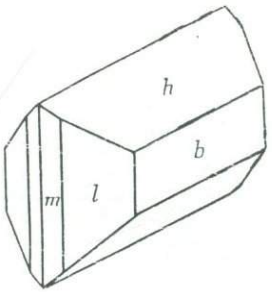
Менее обычные и редкие:

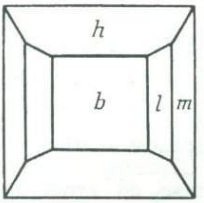
f 025 *q* 012 *u* 043 *e* 101

Структ. ячейка.[5] Пространственная группа, вероятно, $P2_1/m$. a_0 5,15 *kX*, b_0 9,45, c_0 8,45; [β ~ 90°]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}545 : 1 : 0{,}894$. Ячейка содержит $Al_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Кристаллы от тонко- до толстотаблитчатых по {010}, изометрические или слегка удлинены вдоль [001] или [100], получая доскообразный вид; реже длиннопризматические вдоль [100]. Разви-

тые формы создают псевдоромбический облик. Обычные формы; *b m l h*. Также в виде слабо связанных зернистых масс.





Люцин. Прямоугольная проекция на {010}.

Двойники. По {102}, как двойники срастания.

Физ. Спайность по {010}.[3] Тв. ~ $3^1/_2$.[3] Уд. в. 2,54; 2,53 (вычисл.). Цвет бледнозеленый. Черта белая. Блеск стеклянный. Кристаллы прозрачные, массы просвечивающие.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (кристаллы)[4]	*n* (мелкие зерна)[4]	
X	1,551	1,551	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,558	1,561	$2V$ 55°
Z	1,582	1,585	$r < v$, заметная

Хим. Водный алюминиевый фосфат, $Al(PO_4) \cdot 2H_2O$. Диморфен с варисцитом.[4] Fe''', вероятно, может замещать Al, и изоморфная серия может быть продолжена до меташтренгита (см.).

Анал.

	1	2
Al_2O_3	32,26	32,40
P_2O_5	44,93	44,73
H_2O	22,81	22,68
Прочие		0,56
Сумма	100,00	100,37
Уд. в.	2,53	2,54

1. $Al(PO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Люцин.[6] Прочие: V_2O_3 0,32, Cr_2O_3 0,18, Fe_2O_3 0,06.

Испытание. Как варисцит.

Местонахождение. В виде мелких кристаллов вместе с кристаллами варисцита в пустотах в массивных варисцитовых шариках в Юталит-Хилле, в 8 *км* к северо-востоку от Люцина, округ Бокс-Элдер, Юта. Также найден массивным с варисцитом в Канделарии, Невада; в фосфатизированных андезитах острова Мальпело, Колумбия, Тихий океан.[7]

Изменение. В варисцит (?).

Назв. В соответствии с диморфным соотношением с варисцитом.

Синонимы. Variscite *Schaller* (*U. S. Geol. Sur., Bull., 509*, 48, 1912, *610*, 69, 1916). Metavariscite *Larsen* и *Schaller* (*Am. Min.*, **10**, 23, 1925).

Ссылки

1. Первоначально описан как ромбический (под названием *варисцит*) Шаллером (Schaller, 1912, 1916), но рентгенометрическое изучение Мак-Коннелла (McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719, 1940) доказало, что этот минерал изоструктурен с меташтренгитом и имеет моноклинную сингонию, что ранее предполагалось Штрунцем и Сцтрокаем (Strunz и Sztrókay, *Zbl. Min.*, 272, 1939) и Ульрихом (Ulrich, *Rozpr. Ceské, Ak., Cl. 2*, **39**, No. 17, 1930). Элементы по Шаллеру (Schaller) с ячейкой и ориентировкой, приведенными в соответствие со структурной ячейкой. Переход от Шаллера к новой: $00\frac{1}{2}/010/\bar{1}00$.

2. Schaller (1916); неясно, являются ли формы, приведенные в ромбической установке Шаллера, положительными или отрицательными формами в моноклинной установке.

3. Frondel, личн. сообщ. (1948).

4. Larsen и Schaller (1925).

5. McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719 (1940).

6. Schaller (стр. 65, 1916).

7. McConnell, *Geol. Soc. Am., Bull.*, **54**, 707 (1943).

40.3.2.2 МЕТАШТРЕНГИТ $FePO_4 \cdot 2H_2O$ METASTRENGITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}5449 : 1 : 0{,}8968$; $\beta\ 90°36'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}6458 : 0{,}8968 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1151 : 1{,}8353 : 1$; $\mu\ 89°24'$; $p'_0 1{,}6459$, $q'_0 0{,}8968$, $x'_0 0{,}0105$

Формы[2]

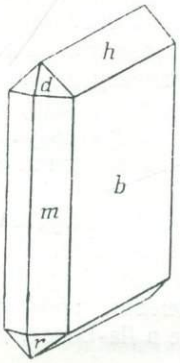
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°36′	89°24′	90°00′	.....	89°24′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	89 24	.....
m	110	61 25	90 00	0 00	61 25	89 28½	28 35
n	210	74 45½	90 00	0 00	74 45½	89 25½	15 14½
o	410	82 14½	90 00	0 00	82 14½	89 24½	7 45½
h	011	6 40½	42 05	89 24	48 16	41 44	85 32
f	103	90 00	29 12½	60 47½	90 00	28 36½	60 47½
e	101	90 00	58 53	31 07	90 00	58 17	31 07
d	111	61 34	62 02	31 07	65 08	61 30½	39 02½
r	$\bar{1}11$	—61 15½	61 48	148 33½	64 55½	61 16½	140 36

Редкие или сомнительные:

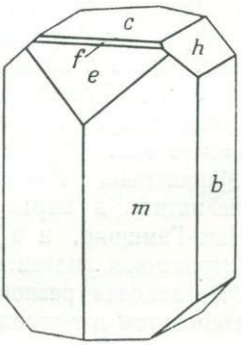
p 710	g 034	t 041	$\bar{5}04$	117	i 771	$\bar{1}12$

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа, вероятно, $P2_1/n$. a_0 5,28 *kX*, b_0 9,75, c_0 8,71; [β 90°36′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}542 : 1 : 0{,}893$. Ячейка содержит $Fe_4(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Кристаллы таблитчатые по {010} или короткопризматические вдоль [001]. Также в виде скорлуповатых или почковидных масс или корок с радиально-волокнистой структурой.



Плейштейн.



Сардиния.

Двойники. По {101}, чаще в виде двойников прорастания.

Физ. Спайность по {010} хорошая, по {001} неясная. Излом неровный. Тв. $3^1/_2$—4. Уд. в. 2,76; 2,76 (вычисл.). Блеск стеклянный до полусмолистого. Цвет кристаллов напоминает цвет красных цветов персика или красновато-фиолетовый, реже мохово-зеленый; цвет агрегатов — яркорозово-красный до почти бесцветного. Просвечивающий до прозрачного.

Опт. В проходящем свете красный до бесцветного.

Ориентировка [4]	n (Na) [4]	Плеохроизм	
$X \wedge c \sim 4°$	1,692	Бледнокрасный	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \quad b$	1,725	Карминово-красный	$2V$ 62° (Na)
Z	1,738	Бесцветный	$r > v$, очень сильная

Хим. Водный железный фосфат, $FePO_4 \cdot 2H_2O$. Диморфен со штренгитом. Al, очевидно, замещает Fe''' в больших количествах в некоторых материалах, [11] и, может быть, имеется полная изоморфная серия до метаварисцита, аналогично штренгито-варисцитовой серии. Mn может замещать Fe (*вилатеит*, *vilateite*). [13]

Анал.

	1	2	3
Fe_2O_3	42,73	44,30	44,38
P_2O_5	37,99	38,85	37,71
H_2O	19,28	17,26	17,31
Сумма	100,00	100,41	99,40
Уд. в.	2,76	2,76	

1. $FePO_4 \cdot 2H_2O$. 2. Рудник Кальтерборн, Зиген. [5] 3. Крейцберг, Бавария. [6] Среднее из двух анализов.

Испытание. П. п. тр. легко плавится до черного магнитного королька. В закр. тр. становится желтым и непрозрачным и теряет воду. Полностью растворим в HCl, почти нерастворим в HNO_3.

Местонахождение. Впервые найден в руднике Кальтерборн, вблизи Айзерфельда, Зиген, Германия, в лимонитовой железной руде. Найден в Баварии[7] с фармакосидеритом в пегматитах в Крейцберге в Плейштейне, также в пегматите между Вильденау и Плёссбергом и со штренгитом и дюфренитом (?) в пегматите в Гагендорфе. В руднике Сан-Джованнеду, Гоннеса, Сардиния.[4] В Кирунавара, Швеция,[8] со штренгитом в магнетитовой руде. В США с алюминистым штренгитом в Манхаттане, Невада (*клинобаррандит*, *clinobarrandite*); также в пегматите в карьерах Палермо и Флетчер, около Норд-Гротона, Нью-Гэмпшир, и в Пала, округ Сан-Диего, Калифорния.[9] В фосфатизированном андезите острова Мальпело, Колумбия, в Тихом океане.[12] Марганцовая разновидность (*вилатеит*, *vilateite*)[13] встречается с гетерозитом и гюролитом в пегматите в Ла-Вилат, около Шантелуб, Франция.

Искусств.[10] Микроскопические розово-красные моноклинные кристаллы, очевидно идентичные с меташтренгитом, были получены при нагревании раствора хлорного железа с фосфорной кислотой в закрытой трубке при 180—190°.

Назв. *Фосфосидерит* (см. синонимы) от фосфора и σίδηρος — *железо*, в соответствии с составом. Название *меташтренгит* здесь применяется параллельно с метаварисцитом, так как минерал является полиморфическим аналогом штренгита.

Синонимы. Phosphosiderite *Bruhns* и *Busz* (*Zs. Kr.*, **17**, 555, 1890). Clinobarrandite *McConnell* (*Am. Min.*, **25**, 719, 1940). Vilateite (?) *Lacroix* (**4**, 477, 1910).

Ссылки

1. Первоначально описан как ромбический и так был принят у Дэна (Dana, 823, 1892) и Гольдшмидта (Goldschmidt, **6**, 152, 1920), но было показано, что этот минерал моноклинный, с помощью морфологических, оптических исследований и травления, проведенных де Анжелис (De Angelis, *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova*, **52**, 138, 1926), и рентгенометрическим анализом, выполненным Мак-Коннеллом (McConnell, *Am. Min.*, **24**, 636, 1939). Кристаллографические константы по Де Анжелису (De Angelis); см. также Koechlin, *Cbl. Min.*, 290 (1934) и Laubmann и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 523 (1920).
2. Goldschmidt (1920) и De Angelis (1926). Не ясно, являются ли {034}, {041} и {771}, отмеченные в ромбической установке Брунса и Бусца (Bruhns и Busz, 1890), положительными или отрицательными в моноклинной установке.
3. Strunz и Sztrókay, *Zbl. Min.*, 272 (1939); сходные величины были получены Мак-Коннеллом (McConnell, 1939). Пространственная группа по Мак-Коннеллю (McConnell, *Am. Min.*, **25**, 719, 1940).
4. De Angelis (1926).
5. Bruhns и Busz (1890).
6. Laubmann и Steinmetz (1920).
7. Müllbauer, *Zs. Kr.*, **61**, 318 (1925) и Laubmann и Steinmetz (1920).
8. Koechlin (1934).
9. Mrose, личн. сообщ. (1949).

10. De Schulten, *C. R.*, **100**, 1522 (1885).

11. Заключено на основании присутствия моноклинного минерала (*клинобаррандита, clinobarrandite*), изоструктурного с метаварисцитом в алюминистом штренгите (баррандите, „barrandite", по Шеннону, Schaпnon, *Am. Min.*, **8**, 182, 1923) из Манхаттана, Невада, как показано Мак-Коннеллем (McConnell, 1940).

12. McConnell, *Bull, Geol. Soc. Am.*, **54**, 707 (1943).

13. Предполагается, но не доказано, что идентичен с меташтренгитом. Описан Лакруа (Lacroix, 1910) как моноклинный с $a:b:c = 1{,}6958:1:0{,}8886$, $\beta = 90°33'$ и формами *a* {001}, *b* {010}, *m* {110}, *d* {201}, *n* {011}, {$\bar{3}$11}, {$\bar{3}$41}; уд. в. 2,745. Кристаллографические константы близки к таковым меташтренгита с утроенной осью *a*. Анализ ошибочен, но Mn присутствует в значительных количествах в дополнении к Fe, (PO_4) и H_2O. Этот минерал идентичен так называемому „типу 1 гюролита из Ла-Вилат", описанного у де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. mines*, **53**, 293, 1858).

40.3.3 **ВЕЙНШЕНКИТ** (Y, Er) $(PO_4)\cdot 2H_2O$ WEINSCHENKITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$ (?).

$a:b:c = 0{,}361:1:0{,}415$; β 129°24′; $p_0:q_0:r_0 = 1{,}150:3{,}207:1$

$r_2:p_2:q_2 = 3{,}119:3{,}585:1$; μ 50°36′; p_0' 1,488, q_0' 0,415, x_0' 0,821

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	90 00	90 00	0°00′	90 00	50 36	.....
m	110	74 25	90 00	0 00	74 25	52 19	15 35
u	$\bar{1}$01	—90 00	33 42	123 42	90 00	73 06	123 42

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2/a$ (?). a_0 5,46 *kX*, b_0 15,12, c_0 6,28; β 113°24′; $a_0:b_0:c_0 = 0{,}361:1:0{,}415$. Ячейка содержит $(Y, Er)_4(PO_4)\cdot 8H_2O$. Вейншенкит изоструктурен с гипсом.

Облик. Найден в виде корок и радиальноволокнистых сферолитов и розеток, составленных из доскообразных кристаллов, вытянутых вдоль оси [001] и уплощенных по {010}.

Физ. Спайность по {$\bar{1}$01}. Уд. в.[4] 3,05 (вычисл. для чистого искусственного $YPO_4\cdot 2H_2O$), увеличивающийся с увеличением замещения Er, Yb, Dy, Sm или Ce на Y; 3,26 измер., 3,27 [вычисл. для материала из Вирджинии с Y : (Er, Yb и др.) ~ 4 : 1]. Блеск шелковистый. Бесцветный до снежно-белого. Термолюминесцирует при осторожном нагревании.

Опт. В проходящем свете бесцветен.

Ориентировка	*n* (Бавария)[5]	*n* (Вирджиния)[4]	
X b	1,600	1,605	Двуосн. положит. (+)
Y	1,608	1,612	$2V$ умеренно малый
Z	1,645	1,645	Заметна дисперсия биссектрис
$Z \wedge c$	~30°	~35°	(Вирджиния)

Хим. Водный фосфат иттрия, $Y(PO_4) \cdot 2H_2O$, содержащий небольшое количество[6] Er, Yb, Dy, Ce и т. п. замещающих Y. При нагревании приблизительно до 180° теряет около $1^1/_2$ H_2O, остальная вода выделяется при более высокой температуре.[4]

Анал.

	1	2
Y_2O_3	51,34	52,90
P_2O_5	32,28	31,15
H_2O	16,38	15,96
Нераств. ост.		0,23
Сумма	100,00	100,24

1. $Y(PO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Бавария.[7] Y_2O_3 содержит небольшие количества других редких земель; средний атомный вес 100,05.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Растворим в горячей кислоте, нерастворим в щелочах.

Местонахождение. Первоначально найден вместе с вавеллитом, крандаллитом, какоксенитом, бераунитом и дюфренитом в лимонитовых отложениях в руднике Нитцельбух, Ауэрбах, Бавария. Также найден в отложениях марганцово-железистых лимонитов в руднике Келли-Банк вблизи Везувиуса, округ Рокбридж, Вирджиния. В обоих месторождениях минерал отложился поверхностными водами и в месторождении Вирджиния, по крайней мере, редкие земли могут быть биохимического происхождения.

Искусств.[8] Получен в виде тонкозернистого осадка при воздействии иттриевого нитрата и раствора трехосновного натрового фосфата.

Назв. По имени Эрнста Вейншенка (Ernst Weinschenk, 1865—1921), профессора петрографии в Мюнхенском университете. *Laubmann* (*Geognost. Jahreshefte, Geol. Landes. München*, **35**, 193, 1923). [Не вейншенкит *Мургоци* (*Murgoci, C. R.*, **175**, 372, 426, 1922).]

Ссылки

1. Отношение осей рентгенометрической ячейки по Штрунцу (Strunz, *Naturwiss.*, **30**, 64, 1942) на баварском материале. Переход от установки Штрунца (*Strunz*) к новой (гипса): $\bar{1}0\bar{1}/0\bar{1}0/001$.
2. Laubmann (1923).
3. Strunz (1942).
4. Milton, Murata и Knechtel, *Am. Min.*, **29**, 92, (1944).
5. Larsen и Berman (111, 1934).
6. См. спектрографические исследования Генриха (Henrich, *J. pr. Chem.*, **142**, 1, 1935) и Murata у Milton, и др. (1944).
7. Henrich (1935).
8. Mellor (**5**, 684, 1924) и Milton и др. (1944).

40.3.4 **ЧЁРЧИТ** (Ce, Ca) $(PO_4) \cdot 2H_2O$ CHURCHITE

Моноклинная (?).[1] В виде веерообразных групп мелких столбчатых кристаллов.

Физ. Одна совершенная спайность. Раковистый излом. Тв. 3. Уд. в. 3,14. Блеск стеклянный; перламутровый на плоскостях спайности. Цвет дымчато-серый, с легким мясо-красным оттенком.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

nX	1,620 ± 0,003	Кажется одноосн. положит. (+)
nY	1,620	
$nZ \perp$ плоскости	1,654	

Хим. Водный фосфат церия, в котором кальций замещает церий в ограниченном пределе, (Ce, Ca)$(PO_4) \cdot 2H_2O$.

Анал.

	CaO	Ce_2O_3	P_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.		60,52	26,19	13,29	100,00	
2.	5,42	51,87	28,48	14,93	100,70	3,14

1. $Ce(PO_4) \cdot 2H_2O$. 2. Корнуолл. [3] Церий содержит некоторое количество дидимия.

Местонахождение. В виде налетов на кремневых породах из медной жилы в Корнуолле, Англия.

Искусст. $CePO_4 \cdot 2H_2O$ кристаллизуется в плоских удлиненных кристаллах из осадка, получаемого в растворе цериевого нитрата натровым фосфатом.[4]

Назв. По имени английского химика Артура Герберта Чёрча (Arthur Herbert Church, 1834—1915). *Church* (*Chem. News*, **12**, 121, 1865). *Williams* (*Chem. News*, **12**, 183, 1865).

Ссылки

1. Чёрч (Church, *J. Chem. Soc. London*, **18**, 259, 1865) рассматривал его как, вероятно, моноклинный минерал. Ларсен (Larsen, 58, 1921) предположил на основе оптических данных ромбическую сингонию. Замбонини (Zambonini, *Bull. soc. min.*, **38**, 206, 1915) нашел, что искусственный цериевый двухводный фосфат, повидимому, моноклинный.
2. Larsen (1921).
3. Church (1865).
4. Zambonini (1915). Угол между ребрами граней равен 116°, близок к углу β 113°50′ гипса.

40.3.5 **РАБДОФАН** (Ce, Y, La, Di) $(PO_4) \cdot H_2O$ RHABDOPHANE

Крист. Тетрагональная или гексагональная (?).[1]

Облик. Инкрустации, скорлуповатый, шаровидный или сталактитовый с радиальноволокнистой структурой.

Физ. Излом неровный. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,94—4,01. Блеск жирный. Цвет коричневый, розоватый или желтовато-белый. Просвечивает.

Опт.[2] Бесцветные волокна с положительным удлинением.

nO	1,654 ± 0,003	Одноосн. положит. (+)
nE	1,703 ± 0,003	

Хим. Водный фосфат церия, иттрия и редкоземельных элементов, $(Ce, Y, La, Di)(PO_4) \cdot H_2O$. Соотношения элементов, встречающихся с церием, полностью не определены.

Анал.

	Ce_2O_3	$(Ce, Y)_2O_3$	$(Y, Er)_2O_3$	$(La, Di)_2O_3$	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	64,83				28,05	7,12		100,00	
2.		61,69			24,64	7,50	5,69	99,52	
3.			8,51	55,17	24,94	7,37	3,84	90,83	3,94—4,01

1. $Ce(PO_4) \cdot H_2O$. 2. Корнуолл.[3] Прочие: $(Al, Fe)_2O_3$ 1,93, SiO_2 3,76. Спектроскопические исследования показали Ce, Y, Di и La, но не Er. 3. Солсбёри, Коннектикут (*сковиллит, scovillite*).[4] Прочие: Fe_2O_3 0,25, CO_2 3,59.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Легко растворим в соляной кислоте.

Местонахождение. Впервые обнаружен в образцах из Корнуолла. В США в виде тонких инкрустаций в лимонитовых залежах Солсбёри, Коннектикут.

Изменение. Бо́льшая часть воды при нагревании до 200° или выше сохраняется.[5]

Назв. По ῥάβδος — *прут* и φαίνεσθαι — *казаться*, в соответствии с характерными полосами, обнаруживающимися в его спектре. *Lettsom* (*Zs. Kr.*, **3**, 191, 1878; **3**, 191, 1878; *Cryst. Soc., Proc.*, 105, 1882); *Lecoq de Boisbaudran* (*C. R.*, **86**, 1028, 1878).

Синонимы. Scovillite *Brush* и *Penfield* (*Am. J. Sc.*, **25**, 459, 1883; *Am. J. Sc.*, **27**, 200, 1884). Skovillit.

Ссылки

1. Согласно с оптическими свойствами.
2. Ларсен (Larsen, 126, 1921) на материале из Солсбёри, Коннектикут. Бертранд (Bertrand, *Bull. soc. min.*, **3**, 58, 1880) на основании микроскопических исследований сферолитов рабдофана из Корнуолла заключил, что материал одноосный положительный.
3. Hartley, *J. Chem. Soc. London*, **41**, 210 (1882).
4. Brush и Penfield (1883).
5. Hartley, *J. Chem. Soc. London*, **45**, 167 (1884).

41 БЕЗВОДНЫЕ ФОСФАТЫ И ДР., СОДЕРЖАЩИЕ ГИДРОКСИЛ ИЛИ ГАЛОГЕН

ТИП 1. $A_m(XO_4)_pZ_q$, с $m:p>4:1$

41.1.1 САЛИНИТ $Pb_{14}(AsO_4)_2O_9Cl_4$ SAHLINITE

Моноклинный. В агрегатах небольших тонких чешуек.

Спайность по {010} совершенная. Тв. 2—3. Уд. в. 7,95. Цвет бледный серно-желтый.

Опт. Двуосный отрицательный (—), с очень высокими показателями преломления. $X=b$. $2E=96\frac{1}{2}^\circ$.

Хим. Основной хлорид-арсенат свинца, $Pb_{14}(AsO_4)_2O_9Cl_4$.

Анал.

	1	2
CaO		0,46
PbO	90,20	89,33
As_2O_5	6,64	6,57
Cl	4,09	4,05
CO_2		0,43
H_2O		0,10
	100,93	100,94
O = Cl	0,93	0,91
Сумма	100,00	100,03

1. $Pb_{14}(AsO_4)_2O_9Cl_4$. 2. Лонгбан.[1] Среднее из одного полного и одного частичного анализов.

Местонахождение. В Лонгбане, Швеция, в виде вкрапленников в доломитовую породу, вместе с гаусманнитом.

Назв. По имени Карла Салина (Carl Sahlin). *Aminoff* (*Geol. För. Förh.*, **56**, 493, 1934).

Ссылка

1. Анал. Бликса (Blix) у Аминова (Aminoff, 1934).

41.1.2 ХОЛДЕНИТ $(Mn, Ca)_4(Zn, Mg, Fe)_2(AsO_4)(OH)_5O_2$ (?) HOLDENITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a:b:c=0{,}3811:1:0{,}2755$; $p_0:q_0:r_0=0{,}7230:0{,}2755:1$

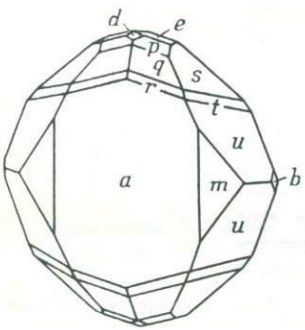
$q_1:r_1:p_1=0{,}3811:1{,}3811:1$; $r_2:p_2:q_2=3{,}6298:2{,}6240:1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
n	130	41 10½	90 00	90 00	48 49½	0 00	41 10½
m	110	69 08½	90 00	90 00	20 51½	0 00	69 08½
e	011	0 00	15 24	15 24	90 00	90 00	74 36
p	111	69 08½	37 44	15 24	55 07½	54 08	77 25
s	131	41 10½	47 40½	39 34½	60 52	54 08	56 11
q	211	73 13	55 48½	15 24	35 39	34 40	81 05½
t	251	46 23½	63 24	54 01½	49 39	34 40	51 55½
r	311	82 45½	65 25½	15 24	25 33½	24 45	83 25½

Менее обычные и редкие:

c 001 *l* 120 *f* 031 *d* 102 *x* 182 *w* 151 *u* 7·16·2



Структ. ячейка.[2] Пространственная группа *Bmam*. a_0 11,97 *kX*, b_0 31,15, c_0 8,58; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}3842 : 1 : 0{,}2754$. Ячейка содержит $(Mn, Ca)_8(Zn, Mg, Fe)_4(AsO_4)_2(OH)_{10}O_4$ (?).

Облик. Изометрический до толстотаблитчатого по {100}, с относительно большими ***a*** и ***u***.

Физ. Спайность по {010} плохая. Излом полураковистый. Тв. 4. Уд. в. 4,11;[3] 4,27 (вычисл. для материала анал. 3). Цвет светлорозовый до желтовато-красного и темнокрасного. Блеск стеклянный. Просвечивающий.

Опт.[4] В проходящем свете розовый.

Ориентировка		*n*	
X	*c*	1,769	Двуосн. положит. (+)
Y	*b*	1,770	$2V$ 30°20′ (измер.)
Z	*a*	1,785	$r > v$, заметная

Хим. Основной арсенат марганца и цинка неопределенной формулы, вероятно, $(Mn, Ca)_4(Zn, Mg, Fe)_2(AsO_4)(OH)_5O_2$. Небольшие количества Ca, Fe″ и Mg замещают Mn и Zn с отношением Ca : Mn = = 2 : 23 и Fe : Mg : Zn = 2 : 3 : 25 в анал. 3.

Анал.

	1	2	3
CaO		3,03	2,68
MnO	46,78	44,08	41,92
ZnO	26,84	22,90	25,12
MgO		1,36	1,61
FeO		1,62	2,00
As_2O_5	18,95	19,40	19,32
H_2O	7,43	7,61	7,35
Сумма	100,00	100,00	[100,00]
Уд. в.		4,27	4,11

1. $Mn_4Zn_2(AsO_4)(OH)_5O_2$. 2. $(Mn, Ca)_4(Zn, Mg, Fe)_2(AsO_4)(OH)_5O_2$ с отношением Mn : Ca = = 46 : 4 и Zn : Mg : Fe = 25 : 3 : 2. 3. Франклин, Нью-Джерси.[5] Анализ пересчитан на 100 после исключения CO_2 [1,03], которая присутствовала в виде $CaCO_3$, и SiO_2 2,01 в виде виллемита.

Местонахождение. Известен лишь в единственном образце из Франклина, Нью-Джерси. Кристаллы найдены с баритом, галенитом, пирохроитом и волокнистым виллемитом в прожилках, секущих массив франклинитовой руды.

Назв. По имени Альберта Фейрчайльда Хольдена (Albert Fairchild Holden, 1866—1913), горного инженера и собирателя минералов, в коллекции которого этот минерал был впервые обнаружен. *Palache* и *Shannon* (*Am. Min.*, **12**, 144, 1927).

Ссылки

1. Отношение $a : b$ первоначально дано Пэлачем и Шенноном (Palache и Shannon, 1927) как 0,3802 : 1; здесь оно пересчитано из основных углов и дано как 0,3811 : 1.
2. Prewitt-Hopkins, *Am. Min.*, **34**, 589 (1949), методом Вайссенберга на типичном материале.
3. Prewitt-Hopkins (1949), микровзвешиванием; первоначально было дано 4,07.
4. Berman у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, 1927).
5. Анал. Шеннона (Shannon) у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, 1927).

41.1.3 ГЕМАТОЛИТ $(Mn'', Mg)_4Al(AsO_4)(OH)_5$ HEMATOLITE

Крист.[1] Тригональная; ромбоэдрический — $\bar{3}$ (?).

$a : c = 1 : 4{,}4425$; $\alpha\ 36°40\frac{1}{2}'$; $p_0 : r_0 = 5{,}1298 : 1$; $\lambda\ 116°25\frac{1}{2}'$

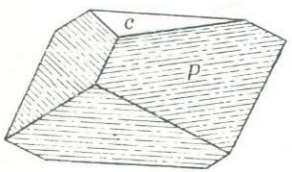
Формы[2]

		φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c 0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
B $0 \cdot 1 \cdot \bar{1} \cdot 29$	$10 \cdot 10 \cdot 9$	—30°00′	10 02	90 00	81 $19\frac{1}{2}$
Q $0 \cdot 2 \cdot \bar{2} \cdot 13$	553	—30 00	38 17	90 00	57 33
P $01\bar{1}5$	221	—30 00	45 44	90 00	51 $40\frac{1}{2}$
S $02\bar{2}5$	771	—30 00	64 01	90 00	38 $52\frac{1}{2}$
T $01\bar{1}2$	110	—30 00	68 42	90 00	36 13

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа, вероятно, $R\bar{3}$. a_{ph} 13,07, α 36°53′, a_0 8,27 Å, c_0 36,51; $a_0 : c_0 = 1 : 4{,}415$. Ячейка в ромбоэдрической установке содержит $(Mn'', Mg)_{12}Al_3(AsO_4)_3(OH)_{24}$.

Облик. Толстотаблитчатый по {0001} с большими гранями $\{01\bar{1}5\}$ или ромбоэдрический с одним ромбоэдром $\{01\bar{1}5\}$. На гранях ромбоэдра горизонтальная штриховка.

Физ. Спайность по {0001} совершенная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,49;[4] 3,48 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый до полуметаллического. Цвет коричневато-красный, гранатово-красный или кроваво-красный до почти черного. Черта светлая шоколадно-коричневая до красновато-коричневой. Просвечивающий до почти непрозрачного.



Опт. В проходящем свете красновато-оранжевый до желтовато-коричневого. Кристаллы иногда разделены на различно ориентированные, аномально двуосные секторы.[7]

	n[5]	n (красный)[6]	n (синий)[6]	
O	$1{,}733 \pm 0{,}003$	1,723	1,740	Одноосн. отрицат. (—)
E	$1{,}714 \pm 0{,}003$			Не плеохроирует

Хим. Основной арсенат алюминия, двухвалентного марганца и магния, $(Mn'', Mg)_4Al(AsO_4)(OH)_8$. Небольшие количества Fe''' и, повидимому, также Mn''' замещают Al. $Mn : Mg \sim 5 : 1$ в опубликованных анализах.

Анал.[10]

	1	2	3	4
CaO		0,76	0,66	0,71
MnO	47,69	49,67	46,86	50,98
MgO	5,31	7,14	6,66	5,38
Al_2O_3	10,07	8,33	6,39	8,61
Fe_2O_3		1,46	1,01	
As_2O_5	22,70	19,09	21,55	22,54
H_2O	14,23	14,09	13,93	14,02
Прочие			0,64	
Сумма	100,00	100,54	97,70	102,24

1. $(Mn, Mg)_4Al(AsO_4)(OH)_8$. 2. Нордмарк, Швеция[8]. 3. Нордмарк.[9] Прочие: нераств. ост. 4. Нордмарк.[9]

Испытание. П. п. тр. не плавится. В закр. тр. растрескивается, выделяет воду и чернеет. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. В виде кристаллов в тонких прожилках или пустотах в кристаллическом известняке на руднике Мосс, Нордмарк, Швеция. Встречается вместе с магнетитом, якобситом, баритом, флюоритом.

Изменения. В магнетит.

Назв. *Гематолит* от αἷμα — *кровь*, из-за его цвета. *Диадельфит* (см. синонимы) от δίς — *дважды*, и ἀδελφός — *брат*, так как он постоянно встречается вместе с аллактитом.

Синонимы. Aimatolith *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **41**, 85, 1884; *Geol. För. Förh.*, **7**, 211, 1884). Hämatolith. Diadelphit *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 233, 369, 1884; *Zs. Kr.*, **10**, 130, 1885).

Ссылки

1. Кристаллографические константы по Сьёгрену (Sjögren, *Zs. Kr.*, **10**, 131, 1885); установка структурной ячейки по Берри (Berry, *Am. Min.*, **33**, 489, 1948). Переход от Сьёгрена к новой: $0\bar{1}00/00\bar{1}0/\bar{1}000/0005$. Углы Сьёгрена употребляются предпочтительнее, чем углы Лоренцена (Lorenzen, *Öfv. Vet. Ak. Stockholm*, No. 4, 95, 1884), Сьёгрена (Sjögren, *Geol. För. Förh.*, **7**, 234, 1884) и Берри (Berry, 1948).

2. Sjögren (1885) и Berry (1948). Форма $\{70\bar{7}3\}$ Лоренцена (Lorenzen, 1884) здесь упрощена после перехода до $\{01\bar{1}2\}$.

3. Berry (1948), методом Вайссенберга и прецезионным методом.

4. Berry (1948); Сьёгрен (Sjögren, 1885) дал 3.3—3 4.

5. Larsen (83, 1921).

6. Sjögren (1885), методом призмы.

7. Bertrand, *Bull. soc. min.*, **7**, 124 (1884).

8. Анал. Лундстрёма (Lundström) у Сьёгрена (Sjögren, 1885).

9. Sjögren (1885).

10. Дополнительные анализы цитируются Сьёгреном (Sjögren, 1885) и Игельстрёмом (Igelström, 1884) и собраны у Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1175 1933).

ГРУППА ХЛОРОФЁНИЦИТА

41.1.4.1 **ХЛОРОФЁНИЦИТ** $(Mn, Zn)_5(AsO_4)(OH)_7$ CHLOROPHOENICITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

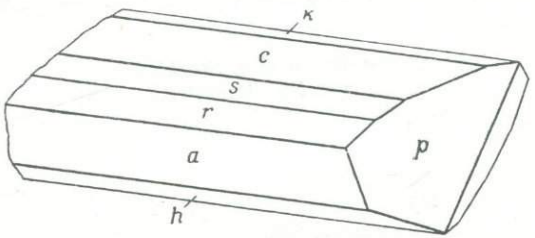
$a : b : c = 2{,}3233 : 1 : 2{,}1685$; $\beta\ 105°34'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9334 : 2{,}0890 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}4787 : 0{,}4468 : 1$; $\mu\ 74°26'$; $p_0'\ 0{,}9689$, $q_0'\ 2{,}1685$
$x_0'\ 0{,}2786$

Формы

	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c 001	90°00′	15°34′	74°26′	90°00′	.....	74°26′
a 100	90 00	90 00	0 00	90 00	74°26′	.....
s 106	90 00	23 45½	66 14½	90 00	8 11½	66 14½
r 102	90 00	37 20½	52 39½	90 00	21 06½	52 39½
k $\bar{1}04$	90 00	2 05	92 05	90 00	13 29	92 05
h $\bar{2}03$	—90 00	20 10	110 10	90 00	35 44	110 10
p 111	29 54½	68 12½	38 43	36 24	61 11½	62 25

Облик. Длиннопризматический вдоль [010]. Кристаллы глубоко штриховатые параллельно [010], с травленными и мутными конечными гранями; {100} сравнительно гладкие; грани $\{h0l\}$ неровные или искривленные.

Физ. Спайность по {100} совершенная. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,46.[2] Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый.



Цвет светлый серовато-зеленый при естественном освещении, розовый до светлого пурпурно-красного при сильном искусственном освещении. Просвечивающий.

Опт.[3] В проходящем свете почти бесцветный.

Ориентировка	n	
X	1,682	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,690	$2V$ $83 \pm 2°$ (измер.)
Z	1,697	$r > v$, сильная

Хим. Основной арсенат цинка и марганца, вероятно, $(Mn, Zn)_5 \cdot (AsO_4)(OH)_7$. Небольшие количества Ca, Mg и Fe″ замещают (Mn, Zn) с отношением Mg : Ca : Zn : Mn = 1 : 1,8 : 11,0 : 14,6 в единственном опубликованном анализе.

Анал.

	1	2
CaO	3,27	3,36
MgO	1,31	1,34
ZnO	29,04	29,72
FeO		0,48
MnO	33,59	34,46
As_2O_5	21,17	19,24
H_2O	11,62	11,60
Сумма	100,00	100,20

1. $(Mn, Zn, Ca, Mg)_5(AsO_4)(OH)_7$ с Mg : Ca : Zn : Mn = 1 : 1,8 : 11,0 : 14,6. 2. Франклин, Нью-Джерси.[4]

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом; в закр. тр. чернеет и обильно выделяет воду. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден с лейкофеницитом, тефроитом, гагеитом, пирохроитом, виллемитом и кальцитом на поверхности трещин в массивной франклинито-виллемитовой руде у Франклина, Нью-Джерси. Найден также с кальцитом и баритом во вторичных прожилках в франклинитовой руде у Стерлинг-Хилла, Нью-Джерси.

Назв. От *χλωρός — зеленый*, и *φοινίκος — пурпурно-красный*, в связи с тем, что его цвет различен при естественном и искусственном освещении. *Foshag* и *Gage* (*J. Washington Ac. Sc.*, **14**, 362, 1924).

Ссылки

1. Кристаллографические константы пересчитаны Пэлачем (Palache, личн. сообщ., 1946) из данных измерений Фошага, Бермана и Гэйджа (Foshag, Berman и Gage, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **70**, Art. 20, 1927), кристаллографические константы которых и таблица углов были неправильными. Первоначальные углы варьируют вследствие плохого качества кристаллов, и приведенные константы являются неточными.
2. Palache, *U. S. Geol. Sur., Prof. Pap. 180*, 122 (1935).
3. Foshag, Berman и Gage (1927).
4. Анал. Фошага (Foshag) у Фошага, Бермана и Гэйджа (Foshag, Berman и Gage, 1927).

41.1.4.2 МАГНИЙ-ХЛОРОФЁНИЦИТ $(Mg, Mn)_5(AsO_4)(OH)_7$
MAGNESIUM-CHLOROPHOENICITE

Моноклинный. В виде розеток и радиально-волокнистых агрегатов. Волокна имеют совершенную спайность вдоль удлинения. Уд. в. 3,37. Бесцветный до белого.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X	1,669	Двуосн. положит. (+)
Y вдоль удлинения	1,672	$r < v$, сильная
Z	1,677	

Хим. Основной арсенат магния и марганца, вероятно, $(Mg, Mn)_5 \cdot (AsO_4)(OH)_7$ с отношением $Mn : Mg = 1 : 4$ в единственном анализе. Магний-хлорофёницит изоструктурен с хлорофёницитом.[2]

	ZnO	MgO	MnO	Fe_2O_3	As_2O_5	SiO_2	$CaCO_3$	H_2O	Сумма
1.		39,31	17,29		28,04			15,36	100,00
2.		39,64	18,05		28,00			14,31	100,00
3.	8,90	29,95	15,57	3,85	21,16	3,36	6,29	10,81	99,89

1. $(Mg, Mn)_5(AsO_4)(OH)_7$ с отношением $Mn : Mg = 1 : 4$. 2. Анал. 3. пересчитанный на 100 после исключения 12,49 виллемита, 6,29 кальцита, 5,55 франклинита. 3. Франклин, Нью-Джерси.[1]

Местонахождение. Найден с цинкитом и карбонатами в прожилке в франклинитовой руде у Франклина, Нью-Джерси.

Назв. *Palache* (*U. S. Geol. Sur., Prof. Pap. 180*, 124, 1935).

Ссылки

1. Анал. Гонье (Gonyer) у Пэлача (Palache, 1935).
2. Frondel, личн. сообщ. (1949), рентгенометрическим методом порошка.

41.1.5 **СИНАДЕЛЬФИТ** $(Mn, Mg, Ca, Pb)_4(AsO_4)(OH)_5$ SYNADELPHITE

Крист.[1] Триклинная; псевдоромбический.

$a : b : c = 0{,}5333 : 1 : 0{,}5851$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0970 : 0{,}5851 : 1$

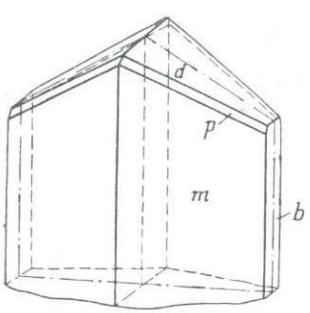
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}5333 : 0{,}9598 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}7094 : 1{,}8751 : 1$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
m	110	61 56	90 00	90 00	28 04	0°00′	61 56
d	011	0 00	30 03	30 30	90 00	90 00	59 30
p	121	43 13	58 02	49 30	54 30	42 12	51 51

Структ. ячейка.[3] Близка к ромбической. a_0 9,91 *kX*, b_0 18,70, c_0 10,65; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}532 : 1 : 0{,}5695$. Ячейка содержит $(Mn, Mg, Ca, Pb)_{40}(AsO_4)_{10}(OH)_{50}$.

Облик и двойники. Короткопризматический вдоль [001], с {110}, штрихованной вдоль оси [001]. Оптически исследованиями было найдено, что кажущиеся одиночными индивиды в действительности являются четверниками, получающимися при отражении в плоскостях (100) и (010) псевдоромбической триклинной решетки.



Физ. Спайность по {010} несовершенная. Излом неровный до раковистого. Хрупкий. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 3,57 (бесцветный),[4] 3,79 или более у красного, свинцовистого материала;[4] 3,56 (вычисл. для материала анал. 5). Кристаллы обычно имеют зональную окраску: внутренние зоны бесцветные, в то время как наружные, относительно богатые свинцом, — красные, красно-коричневые до темнокоричневых или почти черные. Блеск у бесцветного материала стеклянный, у свинцовистого — алмазный до полуметаллического. Бесцветный материал прозрачный, свинцовистые разновидности просвечивающие до непрозрачных.

Опт.[5] В проходящем свете бесцветный до бледнокоричневого или красноватого.

Ориентировка	(анал. 5) φ	(анал. 5) ρ	*n*, Na (анал. 5)	*n*, Na (анал. 6)	
X	—8°	86°	1,750	1,851	Двуосн. положит. (+)
Y	—172	86	1,751	1,864	$r > v$
Z	42	7	1,761	1,894	
2*V* (измер.)			37°	40°	
2*V* (вычисл.)			35°15′	67°37′	

Плеохроизм		
X	Бесцветный	Светлокоричневый
Y	Бесцветный	Коричневый
Z	Светлокоричневый	Темнокрасно-коричневый

Хим. Основной арсенат главным образом двухвалентного марганца. Небольшие количества Mg, Pb и Ca замещают Mn″ с отношением Ca : Mg : Pb : Mn = 1 : 6,5 : 6,5 : 33,5 в анал. 6. Формула,[6] вероятно, $(Mn, Mg, Ca, Pb)_4(AsO_4)(OH)_5$. Si, повидимому, в небольших количествах замещает As (анал. 5, 6); большое количество Si в анал. 4 объясняется аналитической ошибкой.

Анал.	1	2	3	4	5	6
Na_2O				0,53	0,62	0,59
K_2O				0,74	0,79	0,70
CaO		3,76	0,28	1,10	1,55	1,25
MgO		2,19		6,22	4,62	5,89
PbO				0,39		3,24
MnO	63,95	35,71	56,43	50,30	53,10	52,27
Mn_2O_3		11,79				
Al_2O_3		6,16		1,50	1,41	
Fe_2O_3		1,23		0,98	0,86	0,48
As_2O_5	25,90	29,31	32,43	21,91	26,89	26,18
SiO_2				6,23	1,45	0,63
H_2O	10,15	11,39	11,33	8,82	8,52	8,74
Прочие			0,36	0,77		
Сумма	100,00	101,54	100,83	99,49	99,81	99,97
Уд. в.				3,57	3,57	3,79

1. $Mn_4(AsO_4)(OH)_5$. 2. Нордмарк, Швеция.[7] 3. Нордмарк.[8] Прочие: FeO 0,17 нераств. ост. 0,19. 4. Лонгбан, Швеция.[9] Прочие: As_2O_3 0,62, Sb_2O_5 0,15. 5. Лонгбан, Швеция.[10] Бесцветные внутренние части кристаллов. 6. Лонгбан.[10] Красные внешние зоны кристаллов.

Испытание. П. п. тр. плавится (плавкость около 2) в черный шлаковый шарик. В закр. тр. выделяет воду и чернеет. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Первоначально из рудника Мосс, Нордмарк, Швеция, вместе с пирохроитом, манганитом, якобситом, кальцитом, аллактитом, гемафибритом и гематолитом в друзовых пустотах в марганцовой руде. Позднее описан (*аллодельфит*, *allodelphite*; *плюм-*

босинадельфит, *plumbosynadelphite*) из Лонгбана, Швеция, с манганофиллитом и гаусманнитом вдоль плоскостей спайности в доломите.

Изменения. На воздухе легко окисляется.

Назв. *Синадельфит* от σύν — *с* (предлог) и ἀδελφός — *брат* в соответствии с тем, что он встречается вместе с несколькими химически сходными минералами. Было доказано,[3] что *аллодельфит*, названный так от ἄλλος — *другой*, и ἀδελφος — *брат*, из-за его близкого родства с синадельфитом, идентичен с этим минералом. *Плюмбосинадельфит* является излишним наименованием для свинцовистого синадельфита.

Синонимы. Synadelphite *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 220, 382, 1884). Allodelphite *Quensel* и *von Eckermann* (*Geol. För. Förh.*, **52**, 639, 1930). Plumbosynadelphite *Hurlbut* (*Am. Min.*, **22**, 526, 1937).

Ссылки

1. Hurlbut, *Am. Min.*, **22**, 526 (1937), из новых измерений на лонгбанских кристаллах, в ориентировке и единицах структурной ячейки. Переход от Сьёгрена (Sjögren, 1884) к Харлбату: 001/200/010; от Квенселя и Экерманна (Quensel и von Eckermann, 1930) к Харлбату: 010/200/001. Результаты морфологических и рентгенометрических исследований согласуются с ромбической симметрией, но оптическое исследование показывает, что в действительности кристаллы являются двойниками прорастания псевдоромбических триклинных индивидуумов. Раньше симметрию считали тетрагональной, а позже — моноклинной (Sjögren, 1884) и ромбической (Hamberg, *Geol. För. Förh.*, **11**, 222, 1889).
2. Sjögren (1884) и Hurlbut (1937).
3. Hurlbut (1937).
4. Hurlbut (1937) и Quensel и von Eckermann (1930), позже дающие 3,91 на другом образце.
5. Hurlbut (1937), исправляя более ранние измерения Квенселя и Экерманна (Quensel и von Eckermann, 1930) на зональных кристаллах. $2V$ у некоторых образцов колеблется вплоть до 0°.
6. По поводу дискуссии см. Machatschki, *Geol. För. Förh.*, **53**, 187 (1931), и Hurlbut (1937).
7. Анал. А. Сьёгрена (A. Sjögren) у Сьёгрена (Sjögren, *Zs. Kr.*, **10**, 143, 1885).
8. Анал. Бликса (Blix) у Квенселя и Экерманна (Quensel и von Eckermann, 1930).
9. Анал. Алмстрёма (Almström) у Квенселя и Экерманна (Quensel и von Eckermann, 1930).
10. Анал. Гонье (Gonyer) у Харлбата (Hurlbut, 1937).

ТИП 2. $A_1(XO_4)_2Z_q$

41.2.1 **Лакруаит** Lacroixite

Крист.[1] Вероятно, моноклинная; псевдоромбический.

$$a : b : c = 0{,}815 : 1 : 1{,}600$$

Формы[2]

		φ	ρ
a	010	0°00′	90°00′
b	100	50 00	90 00
m	110	90 49	90 00

p	111	50 49	68 27
q	131	22 14½	79 05

Найден только в виде обломков кристаллов. Единственная несовершенная спайность, параллельная (111) и ($1\bar{1}1$), указывает на моноклинную симметрию. Тв. 4½. Уд. в. 3,126. Блеск стеклянный до смолистого. Цвет бледножелтый до бледнозеленого, изредка почти белый.

Опт.[3] В проходящем свете бесцветный.

nX	1,545	Двуосн. отрицат. (—)
nY	1,554	2*V* около 90°
nZ	1,565	Дисперсия слабая
		Угол погасания большой (?)

Хим. Фторо-фосфат натрия, кальция и алюминия неизвестной формулы. Частично измененный материал содержит значительные количества Mn″, который, как показывает спектральный анализ, отсутствует у свежего материала. Анализ дал:[4] Na_2O 14,92, CaO 19,46, MnO 8,43, Al_2O_3 18,87, P_2O_5 28,83, F 6,53, потеря при прокаливании 5,46, SiO_2 0,95, сумма 100,70 (без O=F=2,75).

Испытание. Легко растворим в HCl и H_2SO_4.

Местонахождение. Найден с ежекитом, апатитом, чильдренитом, рошеритом и турмалином в друзах в граните у Грейфенштейна близ Эренфридерсдорфа, Саксония, Германия.

Назв. По имени Альфреда Лакруа (Alfred Lacroix, 1863—1948), французского минералога. *Slavík* (*Bull. soc. min.*, **37**, 157, 1914; *Ac. sc. Bohême, Bull.*, No. 4, 19, 1914).

Ссылки

1. Отношение пересчитано из усредненных измерений углов Славика (Slavík, 1914), *Ac. sc. Bohême*, **20**, 372 (1915) на кристаллах плохого качества.
2. Slavík (1915); дан в ромбической интерпретации.
3. Larsen и Berman (159, 1934).
4. Анал. Джилека (Jilek) у Славика (Slavík, 1914).

41.2.2 **Моринит** Morinite

Первоначально описан как в виде мельчайших призматических моноклинных кристаллов бледнорозового цвета, так и в виде пластинчатых масс. Позднее было доказано,[1] что кристаллы идентичны с ежекитом. Пластинчатый минерал может представлять собой самостоятельный вид, но его существование сомнительно.[2] Тв. ~ 4. Уд. в. 2,95. Легко расщепляется. Блеск стеклянный до перламутрового. Цвет винно-красный. Черта белая. Просвечивающий. Химически основной фторо-фосфат натрия, кальция и алюминия. Опубликованный анализ пластинчатого минерала соответствует формуле $Na_2Ca_3Al_3H(PO_4)_4F_6 \cdot 8H_2O$, которая существенно отличается от формулы ежекита. Анализ дал:[3] Na_2O 5,10, CaO 13,55, Al_2O_3 17,50, P_2O_5 32,95, F 13,00, H_2O+ 17,60, H_2O при 120° 0,20, SiO_2 1,50, сумма 101,40.

Найден с вардитом, вавеллитом, волокнистым апатитом[4] и касситеритом как продукт изменения амблигонита в Монтебра, Крёз, Центральное плато, Франция. Назван по имени Морино (Morineau), директора оловянного рудника в Монтебра. *Lacroix* (*Bull. soc. min.*, **14**, 187, 1891).

Ссылки

1. Slavík, *Bull. soc. min.*, **37**, 152 (1914).
2. Фронделем (Frondel, личн. сообщ., 1947) на основании рентгенометрического и оптического исследований было доказано, что листоватые обломки розового цвета, которые Славик считал моринитом, идентичны с ежекитом.
3. Carnot и Lacroix, *Bull. soc. min.*, **31**, 149 (1908).
4. Frondel, личн. сообщ. (1947).

41.2.3 **ЕЖЕКИТ** $Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O$ (?) JEŽEKITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$$a : b : c = 0{,}8959 : 1 : 1{,}0241;\ \beta\ 105°31\frac{1}{2}';$$

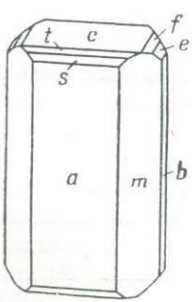
$$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}1431 : 0{,}9867 : 1$$

$$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}0134 : 1{,}1585 : 1;$$

μ 74°28$\frac{1}{2}'$; p_0' 1,1864, q_0' 1,0241, x_0' 0,2778

Формы[1]

		φ	ρ	φ_1	ρ_2	C	A
c	001	90°00′	15°31$\frac{1}{2}'$	74°28$\frac{1}{2}'$	90°00′	.....	74°28$\frac{1}{2}'$
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	74 28$\frac{1}{2}$	.....
m	110	49 12	90 00	0 00	49 12	78 18$\frac{1}{2}$	40 48
f	012	28 29	30 13$\frac{1}{2}$	74 28$\frac{1}{2}$	63 44$\frac{1}{2}$	26 15$\frac{1}{2}$	76 06$\frac{1}{2}$
e	011	15 10$\frac{1}{2}$	46 42	74 28$\frac{1}{2}$	45 23	44 37	79 01
t	104	90 00	29 52$\frac{1}{2}$	60 07$\frac{1}{2}$	90 00	14 21	60 07$\frac{1}{2}$
s	102	90 00	41 03$\frac{1}{2}$	48 56$\frac{1}{2}$	90 00	25 32	48 56$\frac{1}{2}$
n	$\bar{1}01$	—90 00	42 15$\frac{1}{2}$	132 15$\frac{1}{2}$	90 00	57 47	132 15$\frac{1}{2}$



Облик. Призматический по [001] и таблитчатый по {100}. Концевые грани часто округлые, на вертикальных гранях штриховка параллельно оси [001]. Также в виде радиально-волокнистых или столбчатых корок или агрегатов.

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {001} несовершенная. Тв. 4—4$\frac{1}{2}$. Уд. в. 2,94. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности {100} приближающийся к перламутровому. Бесцветный до белого, также бледнорозовый. Черта белая. Просвечивающий.

Спт.[2] В проходящем свете бесцветный до бледнорозового.

Ориентировка			n	
$X \wedge a$		30°	1,551	Двуосн. отрицат. (—)
Y	b		1,561	$2V$ средний
Z			1,562	$r < v$, заметная

Хим. Основной фторофосфат натрия, кальция и алюминия, вероятно, $Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O$.

Анал.

	1	2
Na	20,58	18,71
Li		0,86
CaO	12,55	13,50
Al_2O_3	22,81	21,92
P_2O_5	31,76	30,30
F	8,50	8,15
OH	3,80	7,26
Сумма	100,00	100 70

1. $Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O$. Грейфенштейн. [3] Со следами Fe_2O_3.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Не разлагается полностью в холодной H_2SO_4, или царской водке, разлагается целиком только в горячей H_2SO_4.

Местонахождение. Найден с рошеритом в виде друз в граните в Грейфенштейне вблизи Эренфридерсдорфа, Саксония. Призматический тип кристаллов моринита (см.) из Монтебра, Крёз, Франция, идентичен с ежекитом.

Назв. По имени Богуслава Ежека (Bohuslav Ježek), чешского минералога. *Slavíc* (*Bull. soc. min.*, **37**, 152, 1914; *Ac. sc. Bohême, Bull.*, No. 4, 19, 1914).

Синоним. Morinite (частью) *Lacroix* (*Bull. soc. min.*, **14**, 187, 1891).

Ссылки

1. Slavík, *Bull. soc. min.*, **37**, 152 (1914).
2. Larsen и Berman (160, 1934), на типичном материале.
3. Анал. Скарнитцла (Skarnitzl) у Славика (Slavík, 1914).

41.2.4 **АЛЛАКТИТ** $Mn_7(AsO_4)_2(OH)_8$ ALLACTITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9007 : 1 : 0{,}4494$; β 114°04′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4989 : 0{,}4103 : 1$

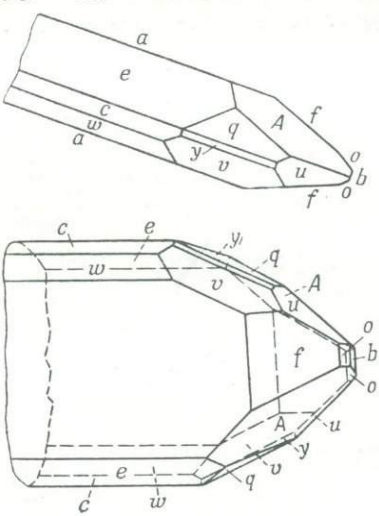
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}4372 : 1{,}2159 : 1$; μ 65°56′; p'_0 0,5464, q'_0 0,4494, x'_0 0,4466

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	24°04′	65°56′	90°00′	.....	65°56′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	65 56	.....
t	120	31 18	90 00	0 00	31 18	77 46	58 42
o	110	50 34	90 00	0 00	50 34	71 38½	39 26
f	210	67 39	90 00	0 00	67 39	67 50½	22 21
y	011	44 49½	32 21	65 56	67 42	22 18	67 50
e	$\bar{2}01$	—90 00	32 52	112 52	90 00	56 56	112 52
v	111	65 39	47 24	45 12	72 20	26 56	47 53
q	$\bar{1}11$	—12 31	24 43	95 42	65 55	37 35	95 12
A	$\bar{3}21$	—53 00	56 12½	140 01	48 25	76 43	120 00½

Менее обычные и редкие:
n 430 l 830 u 021 w 201 x $\bar{4}01$ i $\bar{2}21$ d $\bar{2}31$ S $\bar{2}51$

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 11,01 *kX*, b_0 12,10, c_0 5,498; [β 114°04′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9097 : 1 : 0{,}4544$. Ячейка содержит $Mn_{14}(AsO_4)_4(OH)_{16}$.



Лонгбан.

Облик. Удлиненный вдоль [010]; или тонкопризматический, или таблитчатый по {100}. Иногда в виде розетковидных агрегатов.

Физ. Спайность по {001} ясная. [4] Излом неровный. Хрупкий. Тв. 4½. Уд. в. 3,83; 3,94 (вычисл.). Блеск стеклянный, отчасти жирный на поверхностях излома. Цвет от темного до светлого пурпурно-красного и коричневато-красный. Черта сероватая до слабо-коричневой. Просвечивает.

Опт.

	Лонгбан[5]					Лонгбан[6] Na	Плеохроизм
λ	486 mμ	527	540	589	656	687		
nX	1,763 (вычисл.)				1,755 (вычисл.)		1,755	Кроваво-красный
nY				1,7788	1,7732	1,7704	1,772	Бледножелтый
nZ	1,7937	1,7869	1,7841				1,774	Сине-зеленый

Двуосный отрицательный (—). $2V$ почти 0° для Na. Дисперсия $r > v$, сильная. Оптическая ориентировка:[5] для $\lambda > 573$ mμ, $Y = b$ и $X \wedge c = 51°17'$; одноосный при $\lambda = 573$ mμ, для $\lambda < 5{,}73$ mμ плоскость оптических осей перпендикулярна {010}.

Хим. Основной арсенат двухвалентного марганца, $Mn_7(AsO_4)_2(OH)_8$. Небольшие количества Ca и Mg замещают Mn''.

Анал.[7]

	1	2	3	4
CaO		0,57	0,10	2,01
MgO		1,92		1,34
FeO			0,49	58,64
MnO	62,19	60,16	62,23	
As_2O_5	28,78	28,10	28,19	29,10
H_2O	9,03	9,08	8,99	8,97
Сумма	100,00	99,83	100,00	100,06

1. $Mn_7(AsO_4)(OH)$. 2. Лонгбан, Швеция.[8] 3 Рудник Мосс, Швеция [9] 5. Лонгбан.[10]

Испытание. П. п. тр. плавится с большим трудом. В закр. тр. теряет воду и чернеет. Легко растворим в HCl.

Местонахождение. Первоначально найден в руднике Мосс, Нордмарк, Швеция, вместе с флюоритом, синадельфитом, гематолитом, гаусманнитом, пирохроитом; также в руднике Брэтфорс в районе Нордмарк с катоптритом. Позднее найден в Лонгбане, Швеция, вместе с кальцитом, баритом, пирохроитом, флюоритом, гаусманнитом и самородным свинцом в прожилках и трещинках. В США встречен в Франклине и Стерлинг-Хилле, Нью-Джерси, с кальцитом, франклинитом, флюоритом и виллемитом в мелких прожилках в массивной руде.

Назв. По ἀλλάττειν — *изменяться*, в соответствии с его плеохроизмом.

Синоним. Allaktit *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 109, 1884; *Ak. Stockholm. Öfv.*, **41**, No. 3, 29, 1884).

Ссылки.

1. Кристаллографические константы по Пэлачу и Берману (Palache и Berman, *Kungl. Svenska Vetenskap., Handl.*, [3], **11**, No. 4, 32, 1933) на кристаллах из Лонгбана (анал. 2). Переход от Аминова (Aminoff, *Geol. För. Förh.*, **43**, 24, 1921) к Пэлачу и Берману: $\bar{1}01/0\bar{1}0/001$; от Сьёгрена к Пэлачу

и Берману: $\bar{1}01/0\frac{3}{4}0/001$; от Гольдшмидта (Goldschmidt, 33, 1897) к Пэлачу и Берману: $\bar{1}01/0\frac{3}{4}0/100$.

2. Palache и Berman (1933); Aminoff (1921); Sjögren (1884).
3. Hurlbut, личн. сообщ. (1949), методом Вайссенберга на кристаллах Пэлача и Бермана (1933).
4. Отмечены Аминовым (Aminoff, 1921) и Сьёгреном (Sjögren, 1884) как сомнительные по {100} и {010}.
5. Аминов (Aminoff, 1921), на кристаллах из Лонгбана, который также дает $2E$, как функцию длин волн.
6. Palache и Berman (1933).
7. Дополнительные анализы сведены Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1184, 1933).
8. Gonyer у Пэлача и Бермана (Palache и Berman, 1933).
9. Sjögren (1884).
10. Анал. Лундстрёма (Lundström) у Сьёгрена (Sjögren, *Ak. Stockholm, Öfv.*, **44**, 109, 1887).

ТИП 3. $A_3(XO_4)Z_q$

41.3.1 **КЛИНОКЛАЗ** $Cu_3(AsO_4)(OH)_3$ CLINOCLASE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.[1]

$a : b : c = 1{,}9109 : 1 : 1{,}1223$; β 94°22′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}5873 : 1{,}1073 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}9031 : 0{,}5304 : 1$; μ 80°38′; p_0' 0,5953, q_0' 1,1223, x_0' 0,1650

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	9°22′	80°38′	90°00′	.....	80°38′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	80°38′	.....
m	110	27 56½	90 00	0 00	27 56½	85 37½	62 03½
d	301	90 00	65 51½	27 08½	90 00	53 29½	27 08½
f	$\bar{3}02$	—90 00	36 03	126 03	90 00	45 25	126 03
g	$\bar{2}01$	—90 00	45 43½	135 43½	90 00	55 05½	135 43½
h	$\bar{5}02$	—90 00	52 55½	142 55½	90 00	62 17½	142 55½
o	111	34 07	53 35	52 45	48 13½	48 46	63 10
q	$\bar{1}11$	—20 58½	50 14½	113 17	44 07½	54 06½	105 58½

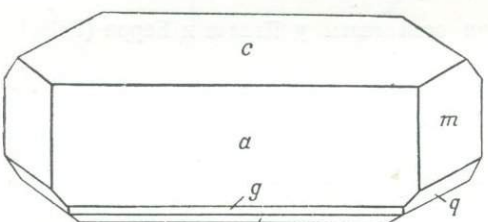
Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 12,36 *kX*, b_0 6,45, c_0 7,23; β 99°30′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}916 : 1 : 1{,}121$. Ячейка содержит $Cu_{12}(AsO_4)_4(OH)_{12}$.

Облик. Кристаллы удлиненные вдоль [010] и таблитчатые по {001}; также псевдоромбоэдрические или удлиненные вдоль [001] с сильно развитой формой {100}. В виде отдельных кристаллов или сгруппированных в розетки; в виде корок или налетов, иногда плотных агрегатов с волокнистой структурой.

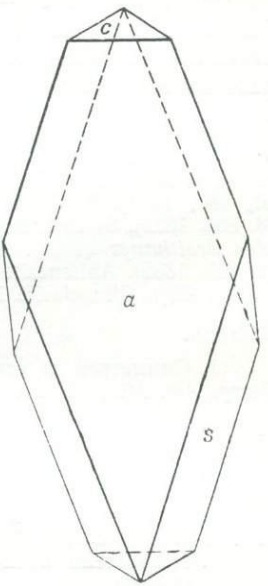
Физ. Спайность по {001} совершенная. Излом неровный. Довольно хрупкий. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 4,38;[4] 4,42 (вычисл.). Блеск стеклянный, перламутровый на плоскостях спайности. Цвет темный зеленовато-черный до зеленовато-синего. Черта синевато-зеленая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[5] Сине-зеленый в проходящем свете.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X	1,756	Бледносине-зеленый	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,874	Светлосине-зеленый	$2V$ 50° (измер).
Z почти a	1,896	Бензольно-зеленый	$r < v$, очень сильная



Меджуба-Хилл, Невада.



Корнуолл.

Хим. Основной арсенат меди, $Cu_3(AsO_4)(OH)_3$. Небольшие количества P замещаются As, с P : As = 1 : 11 в анал. 2.

Анал.[11]

	CuO	ZnO	Fe_2O_3	As_2O_5	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	62,71			30,19		7,10		100,00	
2.	62,80		0,49	27,08	1,50	7,57		99,44	4,312
3.	62,34	0,06	0,12	29,59	0,05	7,73	0,06	99,95	

1. $Cu_3AsO_4(OH)$. 2. Корнуолл.[6] 3. Рудник Маммот, округ Тинтик, Юта.[7] Прочие: SiO_2 0,06.

Испытание. То же, что и для оливенита.

Местонахождение. Встречается вместе с оливенитом и другими вторичными медными минералами. В Корнуолле, в руднике Тинг-Танг, Уил-Юнити и Уил-Горланде; также в рудниках Бедфорд-Юнайтед близ Тавистока, Девоншир. В Саксонии близ Сайды и в Маркирхе в Вогезах. В США в руднике Маммот, район Тинтик, округ Джьюаб, Юта. В Маджуба-Хилле, округ Першинг, Невада.[8]

Искусств. Соединение, соответствующее данной формуле, получалось при продолжительном воздействии горячей мышьяковой кислоты на медь.[9]

Назв. От κλίνειν — *наклонять*, и κλαν — *ломать*, подразумевая базальную спайность.[10] Названия *cupreous arsenate of iron* и *cuivre arseniaté ferrifère*, часто встречающиеся в старых реферативных работах в качестве синонимов, являются несоответствующими и основываются на ошибочном понимании Бурнона (Bournon, 1801).

Синонимы. Strahliges Olivenerz *Karsten* (*Ges. nat. Freunde Berlin, N. Schr.*, **3**, 288, 1801). Arseniate of copper, 4 th species, *Bournon* (*Phil. Trans.*, **91**, 181, 1801). Strahlenerz *Karsten* (64, 97, 1808). Cuivre arseniaté *Haüy* (**3**, 504, 1822). Strahlenkupfer *Hausmann* (1050, 1813). Strahlerz *Werner*. Klinoklas *Breithaupt* (1830). Siderochalcit *Glocker* (840, 1831). Aphanèse *Beudant* (**2**, 602, 1832). Aphanesite *Shepard* (**2**, 35, 1835). Abichit *Bernhardi* (у *Glocker* [579, 1839]). Clinoclasite *Dana* (570, 1868).

Ссылки.

1. Симметрия и отношения осей взяты у Пэлача и Берри (Palache и Berry, *Am. Min.*, **31**, 243, 1946).
2. Palache и Berry (1946). Редкие и сомнительные: *s* {$\bar{5}52$}, *k* {$\bar{4}01$}, {$\bar{9}72$}, *u* {$\bar{7}61$}.
3. Berry (1946), методом Вайссенберга на материале из Корнуолла. Материал из Невады и Юты дает весьма близкие значения.
4. Washington у Хиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, *Am. J. Sc.*, **35**, 305, 1888), на материале из Юты.
5. Показатели преломления и $2V$, по Харлбату (Hurlbut) у Пэлача и Берри (Palache и Berry, 1946) на материале из Маджуба-Хилла и Тинтика. Ориентировка, плеохроизм и дисперсия по Ларсену и Берману (Larsen и Berman, 204, 1934). См. также Des Cloizeaux, **2**, 417 (1874).
6. Damour, *Ann. chim. phys.*, **13**, 412 (1845).
7. Анал. Хиллебранда (Hillebrand) у Хиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, 1888).
8. Gianella, *Am. Min.*, **31**, 259 (1946).
9. Coloriano, *Bull. soc. chim.*, **45**, 707 (1886).
10. Breithaupt (1830).
11. Дополнительные анализы см. у Пэлача и Берри (Palache и Berry, 1946) и Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1106, 1933).

41.3.2 **КОРНЕТИТ** $Cu_3(PO_4)(OH)_3$ CORNETITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}7703 : 1 : 0{,}5074$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6587 : 0{,}5074 : 1$

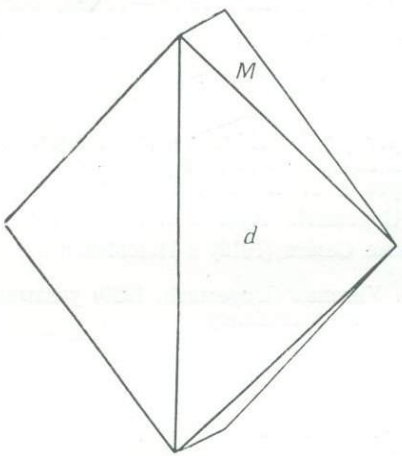
$q_1 \cdot r_1 : p_1 = 0{,}7703 : 1{,}5181 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}9708 : 1{,}2982 : 1$

Формы[2]

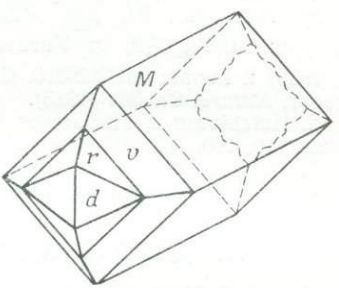
		φ	$\rho = \bar{C}$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
d	210	68°56′	90°00′	90°00′	21°04′	0°00′	68°56′
M	021	0 00	45 25½	45 25½	90 00	90 00	44 34½
r	221	52 23½	58 59	45 25½	47 14½	37 12	58 28
v	121	32 59	50 25½	45 25½	65 11	56 37½	49 43

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Pbca*. a_0 10,86 *kX*, b_0 14,07, c_0 7,10; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}772 : 1 : 0{,}505$; ячейка содержит $Cu_{24}(PO_4)_8(OH)_{24}$.

Облик. Короткопризматический по [001] до изометричного; грани {210} обычно закруглены. В виде корок из мельчайших кристаллов.



Родезия.



Катанга.

Двойники. Отмечены по {*h*0*l*}. [4]

Физ. Спайности нет. Тв. $\sim 4^1/_2$. Уд. в. 4,10; 4,10 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет темносиний или павлиново-синий до зеленовато-синего. Просвечивающий до прозрачного.

Опт. [4] В проходящем свете зеленовато-синий. Может обнаруживать зональную окраску в зеленовато-синих тонах.

Ориентировка		*n* (зеленый)	
X	*b*	1,765	Двуосн. отрицат. (—)
Y	*a*	1,81	$2V \sim 33°$
Z	*c*	1,82	Не плеохроирует
			$r < v$, сильная

Хим. Основной фосфат меди, $Cu_3(PO_4)(OH)_3$. Материал из Катанги содержит небольшое количество Co, замещающего Cu.

Анал.

	CuO	P_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	70,89	21,08	8,03	100,00	4,10
2.	70,78	19,81	9,41	100,00	4,10

1. $Cu_3(PO_4)(OH)_3$. 2. Бвана-Мкубва. [4] Пересчитано на 100 после исключения 4,03 нераств. ост. и 0,53 Fe_2O_3. Вода показана в виде 0,18 гигроскопической и 8,77 потери при прокаливании.

Испытание. Растворяется в холодной HCl.

Местонахождение. Первоначально найден в руднике Этуаль-дю-Конго, близ Елизабетвилля, Катанга, Бельгийское Конго, совместно с гетерогенитом. Имеется также в Бвана-Мкубве в Северной Родезии, с вадом, самородной медью, малахитом. В США в рудниках Блю-Джэй и Эмпайр-Невада, Йерингтон, Невада.

Назв. По имени Жюля Корнэ (Jules Cornet, 1865—1929), бельгийского геолога. *Cesàro* (*Ann. soc. géol. Belgique, Bull.*, **39**, 241, 1912).

Синоним. Cornetite *Buttgenbach* (452, 1917).

Ссылки

1. Углы по Хатчинсону и Мак-Грегору (Hutchinson и MacGregor, *Min. Mag.*, **19**, 225, 1921), ориентировка и элементарная ячейка структуры по Берри (Berry, *Am. Min.* **31**, 190, 1946). Переход от Хатчинсона и Мак-Грегора к Берри: $001/100/0\frac{1}{2}0$; от Унгемаха (Ungemach, *Ann. Soc. géol. Belg.*, **52**, 75, 1929) к Берри: 001/200/010. См. также Cesàro (1912) и Hutchinson и MacGregor, *Nature*, **92**, 364 (1913).
2. Hutchinson и MacGregor (1921). Унгемах (Ungemach, 1929) указывает также 110, 100, 102, 010, 001, 321, 421 [преобразование].
3. Berry (1946), по методу Вайссенберга на кристалле из Бвана-Мкубва.
4. Larsen и Berman (201, 1934).

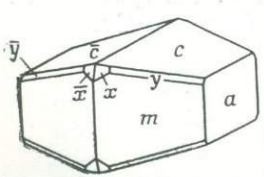
41.3.3 **ДЖОРДЖИАДЕЗИТ** $Pb_3(AsO_4)Cl_3$ GEORGIADESITE

Крист. [1] Моноклинная.

$$a : b : c = 1{,}7675 : 1 : 1{,}5438;\ \beta\ 102°33\frac{1}{2}';$$
$$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8735 : 1{,}5069 : 1$$
$$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}6636 : 0{,}5797 : 1;\ \mu\ 77°26\frac{1}{2}';$$
$$p_0' = 0{,}8949,\ q_0' = 1{,}5438,\ x_0' = 0{,}2228$$

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	12°33½′	77°26½′	90°00′	.....	77°26½′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	77°26½′	.....
m	110	30 06	90 00	0 00	30 06	83 44½	59 54
x	011	8 12½	57 20	77 26½	33 34	56 26	83 05½
E	102	90 00	33 50	56 10	90 00	21 16½	56 10
y	111	35 54½	62 19	41 49	44 10½	55 30	58 43
z	312	63 45	60 11	32 34½	67 26	49 07	38 54½



Облик и двойники. В виде толстых псевдогексагональных табличек с пластинчатой сложной структурой, параллельной [100], повидимому, из-за пластинчатого двойникования по {100} и {$\bar{1}$04}. {001} с бороздами и штриховкой параллельно [010].

Физ. Спайность отсутствует. Тв. $3\frac{1}{2}$. Уд. в. 7,1. Блеск смоляной. Цвет белый или коричневато-желтый.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X	2,17	Двуосн. положит. (+)
Y b	2,17	$2V$ очень большой
Z c	2,18	$r < v$, сильная

Хим. Хлор-арсенат свинца, $Pb_3(AsO_4)Cl_8$.

Анал.

	1	2
PbO	38,62	38,86
Pb	35,85	36,38
As_2O_5	13,26	12,49
Cl	12,27	12,47
Сумма	100,00	100,20

1. $Pb_3(AsO_4)Cl_3$. 2. Лавриум.

Испытание. Легко плавится. В закр. тр. дает возгон $PbCl_2$. Растворяется в HNO_3.

Местонахождение. Находится в Лавриуме, Греция, в изменившемся древнем свинцовом шлаке совместно с лаурионитом, фидлеритом и матлокитом. Известен только один образец.

Назв. По имени директора рудника Джорджиадеса (Georgiadès) в Лавриуме. *Lacroix* и *de Schulten* (*C. R.*, **145**, 783, 1907; ***Bull. soc. min.***, **31**, 86, 1908).

Синоним. Georgiasdésite.

Ссылки

1. Углы по Лакруа и де Шультену (Lacroix и de Schulten, 1908) пересчитал Пэлач (Palache, личн. сообщ., 1935) в моноклинную установку. Первоначально считался ромбическим и псевдогексагональным ($m \wedge m' = 60°12'$) с отношениями осей $a : b : c = 0{,}5770 : 1 : 0{,}2228$ и формами {010}, {110}, {011}, {0.11.4}, {451}, {16.5.4} и {4.15.2}. По принятому здесь упрощенному моноклинному истолкованию Пэлача, кристаллы являются полисинтетическими пластинчатыми двойниками. Переход от старой установки к новой: $01\bar{1}/100/004$ (приблизительно).

2. Larsen и Berman (144, 1934); не вполне достоверно, что данные действительно относятся к джорджиадезиту.

41.3.4 АТЕЛЕСТИТ $Bi_3(AsO_4)O_2(OH)_2$ (?) ATELESTITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9334 : 1 : 1{,}5051$; β 109°17′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}6125 : 1{,}4207 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}7039 : 1{,}1350 : 1$; μ 70°43′; p_0' 1,7083, q_0' 1,5051, x_0' 0,3499

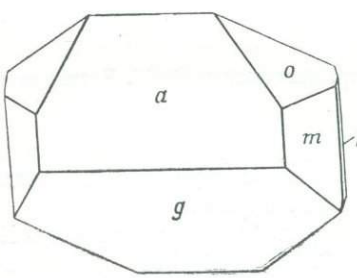
Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	19°17′	70°43′	90°00′	.....	70°43′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	70°48′	.....
m	110	48 37	90 00	0 00	48 37	75 39	41 23
e	011	13 05	57 05½	70 43	35 08½	54 51½	79 02½
d	101	90 00	64 05	25 55	90 00	44 48	25 55
g	$\bar{1}01$	—90 00	53 38½	143 38½	90 00	72 55½	143 38½
o	111	53 49½	68 35	25 55	56 40	53 38½	41 17
q	313	76 18	64 44	25 55	77 38	46 07½	28 31½

Менее обычные или редкие:

b 010 *l* 310

Облик. Мелкие кристаллы таблитчатые по {100}, с обычно сильно развитыми *a g d q*. *q* {313} несколько закруглены, другие грани ровные и блестящие. Также в виде сферических или сосцевидных кристаллических агрегатов с гладкой поверхностью.



Физ. Спайность по {001} неясная. Излом полураковистый. Тв. 4½—5. Уд. в. 6,82.[3] Блеск от смолистого до алмазного. Цвет от серно-желтого (кристаллы) до желтовато-зеленого или восково-желтого. Прозрачный до полупросвечивающего.

Опт. [4] В проходящем свете бледножелтый до бесцветного.

	n (рудник Нейхильфе)	*n* (рудник Вейсер-Хирш)	
X	2,14 ± 0,01	~2,10	Двуосн. положит. (+)
Y	2,15 ± 0,01		$2V$ 44 ± 2° (Na, измер.); $2E$ 107°
Z	2,18 ± 0,01	~2,15	$r < v$, довольно сильная

Хим. Основной арсенат висмута, вероятно, $Bi_3(AsO_4)O_2(OH)_2$ (анал. 2).

Анал.

	1	2	3
Bi_2O_3	84,02	82,41	72,76
As_2O_5	13,81	14,12	14,20
H_2O	2,17	1,92	4,62
Прочие		0,51	6,85
Сумма	100,00	98,96	98,43
Уд. в.		6,4	6,82

1. $Bi_3(AsO_4)O_2(OH)_2$. 2. Рудник Нейхильфе, Шнееберг [5] (кристаллы). Прочие: Fe_2O_3 0,51. Первоначально сумма указана 98,99. 3. Рудник Вейсер-Хирш, Шнееберг [6] (сосцевидные). Прочие: CoO 1,47, CaO 0,50 (Fe, Al)$_2$O$_3$ 1,62, пустая порода 3,26.

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. крошится в желтый порошок и теряет воду. Легко растворяется в HCl, с трудом в HNO_3.

Местонахождение. Найден с висмутином, эвлититом и кварцем в руднике Нейхильф, Шнееберг, Саксония. Позднее описан (рагит, rhagite)[7] из рудника Вейсер-Хирш, Нейштадт, близ Шнееберга, совместно с вальпургитом, торбернитом и висмутином.

Назв. *Ателестит* — от ἀτελής — *несовершенный*, вероятно, потому, что его состав был неизвестен, когда описывался впервые. *Breitgaupt* (307, 1832). *Рагит* от ῥάξ (ῥαγός) — *гроздь*, имея в виду цвет и натечную, гроздевидную группировку. *Weisbach* (*Jb. Min.*, 302, 870, 1874).

Синоним. Atalestite.

Ссылки

1. Busz, *Zs. Kr.*, **15**, 625 (1889), на кристаллах из рудника Нейхильф. См. также Рата (Rath, *Ann. Phys.*, **136**, 422, 1869) и Гольдшмидта (Goldschmidt, **1**, 265, 1886), которые применили другую установку.
2. Goldschmidt (**1**, 120, 1913).
3. Winkler, *J. pr. Chem.*, **10**, 190 (1874), на волокнистом материале из рудника Вейсер-Хирш (*рагит*).
4. Larsen (42, 1921) и Frondel (личн. сообщ., 1947).
5. Busz (1889).
6. Winkler (1874).
7. Фрондель указал на возможную идентичность с ателеститом (Frondel, *Am. Min.*, **28**, 538, 1943).

41.3.5 ФЛИНКИТ $Mn''_2Mn'''(AsO_4)(OH)_4$ (?) FLINKITE

Крист.[1] Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}4131 : 1 : 0{,}7386;\ p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}7879 : 0{,}7386 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}4131 : 0{,}5593 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3539 : 2{,}4207 : 1$$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
m	110	67 33	90 00	90 00	22 27	0 00	67 33
e	101	90 00	60 47	0 00	29 13	29 13	90 00
k	111	67 33	62 40	36 26½	34 48½	29 13	70 10½

Облик. Тонкотаблитчатый {001} и слегка удлиненный вдоль оси [010]. Кристаллы часто округлые в зоне [100], и грани {001} исштрихованы параллельно [100]. Отдельные кристаллы редки, обычно в виде перистых агрегатов.

Физ. Хрупкий. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 3,87. Блеск стеклянный до несколько жирного. Цвет от зеленовато-коричневого до темнозеленого. Прозрачный.

Опт.[3] В проходящем свете коричневато-желтовато-зеленый.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X b	1,783±0,003	Бледный коричневато-зеленый	Двуосн. положит. (+)
Y c	1,801±0,003	Желто-зеленый	$2V$ большой
Z a	1,834±0,003	Оранжево-коричневый	$r > v$, слабая

Хим. Основной арсенат двух- и трехвалентного марганца, вероятно, $Mn''_2Mn'''(AsO_4)(OH)_4$. Небольшие количества Mg и Ca замещают Mn″, Fe‴ замещает Mn‴ и Sb замещает As с Sb : As = 1 : 16,4 в единственном имеющемся анализе.

Анал.

	1	2
CaO		0,4
MgO		1,7
MnO	38,16	35,8
Mn_2O_3	21,24	20,2
$(Fe, Al)_2O_3$		1,5
As_2O_5	30,91	29,1
Sb_2O_5		2,5
H_2O	9,69	9,9
Сумма	100,00	101,1

1. $Mn''_2Mn'''(AsO_4)(OH)_4$. 2. Рудник Харстиг.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в HCl.

Местонахождение. В руднике Харстиг в Пайсберге близ Персберга, Швеция, в жилах магнетита или совместно с саркинитом, брандтитом, кариопилитом, охролитом, с самородным свинцом, марганцовистым кальцитом, баритом.

Назв. По имени шведского минералога и коллекционера Густава Флинка (Gustav Flink, 1849—1931). *Hamberg* (*Geol. För. Förh.*, **11**, 212, 1889).

Ссылки

1. Hamberg (1889).
2. Hamberg (1889). Сомнительные: p {0.1 10}, m {014}, n {027}.
3. Larsen, 75 (1921).

41.3.6 **РЕТЦИАН** RETZIAN

Крист.[1] Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}441 : 1 : 0{,}727;\ p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}647 : 0{,}727 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}441 : 0{,}607 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}376 : 2{,}266 : 1$$

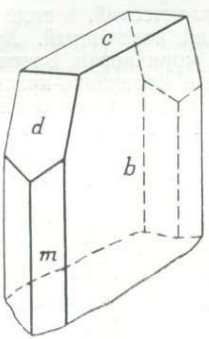
Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
n	130	37 03½	90 00	90 00	52 56½	0 00	37 03½
m	110	66 11	90 00	90 00	23 49	0 00	66 11
d	101	90 00	58 44	0 00	31 16	31 16	90 00

Облик. Призматический по [001], иногда также таблитчатый по {010}.

Двойники.[2] По {150}, сомнительные.

Физ. Излом раковистый до неровного. Тв. 4. Уд. в. 4,15. Блеск стеклянный до жирного. Цвет темный шоколадно-коричневый до



каштаново-коричневого; грани местами иногда различно окрашены. Черта светло-коричневая. Полупросвечивающий.

Опт.[3] В проходящем свете коричневый.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X *c*	1,777 ± 0,005	Почти бесцветный до оранжево-желтого	Двуосн. положит. (+) $2V$ большой
Y *b*	1,788 ± 0,005	Желтовато-коричневый до темнокоричневого	$r < v$, слабая
Z *a*	1,800 ± 0,005	Красно-коричневый до темнокрасного	Абсорбция $Z > Y > X$

Хим. Основной арсенат кальция, редких земель и двухвалентного марганца неопределенной формулы. Анализ дал.[4]

CaO	MgO	Редкие земли	MnO	FeO	PbO	As_2O_5	SiO_2	Нераств. ост.	H_2O	Сумма
19,2	2,7	10,3	30,2	1,7	0,2	24,4	0,5	4,3	8,4	101,9

Испытание. П. п. тр. почти не плавится. В закр. тр. выделяет воду. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. В небольшом количестве найден с якобситом в пустотах доломитовой породы, содержащей браунит, в руднике Мосс, Нордмарк, Швеция.

Назв. По имени шведского натуралиста Андерса Иогана Ретциуса (Anders Jahan Retzius, 1742—1821). *Sjögren, Bull. Geol. Inst. Upsala*, **2**, 54, 1894; *Geol. För. Förh.*, **19**, 1897.

Ссылки

1. Sjögren (1894), на кристаллах плохого качества. Ретциан довольно сходен по своей морфологии с флинкитом.
2. Sjögren (1894).
3. Larsen (126, 1921) и Sjögren (1894).
4. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, 1894) на 0,08 *г*.

АЗОВСКИТ, Azovskite. *Ефремов.* (*Труды Ломоносовского института АН СССР* **10**, 151, 1937).

Массивный, скрытокристаллический, в виде включений, чешуек и сетчатых прожилок. Излом плоский раковистый. Хрупкий. Тв. ~4. Уд. в. 2,5. Цвет темнокоричневый, черта коричневая. Блеск смолянистый.

Опт. В проходящем свете коричнево-красный. Слегка двупреломляющий, со средним показателем преломления около 1,758.

Хим. Основной фосфат железа, приблизительно $Fe_3(PO_4)(OH)_6$. Роль второстепенных составляющих частей, представленных в анализе, неясная, и, может быть, они получены за счет примесей.

Анал.

	1	2
Fe_2O_3	57,22	52,73
Mn_2O_3		1,68
P_2O_5	16,96	15,90
H_2O	25,82	23,15
Прочие		5,63
Сумма	100,00	99,09

1. $Fe_3(PO_4)(OH)_6$ 2. Тамань, СССР. Прочие: CaO 2,84, SiO_2 2,64, CO_2 0,15, MgO следы, H_2O включает H_2O^- 11,28, H_2O+ 11,87.

Испытание. Легко растворяется в HCl и HNO_3, но почти нерастворим в горячей концентрированной H_2SO_4.

Местонахождение. Найден в осадочных железных рудах в ущелье Железном на полуострове Тамань, Азовское море, СССР.

Требует проверки.

Синоним. Asovskite.

ТИП 4. $(AB)_5(XO_4)_2Z_q$

41.4.1 **ВАЛЬПУРГИТ** $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3H_2O$ (?) WALPURGITE

Крист.[1] Триклинная.

$$a : b : c = 0{,}638 : 1 : 0{,}525;\ \alpha\ 101°40',\ \beta\ 110°49',\ \gamma\ 88°17'$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}748 : 0{,}488 : 1;\ \lambda\ 78°10',\ \mu\ 69°10',\ \nu\ 87°22'$$

$$p_0'\ 0{,}824,\ q_0'\ 0{,}537,\ x_0'\ 0{,}380,\ y_0'\ 0{,}224$$

Формы

	φ	ρ	*A*	*B*	*C*
b 010	0°00′	90°00′	87°22′	.....	78°10′
m 110	55 04	90 00	32 18	55°04′	66 16
M 1$\bar{1}$0	121 15	90 00	33 53	121 15	78 58
x $\bar{1}\bar{1}$1	—129 27	29 29	113 31	129 27	53 10

Менее обычные:

a 110 *d* 0$\bar{1}$1 *o* 111 *z* $\bar{2}$21 *γ* $\bar{6}\bar{7}$6 *e* 021 *f* $\bar{1}$01 *p* $\bar{1}$11 *y* $\bar{1}$21 *w* $\bar{1}\bar{2}$1

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа, вероятно, $P\bar{1}$. a_0 7,13 Å, b_0 10,44, c_0 5,49; α 101°40′, β 110°49′, γ 88°17′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}638 : 1 : 0{,}525$. Ячейка содержит $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3H_2O$ (?).

Облик. Доскообразный по [001] и таблитчатый по {010} со скошенными концами. В виде субпараллельных агрегатов и радиальных скоплений.

Двойники. Двойниковая плоскость и плоскость срастания {010}, обычные, двойниковые агрегаты псевдомоноклинные и похожи на гипс.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 6,69 (вычисл.).[3] Блеск алмазный до жирного. Цвет восково-желтый или соломенно-желтый. Прозрачный до просвечивающего. Обычно кристаллы мутные из-за микроскопических включений и имеют прозрачную зону на свободном конце.

Опт.[4] В проходящем свете от бесцветного до бледножелтого. Не плеохроичен.

Ориентировка	*n* (Яхимов)	*n* (Шнееберг)	
X	1,90 ± 0,03	1,871 ± 0,005	Двуосн. отрицат. (—)
Y	2,00 ± 0,03	1,975 ± 0,005	Дисперсия слабая
Z	2,05 ± 0,03	2,005 ± 0,005	
2*V*	Средней величины	52° (вычисл.)	

Ромбовидные доскообразные кристаллы с плоскими углами приблизительно 66 и 114°; *X* почти перпендикулярна к пластинкам, а *Y′* образует угол около 12° с длинным ребром тупого угла. Пластинки, повернутые вокруг ребра, обнаруживают двойникование, параллельное плоскости уплощения, с углом погасания около 8°. Кристаллы имеют зональное строение, вероятно, вследствие изменения отношения As : P, и показатели преломления меняются в них, по меньшей мере, на 0,03. Светлые края имеют несколько более высокие показатели преломления.

Хим. Водный арсенат висмута и урана. Формула не определена, вероятно, $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3H_2O$ (из анал. 2). Значительное количество P замещает As в веществе анал. 3. Анал. 3, 4 и 5 были произведены на замутненном веществе.

Анал.

	1	2	3	4	5
Bi_2O_3	62,05	61,8	61,87	61,43	59,34
UO_3	19,05	18,7	16,16	20,29	20,54
P_2O_5		0,9	5,88		
As_2O_5	15,30	14,1	12,45	11,88	13,03
H_2O	3,60	3,7	3,42	4,32	4,65
Сумма	100,00	99,2	99,78	97,92	97,56
Уд. в.			5,95		

1. $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3H_2O$. 2. Шнееберг.[5] Микрохимический анализ осветленных концов кристаллов. 3. Шнееберг.[6] 4, 5. Шнееберг.[7]

Местонахождение. Второстепенный минерал найден с трёгеритом, цейнеритом, ураносферитом, торбернитом и ураноспинитом в Вальпургиевой жиле рудника Вейсер-Хирш, в Нейштадте, Шнееберг, Саксония. Также в Яхимове, Чехословакия.

Синоним. Walpurgin *Weisbach* (*Jb. Min.*, 870, 1871; 1, 1877).

Ссылки

1. Элементы рентгеновской ячейки по Эвансу (Evans, *Am. Min.*, **35**, 1021, 1950). Морфология описана Вейсбахом (Weisbach, 1877) и Фишером (Fischer, *Zs. Kr.*, **106**, 25, 1946). Переходы от старой установки Вейсбаха к новой: $\bar{x}0\bar{1}/0\bar{x}\bar{1}/001$ (x не определен), от Фишера к новой: $0\bar{1}\,\bar{1}/302/001$.
2. Evans (1950), прецезионным методом.
3. Измеренные величины 5,76 и 5,95, вероятно, малы из-за включений.
4. Larsen (155, 1921).
5. Fischer, *Jb. Min. Monatsh., Abt. A*, 44 (1948).
6. Анал. Гонье (Gonyer) у Эванса (Evans, 1950).
7. Winkler, *J. pr. Chem.*, **7**, 6 (1873).

МЕРРИЛЛИТ, $Na_2Ca_3(PO_4)_2O$ (?), Merrillite. Монтичеллитоподобный минерал *Меррилла* (*Merrill, Proc. Nat. Ac. Sc.*, **1**, 302, 1917; *Am. J. Sc.*, **43**, 322, 1917).

В виде ксеноморфных зерен, рассеянных в очень малых количествах в каменных метеоритах. Очень хрупкий. Иногда обнаруживает неясную гексагональную спайность. Уд. в. 3,10. Бесцветный. Оптически[1] одноосный отрицательный (—) с nO 1,623, nE 1,620. Химические анализы[2] очень малых образцов с примесями, полученными из каменных метеоритов Аллегэн и Нью-Конкорд, показывают, что состав должен быть $Na_2Ca_3(PO_4)_2O$. Также отмечен в округе Кимбл, Техас,[3] Бьюрбол, Хомстед, Уэконда, Нью-Конкорд и других метеоритах.

Назван по имени Джорджа П. Меррилля (George P. Merrill, 1854—1929), хранителя национального геологического музея в США.

Синоним. Merrillite *Wherry* (*Am. Min.*, **2**, 119, 1917).

Ссылки

1. Shannon и Larsen, *Am. J. Sc.*, **9**, 250 (1925).
2. Shannon у Шеннона и Ларсена (Shannon и Larsen, 1925).
3. Barnes, *Univ. Texas Publ.*, *3945*, 623 (1940).

41.4.2 **ЭРИНИТ** $Cu_5(OH)_4(AsO_4)_2$ ERINITE

Ромбический (?). В виде сосцевидных корок и групп, концентричной структуры, волокнистый шероховатый или шелковистый на концах очень мелких кристаллов; также в виде стекловатых корок.

Физ. Спайность в одном направлении. Излом от раковистого до неровного. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 4,04.[1] Блеск почти тусклый, слегка смолистый. Цвет темнозеленый до изумрудно-зеленого, слегка впадающий в травянисто-зеленый. Полупросвечивающий до почти непрозрачного.

Опт. В проходящем свете зеленый.

Ориентировка	n (Тинтик, Юта)[2]	
X	$1{,}820 \pm 0{,}005$	Двуосн. отрицат. (—)
Y вдоль удлинения	$1{,}86 \pm 0{,}01$	$2V$ умеренный
$Z \perp$ спайности	$1{,}88 \pm 0{,}01$	$r < v$, умеренная

Хим. Основной арсенат меди, вероятно, $Cu_5(OH)_4(AsO_4)_2$. Малые количества Zn и Ca, повидимому, замещают Cu в материале анал. 3 и 4.

Анал.[3]

	1	2	3	4
CuO	59,94	59,44	57,67	57,51
ZnO			1,06	0,59
CaO			0,32	0,51
As_2O_5	34,63	33,78	33,53	31,91
P_2O_5			0,10	
H_2O- 280°	5,43	5,01	1,14	3,22
H_2O+ 280°			6,08	5,93
Прочие		1,77	0,14	0,20
Сумма	100,00	100,00	100,04	99,87

1. $Cu_5(OH)_4(AsO_4)_2$. 2. Корнуолл.[4] Прочие: Al_2O_3. 3, 4. Тинтик, Юта. Прочие: FeO_3 со следами MgO. Анал. 3 пересчитан после исключения нераств. ост. 3,90%. Оба анализа сделаны на воздушно-сухом материале.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в азотной кислоте.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся при окислении мышьяковисто-медных руд. Типичный минерал найден с оливенитом; также — с лироконитом, клиноклазом, линаритом, азуритом, хризоколлой. Впервые описаны образцы из округа Лимерик, Ирландия. Имеется также в Германии в Маркирхе, в Вогезах, и в Фрейденштадте, в Шварцвальде; в Глен-Гоннере, Ледхиллс, Шотландия. В США найден в рудниках Американ-Игл, Маммот, и Сентенниал-Юрика в округе Тинтик, Юта.

Назв. Гайдингер назвал этот изумрудно-зеленый минерал *эринитом*, так как „он соединяет то, что редко бывает в названиях минералов, сравнительно банальное и прозаическое указание на исконное

месторождение с поэтическим воспоминанием о характерной зеленой листве Изумрудного Острова"; но образцы, вероятно, происходят из Корнуолла.[6] *Haidinger* (*Ann. Phys.*, **14**, 228, 1828; *Phil. Mag.*, **4**, 154, 1828). [Не эринит *Де Клуазо* (*Des Cloizeaux*, *Ann. chim.*, **13**, 420, 1845) и других = халькофиллиту.]

Ссылки

1. Haidinger (1828).
2. Larsen (72, 1921).
3. Хиллебранд и Вашингтон (Hillebrand и Washington, *Am. J. Sc.*, **35**, 299, 1888) приводят два дополнительных анализа, оба неполные, на материале из округа Тинтик.
4. Turner, *Phil. Mag.*, **4**, 155 (1828).
5. Анал. Хиллебранда (Hillebrand) у Хиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, 1888).
6. Greg и Lettsom (321, 1858).

41.4.3 ПСЕВДОМАЛАХИТ $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ (?)
PSEUDOMALACHITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 2{,}9634 : 1 : 0{,}7787$; β 91°01′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}2628 : 0{,}7786 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}2844 : 0{,}3375 : 1$; μ 88°59′; p_0 0,2625, q_0' 0,7787, x_0' 0,0177

Формы[2]

c	001	*m*	110	χ	$0\bar{8}5$	*z*	301	*W*	$\bar{1}0 \cdot 0 \cdot 1$	*h*	432	Ω	$\bar{3}11$
b	010	*n*	540	*q*	101	τ	$\bar{2}01$	*f*	332	*X*	$\bar{4}32$		
a	100	*l*	430	*t*	201	ζ	$\bar{3}01$	*d*	885	Γ	$\bar{1}0 \cdot 8 \cdot 5$		

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/a$.

	a_0	b_0	c_0	β	$a_0 : b_0 : c_0$
Рейнбрейтбах	17,00±0,1 *kX*	5,75±0,03	4,48±0,03	90°±1°	2,95 : 1 : 0,779
Рейнбрейтбах	17,01±0,05 *kX*	5,74±0,02	4,47±0,02	91°01′±15′	2,96 : 1 : 0,779
Эль	17,07±0,05 *kX*	5,75±0,02	4,48±0,02	90°57′±15′	2,97 : 1 : 0,779

Ячейка содержит $Cu_{10}(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 2H_2O$ (?).

Облик. Отдельные кристаллы редки. Призматический по [001], обычно с неровными гранями и малых размеров. Кристаллы часто соединены в субпараллельные агрегаты с друзовой поверхностью или в полусферы; также почковидный, гроздевидный или массивный с радиально-волокнистой структурой и концентрической полосчатостью; волокна удлиненные вдоль [010]; листоватый; микрокристаллический или плотный; колломорфный.

Двойники. По {100}.

Физ. Спайность по {010} ясная. Излом занозистый. Тв. $4^1/_2$—5. Уд. в. 4,35 ± 0,05 (кристаллы), 4,0—4,3 (волокнистые разновидности) 4,36 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет от темного изум-

рудно-зеленого до темнозеленого и чернозеленого (кристаллы); волокнистый материал часто несколько светлее по цвету, также синевато-зеленый. Черта бледнее, чем цвет. Просвечивающий до полупросвечивающего.

Опт. В проходящем свете от зеленого до сине-зеленого.

Ориентировка	*n* (Фирнеберг)[4]	*n* (Рейнбрейтбах)[4]	*n* (Эль)[4]	*n* (Португалия)[5]
X	1,80	1,789	1,785	1,719
Y	1,86	1,835	1,850	1,763
Z $\parallel$ *b*	1,88	1,845	1,862	1,805
$2V$	46°	$\sim$50°	$\sim$50°	$\sim$90°
$Z \wedge c$	23°	21°	21°	22°

Обычно оптически двуосный отрицательный (—) с $r < v$, сильной, иногда оптически положительный (+) с $r > v$. Плеохроизм незаметный или слабый, с *X* синевато-зеленым до бледнозеленого, *Y* желтовато-зеленый, *Z* от густого синевато-зеленого до сине-зеленого. Зависимость колебаний в показателях преломления неизвестна.

Хим. Водный основной фосфат меди. Известные анализы несколько расходятся, но обычно близки к $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ или $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4$.

Анал.[6]

	1	2	3	4	5	6	7	8
CuO	66,99	70,89	71,44	69,98	66,97	69,02	69,25	68,13
P_2O_5	23,91	21,08	20,00	21,04	22,07	23,23	23,86	22,73
H_2O	9,10	8,03	8,20	7,65	7,59	8,09	6,76	8,51
Прочие				1,92	3,31		0,19	0,48
Сумма	100,00	100,00	99,64	100,59	99,94	100,34	100,06	99,85
Уд. в.				3,58	4,102		4,309	4,25

1. $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$. 2. $Cu_3(PO_4)(OH)_3$. 3. Рудник Лас-Косте, Тарн, Франция.[7] 4. Катанга, Бельгийское Конго.[8] Прочие: Al_2O_3 1,84, SiO_2 0,08. 5. Эль, Германия.[9] Прочие: FeO 0,30, SiO_2 3,01. Хризоколла как примесь. Волокнистый. 6. Нижний Тагил.[9] 7. Рейнбрейтбах, Германия.[9] Прочие: FeO. 8. Корнуолл.[10] Прочие: SiO_2.

Испытание. П. п. тр. плавкость около 2. В закр. тр. дает воду и становится черным. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречается совместно с малахитом, хризоколлой, теноритом, пироморфитом, халцедоном, лимонитом в окисленной зоне медных месторождений. Значительные месторождения в Германии — у Эля близ Менца, в Фирнеберге близ Рейнбрейтбаха, Рейнской области, и в Хиршберге, Тюрингия. В Чехословакии в Либетене близ Нейзоля и в Решбанье (частично *тромболит*, *trombolite*)[11] в Молдаве, Румыния. Большие малахитообразные массы в Нижнем Тагиле, на Урале, СССР. В Англии в небольших количествах в Лискерде и повсюду в Корнуолле. В Филь-Сальме, Бельгия, и в руднике Лас-Косте, Альбан-ла-Фрейсс, департамент

Тарн, Франция. В Африке в Миндули, Французское Конго, и в Катанге, Бельгийское Конго. В округе Коллбер-Бэй, Западная Австралия.

В США имеется в Пенсильвании в рудниках Уитли, округ Честер, и в рудниках Эктон и Перкиомен, округ Монтгомери; также в округе Кабаррус, Северная Каролина, и близ Филиппсбурга, Монтана.

Назв. *Псевдомалахит* — от ψευδής — *ложный* и *малахит*, потому что хотя и не малахит, но все же на него похож. Название *люннит* по имени Ф. Лунна (F. Lunn), который давно (1821) анализировал материал из Рейнбрейтбаха, употреблялся как групповое название, включая предполагаемые химически отличные минералы: элит, псевдомалахит (*фосфорокальцит*, *phosphorocalcite*) и дигидрит — последний кристаллический, а первые плотные и волокнистые. Элит также классифицировали отдельно. Как теперь известно, эти вещества идентичны и по Дэна сгруппированы под своим первоначальным названием — *псевдомалахит*.

Синонимы. Kupfergrün (частью) *Wallerius*. Phosphorsaures Kupfer (частью) *Karsten*, *Klaproth* (*Ges. nat. Freunde Berlin, N. Schr.*, **3**, 304, 1801). Phosphorkupfer *Karsten* (64, 97, 1808). Phosphor-kupfererz *Werner*. Cuivre phosphaté *Haüy* (92, 1809). Phosphate of Copper. Pseudomalachite *Hausmann* (1035, 1813). Phosphorocalcit *Glocker* (847, 1831). Ypoléime *Beudant* (**2**, 570, 1832). Ehlit, Prasin, Prasin-chalzit *Breithaupt* (45, 49, 1832). Thrombolite; Thrombolith *Breithaupt* (*J. pr. chem.*, **15**, 321, 1838). Lunnit *Bernhardi* у Глокера (*Glocker*, 578, 1839). Kupfer-diaspore *Kühn* (*Ann. Chemie*, **51**, 125, 1844). Dihydrite *Hermann* (*J. pr. Chem.*, **37**, 178, 1846).

Ссылки

1. Моноклинная симметрия установлена Берри (Berry, личн. сообщ., 1946) методом Вайссенберга на кристаллах из Эля и Рейнбрейтбаха. Морфологическое развитие голоэдрическое. Приведенные здесь оси являются осями структурной ячейки. Псевдомалахит, включая *люннит*, *элит* и *дигидрит*, которые все идентичны с волокнистым *псевдомалахитом*, как показал рентгеновский анализ у Берри (Berry, 1946) и Фронделя (Frondel, личн. сообщ., 1942), неоднократно описывали как моноклинный или триклинный, см. Hintze (**1** [4B], 1093, 1933), Goldschmidt (**5**, 173, 1918), Barth и Berman (*Chem. Erde*, **5**, 22, 1930). Элементы структурной ячейки близки к триклинным элементам Шрауфа (Schrauf, *Zs. Kr.*, **4**, 1, 1880) [$a:b:c = 2{,}8252:1:1{,}5339$; α 89°29$^1/_2{}'$, β 91°00$^1/_2{}'$, γ 90°39$^1/_2{}'$], но с половинным *c*.

2. Schrauf (1880). Goldschmidt (1918) с половинным *c*. Переход от Гольдшмидта, Шрауфа к новой: $100/010/0^{0\,1}_{\ 2}$.

3. Berry (1946), методом Вайссенберга.

4. Barth и Berman (1930).

5. Larsen (68, 1921).

6. Многочисленные дополнительные анализы приведены у Гинтце (Hintze, **1** [4B], 880, 1101, 1933).

7. Lacroix (**4**, 433, 1910).

8. Cesàro и Bellière, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **45**, 172 (1922).

9. Schrauf, *Zs. Kr.*, **4**, 1 (1880).

10. Heddle, *Phil. Mag.*, **10**, 39 (1855).

11. Смесь составлена в значительной доле псевдомалахитом, как установил рентгеновским анализом Фрондель (Frondel, личн. сообщ., 1949).

41.4.4 АРСЕНОКЛАЗИТ $Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$ ARSENOCLASITE

Крист.[1] Ромбическая.

Структ. ячейка.[2] a_0 9,19 *kX*, b_0 18,01, c_0 5,79; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}510 : 1 : 0{,}313$. Ячейка содержит $Mn_{20}(AsO_4)_8(OH)_{16}$.

Облик. Массивный, зернистый.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 5—6. Уд. в. 4,16; 4,27 (вычисл.). Цвет красный.

Опт.[3]

Ориентировка	*n* (Na)	
X b	1,787	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,810	$2V$ 53°26′
Z c	1,816	$2E$ 108°57′

Хим. Основной арсенат двухвалентного марганца, $Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$.

Анал.

	1	2
MnO	57,29	55,01
As_2O_5	36,92	36,96
H_2O	5,79	5,90
Прочие		1,55
Сумма	100,00	99,42
Уд. в.	4,27	4,16

1. $Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$. 3. Лонгбан. Прочие: MgO 0,87, FeO следы, BaO 0,11, CuO 0,57; H_2O заключает H_2O— 0,04.

Местонахождение. Встречается в Лонгбане, Швеция, с саркинитом (на который он очень похож) и аделитом вдоль трещин в доломите, импрегнированных гаусманнитом.

Назв. От ἀρσενικόν — *мышьяк* и κλάσις — *спайность*.

Синоним. Arsenoklasit *Aminoff* (*Kungl. Svenska Vetenskap. Handl.*, **9**, No. 5, 52, 1931).

Ссылки.

1. Симметрия установлена рентгенограммами Лауэ.
2. Вращением и методом Лауэ; возможные пространственные группы *Pmmm*, *Pmm*, *Pmn*, *P*222 до $P2_12_12_1$.
3. Аминов (Aminoff, 1931) произвел исследование методом призмы, с первоначальным значением для *nX* (1,808), исправленным Спенсером (Spencer, *Min. Abs.*, 4, 496, 1931).

41.4.5 АНДРЮСИТ $(Cu,Fe'')_3Fe'''_6(PO_4)_4(OH)_{12}$ ANDREWSITE

Ромбический (?). Натечные агрегаты с радиальной волокнистой структурой. Раскалывающийся в двух направлениях, параллельно длине волокон. Тв. 4. Уд. в. 3,475. Блеск до некоторой степени шелковистый. Цвет темнозеленый до синевато-зеленого.

Опт.[1] В проходящем свете зеленый.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X	1,813	Бледный желтовато-зеленый	Двуосн. положит. (+)
Y	1,820	Изумрудно-зеленый	$2V$ большой
Z	1,830	Желтый до оливково-зеленого	$r < v$, чрезвычайная

Хим. Основной фосфат меди и окисного железа, $(Cu,Fe'')_3\ Fe_6'''\cdot(PO_4)_4(OH)_{12}$. Fe'' замещает Cu приблизительно до Fe : Cu=1 : 1,38 в единственном имеющемся анализе, и изоморфическая серия может распространиться до изоструктурной разновидности лаубманнита.[1]

Анал.

	1	2	3
CaO		0,09	0,09
FeO	8,23	7,11	8,58
MnO		0,60	0,60
CuO	12,58	10,86	10,86
Fe_2O_3	43,55	44,64	43,01
Al_2O_3		0,92	0,92
P_2O_5	25,81	26,09	26,09
H_2O	9,83	8,79	8,79
SiO_2		0,49	0,49
Сумма	100,00	99,59	99,43
Уд. в.		3,475	

1. $(Cu,Fe'')_3Fe_6'''(PO_4)_4(OH)_{12}$ с Cu : Fe=1,38 : 1. 2. Корнуолл.[2] 3. Анал. 2 с достаточным количеством Fe_2O_3, превращенным в FeO, чтобы сделать $RO : R_2O_3$=1 : 1.

Местонахождение. Найден в руднике Восточный Феникс близ Лискерда, Корнуолл, Англия, совместно с лимонитом, „дюфренитом", халькосидеритом и купритом. Волокнистые агрегаты постепенно переходят внутри в коричневый железистый фосфат.[3]

Назв. По имени английского химика Томаса Андрюза (Thomas Andrews, 1813—1885). *Maskelyne* (*Chem. News*, **24**, 99, 1871; *J. Chem. Soc. London*, **28**, 586, 1875).

Ссылки

1. Frondel, *Am. Min.*, **34**, 534 (1949).
2. Анал. Флайта (Flight) у Маскелина (Maskelyne, 1875).
3. Один анализ приведен у Маскелина (Maskelyne, 1875).

41.4.6 **ЛАУБМАННИТ** $Fe_3''Fe_6'''(PO_4)_4(OH)_{12}$ LAUBMANNITE

Ромбический (?). В виде корок с параллельно-волокнистой структурой. Спайность в одном, возможно, и в двух направлениях, параллельных удлинению волокон. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$—4. Уд. в. 3,33. Блеск от стеклянного шелковистого в агрегатах. Цвет серовато-зеленый и

зеленовато-коричневый до коричневого; неокисленный материал, очевидно, темнозеленый. Полупрозрачный до непрозрачного.

Опт. В проходящем свете от зеленого до коричневого.

Ориентировка	n (Арканзас)	Плеохроизм	
X	1,840	Цвет бледной буйволовой кожи	Двуосн. положит. (+)
Y	1,847	Зеленовато-коричневый до оливково-зеленого	$r < v$, чрезвычайная
Z	1,892	Красновато-коричневый до оливково-коричневого	$2V$ умеренный, переменный
			Абсорбция $Z > Y > X$

Хим. Основной фосфат окисного и закисного железа, $Fe''_3Fe'''_6(PO_4)_4(OH)_{12}$. Небольшие количества Ca и Mn″ замещают Fe″ в материале анал. 3. В своем неокисленном состоянии лаубманнит представляет собой аналог андрюзита с закисным Fe; в найденном материале закисное железо сильно окислено до состояния окисного как у дюфренита, так и фронделита-рокбриджеита.

Анал.

	1	2	3	4
MgO		0,01	0,01	
CaO		1,14	1,14	
FeO	19,83	2,07	15,47	19,74
MnO		2,40	2,40	
Fe_2O_3	44,09	57,88	42,99	44,95
Al_2O_3		0,05	0,05	
P_2O_5	26,13	25,95	25,95	26,21
H_2O-		0,44	0,44	0,67
H_2O+	9,95	10,06	10,06	8,40
Сумма	100,00	[100,00]	98,51	99,97
Уд. в.		3,33		

1. $Fe''_3Fe'''_6(PO_4)_4(OH)_{12}$. 2. Шейди, округ Полк, Арканзас. [1] Пересчитан на 100 после исключения кварца. 3. Анал. 2 с пересчетом необходимого количества Fe_2O_3 на FeO, чтобы сделать $RO : R_2O_3 = 1 : 1$. 4. Лаубманнит (?). Рудник Нитцельбух, Бавария. [2]

Местонахождение. Из Шейди, округ Полк, Арканзас, с лимонитом. Волокнистый темнозеленый минерал из рудника Нитцельбух, округ Амберг-Ауербах, Бавария, Германия, повидимому, тождественен лаубманниту (анал. 4).

Назв. По имени немецкого минералога Генриха Лаубманна (Heinrich Laubmann). *Frondel* (*Am. Min.*, **34**, 513, 1949).

Ссылки

1. Анал. Халлоуэлла (Hallowell) у Фронделя (Frondel, 1949).
2. Анал. Спенгеля (Spengel) у Лаубманна (Laubmann, *Geognost. Jahreshefte, Geol. Landes, München*, 35, 193, 1923).

ТИП 5. $AB(XO_4)Z_q$

41.5.1 ГРУППА АДЕЛИТА И 41.5.2 ГРУППА ДЕКЛУАЗИТА

РОМБИЧЕСКАЯ

	a_0	b_0	c_0	Пространственная группа
Группа аделита				
Аделит, $CaMg(AsO_4)(OH, F)$	7,47 *kX*	8,94	5,88	$P2_12_12_1$
Конихальцит, $CaCu(AsO_4)(OH)$	7,42	9,20	5,85	$P2_12_12_1$ (?)
Аустинит, $CaZn(AsO_4)(OH)$	7,43	9,00	5,90	$P2_12_12_1$
Дюфтит, $PbCu(AsO_4)(OH)$	7,50	9,12	5,90	$P2_12_12_1$ (?)
Группа деклуазита				
Деклуазит, $ZnPb(VO_4)(OH)$	7,56	9,39	6,05	*Pnam*
Моттрамит, $CuPb(VO_4)(OH)$				*Pnam*
Пиробелонит, $MnPb(VO_4)(OH)$	7,84	9,45	6,09	*Pnam*
Кальциофольбортит, $CuCa(VO_4)(OH)$				
Туранит, $Cu_2(VO_4)(OH)$ (?)				

Члены группы аделита изоструктурны и имеют ромбическую, ромбо-тетраэдрическую (2 2 2) симметрию. Местонахождения их редки и об изменении их состава мало известно. Zn замещает Cu в конихальците, и серия, по крайней мере частично, простирается к аустиниту. Повидимому, только малые количества P могут заместить As, и фосфатные аналоги этих минералов неизвестны. Члены группы либетенита связаны типичной формулой $AA(PO_4)(OH)$, и, вероятно, по структуре, но они ромбические, дипирамидальные ($2/m\ 2/m\ 2/m$) и имеют пространственную группу *Pnnm*. Наконец, малые количества F могут заместить в аделите (OH); при более высоком содержании F в этом минерале получается полиморфизм с образованием моноклинного минерала тилазита, $CaMg(AsO_4)F$.

В группе деклуазита моттрамит и деклуазит образуют полную изоморфную серию посредством взаимного замещения Cu и Zn. Пиробелонит является членом этой группы, но положение кальциофольбортита и особенно туранита не ясно. Симметрия группы деклуазита ромбическая дипирамидальная ($2/m\ 2/m\ 2/m$) и отличается от симметрии группы аделита. Однако обе группы тесно связаны по кристаллической структуре, как видно из размеров элементарных ячеек и сходства рентгенограмм порошков. As замещает V в группе деклуазита в значительном, хотя и ограниченном количестве, P имеется лишь в очень малых количествах.

41.5.1.1 **АДЕЛИТ** $CaMg(AsO_4)(OH, F)$ ADELITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2.

$a : b : c = 0{,}8294 : 1 : 0{,}6650$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8018 : 0{,}6650 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}8294 : 1{,}2472 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}5038 : 1{,}2057 : 1$

Формы [2]	φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
l 120	31°05′	90°00′	90°00′	58°55′	0°00′	31°05′
m 110	50 19½	90 00	90 00	39 40½	0 00	50 19½
d 011	0 00	33 37½	33 37½	90 00	90 00	56 22½
f 021	0 00	53 03½	53 03½	90 00	90 00	36 56½
e 031	0 00	63 22½	63 22½	90 00	90 00	26 37½
o 101	90 00	38 43½	0 00	51 16½	51 16½	90 00
p $1\bar{1}1$	129 40½	46 10	—33 37½	56 16½	51 16½	117 25½

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_12_12_1$. a_0 7,47 *kX*, b_0 8,94, c_0 5,88, $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}836 : 1 : 0{,}658$. Ячейка содержит $Ca_4Mg_4(AsO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Кристаллы удлиненные вдоль [100]. Обычно массивные.

Физ. Излом неровный до раковистого. Тв. 5. Уд. в. 3,73±0,03; 3,79 (вычисл.). Блеск смолистый. Бесцветный до серого, синевато-серый, желтовато-серый, желтый, светлозеленый. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Якобсберг) [4]	*n* (Na) (Лонгбан)[5]	
X a	1,712		Двуосн. положит. (+)
Y c	1,721	1,707	$r < v$, заметная
Z b	1,731		
$2V$	~90°	68°36′ (измер.)	

Хим. Основной арсенат кальция и магния, $CaMg(AsO_4)(OH)$ F замещает OH с F : OH = 1 : 2,44 в анал. 5. Предел этого замещения в ромбической структуре, повидимому, ограничен и материал с высоким содержанием фтора моноклинный (*милазит*, *tilasite*). Небольшие количества Pb и Mn″ соответственно замещают Ca и Mg. P замещает As с P : As = 1 : 9,6 в анал. 5.

Анал.	1	2	3	4	5	6
CaO	25,45	25,43	23,13	24,04	23,43	25,52
BaO		следы		0,23		0,81
PbO		0,39	2,41	2,79	0,17	
MgO	18,30	17,05	19,25	17,90	17,10	18,98
MnO		1,64	1,27	0,48	4,38	1,69
P_2O_5					3,01	
As_2O_5	52,17	50,04	48,52	50,28	47,40	49,73
Cl		0,24	следы	следы	0,31	
F					1,44	
H_2O	4,08	4,25	3,99	3,90	3,33	[2,36]
Прочие		0,56	1,97	0,40		0,91
	100,00	99,60	100,54	100,02	100,57	[100,00]
Cl, F = O		0,05			0,62	
Сумма		99,55			99,95	
Уд. в.		3,71	3,72	3,76	3,70	

1. $CaMg(AsO_4)(OH)$. 2. Рудник Киттель, Нордмарк. [5] Прочие: $(Fe, Al)_2O_3$ 0,30, Cu 0,26. 3. Якобсберг. [6] Прочие: SiO_2 1,88, FeO 0,09. 4. Лонгбан. [5] Прочие: FeO 0,08, CuO 0,32. 5. Лонгбан. [6] Первоначальная сумма дана 99,89. 6. Лонгбан [7] (*аделит?*). Прочие: $(Fe, Al)_2O_3$ 0,83, ZnO (?) 0,08.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в серую глазурь. Растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Найден в марганцовых рудных залежах Вермланда, Швеция; в Лонгбане с саркинитом, арсеноклазитом, браунитом, гедифаном; в Якобсберге и в руднике Киттель, Нордмарк, с гаусманнитом, магнетитом и самородной медью. Минерал, вероятно, тождественный с аделитом или тилазитом, встречается в руднике Мосс, Нордмарк, анал. 6.

Назв. От ἄδηλος — *неясный*. *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **13**, 781, 1891; *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **1**, 56, 1893).

Ссылки

1. Первоначальное кристаллографическое описание Сьёгрена (Sjögren, 1893) ошибочно было сделано на пироксене, как доказал Аминов (Aminoff, *Kungl. Svenska Vetenskap., Handl.*, [3], **11**, No. 4, 24, 1933). Отношения осей и ячейка по Аминову на кристаллах из Лонгбана (анал. 5) с a и b взаимозаменяемыми в соответствии с условием $c < a < b$. Переход от Аминова к новой: $010/\bar{1}00/001$.
2. Aminoff (1933).
3. Hägele, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **75**, 101 (1939), на кристаллах из Лонгбана, см. также Aminoff (1933).
4. Larsen (35, 1921); оптическая ориентировка, указанная у Сьёгрена (Sjögren, 1893) и у Ларсена и Бермана (Larsen и Berman, 131, 1934), ошибочна.
5. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, 1893, 1891).
6. Анал. Бликса (Blix) у Аминова (Aminoff, 1933).
7. Анал. Лундстрёма (Lundström) у Сьёгрена (Sjögren, 1893).

41.5.1.2 КОНИХАЛЬЦИТ $CaCu(AsO_4)(OH)$ CONICHALCITE

Крист. [1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2.

$a : b : c = 0{,}7940 : 1 : 0{,}6242$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7861 : 0{,}6242 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7940 : 1{,}2720 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}6021 : 1{,}2594 : 1$

Формы [2]

	φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c 001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
m 110	51°33′	90 00	90 00	38 27	0 00	51 33
C 023	0 00	22 35½	22 35½	90 00	90 00	67 24½
M 011	0 00	31 58½	31 58½	90 00	90 00	58 01½
g 021	0 00	51 18½	51 18½	90 00	90 00	38 41½
j 041	0 00	68 56½	68 56½	90 00	90 00	21 03½
y 203	90 00	27 39½	0 00	62 20½	62 20½	90 00
e 201	90 00	57 32½	0 00	32 27½	32 27½	90 00
o' 111	51 33	45 06½	31 58½	56 18	51 49½	63 51½

p' 221	22 46½	53 33	51 18½	71 51½	62 20½	42 07½
$'o$ 1$\bar{1}$1	128 27	45 06½	—31 58½	56 18	51 49½	116 08½
$'p$ 2$\bar{2}$1	157 13½	53 33	—51 18½	71 51½	62 20½	137 52½
r' 243	32 12	44 31½	39 46	68 03½	62 24	53 36
$'r$ 2$\bar{4}$3	147 48	44 31½	—39 46	68 03½	62 24	126 24

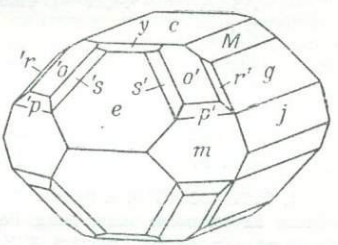
Менее обычные или редкие:

B 012	z 101	A' 647	s' 825	x' 623	$'q$ 6$\bar{4}$7	$'S$ 8$\bar{2}$5	$'t$ 6$\bar{2}$3

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа неопределенная, вероятно, $P2_12_12_1$. a_0 7,42kX, b_0 9,20, c_0 5,85; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}806 : : 1 : 0{,}636$. Ячейка содержит $Ca_4Cu_4(AsO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Кристаллы изометричны до короткопризматических по [010]. Обычно от натечных до почковидных корок и масс с радиально-волокнистой структурой.

Физ. Спайность отсутствует. Излом неровный. Хрупкий. Тв.4½. Уд. в. 4,33 (кристаллы, Бисби), [4] 4,29 (вычисл.); уд. в. волокнистых разновидностей понижается приблизительно до 4,1. Блеск стеклянный до несколько жирного. Цвет от травяно-зеленого до желтовато-зеленого, фисташково-зеленый или изумрудно-зеленый. Черта зеленая. Полупрозрачный.



Бисби.

Опт. В проходящем свете, от бледнозеленого до желтовато-зеленого цвета. Оптические константы значительно меняются по мере изменения состава, но эти соотношения еще ясно не определены. Показатели могут меняться в отдельных кристаллах или в разных частях корковых агрегатов.

Ориентировка	n (Бисби, анал. 2) [4]	n (Гучаб) [5]	n (Тинтик, анал. 4)[6]	n (Бристоль) [7]
X c	1,800	1,780	1,778	1,730
Y b	1,831	1,795		
Z a	1,846	1,815	1,801	1,771
Знак	—	+	+	—
Удлинение			+	+
$2V$	~ 90°	~ 90°	~ 0°	~ 25°
Плеохроизм				
X	Зеленый			Почти бесцветный
Y	Желто-зеленый			Бледнозеленоватый
Z	Сине-зеленый			Бледносиневатый
Дисперсия	$r > v$, довольно сильная	$r < v$, умеренная	нет	$r > v$, очень сильная

Хим. Основной арсенат кальция и меди, $CaCu(AsO_4)(OH)$. Zn замещает Cu с Zn : Cu = 1 : 3,7 в анал. 6[8] и частичная изоморф-

гая серия протягивается к аустиниту. Небольшие количества Mg отмечены, вероятно, в виде замещения Cu. P замещает As, по крайней мере, до P : As = 1 : 2,15 (анал. 3),[9] и V также замещает As с V : As = = 1 : 16,6 в анал. 2. Натечный волокнистый материал обычно содержит небольшое избыточное количество воды, по сравнению с указанным в формуле.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO	21,61	21,67	21,36	19,79	23,10	20,80
MgO				0,54	1,90	0,27
CuO	30,65	29,83	31,76	28,68	31,55	26,45
ZnO				2,86		7,30
V_2O_5		2,05	1,78			
As_2O_5	44,27	42.90	30,68	39,94	36,40	38,77
P_2O_5			8,81	0,14	1,30	
H_2O	3,47	3,55	5,61	5,52	5,15	5,56
Прочие				2,53	0,40	0,91
Сумма	100,00	100,00	100,00	[100,00]	99,80	100,06
Уд. в.		4,33			4,15	4,227

1. $CaCu(AsO_4)(OH)$. 2. Рудник Хиггинс, Бисби, Аризона [10] (*хиггинсит, higginsite*). Пересчитано на 100 после исключения Fe_2O_3 0,48, MnO 2,84, жильных 0,86, присутствующих в виде примеси вада и лимонита. 3. Инохоса-де-Кордова, Испания. [11] 4. Рудник Американ-Игл, Тинтик. [12] Прочие: Ag 0,30, Fe_2O_3 0,36, CO_2 [0,97], жильных 0,90. Май-Тас, Сибирь. [13] Прочие: Fe_2O_3. 6. Медзянка, Польша. [14] (*стацисит, staszicite*). Прочие: FeO 0,63, MnO 0,14, SiO_2 0,14.

Испытание. В закр. тр. растрескивается, чернеет и выделяет немного нейтральной воды. П. п. тр. плавкость приблизительно 3. Легко растворяется в HCl или HNO_3.

Местонахождение. Вторичный минерал, найден в окисленной зоне медных залежей совместно с лимонитом, аустинитом, оливенитом, клиноклазом, либетенитом, брошантитом, малахитом, азуритом, ярозитом. Первоначально в Инохоса-де-Кордова, Андалузия, Испания; в Май-Тасе, Акмолинская область, Восточная Сибирь, СССР, и в Грауле близ Шварценберга, Саксония, Германия. Как продукт изменения теннантита — в Медзянке близ Кельце, Польша (*стацисит*). Из медного рудника в Гучабе близ Отави, Юго-Западная Африка (*бартит, barthite*). В Кольяуаси, провинция Тарапака, Чили. В США значительное месторождение в руднике Американ-Игл и других рудниках в районе Тинтик, округ Джьюаб, Юта, где этот минерал встречается с шеневикситом и другими арсенатами как продукт изменения энаргита. Хорошо окристаллизованный материал в руднике Хиггинс, в Бисби, округ Кочис, Аризона (*хиггинсит*);[15] также отмечен из Глоб-Хиллса, округ Хила, Аризона. В Неваде с хризоколлой и теноритом в руднике Бристоль, округ Линкольн; в руднике Симон и руднике Калавада, округ Минерал; в руднике Эмпайр-Невада,

Йерингтон, округ Лайон; в Гуд-Спрингсе, округ Кларк. Отмечен в руднике Каратер, Транс-Пекос, Техас.

Назв. *Конихальцит от* κονία — *порошок* и χαλκος — *известь*. Название *конихальцит* явно имеет приоритет перед более поздними названиями *хиггинсит*, *стацисит* и *бартит* (последний является зональным параллельным прорастанием конихальцита и аустинита) и сохраняется здесь как видовое название.

Синонимы. Konichalcit *Breithaupt* и *Fritzsche* (*Ann. Phys.*, **77**, 139, 1849). Barthite *Henglein* и *Meigen* (*Cbl. Min.*, 353, 1914). Staszycyt, Staszicite *Morozewicz* (*Bull. int. ac. sc. Cracovie, Cl. Sc., Ser. A*, 4, 1918). Higginsite *Palache* и *Shannon* (*Am. Min.*, 5, 155, 1920).

БАРТИТ, Barthite (*Henglein* и *Meigen*, *Cbl. Min.*, 353, 1914).

Первоначально описан как основной арсенат цинка и меди, но позднее было указано [16] содержание также кальция и тождественность с конихальцитом-аустинитом. Кристаллы зональны: [17] внутренние зоны от бледнозеленых до бесцветных — аустинит, — вероятно, содержат некоторое количество Cu, замещающее Zn, а более тонкие наружные травянисто-зеленые зоны в основном представляют конихальцит. Правые и левые кристаллы иногда срастаются в двойники по {001}.

Ссылки

1. Углы по Пэлачу и Шеннону (Palache и Shannon, 1920) на кристаллах рудника Хиггинс; структурная ячейка с $c < a < b$. Переход от Пэлача и Шеннона к новой: 001/010/100. Ромбо-тетраэдрическая симметрия установлена Фишером (Fischer, *Zs. Kr.*, **105**, 268, 1944) на кристаллах из Гучаба (*бартит*); кристаллы из рудника Хиггинс (*хиггинсит*) имеют дипирамидальный облик, который здесь объясняется одинаковым развитием правых и левых тетраэдров.
2. Palache и Shannon (1920).
3. Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 441, 1940) применил метод Вайссенберга на типичных кристаллах хиггинсита; почти одинаковые размеры ячейки указаны Штрунцем (Strunz, *Zs. Kr.*, **101**, 496, 1939).
4. Larsen и Berman (202, 1934).
5. Larsen, 44 (1921), о наружной темнозеленой части зонального кристалла (см. *бартит*).
6. Larsen (60, 1921).
7. Джильсон (Gillson, *Am. Min.*, **11**, 109, 1926) приводит данные на материале из других местностей.
8. Тождественность материала этого анализа с конихальцитом не была проверена достаточно точными способами.
9. Частичный анализ с P_2O_5 9,10 был также отмечен Фритцше (Fritzsche, *Ann. Phys.*, **77**, 180, 1849) на материале из той же местности Инохоса-де-Кордоба.
10. Анал. Шеннона (Schannon) у Пэлача и Шеннона (Palache и Schannon, 1920).
11. Fritzsche (1849).
12. Хиллебранд (Hillebrand. *Proc. Colorado, Sc. Soc.*, **1**, 114, 1883).
13. Michel, *Bull. soc. min.*, **32**, 50 (1909).
14. Морозевич (1918).
15. Тождественность с конихальцитом показали Штрунц (Strunz, 1939) и Фрондель (Frondel, личн. сообщ., 1948) на типичном образце.
16. Фишер (Fisher, 1944) описал морфологию зональных кристаллов. Рентгенограмма порошка зонального агрегата тождественна с рентгенограм-

мой порошка аустинита, но с несколько меньшей ячейкой — Frondel, личн. сообщ. (1947).

17. См. Fisher (1944) и Larsen (44, 1921).

41.5.1.3 АУСТИНИТ $CaZn(AsO_4)(OH)$ AUSTINITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2.

$$a : b : c = 0{,}832 : 1 : 0{,}657; \quad p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}790 : 0{,}657 : 1$$

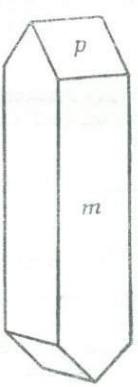
$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}832 : 1{,}266 : 1; \quad r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}522 : 1{,}202 : 1$$

Формы

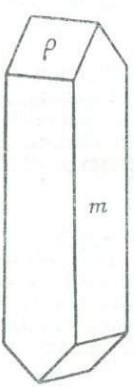
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
m	110	50 14½	90 00	90 00	39 45½	0°00′	50 14½
q	011	0 00	33 18½	33 18½	90 00	90 00	56 41½
p	111	50 14½	45 46	33 18½	56 34½	51 42	62 43½
ρ	11$\bar{1}$	129 45½	45 46	33 18½	56 34½	51 42	117 16½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P2_12_12_1$. a_0 7,43 *kX*, b_0 9,00, c_0 5,90; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}826 : 1 : 0{,}656$. Ячейка содержит $Ca_4Zn_4(AsO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Мелкие плосковытянутые или игольчатые кристаллы, удлиненные вдоль [100], иногда со скипетрообразными концами.



Правый.



Левый.

Фигуры травления разведенной HCl показывают правые и левые кристаллы. Также в виде радиально-волокнистых корок и конкреций.

Физ. Спайность по {011} совершенная. Хрупкий. Тв. 4—4½. Уд. в. 4,13;[3] 4,37 (вычисл.). От бесцветного до белого и бледно-желтовато-белого. Блеск полуалмазный (кристаллы) до шелковистого (волокнистые агрегаты).

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)[4]	
X a	1,759 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y c	1,763 ± 0,003	$2V \sim 47°$
Z b	1,783 ± 0,003	

Хим. Основной арсенат кальция и цинка, $CaZn(AsO_4)(OH)$

Анал.

	1	2	3
CaO	21,46	19,2	21,12
ZnO	31,13	32,5	30,51
As_2O_5	43,96	42,7	42,48
H_2O+	3,45	3,6	3,47
H_2O-			0,12
Прочие		2,5	2,45
Сумма	100,00	100,5	100,15
Уд. в.		4,12	4,13

1. $CaZn(AsO_4)(OH)$. 2. Голд-Хилл, Юта. [5] Прочие: P_2O_5 0,1, нераств. ост. 2,4. 3. Ломитос, Боливия. [6] Прочие: Sb_2O_5 0,53, Fe_2O_3 0,69, MnO 0,12, нераств. ост. 1,11.

Местонахождение. Найден с адамином, лимонитом и кварцем в окисленных рудах Голд-Хилла, округ Туэл, Юта. Позднее описан (*брикерит*, *brickerite*)[7] как волокнистые прожилки с кальцитом и халцедоном в руднике Лильи близ Ломитос, провинция Сика-Сика, Боливия. Отмечен с бартитом в Гучаба, Юго-Западная Африка.

Изменения. Становится тусклобелым и карбонитизируется.

Назв. По имени американского минералога Аустина Ф. Роджерса (Austin F. Rogers, 1877—). *Staples* (*Am. Min.*, **20**, 112, 1935).

Синоним. Brickerit *Ahlfeld* и *Mosebach* (*Zbl. Min.*, 226, 287, 1936); *Ahlfeld* (*Jb. Min., Beil.-Bd.*, **66A**, 41, 1932).

Ссылки

1. Отношение осей по Стэплсу (Staples, 1935) на кристаллах из Юты, с осями рентгенометрической ячейки по Ричмонду (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 441, 1940); переход от Стэплса к новой: 001/010/100.
2. Richmond (1940), по методу Вайссенберга на кристаллах из Юты.
3. Ahlfeld и Mosebach (1936); Стэплс (Staples, 1935) указал приблизительно 4, 12.
4. Staples (1935), Альфельд и Мозебах (Ahlfeld и Mosebach, 1936) указывают nX 1,752, nY 1,756, nZ 1,779, $2V$ 41° на материале из Боливии.
5. Анал. Эллестеда (Ellestad) у Стэплса (Staples, 1935).
6. Brendler, *Am. Min.*, **23**, 347 (1938); более ранний неудовлетворительный анализ материала из Боливии сообщил Барранде-Гессе (Barrande-Hesse) у Альфельда и Мозебаха (Ahlfeld и Mosebach, 1936).
7. Брендлером (Brendler, 1938) и Альфельдом и Мозебахом (Ahlfeld и Mosebach, 1936) доказана тождественность с аустинитом.

41.5.1.4 **ДЮФТИТ** $PbCu(AsO_4)(OH)$ DUFTITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2(?).

$a : b : c = 0{,}822 : 1 : 0{,}647$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7871 : 0{,}647 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}822 : 1{,}2705 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}5456 : 1{,}2165 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
n	130	22°04½′	90°00′	90°00′	67°55½′	0°00′	22°04½′
m	110	50 35	90 00	90 00	39 25	0 00	50 35
d	011	0 00	32 54	32 54	90 00	90 00	57 06

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа неопределенна. a_0 7,50 *kX*, b_0 9,12, c_0 5,90; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}822 : 1 : 0{,}647$. Ячейка содержит $Pb_4Cu_4(AsO_4)_4(OH)_4$.

Облик. В виде агрегатов и корок из мелких кристаллов, удлиненных вдоль [001], с изогнутыми и грубыми гранями.

Физ. Тв. 3. Уд. в. 6,98 (вычисл.).[3] Блеск стеклянный на поверхностях изломов, тусклый на гранях кристаллов. Цвет от яркого оливково-зеленого до серо-зеленого. Черта от бледнозеленой до белой. Полупрозрачный.

Опт.[4] В проходящем свете бледный яблочно-зеленый.

nX	2,03 ± 0,01	Двуосн. отрицат. (—)
nY	2,06 ± 0,01	$2V$ большой
nZ	2,08 ± 0,01	$r > v$, заметная

Хим. Основной арсенат свинца и меди, $PbCu(AsO_4)(OH)$.

Анал.

	1	2
CaO		0,75
PbO	52,31	50,10
CuO	18,65	19,32
ZnO		0,46
As_2O_5	26,93	26,01
SiO_2		0,44
H_2O	2,11	2,73
Сумма	100,00	99,81

1. $PbCu(AsO_4)(OH)$. 2. Тсумеб. H_2O включает H_2O — 0,08.

Местонахождение. Найден с азуритом и желтоватыми пленками бокситообразного материала в Тсумебе, Юго-Западная Африка.

Назв. По имени одного из директоров рудников в Тсумебе Дж. Дюфта (G. Duft). *Pufahl* (*Cbl. Min.*, 289, 1920).

Ссылки

1. Формы по Берману (Berman, личн. сообщ., 1932); отношение осей по структурной ячейке Ричмонда (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 458, 1940). Приблизительные гониометрические измерения Бермана дали $a : b : c = 0{,}869 : 1 : 0{,}623$.

Из аналогии с аустинитом предполагается ромбо-тетраэдрическая симметрия.

2. Richmond (1940), методом Вайссенберга.

3. Измеренный уд. в. 6,19 у Пуфаля (Pufahl, 1920), повидимому, ошибочен.

4. Barth и Berman, *Chem. Erde*, 5, 30 (1930).

ГРУППА ДЕКЛУАЗИТА

41.5.2.1 **ДЕКЛУАЗИТ** (Zn,Cu)Pb(VO_4)(OH) DESCLOIZITE

41.5.2.2 **МОТТРАМИТ** (Cu,Zn)Pb(VO_4)(OH) MOTTRAMITE

Крист. [1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}8022 : 1 : 0{,}6448$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8038 : 0{,}6448 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}8022 : 1{,}2441 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}5509 : 1{,}2466 : 1$

Формы [2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
v	120	31 56	90 00	90 00	58 04	0 00	31 56
m	110	51 16	90 00	90 00	38 44	0 00	51 16
d	210	68 08½	90 00	90 00	21 51½	0 00	68 08½
M	011	0 00	32 49	32 49	90 00	90 00	57 11
l	031	0 00	62 40	62 40	90 00	90 00	27 20
r	101	90 00	38 47½	0 00	51 12½	51 12½	90 00
e	201	90 00	58 07	0 00	51 53	51 53	90 00
o	111	51 16	45 51½	32 49	55 57½	51 12½	63 19
p	121	31 56	56 39	52 12½	63 46½	51 53	44 51

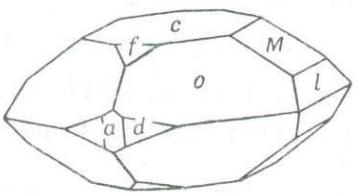
Менее обычные и редкие:

s 013 *y* 021 ε 112 *i* 146 *x* 131 ω 431
z 012 *f* 102 *k* 168 *q* 287 *h* 231 *t* 10.1.1

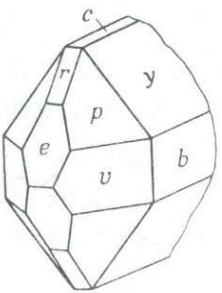
Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Pnam*. a_0 7,56*kX*, b_0 9,39, c_0 6,05; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}805 : 1 : 0{,}644$. Ячейка содержит $(Zn,Cu)_4Pb_4(VO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Меняющийся: часто дипирамидальный {111}; призматический вдоль [001]; редко таблитчатый по {100} или короткопризматический по [100]. Грани кристаллов обычно неровные или шероховатые и кристаллы часто растут в виде субпараллельных агрегатов. Обычные формы: *m o d a b*. Обычен в виде друзовых корок из проросших кристаллов; также в виде сталактитов или массивный с грубоволокнистой структурой и сосцевидной или скорлуповатой поверхностью; иногда массивно зернистый от компактного до рыхлого.

Физ. Спайность отсутствует. Излом от полураковистого до неровного. Хрупкий. Тв. 3—3½ на поверхностях излома, несколько тверже на гранях. Уд. в. от ~6,2 (конечный член деклуазит) до ~5,9 (конечный член моттрамит), понижаясь, когда As замещает V. Блеск жирный. Цвет разный, обычно коричневато-красный до черновато-коричневого, но включая оттенки от оранжево-красного до



Деклуазит. Лейк-Валли. Нью-Мексико.



Деклуазит. Отави.

темного красновато-коричневого и почти черного; также от травянисто-зеленого до оливково-зеленого и светложелто-зеленого цвета, особенно в моттрамите. Черта оранжевая до коричневато-красной или желтоватой. От прозрачного до почти непрозрачного. Кристаллы часто обнаруживают зональное строение с изменением цвета и оптических свойств.

Опт.

Ориентировка	*n* (деклуазит, Маммот, Аризона) [4]	*n* (моттрамит, Бисби, Аризона) [4]	*n* (моттрамит, Оруро, Боливия) [4]	
X c	2,185 ± 0,01	2,17 ± 0,02	2,21	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	2,265 ± 0,01	2,26 ± 0,02	2,31	$r > v$, сильная; иногда
Z a	2,35 ± 0,01	2,32 ± 0,02	2,33	$r < v$ и оптически положит. (+)
$2V$	~90°	~73°	~45°	

От слабо до сильно плеохроичного, по *X* и *Y* от канареечно-желтого до зеленовато-желтого, по *Z* коричневато-желтый. Волокна имеют отрицательное удлинение.

Хим. Основной ванадат свинца, меди и цинка, $(Zn,Cu)Pb(VO_4)(OH)$. Существует полная изоморфная серия между Zn и Cu; названия *деклуазит* и *моттрамит* употребляются к половинам этой серии соответственно с Zn > Cu и Cu > Zn. Mn замещает (Zn,Cu), по меньшей мере, до Mn : (Zn, Cu) = 1 : 2,8 (анал. 4);[5] как Mn, так и Fe″ обычно имеются в количествах менее одного весового процента; As замещает V вплоть до As : V = 1 : 2,9 (анал. 2);[6] P иногда

замещает V в количествах до нескольких десятых процента. В качестве конституционной, поглощенной или капиллярной H_2O часто присутствует в количествах, превышающих требования формулы,[7] особенно в массивном волокнистом материале. Следы Cl присутствуют в виде замещения (OH) или из-за примеси ванадинита.

Анал.[8]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PbO	55,47	54,10	52,95	53,36	55,30	55,78	54,50	54,56	55,64
ZnO	19,21	19,46	12,45	13,15	10,08	8,86	5,12	2,62	0,31
CuO	0,56	0,61	8,51	1,21	9,86	10,29	13,90	16,84	17,05
FeO	следы	следы		0,56		0,72	0,53	0,58	
MnO	следы	следы	следы	4,56		0,01	следы	следы	
V_2O_5	22,76	16,26	19,01	23,05	22,53	22,73	22,65	22,73	21,21
As_2O_5	нет	7,13	3,84	0,11		нет	нет	нет	1,33
H_2O+ 350°	2,17	2,29	2,65	2,27	2,23	2,24	2,09	2,29	3,57
H_2O- 350°	0,02	0,08				0,12	0,58	0,40	
Прочие	0,02	0,27	0,55	0,86		0,11	0,89		0,91
Сумма	100,21	100,20	99,96	99,13	100,00	100,86	100,26	100,02	100,02
Уд. в.	6,26	6,24				6,18	5,96	5,80	

1. Деклуазит. Абенаб, Юго-Западная Африка.[9] Прочие: SiO_2. 2. Деклуазит. Нидершлеттенбах, Бавария.[9] Прочие: SiO_2 (*дешенит, dechenite*). 3. Деклуазит. Ногалес, Аризона.[10]. Прочие: Fe_2O_3 0,20, нераств. ост. 0,35. 4. Деклуазит. Аргентина.[11] Прочие: Cl 0,08, нераств. ост. 0,78. 5. (Zn, Cu)Pb(VO_4)(OH) с Zn : Cu = 1 : 1. 6. Моттрамит. Гротфонтейн, Юго-Западная Африка.[9] Прочие: SiO_2. 7. Моттрамит. Отави, Юго-Западная Африка.[9] Прочие: SiO_2. 8. Моттрамит. Тсумеб, Юго-Западная Африка.[9] 9. Моттрамит. Бисби, Аризона.[12] Прочие: P_2O_5 0,24, CrO_3 0,50, нераств. ост. 0,17. Среднее из трех анализов.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. растрескивается и выделяет немного воды. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, чаще всего образуется в окисленной зоне рудных месторождений, где он преимущественно встречается с ванадинитом, также с пироморфитом, миметезитом, церусситом. Местами образуется как приповерхностное отложение в песчаниках путем концентрации поверхностными водами. И деклуазит и моттрамит часто встречаются в одном и том же месторождении. В Обире, Каринтия, Австрия. В Бена-де-Подру, Сассаро, Сардиния (моттрамит). В значительных месторождениях (деклуазита и моттрамита вместе) в Абенабе, Гротфонтейне, Тсумебе, Олифантсфонтейне, Уитсабе, Гучабе и других местах области Отави, Юго-Западная Африка;[15] эти минералы встречаются в песчаных линзах в известняке и доломите. Также в Африке в Брокен-Хилле, в Родезии, в районе Катанга, Бельгийское Конго, и в Джеббе, Тунис, и Саиде, Оран, Алжир. В Англии в песчанике в Моттраме Сант-Андрью, Чешир (первоначальное месторождение моттрамита); в Пим-Хилле близ Шрюзбёри, Шропшир; в Германии в Нидершлеттенбахе,

Лаутерталь, Рейнская область, Бавария (*дешенит*),[13] и в близлежащих местах Дана в Лаутертале (*арэоксен, aroeoxene*);[13] в Гофсгрунде близ Фрейбурга, Баден (*эвсинхит, eusynchite*).[13] В виде налета на лаве Везувия, Италия (*весбин, vesbine*).[14] Медный деклауазит встречается в виде корок и почковидных масс в Сан-Луис-Потоси, Мексика (*рамирит, ramirite*; *тритохорит, tritochorite*; *купродеклуазит, cuprodescloizite*).[13] Деклуазит встречается в Южной Америке в горах Сьерра-Кордова, Аргентина. Моттрамит встречается между Кахата и Яко в провинции Инкисиви, Боливия, и в Мина-Гранде близ Аркероса, Чили (*чилеит, chileite*).[13] В США известен в многочисленных небольших рудных месторождениях. Моттрамит встречается в районе Сильвер-Стар, Монтана (*пситтацинит, psitacinite*);[13] также в Аризоне в районах Томбстон и Бисби в округе Бисби, близ Ногалеса, округ Санта-Крус, и с деклуазитом в руднике Маммот в округе Пинал. В Нью-Мексико значительные месторождения деклуазита в районе Джорджтаун в округе Грант и в горах Кабальос, в районах Хиллсборо и Лейк-Валли в округе Сьерра (частично моттрамит).

Изменения. Найдены в виде псевдоморфоз по ванадиниту.

Назв. По имени французского минералога Альфреда Л. О. Л. Де Клуазо (Alfred L. O. L. Des Cloizeaux, 1817—1897).

Синонимы. Деклуазит. Dechenite *Bergemann* (*Ann. Phys.*, **80**, 393, 1850). Araeoxene *von Kobell* (*J. pr. Chem.*, **50**, 496, 1850). Descloizite *Damour* (*Ann. chim. phys.*, **41**, 72, 78, 1854). Eusynchite *Fischer* и *Nessler* (*Ber. Verh. nat. Ges. Freiburg*, **1**, 33, 1854). Rhombischer Vanadit *Zippe* (*Ak. Wien, Ber.*, **44**. [1], 197, 1861), *Tschermak* (*там же*, **44**, [2], 157, 1861); *Schrauf* (*Ann. Phys.*, **116**, 355, 1862). Tritochorit *Frenzel* (*Min. Mitt.*, **3**, 506, 1880; **4**, 97, 1881). Cupro-descloizite *Rammelsberg* (*Ak.* Berlin, Ber., 1215, 1883). La Ramarita *Miguel Velasquez de Leon* (*Naturaleza*, **7**, 65, 1884); Ramirite. Schaffnerit *Vigener* (*Ber. Niederrhein. Ges.*, 87, 1884).

Моттрамит. Chileite *Domeyko* (*Ann. mines*, **14**, 145, 1848). Cuprovanadite *Adam* (33, 1869). Mottramite *Roscoe* (*Proc. Roy. Soc. London*, **25**, 111, 1876). Psittacinite *Genth* (*Proc. Am. Phil. Soc.*, **14**, 229, 1876). Vesbine *Scacchi* (*Acc. Napoli, Att.*, **8**, 1, 1879).

Ссылки

1. Дифенбах (Diefenbach, *Zs. Kr.*, **74**, 155, 1930) вычислил углы на деклуазите с ~3% CuO и ~17% ZnO из Отави. Сходные отношения получены с помощью гониометрических и рентгенометрических измерений деклуазита из Лейк-Валли, Нью-Мексико, с ~1% CuO и ~17,4% ZnO (см. Bannister, *Min. Mag.*, **23**, 376, 1933, и Diefenbach, 1930). Изменение углов с отношением Cu : Zn в этой серии не установлено. Переход от Дифенбаха (Diefenbach, 1930) и др. к новой: 001/010/100.

2. Diefenbach (1930) и Goldschmidt (**3**, 32, 1916). {012} по Мейкснеру (Meixner, *Jb. Min.*, I, 79, 1937).

3. Баннистер (Bannister, 1933) применил метод вращения на материале из Лейк-Валли. См. также Хегеле (Hägele, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **75**, 101, 1939).

4. Larsen (67, 64, 1921). См. также Bannister (1933).

5. Дамур (Damour, *Ann. chim. phys.*, **41**, 72, 1854) анализировал нечистый материал с MnO 5,32.

6. Весьма сомнительный анализ с As_2O_5 10, 52 был приведен Бергманом (Bergmann, *Jb. Min.*, 399, 1857).

7. См. дискуссию у Баннистера (Bannister, 1933).
8. Сводку дополнительных анализов см. Diefenbach (1930), Hintze (**1 [4A]**, 666, 1931), Dittler и Hueber, *Min, Mitt.*, **41**, 173, 1931).
9. Анал. Гея (Hey) у Баннистера (Bannister, 1933)
10. Headden, *Proc. Colorado Sc. Soc.*, **7**, 141 (1903).
11. Анал. Фрезениуса (Fresenius) у Гильда (Guild, *Zs. Kr.*, **49**, 322, 1911).
12. Wells, *Am. J. Sc.*, **36**, 636 (1913).
13. О тождественности с деклуазитом-моттрамитом см. Bannister (1933), Strunz, *Naturwiss.*, **27**, 423 (1930) и *Zs. Kr.*, **101**, 496 (1939).
14. Замбонини и Каробби (Zambonini и Carobbi, *Am. Min.*, **12**, 1, 1927) показывают, что весбин тождественен с моттрамитом.
15. Описание см. Diefenbach (1930) и Schwellnus, *Trans. Geol. Soc. South Africa*, **48**, 49, (1946).

ГЮГЕЛИТ, Hügelite. *Dürrfeld* (*Zs. Kr.*, **51**, 278, 1913). Моноклинный (?). Кристаллы призматические по [001], с {110}, {001} и (011); $(110)\wedge(1\bar{1}0) \sim 46°02'$, $(001)\wedge(110) \sim 62°47'$, с $a:b:c = 0{,}49:1:0{,}38$ и β 119°48′. Уд. в. ~5,1. Блеск жирный до алмазного. Цвет оранжево-желтый до желтовато-коричневого. Черта бледножелтая. Двуосный положительный (+) с очень сильной дисперсией; $2V$ небольшой (для красного), большой, когда Y = удлинению (для синего); nY 1,915 ± 0,005. Качественные испытания указывают на то, что минерал является ванадатом свинца и цинка; PbO 32,59%. Найден в Рейхенбахе близ Лара, Баден, Германия. Требует проверки.
Синоним. Huegelite.

41.5.2.3 **ПИРОБЕЛОНИТ** $MnPb(VO_4)(OH)$ PYROBELONITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a:b:c = 0{,}8040:1:0{,}6509$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}8096:0{,}6509:1$

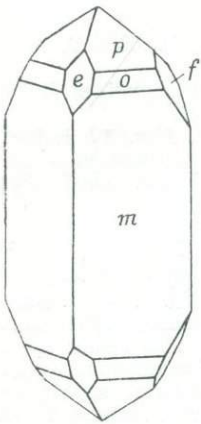
$q_1:r_1:p_1 = 0{,}8040:1{,}2352:1$; $r_2:p_2:q_2 = 1{,}5363:1{,}2438:1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
a	100	90°00′	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
n	120	31 52½	90 00	90 00	58 07½	0 00	31 52½
m	110	51 12	90 00	90 00	38 48	0 00	51 12
d	011	0 00	33 03½	33 03½	90 00	90 00	56 56½
f	031	0 00	62 53	62 53	90 00	90 00	27 07
e	201	90 00	58 18	0 00	31 42	31 42	90 00
p	111	51 12	46 05½	33 03½	55 50½	51 00½	63 10
o	221	51 12	64 18	52 28	45 23½	31 42	55 37½

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа *Pnam*. a_0 7,84 *kX*, b_0 9,45, c_0 6,09; $a_0:b_0:c_0 = 0{,}802:1:0{,}644$. Ячейка содержит $Mn_4Pb_4(VO_4)_4(OH)_4$. Изоструктурен с деклуазитом-моттрамитом.
Облик. Игольчатый по [001].

Физ. Спайность не наблюдалась. Излом полураковистый. Хрупкий. Тв. 3½. Уд. в. 5,377; 5,39 (вычисл.). Цвет огненно-красный, похожий на прустит. Блеск алмазный. Черта оранжево-желтая или красноватая. Прозрачный.



Опт. Плеохроирует в красно-коричневых тонах с абсорбцией $Y > X$, Z.

Ориентировка		n^2	
X	a	2,32	Двуосн. отрицат. (—)
Y	c	2,36	$2V$ 29°
Z	b	2,37	$r > v$, хорошо заметная

Хим. Основной ванадат марганца и свинца, $MnPb(VO_4)(OH)$. В известном анализе, цитируемом ниже, Mn : Pb ~ 5 : 3. Mn может частично замещать Pb, тогда формула будет $Mn(Pb, Mn)(VO_4)(OH)$, но отношение 1 : 1 первоначально указанной формулы, вероятно, основывается на аналитической ошибке.

	CaO	MgO	MnO	PbO	FeO	V_2O_5	P_2O_5	SiO_2	H_2O	Сумма
1.			18,00	56,64		23,08			2,28	100,00
2.	0,79	0,60	25,01	48,82	0,47	20,03	0,05	0,21	[3,02]	[100,00]

1. $MnPb(VO_4)(OH)$. 2. Лонгбан.[3] Анализ, приведенный здесь, в том виде, как он первоначально цитировался, дает сумму только 99,00.

Местонахождение. Найден в Лонгбане, Швеция, совместно с гаусманнитом, манганитом, пирохроитом, баритом, кальцитом.

Назв. От πῦρ — *огонь* и βελόνη — *игла*, имея в виду цвет и облик. *Flink* (*Geol. För. Förh.*, **41**, 433, 1919).

Ссылки

1. Richmond, *Am. Min.*, **25**, 460 (1940), методом Вайссенберга. См. также Strunz (*Zs. Kr.*, **101**, 496, 1939), который дает сходные данные.
2. Larsen и Berman (211, 1934).
3. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Флинка (Flink, 1919).

ФОЛЬБОРТИТ И КАЛЬЦИОФОЛЬБОРТИТ

Тождественность и взаимные отношения основных ванадатов меди и кальция, описанных под различными названиями, как, например, *фольбортит*, *кальциофольбортит*, *тангеит* и *узбекит*, точно не установлены.

Рентгеновское исследование[1] показывает, что так называемый *фольбортит* Гента[2] из Воскресенска, Молотов, СССР, идентичен с узбекитом из Ферганы, оптически описанным Бартом и Берманом (Barth и Bermann)[3], и с минералом из карнотитовых месторождений района Колорадо, Юта, обычно определяемым как кальциофольбортит. Кальциофольбортит (*kalkvolborthit*) Креднера (Kredner)[4] из Фридрихсрода,

Германия, и материал из района Молотова, СССР, обозначаемый на этикетке *фольбортитом*, отличаются от вышеуказанного и предположительно описан здесь как кальциофольбортит. Туранит отличается от обоих этих типов и связан скорее с конихальцитом и моттрамитом. Тангеит, повидимому, тождественен с кальциофольбортитом.[5] Было также высказано мнение, что кальциофольбортит является только кальцистой разновидностью фольбортита и что фольбортит изоструктурен с деклуазитом и моттрамитом.[5]

Ссылки

1. Frondel (личн. сообщ., 1948).
2. Genth, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **17**, 122 (1877).
3. Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 30 (1930).
4. Credner, *Ann. Phys.*, **74**, 546 (1848).
5. Strunz, *Zs. Kr.*, **101**, 496 (1939).

41.5.2.4 **Кальциофольбортит** $CuCa(VO_4)(OH)$ Calciovolborthite

Ромбический? В виде чешуйчатых агрегатов; также от волокнистого до плотного. Совершенная спайность в одном направлении. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. не определен. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности. Цвет зеленовато-желтый от светлозеленовато-желтого до темнозеленого и оливково-зеленого. Полупрозрачный.

Опт. В проходящем свете бледнозеленый.

	n (тангеит, Тюя-Муюн)[1]	Плеохроизм	
X	2,00	Коричневый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	2,01	Коричневый	$2V$ большой
Z	2,02	Зеленый	$r > v$, сильная

Хим. Основной ванадат меди и кальция, вероятно, $CuCa(VO_4)(OH)$. Cu частично замещает Ca в некоторых образцах, относящихся к этому виду (анал. 2).

Анал.

	1	2	3	4	5
CuO	33,77	44,15	26,92	32,70	33,29
CaO	23,80	12,28	19,89	22,40	22,69
V_2O_5	38,60	36,58	38,53	37,65	38,45
H_2O	3,83	4,62	4,71	4,47	3,90
SiO_2			2,45	0,98	0,20
Прочие		1,00	7,39	1,63	0,60
Сумма	100,00	98,63	99,89	99,83	99,13

1. $CuCa(VO_4)(OH)$. 2. Фридрихрода, Тюрингия.[2] Прочие: MgO 0,50, MnO 0,40, нераств. ост. 0,10. 3. Тюя-Муюн (*тангеит, tangeite*; плотный).[3] Прочие: U_3O_8 3,67, $(Fe, Al)_2O_3$ 2,08, SO_3 0,40, MoO_3 следы, BaO 1,24. 4. Тюя-Муюн (*тангеит*, волокнистый).[3] Прочие: Al_2O_3 0,61, Fe_2O_3 1,02. 5. Тюя-Муюн (*тангеит*).[3] Прочие: Fe_2O_3 0,10, Al_2O_3 0,50, U_3O_8 следы.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится в песчанике и в окисленной зоне месторождений, содержащих ванадиевые минералы. Первоначально из Фридрихрода, Тюрингия, Германия, с креднеритом и окислами марганца; также в Тюя-Муюне, Ферганская область, Узбекская ССР (*тангеит*), и в Молотовской области, Урал. О минералах, похожих на кальциофольбортит и на фольбортит, но точно не определенных, сообщалось из ряда местностей: Потехино, близ Минусинска, Сибирь, с аллофаном; из Тенду и Луизвичи, Бельгийское Конго, и из Тсумеба, Юго-Западная Африка. В США в небольших количествах с карнотитом и тюямунитом в песчанике юго-западного Колорадо и прилегающих областях Юты, как-то: Натурита, Парадокс-Валли и Юраван в округе Монтроз, близ Теллурида в округе Сан-Мигэль и Гаро в округе Парк в Колорадо; также близ Томбстона в округе Кочис, Аризона, и в Калифорнии в медном руднике Маммот на Гриндстон-Крике в округе Гленн; в Кэмп-Сигнал в округе Сан-Бернардино.

Назв. *Тангеит* по местонахождению в ущелье Танг в Тюя-Муюне.

Синонимы. Kalk-volborthit *Rammelsberg*. Calcio-volborthite *D'Achiardi* (*I Metalli*, **2**, 492, 1883). Calcvolborthite *Adam* (33, 1869). Тангеит *Ненадкевича* и *Волкова* (*ДАН СССР*, 43, 1926). Tanguéite. Туркестан-фольбортит (?) *Антипова* (*Горный журнал, СПб*, **4**, 255, 1908).

Ссылки

1. Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 30 (1930). Ларсен (Larsen, 154, 1921) приводит оптические данные для материала из округа Гленн, Калифорния, и из Перми, Урал, о котором точно неизвестно, является ли он фольбортитом или кальциофольбортитом.

2. Credner, *Ann. Phys.*, **74**, 546 (1848).

3. Ненадкевич и Волков, *ДАН СССР*, 43 (1926).

МИНЕРАЛ БЕЗ НАЗВАНИЯ. *Hillebrand* (*Am. J. Sc.*, **8**, 201, 1924).

Цвет оливково-зеленый или темнозеленый. Ванадат меди и бария и, возможно, содержит также кальций, но урана нет. Почти или вполне одноосный, оптически отрицательный (—), со слабым двупреломлением и высоким (?) преломлением 2,03—2,04. Встречается в смеси с карнотитом и тюямунитом в Парадокс-Валли, округ Монтроз, Колорадо.

МИНЕРАЛ БЕЗ НАЗВАНИЯ. *Hillebrand* и *Merwin* (*Am. J. Sc.*, **35**, 441, 1913).

Розетки и включения мелких сетчатых чешуек. Цвет зеленовато-желтый. Двупреломляющий, со значительным показателем преломления 1,92. Водный арсенат-ванадат меди и кальция, вероятно, относится к кальциофольбортиту. Анализ показал (после исключения 13,5% нераств. ост.): CaO 15,3, BaO 2,3, MgO 0,5, $(Na, K)_2O$ 0,2, CuO 37,1, Fe_2O_3 0,5, окислов Mn, Co и Al 3,2, As_2O_5 17,2, V_2O_5 16,0, P_2O_5 0,8, H_2O+ 4,3, H_2O- 1,0, CO_2 0,9, SiO_2 0,7, сумма 100,0. Был найден совместно с фольбортитом в виде налетов на песчанике в Ричардсоне, округ Гранд, Юта.

41.5.2.5 **Туранит** Turanite

Ненадкевич (*Изв. Имп. Ак. Наук, СПб*, **3**, 185, 1909).

Вероятно, ромбический. В виде почкообразных корок и сферических конкреций с радиально-волокнистой структурой. Цвет оливково-зеленый. Тв. 5. Оптически[1] двуосный отрицательный (—), с $2V$

средним, $r > v$, сильная и положительное удлинение. Показатели преломления и плеохроизм: nX 2,00 (коричневый), nY 2,01 (коричневый), nZ 2,02 (зеленый). Установленный состав $Cu_5(VO_4)_2(OH)_4$. Встречается с разными ванадиевыми и урановыми минералами в трещинах известняка в Тюя-Муюне в Фергане, Узбекская ССР. Повидимому, туранит отличается от фольбортита и кальциофольбортита и относится к моттрамиту.[2]

Ссылки

1. Larsen и Berman (207, 1934).
2. Frondel, личн. сообщ. (1948), изучение рентгенометрическим методом порошка, вероятно, подлинного материала.

41.5.3 **Фольбортит** Volborthite

Моноклинный? В виде чешуйчатых, губчатых или волокнистых корок и розеткообразных агрегатов, а также сетчатых. Иногда в виде пластинок треугольного или шестиугольного очертания.

Физ. Спайность, совершенная в одном направлении. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. точно не определен, 3,5—3,8. Блеск от стеклянного до перламутрового на поверхностях спайности. Цвет темный оливково-зеленый до зеленого и желто-зеленого. Полупрозрачный.

Опт. В проходящем свете от зеленого до зеленовато-желтого. Слегка плеохроичен. Двуосный.

Ориентировка	n (узбекит)[1]	n (Юта)[2]
X	2,01	2,01
Y	2,04	2,05
Z	2,07	2,10 (вычисл.)
$2V$	Большой	68° (Li) 83° (Na)
Знак	—	+(красный) —(фиолетовый)
Дисперсия	$r < v$	$r > v$ (наклонная)

Хим. В основном водный ванадат меди. Формула не установлена, вероятно, $Cu_3(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$. Небольшие количества Ca и Ba, повидимому, замещают Cu.

Анал.

	CuO	CaO	BaO	V_2O_5	H_2O+	H_2O-	SiO_2	Прочие	Сумма
1.	50,29			38,32	11,39				100,00
2.	44,69	0,31		37,71	12,82	0,53	1,17	2,30	99,53
3.	48,4	3,9	2,7	30,6	6,4	1,8	0,6	5,6	[100,00]
4.	34,04	4,29	4,29	13,62	[33,15]		1,38	9,23	[100,00]

1. $Cu_3(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$. 2. Узбекская ССР, Фергана (*узбекит*).[3] Прочие: NiO 0,90, $(AlFe)_2O_3$ 1,40. 3. Ричардсон, Юта.[2] Прочие: P_2O_5 0,3, $(K, Na)_2$ 0,07, MgO 0,03, CO_2 2,4, As_2O_5 1,1, Fe_2O_3 0,8. Пересчитано после исключения 30,6% нераств. ост. 4. Воскресенск, Молотов, СССР.[4] Прочие: MgO 3,01, Al_2O_3 4,45, Fe_2O_3 1,77. Неверный анализ на материале с примесью.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, первоначально найден в Сысери и Нижнем Тагиле на Урале, а также в Воскресенске в пермском песчанике близ Молотова, СССР. В Узбекской ССР, в Фергане, СССР (*узбекит*). С карнотитом в песчанике у Ричардсона в каньонах Гранд-Ривер, округ Гранд, Юта. Аналогичный минерал, вероятно, кальциофольбортит, отмечен в ряде других местностей.

Искусств.[5] Были получены как безводные, так и водные ванадаты меди, но их отношение к фольбортиту не установлено.

Назв. По имени Александра Фольборта (1800—1876), русского палеонтолога, первого, отметившего этот минерал.

Синонимы. Фольбортит (?) *Гесс* (*Изв. СПб Ак. Наук*, **4**, 21, 1838; *J. pr. Chem.*, **14**, 52, 1838). Knaufiite *Planer* (*Arch. Wiss. Kunde*, **8**, 135, 1849). Vanadate of Copper. Vanadinsaueres Kupfer. Volborthite *Genth* (*Proc. Am. Phil. Soc.*, **17**, 122, 1877). Узбекит *Ферсмана* (*Природа, Ленинград*, № 7—9, колонка 238, 1925). Узбекит *Курбатова* (Usbekit *Kurbatov*, *Cbl., Min.*, 345, 1926A). α-Узбекит, β-Узбекит *Курбатова* и *Каргина* (*ДАН СССР*, № 75—80, 1927). Сибирский фольбортит.

Ссылки

1. Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 30 (1930).
2. Hillebrand и Merwin, *Am. J. Sc.*, **35**, 441 (1913), на материале, названном *кальциофольбортитом* (?).
3. Курбатов и Каргин, *ДАН СССР*, № 75—80 (1927), проведших анализы на нечистом материале. См. также Ферсмана *Abh. pr. Geol. Bergwirtsch.*, **19**, 36 (1930).
4. *Genth*, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **17**, 122 (1877).
5. Mellor (**9**, 767, 1929).

41.5.4 СЕРИЯ ГЕРДЕРИТА

МОНОКЛИННАЯ; ПРИЗМАТИЧЕСКИЙ — 2/m

	$a:b:c$	β
Гердерит, $CaBe(PO_4)F$		
Гидроксил-гердерит, $CaBe(PO_4)(OH)$	0,6307 : 1 : 1,2822	90°06′

Вероятно, между гердеритом и гидроксил-гердеритом полная серия распространяется при взаимном замещении (OH) и F. Эти виды имеют такую же кристаллическую структуру,[1] как и боросиликат датолит, $CaB(SiO_4)(OH)$. Вероятно, структура этих видов и датолит построены на основе трехмерной вязи из тетраэдров (BeO_4) и (PO_4) или (BO_4) и (SiO_4) соответственно.

Ссылка

1. Strunz, *Zs. Kr.*, **93**, 146 (1936).

41.5.4.1 **ГЕРДЕРИТ** $CaBe(PO_4)(F, OH)$ HERDERITE
41.5.4.2 **ГИДРОКСИЛ-ГЕРДЕРИТ** $CaBe(PO_4)(OH, F)$
HYDROXYL-HERDERITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}6307 : 1 : 1{,}2822$; β 90°06′; $p_0 : q_0 : r_0 = 2{,}0330 : 1{,}2822 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}5598 : 1{,}5855 : 1$; μ 89°54′; p_0' 2,0331, q_0' 1,2822, x_0' 0,0017

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°06′	89°54′	90°00′	.....	89°54′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	89 54	.....
l	120	38 24½	90 00	0 00	38 24½	89 56½	51 35½
m	110	57 45½	90 00	0 00	57 45½	89 55	32 14½
t	012	0 09½	32 40	89 54	57 20	32 40	89 55
v	011	0 04½	52 03	89 54	37 57	52 03	89 56½
s	021	0 02½	68 42	89 54	21 18	68 42	89 58½
e	102	90 00	45 31	44 29	90 00	45 25	44 29
p	113	57 49½	38 45	55 48½	70 32	38 40	58 00½
q	112	57 48½	50 16½	44 29	65 48½	50 11	49 24
n	111	57 47	67 25½	26 10½	60 30½	67 20½	38 37½
q:	$\bar{1}12$	—57 43	50 12	135 25½	65 46½	50 17	130 30½
n:	$\bar{1}11$	—57 44½	67 24	153 47½	60 28½	67 29	141 19½
r:	$\bar{1}23$	—38 20	47 27½	124 03½	54 41½	47 31½	117 11½

Менее обычные и редкие:

μ	130	α	$\bar{1}04$	d:	$\bar{1}01$	k	126	z:	$\bar{1}24$	x	$\bar{1}22$
u	013	S	$\bar{1}03$	r	116	w	144	z	$\bar{1}34$	i	$\bar{2}43$
d	103	e:	$\bar{1}02$	p:	$\bar{1}13$	γ	121	h	$\bar{2}14$	P	$\bar{1}31$

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 4,80 *kX*, b_0 7,68, c_0 9,80; β 90°06′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}625 : 1 : 1{,}276$. Ячейка содержит $Ca_4Be_4(PO_4)_4(OH, F)_4$.

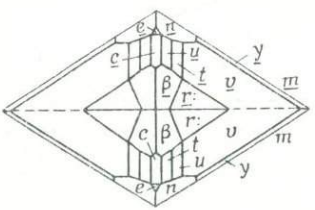
Облик. Толстый призматический по [100] или [001]; также толстотаблитчатый по {001}. Внешне обычно псевдоромбический, реже моноклинный, иногда псевдогексагональный в сечениях поперек [001]. Обычные формы: *c b m t v e q n n*:. Также в виде гроздевидных или сферолитовых агрегатов с радиально-волокнистой структурой.

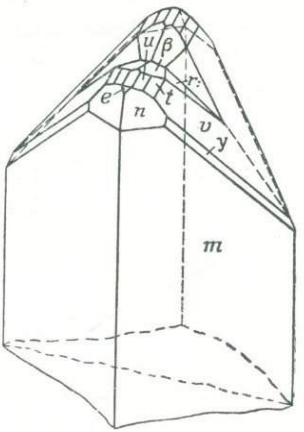
Двойники. 1) Двойниковая плоскость {001}. 2) Двойниковая плоскость {100}. Большинство кристаллов сдвойниковано, хотя некоторые двойников не показывают.[7]

Физ. Спайность по {110} прерывистая. Излом полураковистый. Тв. 5—5½. Уд. в. увеличивается с содержанием F; 2,95 (гидроксил-

гердерит) до 3,01 (гидроксил-гердерит с OH : F = 1,5 : 1); 2,94 (вычисл. для гидроксил-гердерита). Блеск стеклянный до полустеклянного. Бесцветный до бледножелтого или зеленовато-белый. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный.





Гердерит. Топшам, Мэн. Двойник по {100}.

Ориентировка	Гидроксил-гердерит *n* (Na), Пэрис,[4] анал. 2	Гердерит (?) *n*, Топшам,[5]	Гердерит (?) *n* (Na), Стонхем[6]	
$X \wedge c \sim +87°$		1,591	1,592	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \quad b$	1,632	1,611	1,612	$r > v$, наклонная
$Z \wedge c \sim -3°$		1,619	1,621	
$2V$[7]	72°	$75 \pm 5°$	67°	

Хим. Основной фосфат кальция и берилия, $CaBe(PO_4)(OH, F)$. (OH) и F взаимно замещают друг друга и, вероятно, полная серия протягивается между OH- и F-конечными членами. Названия *гидроксил-гердерит* и *гердерит* применяются к материалу с (OH) > F и F > (OH) соответственно.

Анал. [8]

	1	2	3	4	5	6	7
CaO	34,82	34,04	32,24	33,67	33,65	33,21	34,39
BeO	15,53	16,13	16,50	15,51	15,04	15,76	15,34
P_2O_5	44,06	44,05	39,74	43,74	43,43	44,31	43,53
H_2O	5,59	5,85	7,97	3,70	0,61		
F		следы	0,87	5,27	8,93	11,32	11,65
Прочие		0,44	3,44		0,46		
	100,00	100,51	100,76	101,89	102,12	104,60	104,91
F = O			0,37	2,22	3,76	4,77	4,91
Сумма	100,00	100,51	100,39	99,67	98,36	99,83	100,00
Уд. в.		2,952	2,851	3,01			

1. $CaBe(PO_4)(OH)$. 2. Гидроксил-гердерит. Пэрис, Мэн.[9] Прочие: нераств. ост. 3. Гидроксил-гердерит. Ньюри, Мэн.[10] Прочие: MnO 0,16, MgO 0,76, Al_2O_3 0,50, нераств. ост. 2,02. Волокнистый материал. 4. Гидроксил-гердерит. Стонхем, Мэн.[11] 5. Гердерит. Стонхем, Мэн.[2] Прочие: MnO 0,11, Fe_2O_3 0,15, Al_2O_3 0,20. Определение F, повидимому, оказывается заниженным и указанное количество H_2O может быть F. 6. Гердерит. Стонхем.[14] 7. $CaBe(PO_4)F$.

Испытание. П. п. тр. становится белым и непрозрачным и плавится с трудом. Сильно нагретый в закр. тр. выделяет кислотную воду. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Является типичным минералом, который образуется в пегматитах в течение последней гидротермальной стадии. Первые находки гердерита известны только в виде малых образцов, найденных до 1825 года в оловянных рудниках Эренфриденсдорфа, Саксония. Также найден в пегматитах в Эпрехтштейне и Рейнерсрейте в Фихтельгебирге, Бавария, Германия. В пегматитах Мурзинки, Урал, СССР. В США гердерит встречается в пегматитах в Стонхеме, округ Оксфорд, Мэн. Гидроксил-гердерит найден в Эброне, Пэрис, и Ньюри в округе Оксфорд, Мэн. Гердерит или гидроксил-гердерит (пока не анализированный материал) встречается в Аубёрне и Польше в округе Андроскоггин и в Букфилде и Гринвуде в округе Оксфорд в Мэне; также в Нью-Гэмпшире в рудниках Палермо и Флетчер близ Норд-Гротона, округ Графтон.

Изменение. Наблюдается как продукт изменения бериллонита (Ньюри, Мэн).[13]

Назв. По имени С. А. В. Гердера (S. A. W. von Herder, 1776—1838), горного служащего во Фрейберге, Саксония.

Синонимы. Herderite *Haidinger* (*Phil. Mag.*, **4**, 1, 1828). Allogonite *Breithaupt* (23, 1830; 78, 1832). Glucinite *Hidden* (*Am. J. Sc.*, **27**, 135, 1884). Fluorherderite.

Ссылки

1. Углы и ориентировка по Пенфильду (Penfield, *Am. J. Sc.*, **47**, 329, 1894) на гидроксил-гердерите (анал. 2) с ячейкой Ятзевича (Yatsevitch, *Am. Min.*, **20**, 426, 1935), которая соответствует структурной ячейке. Элементы, повидимому, изменяются соответственно колебаниям отношения OH : F, но незначительно. См. Ford, *Zs. Kr.*, **50**, 97 (1912). Дэна (Dana, *Am. J. Sc.*, **27**, 229, 1884; 760, 1892) описывает гердерит ромбическим; моноклинная симметрия была впервые установлена Пенфильдом. Переход от Пенфильда к новой: 100/010/003; от Гольдшмидта (Goldschmidt, **4**, 127, 1918) к новой: 100/010/002. Гердерит изоструктурен с датолитом.

2. Yatsevitch (1935) и Goldschmidt (1918). Недостоверные формы: *f* 209, *E* 803, β $\bar{1}15$, *g* 114, *O* 443, *y* 133, *G* $\bar{3}49$, *H* 135.

3. Strunz, *Zs. Kr.*, **93**, 146 (1936), методом вращения на материале из Топшама (гидроксил-гердерит ?).

4. Penfield (1894).

5. Yatsevitch (1935).

6. Bertrand у Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **9**, 141, 1886).

7. О дополнительных измерениях угла оптических осей см. Penfield (1884) и Des Cloizeaux, *Bull. soc. min.*, **7**, 130 (1884).

8. Дополнительные анализы см. Гинтце (Hintze, **1** [4A], 688, 1931).

9. Анал. Уэллса (Wells) у Пенфильда (Penfield, 1894).

10. Анал. Шеннона (Shannon) у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, *Am. Min.*, **13**, 394, 1928).
11 Penfield и Harper, *Am. J. Sc.*, **32**, 107 (1886).
12. Genth, *Am. Phil. Soc.*, **21**, 694 (1884).
13. Palache и Shannon (1928).
14. Mackintosh, *Am. J. Sc.*, **27**, 135 (1884).

СЕРИЯ АМБЛИГОНИТА

41.5.5.1 **АМБЛИГОНИТ** (Li, Na)Al(PO$_4$)(F, OH) AMBLYGONITE
41.5.5.2 **МОНТЕБРАЗИТ** (Li, Na)Al(PO$_4$)(OH, F) MONTEBRASITE
41.5.5.3 **НАТРОМОНТЕБРАЗИТ** (Na, Li)Al(PO$_4$)(OH, F) NATROMONTEBRASITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}7255 : 1 : 0{,}7028$; α 111°59$^1/_2{}'$, β 97°46$^1/_2{}'$, γ 68°16$^1/_2{}'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9669 : 0{,}7495 : 1$; λ 69°22′, μ 90°13′, ν 110°21′

p'_0 1,0427, q'_0 0,8083, x'_0 0,1366, y'_0 0,3800

Формы[2]

		φ	ρ	A	B	C
c	001	19°46$^1/_2{}'$	21°59′	90°13′	69°22′	.....
b	010	0 00	90 00	110 21	.....	69°22′
a	100	110 21	90 00	.....	110 21	90 13
w	110	65 30	90 00	44 51	65 30	74 51
W	$1\bar{1}0$	140 08	90 00	29 47$^1/_2$	140 08	100 54$^1/_2$
q	021	3 55	63 27	104 40	26 49	42 33
d	$0\bar{1}1$	162 19	24 12$^1/_2$	75 22	112 59$^1/_2$	43 37$^1/_2$
u	$0\bar{2}1$	173 42	51 12$^1/_2$	69 32$^1/_2$	140 46$^1/_2$	71 24$^1/_2$
r	111	53 27$^1/_2$	54 12$^1/_2$	63 42	61 07	37 20$^1/_2$
t	$\bar{1}\bar{1}1$	— 94 28$^1/_2$	40 09	125 49$^1/_2$	92 53	52 26$^1/_2$
v	$\bar{3}\bar{3}2$	—102 14$^1/_2$	53 41$^1/_2$	132 46$^1/_2$	99 50$^1/_2$	67 05$^1/_2$
x	$\bar{2}\bar{3}1$	—125 58	66 00$^1/_2$	120 26$^1/_2$	122 27	84 35

Менее обычные и редкие:

Z 120 o 011 f $\bar{2}\bar{2}3$ s $\bar{1}21$ g $\bar{1}22$ k $\bar{3}\bar{5}2$ i $\bar{5}\bar{7}2$

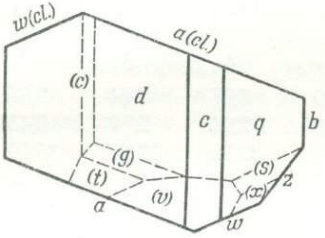
Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 5,18 *kX*, b_0 7,11, c_0 5,03; α 112°02$^1/_2{}'$; β 97°49$^1/_2{}'$, γ 68°07$^1/_2{}'$, $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}729 : 1 : 0{,}709$. Ячейка содержит $Li_2Al_2(PO_4)_2(OH, F)_2$.

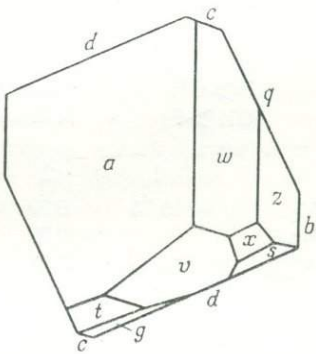
Облик. Мелкие кристаллы изометричные до короткопризматических по [010]. Кристаллы грубые, особенно крупные. Также в виде больших масс со спайностью; столбчатый, плотный.

Двойники. 1) по $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, обычные, с плоскостью срастания $\{\bar{1}\bar{1}1\}$. Двойники таблитчатые параллельно $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ и сдвойникованные инди-

виды почти равного размера; также таблитчатые по {110} и сдвойникованные индивиды весьма неравных размеров; 2) по {111}, редки, пластинчатые.

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {110} хорошая, по {0$\bar{1}$1} ясная, по {001} несовершенная.[4] Излом неровный до полураковистого. Хрупкий. Тв. 5$^1/_2$—6. Уд. в. ~3,11 (амблигонитовый





Амблигонит. Ньюри, Мэн.

конечный член) до 2,98 (монтебразитовый конечный член); 3,04—3,1 (натромонтебразит). Блеск стеклянный до жирного, перламутровый на поверхностях хорошей спайности. Цвет обычно белый до молочного или кремово-белого; также желтоватый, бежевый, сомо, зеленоватый, синеватый, серый; реже бесцветный и водянопрозрачный. Просвечивает до прозрачного.

Опт. В проходящем свете бесцветный. Двуосный.

Ориентировка[5]	φ	ρ	Амблигонит n (Na) (Курсдорф)[6]	Амблигонит n (Na) (Утё)[6]	Монтебразит n (Na) (Карибиб)[7]	Монтебразит n (Кимито)[8]	Натромонтебразит n (Колорадо)[9]
X	19°	69°	1,5783	1,5910	1,594	1,611	1,594
Y	—78	72		1,6046	1,608	1,619	1,603
Z	156	28	1,5983	1,6125	1,616	1,633	1,615
$2V$					75 ± 2°	73°22′	Очень большой
Уд. в.			3,101	3,065	3,085	3,002	3,04
№ анализа			.....	5	6	10	11

Колебания в оптических свойствах[10] в зависимости от состава в серии амблигонита еще не совсем определены. Показатели преломления и угол оптических осей уменьшаются с увеличением содержания F и Na. Монтебразитовый конечный член оптически положителен (+) с $r < v$; $2V$ переходит через 90° при 60% OH; амблигонит оптически отрицателен (—) с $r > v$. Дисперсия угла оптических осей слабая и незаметная; дисперсия индикатрисс как наклонная, так и пересекающаяся колеблется по интенсивности соответственно составу. Полисинтетическое двойникование наблюдается часто.

Хим. Основной фосфат алюминия, натрия и лития, $(Li; Na)Al \cdot (PO_4)(F,OH)$. Большинство анализов показывает некоторый избыток воды,[11] и формула должна быть написана $(Li, Na)_4Al_4(PO_4)_4 \cdot (F, OH)_4 \cdot H_2O$. Na и Li взаимно замещаются; Li обычно преобладает над Na, и только в одном случае был обнаружен материал с $Na > Li$ (анал. 11, с $Na : Li = 1{,}69 : 1$). F и OH взаимно замещаются до образования, повидимому, полной серии. Для этой серии употребляется следующая номенклатура:

	$Li > Na$	$Na > Li$
$F > OH$	Амблигонит	(Неизвестен)
$OH > F$	Монтебразит	Натромонтебразит

Анал. [12]

	1	2	3	4	5	6
Li_2O	10,10	9,60	6,70	8,97	7,84	9,65
Na_2O		0,59	5,30	2,04	2,71	0,43
Al_2O_3	34,46	37,60	35,50	33,55	33,64	35,19
P_2O_5	48,00	46,85	45,91	48,24	43,40	47,54
F	12,85	10,40	9,00	11,26	11,10	5,40
H_2O		0,14	0,70	1,75	2,18	3,30
Прочие			0,50	0,13	3,50	0,43
	105,41	105,18	103,61	105,94	104,37	101,94
$F = O$	5,41	4,38	3,79	4,74	4,66	2,27
Сумма	100,00	100,80	99,82	101,20	99,71	99,67
Уд. в.					3,065	3,085

1. $LiAl(PO_4)F$. 2. Амблигонит. Монтебра, Франция.[13] 3. Амблигонит. Монтебра, Франция.[24] Прочие: CaO. H_2O — потеря при прокаливании. 4. Амблигонит. Пениг, Саксония.[14] Прочие: Mn_2O_3. 5. Амблигонит. Утё, Швеция.[15] Прочие: SiO_2. 6. Монтебразит. Карибиб, Юго-Западная Африка.[16] Прочие: K_2O 0,10, MgO 0,33. H_2O включает 0,04% H_2O—.

	7	8	9	10	11	12	13
Li_2O	9,24	8,80	9,14	8,85	3,21	10,24	
Na_2O	0,66	1,41	2,17	0,83	11,23		19,14
Al_2O_3	33,90	35,80	34,39	33,87	33,59	34,94	31,47
P_2O_5	47,44	46,70	47,79		44,35	48,65	43,83
F	5,45	2,27	1,80	0,57	5,63		
H_2O	5,05	4,54	5,29	5,99	4,78	6,17	5,56
Прочие		0,48	0,14	1,59	0,14		
	101,74	100,00	100,72		102,93	100,00	100,00
$F = O$	2,29		0,76		2,37		
Сумма	99,45	100,00	99,96		100,56	100,00	100,00
Уд. в.	3,032	2,89	3,002	3,002	3,04		

7, Монтебразит. Эброн, Мэн.[14] 8. Монтебразит. Моджи-дас-Кружес, Бразилия.[18] Прочие: SiO_2. 9. Монтебразит. Варутреск, Швеция.[17] Прочие: Fe_2O_3 0,04, нераств. ост. 0,10, H_2O вклю-

чает H_2O— 0,09. 10. Монтебразит. Кимито, Финляндия. [19] Прочие: SiO_2 0,40, Fe_2O_3 0,13, MnO 0,02, MgO 0,33, CaO 0,53, K_2O 0,18. H_2O включает H_2O— 0,15. 11. Натромонтебразит. Округ Фремонт, Колорадо. [20] Прочие: K_2O. 12. $LiAl(PO_4)(OH)$. 13. $NaAl(PO_4)(OH)$.

Испытание. П. п. тр. плавится легко со вспучиванием и при остывании превращается в непрозрачный белый шарик. В закр. тр. выделяет некоторую часть воды, а при высокой температуре HF. Трудно растворим в кислотах. Амблигонит и монтебразит окрашивают пламя красным цветом (Li), натромонтебразит — желтым (Na).

Местонахождение. Члены амблигонитовой серии встречаются главным образом в гранитных пегматитах, обогащенных литием и фосфором, часто в виде огромных кристаллов. Главные сопутствующие минералы: сподумен, литиофилит-трифилин, апатит, лепидолит, петалит, поллуцит и турмалин. Также найден с касситеритом, топазом и слюдой в высокотемпературных оловянных жилах и грейзенах. Амблигонит и монтебразит в упомянутых месторождениях не отличались. Часто в одном и том же месторождении наблюдаются значительные колебания в составе различных образцов.

Амблигонит встречается в Курсдорфе и Арнсдорфе близ Пенига и с касситеритом в Гейере, в Саксонии, Германия. В Конигсварте и Пунау вблизи Мариенбада, в Чехии; натромонтебразит (?) встречается в Жеклове вблизи Жихлава в Моравии, Чехословакия. Около Сан-Пьеро, Эльба. В Испании монтебразит встречается в оловянных залежах в Касерес в провинции Эстрамадура; также вблизи Сильеда в Понтеведра. Как монтебразит, так и амблигонит встречаются в Монтбразе, Крёз, Франция (первое месторождение). В Швеции амблигонит встречается на острове Утё около Стокгольма, а монтебразит найден в больших массах в пегматите в Варутреске. Монтебразит встречается с петалитом в лепидолитовых пегматитах в районе Карибиб, Юго-Западная Африка. В пегматитах в Моджи-дас-Кружес, Сан-Пауло, Бразилия (монтебразит). В Австралии в Равенстхорпе и Убине, Западная Австралия (монтебразит). В США амблигонит и монтебразит встречаются в виде гигантских кристаллов в пегматитах в районе Кустер и повсюду в Блек-Хиллсе, Южная Дакота; массы, весящие сотни тонн, разрабатывались в рудниках Пирлесс и Боб-Ингерсол около Кейстона и в руднике Джайнт-Волней вблизи Тинтона. Натромонтебразит встречен в пегматите в Эйт-Миле-Парк, округ Фремонт, Колорадо. [21] В Калифорнии найден в Пала, Меза-Гранде, и повсюду в округе Сан-Диего; также в руднике Фано, гора Коагуйла, округ Риверсайд, и в Туртле-Маунтине, округ Сан-Бернардино. С лепидолитом и микролитом в пегматите Хардинга, округ Таос, Нью-Мексико. В Митчел-Вош, округ Явапаи, Аризона. Небольшие количества встречены в пегматите в руднике Рагглес и руднике Палермо, округ Графтон, Нью-Гэмпшир. В виде прозрачных кристаллов, наиболее чистые известны в Нью-Пит в Ньюри, округ Оксфорд, Мэн; также в Мэне в Хеброне, Букфилде, Перу, Монт-Мика близ Пэриса, Аубурне, Поленде, Гринвуде и других местах, и обычно по составу соответствуют монтебразиту. В виде шпатов в Бранчвилле и Порт-

ленде, Коннектикут (монтебразит). В Канаде встречается в пегматитах на площади Йеллоунайф-Болио, северо-западная территория, и в районе Уазо-Ривер в юго-восточной Манитобе. Вблизи Нью-Росса, округ Люненберг, Новая Шотландия (монтебразит).

Изменения. В плотные смеси каолинита и слюды, часто в виде каемок, окружающих округлые желваки неизмененного материала (Варутреск, Гринвуд, Мэн).[22] Также переходит в бирюзу, вавеллит, вардит и моринит.[23]

Назв. *Амблигонит* по ἀμβλύς — *тупой* и γόνυ — *угол*. *Монтебразит* по названию местности. *Des Cloiseaux* (*Ann. chim. phys.*, **27**, 385, 1872).

Синонимы. Amblygonite *Breithaupt* (*Breithaupt's Hoffmann*, **4B**, 159, 1817). Montebrasite *Des Cloiseaux* (*C. R.*, **73**, 306, 1247, 1871). Hebronite *von Kobell* (*Ak. München, Sitzber.*, 284, 1872).

Нем.: Montebrazit.

Natramblygonite *Schaller* (*Am. J. Sc.*, **31**, 48, 1911) = Fremontite *Schaller* (*J. Washington Ac. Sc.*, **4**, 354, 1914; *U. S. Geol. Sur., Bull., 610*, 141, 1916) = = *нем.*: Natronamblygonit = Natromontebrasite *Gonnard* (*Bull. soc. min.*, **36**, 120, 1913).

Ссылки

1. Элементы по Пэлачу, Ричмонду и Вольфу (Palache, Richmond и Wolfe, *Am. Min.*, **28**, 39, 1943), на кристаллах из Эброна, по составу, вероятно, близких к анал. 7 (*монтебразит*, montebrasite). Переход от Де Клуазо (Des Cloiseaux, *C. R.*, **57**, 357, 1863) к Пэлачу и др.: 002/$\bar{1}\bar{1}$2/200; от Дэна (Dana, 545, 1873) к Пэлачу (Palache и др.): 001/0$\bar{1}$1/100.

2. Palache, Richmond и Wolfe (1943).

3. Ричмонд (Richmond) у Пэлача (Palache и др., 1943), методом Вайсенберга на материале из Эброна (близок к анал. 7). Тэнье (Tengnér, *Geol. För. Förh.*, **62**, 332, 1940) и Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 473, 1940) дают сходные данные. См. также Strunz, *Zbl. Min.*, 248 (1939).

4. Не все наблюдатели согласны в оценке наличия и относительного совершенства спайностей, см. Palache и др. (1943).

5. Nel, *Am. Min.*, **31**, 51 (1946), на материале анал. 6 (см. показатели); Пэлач и др. (Palache и др. 1943) дают слегка отличающиеся данные на неанализированном материале из Эброна (вероятно, близком к анал. 7), но без показателей преломления. Ориентировка, несомненно, меняется в связи с составом.

6. Backlund, *Geol. För. Förh.*, **40**, 757 (1918).

7. Нел (Nel, 1946), который также дает показатели для *F* (486 *mμ*) и *C* (656 *mμ*).

8. Pehrman, *Acta Ac. Aboensis, Math. Phys.*, **15**, No. 2 (1945).

9. Larsen (76, 1921).

10. См. сводку Винчелла (Winchell, *Am. Min.*, **11**, 246, 1926) и Баклунда (Backlund, 1918). Дополнительные оптические данные приводятся Квенселом (Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 455, 1937), Секанина (Sekanina, *Spisy přířo. fak. Masarykovy Univ.*, No. 180, 1933) и другими.

11. См. дискуссию у Пенфильда (Penfield, *Am. J. Sc.*, **18**, 295, 1879).

12. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4A], 626, 1924), Quensel (1937).

13. Pisani, *Ann. mines*, **29**, 82 (1873).

14. Penfield (1879).

15. Анал. Салбом (Sahlbom) у Баклунда (Backlund, 1918).

16. Анал. Либенберга (Liebenberg) у Нела (Nel, 1946).

17. Анал. Бликса (Blix) у Квенсела (Quensel, 1937).

18. Cunha и Costa, *Notas, Prelim. Div. Geol. Min. Brasil*, No. 22 (1941)
19. Pehrman (1945).
20. Schaller, *Am. J. Sc.*, **31**, 48 (1911).
21. См. Heinrich, *Am. Min.*, **33**, 561 (1948).
22. См. Quensel (1937) и Landes, *Am. Min.*, **10**, 403, 410 (1925).
23. См. Lacroix (**4**, 416, 1910).
24. Von Kobell, *Ak. München, Sitzber.*, 284 (1872).

ДУРАНГИТ И ТИЛАЗИТ

МОНОКЛИННЫЕ

	a_0	b_0	c_0	β	Пространственная группа
Дурангит, $NaAl(AsO_4)F$	7,30 *kX*	8,46	6,53	119°22′	$C2/c$
Тилазит, $CaMg(AsO_4)F$	7,56	8,95	6,66	121 00	Cc (?)

Дурангит и тилазит тесно связаны по своей кристаллической структуре, хотя они и не относятся к одной и той же пространственной группе или виду симметрии. Оба минерала также связаны по структуре [1] с силикатом, сфеном, $CaTi(SiO_4)O$, так как во всех минералах содержатся изолированные группы (AsO_4) или (SiO_4) соответственно.

Ссылка

1. Strunz, *Zs. Kr.*, **96**, 7 (1937), *Zbl. Min.*, 59 (1938), и Kokkoros, *Zs. Kr.*, **99**, 38 (1938). Дурангит здесь приводится как вероятный аналог тилазита и сфена.

41.5.6 **ТИЛАЗИТ** $CaMg(AsO_4)F$ TILASITE

Крист. [1] Моноклинная, диэдрический безосный — *m*.

$a : b : c = 0{,}8391 : 1 : 0{,}7503$; β 121°00′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8942 : 0{,}6431 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}5550 : 1{,}3905 : 1$; μ 59°00′; p_0' 1,0433; q_0' 0,7503, x_0' 0,6009

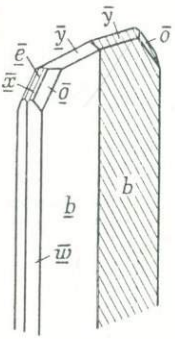
Формы [2]

Нижние	Верхние		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	*C*	*A*
	b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
$\bar{M}$	*M*	011	38 41½	43 52	59°00′	57 15	32 45	64 19½
$\bar{e}$		$\bar{1}01$	—90 00	23 52	113 52	90 00	54 52	113 52
$\bar{p}$	*p*	111	—65 28½	61 02½	31 18½	68 42	34 25	37 15
$\bar{x}$	*x*	$\bar{1}11$	—30 31½	41 03½	113 52	55 32½	61 40	109 29
$\bar{r}$	*r*	133	51 39½	50 25	46 30½	61 26½	30 57½	52 48½
$\bar{u}$		$\bar{2}13$	—20 43½	14 58	95 24½	76 01½	38 39	95 14½
$\bar{o}$		$\bar{1}31$	—63 02	26 24	113 52	78 22	55 41½	113 20½
$\bar{y}$	*y*	$\bar{2}11$	—63 12½	59 00	146 03½	67 16	87 17	139 55
$\bar{v}$		311	—73 28½	69 14½	158 25½	74 34½	80 54	153 41½

Менее обычные или редкие:

$\bar{c}$ 001 *h* 120 *g* 210 $\bar{A}$ $\bar{1}22$ *z* $\bar{2}51$ δ $\bar{5}61$

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа, вероятно, *Cc*. a_0 7,56*kX*, b_0 8,95, c_0 6,66; [β 121°00′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}839 : 1 : 0{,}750$. Ячейка содержит $Ca_4Mg_4(AsO_4)_4F_4$. Тилазит напоминает по структуре сфен.



Двойник по {001}. [100] вертикальна.

Облик. Удлиненный вдоль [100] и иногда уплощенный по {010}, кристаллы изредка образуют субпараллельные группы. Также массивный.

Двойники. По {001}, обычны, как симметричные двойники срастания.

Физ. Спайность по $\{10\bar{1}\}$ хорошая, также частично по $\{1\bar{3}3\}$, $\{10\bar{2}\}$ и $\{0\bar{1}1\}$. Хрупкий. Тв. 5. Уд. в. $3{,}77 \pm 0{,}02$; [4] 3,78 (вычисл.). Блеск смоляной, на поверхностях спайности стеклянный. Цвет серый до фиолетово-серого (Лонгбан), оливково-зеленый до яблочно-зеленого (Индия). Просвечивает. Пьезоэлектричен. [5]

Опт. [6] В проходящем свете бесцветный или бледнозеленый.

Ориентировка	n (Индия)	
$X \wedge c \sim 30°$	1,640	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,660	$2V$ 82°44′ (измер.)
Z b	1,675	$r < v$, слабая

Хим. Фтор-арсенат кальция и магния, $CaMg(AsO_4)F$. Небольшие количества (OH) замещают F (см. аделит).

Анал.

	1	2	3	4	5
CaO	25,22	25,69	25,27	25,32	25,68
FeO		0,21		0,14	0,55
MgO	18,13	18,12	17,32	18,22	18,34
P_2O_5		0,10		следы	0,43
As_2O_5	51,70	51,13	48,33	50,91	50,35
F	8,55	7,45	7,95	8,24	7,18
H_2O		0,43	0,07	0,28	0,73
Прочие		0,13	4,21	0,47	0,11
	103,60	103,26	103,15	103,58	100,37
F = O	3,60	3,04	3,15	3,47	3,02
Сумма	100,00	100,22	100,00	100,11	100,35
Уд. в.	3,78	3,76	3,79	3,28	3,77

1. $CaMg(AsO_4)F$. 2. Лонгбан. [7] Прочие: нераств. ост. 0,08, MnO 0,05, Cl следы. 3. Лонгбан. [7] Прочие: MnO 0,15, CO_2 0,83, BaO 0,62, нераств. ост. 2,61. 4. Лонгбан. [8] Прочие: MnO 0,16, Na_2O 0,29, Cl 0,02. 5. Каджлидонгри, Индия. [9] Среднее из двух. Прочие: SrO 0,06, нераств. ост. 0,05.

Испытание. П. п. тр. плавится легко. Растворим в HCl и HNO_3.

Местонахождение. В Лонгбане, Вермланд, Швеция, в виде зерен или прожилков с берцелиитом и баритом в доломитовых известняках, которые содержат гаусманнит; частично в виде кристаллов различного облика вместе с аллактитом, пироауритом, пирохроитом, диксенитом, гематитом, кальцитом в друзовых пустотах. Также найден в Каджлидонгри, штат Джабуа, Центральная провинция, Индия; с кварцем, баритом, спессартином и браунитом.

Назв. По имени шведского горного инженера Даниэля Тиласа (Daniel Tilas, 1712—1772).

Синоним. Fluor-adelite, Tilasite *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **17**, 291, 1895).

Ссылки

1. Углы и ячейка по Смиту и Прайору (Smith и Prior, *Min. Mag.*, **16** 84, 1911) переориентированы с переменой *a* и *c* для сопоставления со структурной ячейкой. Переход от Смита и Прайора к новой: 001/0$\bar{1}$0/100. См. также Aminoff, *Geol. För. Förh.*, **45**, 144 (1923).
2. Aminoff (1923) и Smith и Prior (1911).
3. Strunz, *Zs. Kr.*, **96**, 7 (1937); *Cbl. Min.*, 59 (1938), методом вращения и методом порошка на кристаллах из Лонгбана; пространственная группа допускает диэдрический безосный вид симметрии. См. также Aminoff, *Kungl. Svenska Vetenskap. Ak. Handl.*, **11**, No. 4, 28 (1933).
4. Величину 3,75, отмеченную Штрунцем (Strunz, 1937) и другими см. в ***Анал.***
5. Обнаружено Смитом и Прайором (Smith и Prior, 1911) на индийских кристаллах, но не соответствует исследованиям Штрунца (Strunz, 1937) на материале из Лонгбана.
6. Смит (Smith) у Смита и Прайора (Smith и Prior, 1911).
7. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Аминова (Aminoff, 1923), который приводит два дополнительных частичных анализа, один с H_2O 0,95.
8. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, 1895).
9. Анал. Прайора (Prior) у Смита и Прайора (Smith и Prior, 1911).

41.5.7 **ДУРАНГИТ** $NaAlF(AsO_4)$ DURANGITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

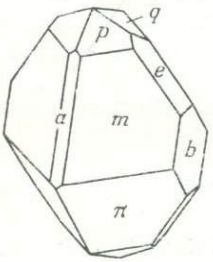
$a : b : c = 0{,}773 : 1 : 0{,}840$; β 115°46′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}087 : 0{,}757 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}322 : 1{,}436 : 1$; μ 64°14′; p_0' 1,207, q_0' 0,840, x_0' 0,483

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	90 00	90 00	0°00′	90 00	64 14	.....
m	110	55 10	90 00	0 00	55 10	69 06	34 50
e	021	29 53	44 05½	64 14	52 53½	37 06½	69 43
p	111	63 34	62 04½	30 37	66 50	40 02	37 42
q	$\bar{1}12$	—16 03	23 36½	96 53½	67 22	39 00½	96 21½
π	$\bar{1}11$	—40 46	48 01½	125 55	55 44	66 55	119 02½

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $C2/c$. a_0 6,53 *kX*, b_0 8,46, c_0 7,00; β 115°00′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}772 : 1 : 0{,}827$ (природный); a_0 6,69 *kX*, b_0 8,66, c_0 7,27; β 115°46′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}773 : 1 : 0{,}840$ (искусств.). Ячейка содержит $Na_4Al_4F_4(AsO_4)_4$. Изоструктурен со сфеном.



Облик. Встречается в кристаллах, их облик напоминает дипирамидальный с хорошо развитыми {$\bar{1}11$} и {110}; грани обычно тусклые и грубые. Искусственные кристаллы[7] призматические вдоль [101], реже таблитчатые.

Двойники. Двойники прорастания по {001} на искусственных кристаллах обычны.

Физ. Спайность по {111} ясная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 5. Уд. в. 3,94—4,07, более высокий у темноокрашенного, железистого материала; 3,616 [вычисл. для $NaAlF(AsO_4)$]. Блеск стеклянный. Цвет оранжево-красный, от светлого до темного; зеленый (искусственный материал). Черта кремово-желтая. Просвечивающий.

Опт.[4] В проходящем свете оранжево-желтый.

Ориентировка	*n* (Дуранго)	Плеохроизм	
$X \wedge c$ — 25°	1,634 ± 0,003	Оранжево-желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,673 ± 0,003	Бледный оранжево-желтый	$2V$ 45° (измер.)
Z b	1,685 ± 0,003	Почти бесцветный	$r > v$, заметная, горизонтальная, ясная

Хим. Фторо-арсенат натрия и алюминия, $NaAlF(AsO_4)$. Небольшие количества Li замещают Na, а Fe'' замещает Al с отношением $Fe : Al = 1 : 2{,}91$ в анал. 4.

Анал.

	1	2	3	4
Li_2O		0,81	0,70	0,65
Na_2O	14,91	11,66	11,86	13,06
Al_2O_3	24,52	20,68	20,09	17,19
MnO		1,30	1,28	
Mn_2O_3				2,08
Fe_2O_3		4,78	5,06	9,23
As_2O_5	55,28	55,10	53,22	53,11
F	9,14	Не опр.	Не опр.	7,67
Сумма	103,85			102,99
O = F	3,85			3,23
Сумма	100,00	3,94		99,76
Уд. в.				4,07

1. $NaAlF(AsO_4)$. 2,3. Дуранго.[5] Светлоокрашенные кристаллы. 4. Дуранго.[6] Темноокрашенные кристаллы.

Испытание. П. п. тр. плавкость 2. В закр. тр. чернеет при умеренных температурах, приобретая при охлаждении прежнюю окраску; при высоких температурах плавится в желтое стекло и дает слабый белый летучий возгон, слегка травящий трубку. Растворим в H_2SO_4.

Местонахождение. Найден с касситеритом, гематитом и топазом в штате Дуранго, Мексика, в оловянном руднике Барранка, в 29 *км* к северу-востоку от Конето и почти в 145 *км* к северо-востоку от города Дуранго; также с амблигонитом и касситеритом в пегматите около озера Рамзай, Нью-Росс, округ Люненберг, Новая Шотландия.

Искусств.[7] Получен в кристаллах при реакции порошкообразного криолита с сиропоподобной орто-мышьяковой кислотой в закр. тр. при 200°.

Назв. По местонахождению. *Brush* (*Am. J. Sc.*, **48**, 179, 1869).

Ссылки

1. Ячейка и ориентировка по Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. chim. phys.*, **4**, 401, 1875); отношение осей в структурной ячейке по Махачки (Machatschki, *Zs. Kr.*, **103**, 221, 1941) на искусственном материале; переход от Махачки к Де Клуазо: 001/010/101.
2. Goldschmidt (**3**, 77, 1916); Dana (780, 1892).
3. Machatschki (1941) и Kokkoros (*Zs. Kr.*, **99**, 38, 1938).
4. Machatschki (1941) и Des Cloizeaux (1875); показатели преломления по Ларсену (Larsen, 70, 1921).
5. Brush (1869).
6. Анал. Гевеса (Hawes) у Бруша (Brush, *Am. J. Sc.*, **11**, 464, 1876).
7. Machatschki (1941).

41.5.8 ГРУППА ПЛЮМБОГУММИТА

ТРИГОНАЛЬНАЯ

	c_0/a_0	a_0	c_0
Плюмбогуммит, $PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$	.....		
Горсейксит, $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$	.....		
Гояцит, $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$	2,368	6,97 *kX*	16,51
Крандаллит, $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$	.....		
Дельтаит, $Ca(Al_2Ca)(PO_4)_2(OH)_5H_2O$	2,307	6,98	16,10
Флоренсит, $CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$	1,1588		
Дюссертит, $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5H_2O$	.....		

Члены этой группы изоструктурны с членами алунитовой группы (см.) и группой бедантита. Размеры элементарной ячейки флоренсита неизвестны; повидимому, приведенные здесь старые морфологические данные должны быть удвоены для сопоставления их с гояцитом и группой алунита.

41.5.8.1 ПЛЮМБОГУММИТ $PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$ PLUMBOGUMMITE

Крист.[1] Тригональная (?).

Облик. В виде скорлуповатых, почковидных, сталактитовых или шаровидных корок или масс, часто с концентрической структурой:

также плотные массы. Минерал может напоминать капли или натеки каучука. Под микроскопом радиально-волокнистый или сферолитовый. Реже в виде мелких кристаллов с гексагональным очертанием.

Физ. Излом у масс минерала неровный до полураковистого. Хрупкий. Тв. $4^1/_2$—5. Уд. в. 4,014;[2] 4,08 (вычисл.). Цвет серовато-белый, желтовато-серый или желтый до желтовато- или красновато-коричневого; также зеленоватый или синеватый. Блеск тусклый до смолистого, похож на блеск каучука. Черта от бесцветной до белой. Просвечивает.

Опт.

	n (Кантон, Джорджия)[3]	
O	1,653 ± 0,01	Одноосн. положит. (+)
E	1,675 ± 0,01	Частично явно изотропный

Хим. Водный основной фосфат свинца и алюминия, $PbAl_3(PO_4)_2 \cdot (OH)_5H_2O$. Анализы не точно соответствуют этой формуле, взятой по аналогии с другими членами группы плюмбогуммита; во всех анализах отмечается избыток воды, а в некоторых — колеблющееся количество CO_2.

Анал.[4]

	1	2	3	4	5
PbO	38,40	34,36	37,03	38,91	35,66
Al_2O_3	26,31	29,48	28,74	20,98	25,11
P_2O_5	24,44	17,58	18,64	19,14	22,30
CO_2		2,77	3,12	4,66	
H_2O	10,85	14,71	12,73	15,44	16,19
Прочие		0,82		1,12	1,45
Сумма	100,00	99,72	100,26	100,25	100,71

1. $PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$. 2. Рудник Кантон, Джорджия (*хитчкокит, hitchcockite*). [5] Прочие: нераств. ост. 3. Рафтен-Гилл, Камберленд. [5] 4. Уэльго, Бретань. [5] Прочие: SO_3 0,96, Cl 0,16. 5. Около Диамантины, Бразилия. [6] Прочие: CaO 0,62, CeO 0,16, SiO_2 0,67.

Испытание. П. п. тр. вспучивается, но плавится неполно. В закр. тр. растрескивается и выделяет большое количество воды. Растворим в горячих кислотах. Некоторые образцы при нагревании становятся черными и выделяют запах органики.

Местонахождение. Вторичный минерал, часто находится вместе с пироморфитом в свинцовых залежах. Во Франции в Уэльго, Бретань; в Нусьере около Божо с пироморфитом, церусситом, англезитом и вульфенитом, и в Моншонэ, департамент Роны. С пироморфитом и миметезитом в Рафтен-Гилле и Драй-Гилле около Калдбека, Камберленд. В виде округлых выделений (фавас, favas) с волокнистой структурой в алмазоносных песках в районе Диамантины, Минас-Жераис, Бразилия. В США с марказитом в руднике Кантон, Джорджия, и отмечен в Мин-ла-Мотте, Миссури.

Изменения. Найден в виде псевдоморфоз по пироморфиту и бариту (Камберленд).

Назв.[7] *Плюмбогуммит* по *plumbum — свинец*, и *gummi — каучук*. *Шадеит* по имени Генриха Шаде (Heinrich Schade) из Кильского университета. *Хитчкокит* по имени американского геолога Эдварда Хитчкока (Edward Hitchcock, 1793—1867).

Синонимы. Plomb rouge en stalactites — tantot en globules *de Lisle* (*Demeste Lettres Min.*, **2**, 399, 1779; *Crist.*, **3**, 399, 1783). Sel acide-phosphorique-martial *de Laumont* (*J. phys.*, **28**, 385, 1786). Plomb-gomme *de Laumont*. Aluminiate de Plomb avec eau de combinaison *Berzelius* (*Nouv. Min.*, 283, 1819). Bleigummi, Blei-aluminat и др., *Berzelius* (*J. Chemie u. Phys.*, **27**, 65, 1819). Native Aluminiate of Lead *Smithson, Ann. Phil.*, **14**, 31, 1819, приведен С. Теннаном (S. Tennant), как первым проанализировавшим этот минерал. Plomb hydro-alumineux *Haüy* (**3**, 410, 1822). Gummispath *Breithaupt* (56, 1832). Plombgomme *Beudant* (**2**, 1832). Plumbo-gummite *Shepard* (**2**, 113, 1835). Plumbo-resinite *Dana* (230, 1837). *Нем.*: Bleigummi, Gummibleispath, Bleihydro-aluminat. Hitchcockite *Shepard* (*Rep. Canton Mine, Ga.*, 1856, 401, 1857). Bischofit *Fischer* (*Jb. Min.*, 466, 1862). Schadeite *Lazarevic* (*Koll.-Zs.*, **4**, 306, 1909).

Ссылки

1. Пригодных для измерений кристаллов найдено не было, но оптические свойства, состав и данные порошковой рентгенограммы по Пабсту (Pabst, личн. сообщ., 1948) указывают, что плюмбогуммит относится к группе гояцита и поэтому ромбоэдрический. См. также Prior, *Min. Mag.*, **12**, 249 (1900).
2. Genth, *Am. J. Sc.*, **23**, 424 (1857), на материале из Кантона, Джорджия. Величины 4,88 и 6,421 по Дюфренуа (Dufrénoy, *Ann. mines*, **8**, 243, 1835) на материале из Ньюсьера и по Брейтгаупту (Breithaupt, **2**, 506, 1841) не соответствуют составу.
3. Larsen (121, 1921).
4. Старые анализы см. Dana (855, 1892) и Hintze (**1** [4B], 1158, 1933).
5. Hartley, *Min. Mag.*, **12**, 223 (1900).
6. Анал. Флоренса (Florence) у Гуссака (Hussak, *Min. Mitt.*, **25**, 341, 1906).
7. Об истории названий см. Hintze (1933). Уэрри (Wherry, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **51**, 83, 1916) обсуждает предложенную номенклатуру для группы гояцита.

ФЕРРАЦИТ, Ferrazite.

Найден в виде дископодобных галек (favas) зернистой структуры в алмазоносных песках района Диамантины, Минас-Жераис, Бразилия. Уд. в. 3,0—3,3. Цвет темный желтовато-белый, напоминающий старую слоновую кость. Водный фосфат Pb, Ba и Al. Анализ образца, в котором допускается присутствие каолинита, дал: BaO 8,87, CaO следы, PbO 45,63, Al_2O_3 3,48, SiO_2 2,44, P_2O_5 26,24, H_2O 14,20, сумма 100,86. Назван по имени Дж. Б. де Араужо Ферраца (J. B. de Araujo Ferraz), из Бразильской геологической службы. *Lee* и *de Moraes* (*Am. J. Sc.*, **48**, 353, 1919).

41.5.8.2 ГОРСЕЙКСИТ $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$ (?) GORCEIXITE

Тригональная.[1] В зернах и гальках, которые частично микрокристалличны. Излом фарфоровидный. Тв. 6. Уд. в. 3,036—3,185. Цвет коричневый, иногда пятнистый. Блеск стеклянный до тусклого.

Опт. [2] Бесцветный в тонких срезах. Одноосный положительный (+). Бо́льший показатель преломления 1,625; двупреломление низкое.

Хим. Водный основной фосфат бария и алюминия неопределенной формулы, возможно, $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$. Ca и Ce замещают до некоторой степени Ba.

Анал.

	BaO	CaO	CeO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	29,98			29,96	27,75	12,31		100,00	
2.	15,42	3,55	1,55	35,00	22,74	14,62	6,32	99,20	3,101
3.	15,30	2,24	2,35	35,20	21,47	14,73	8,92	100,21	3,098
4.	11,88		7,00	37,96	22,39	15,05	6,29	100,57	3,185
5.	26,02			34,59	24,10	15,29		100,00	

1. $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$. 2,3. Рио-Абаето, Минас-Жераис, Бразилия. [3] Прочие (2): Fe_2O_3 4,10, TiO_2 0,67, SiO_2 1,55. Прочие (3): Fe_2O_3 1,67, TiO_2 0,75, SiO_2 6,50. 4. Сомабула, Южная Родезия. [4] Прочие: MgO 1,28, Fe_2O_3 3,76, SiO_2 1,25. Ce отмечен в виде CeO_2. 5. $BaAl_4(PO_4)_2(OH)_8 \cdot H_2O$.

Местонахождение. В виде гальки в алмазоносных песках (favas) Бразилии и Африки. В Бразилии вблизи Курралиньо и Даттас в окрестностях Диамантины и в большом количестве в Рио-Абаето, Рио-Багажен и Дурадиньосе, Минас-Жераис; в Рио-Паранаиба и Вериссимо в южной части штата Гояс, Патросинио Де-Сапукаи и Рио-Каноас в Сан-Пауло. В Африке вблизи Домпима, река Бонза, Золотой берег; в районе Ойюи, Сьерра-Леоне, и в триасовых гравелитах в Сомабула, Южная Родезия. В Иссинеру, район Мазаруни, Британская Гвиана.

Назв. По имени Генриха Горсейкса (Henrique Gorceix, 1842—1919), первого директора Горной школы в Оуро-Прето, Бразилия. *Hussak* (*Min. Mitt.*, **25**, 336, 1906).

ГЕРАЭСИТ, Geraesite. *Farrington* (*Bull. Geol. Soc. Am.*, **23**, 728, 1912).
Описан как водный фосфат бария и алюминия, более кислый, чем горсейксит, из гальки алмазоносных песков Бразилии. [5]

Ссылки

1. Кристаллов, годных для измерений, найдено не было. Сингония по индицированию порошкограммы Пабстом (Pabst, личн. сообщ., 1948).
2. Оптическая характеристика по Гуссаку (Hussak, 1906); показатель преломления по Губерту (Gaubert, *Bull. soc. min.*, **30**, 108, 1907).
3. Hussak (1906).
4. MacGregor, *Bull. Imp. Inst., London*, **39**, 399 (1941). Об анализах фосфатов из алмазоносных гравелитов, которые могут быть частично горейкситом, см. Farrington, *Am. J. Sc.*, **41**, 357 (1916), и Beard, *Bull. Imp. Inst., London*, **39**, 160 (1941).
5. В последней дискуссии о фавас, приводя анализы, Фаррингтон (Farrington, 1916) не употребляет названия *гераизит*.

41.5.8.3 ГОЯЦИТ $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$ GOYAZITE

Крист. [1] Тригональная, скаленоэдрический $-\bar{3}\ 2/m$.

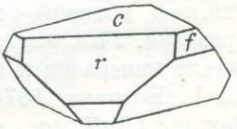
$a : c = 1 : 2{,}3901$; $\alpha\ 61°05'$; $p_0 : r_0 = 2{,}7599 : 1$; $\lambda\ 109°01'$

Формы

			φ	ρ = C	A_1	A_2
c	0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
r	$10\bar{1}2$	411	30°00′	54 04	45 28½	90 00
n	$20\bar{2}1$	$5\bar{1}1$	30 00	79 44	31 33	90 00
f	$01\bar{1}1$	$22\bar{1}$	—30 00	70 05	90 00	35 29½

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $R\bar{3}m$. a_{rh} 6,82, α 61°28′. a_0 6,97 *kX*, c_0 16,51, $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}3688$. Ромбоэдрическая ячейка содержит $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$.

Облик. Мелкие ромбоэдрические кристаллы, псевдокубические с формой $\{10\bar{1}2\}$ или таблитчатые по {0001}. Ромбоэдрические грани часто имеют горизонтальную штриховку. Также в виде галек или округлых зерен.



Физ. Спайность по {0001} совершенная. Тв. 4½—5. Уд. в. 3,26; 3,29 (вычисл.). Бесцветный, розовый или медово-желтый. Блеск жирный до смолистого, на гранях {0001} перламутровый. Прозрачный.

Опт. [3] В проходящем свете бесцветный или слабо окрашен.

	n (Na) (Бразилия)	*n* (Колорадо)	*n* (Украина)	
O	1,6294	1,620 ± 0,005	1,635	Одноосн. положит. (+)
E	1,6387	1,630 ± 0,005	1,641	

Иногда проявляет аномальный двуосный характер, базальные грани разделены на секторы с 2*V* до 30°. Также проявляется зональный рост. Толстые зерна могут плеохроировать *O* светлорозовым, *E* желтоватым или зеленоватым (Украина).

Хим. Водный основной фосфат стронция и алюминия, $SrAl_3(PO_4)_2 \cdot (OH)_5H_2O$. [4] Ba замещает Sr с отношением Ba : Sr = 1 : 6,8 в анал. 3 и в некоторых материалах присутствует F, замещающий (OH).

Анал.

	BaO	SrO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.		22,45	33,12	30,77	13,66		100,00	3,29
2.		17,33	50,66	14,87	16,67		99,53	3,26
3.	4,00	18,43	32,30	28,92	12,00	4,53	100,18	3,159—3,283
4.	0,15	19,8	35,6	24,8	15,7	3,2	99,25	3,219—3,266

1. $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$. 2. Минас-Жераис, Бразилия. [5] 3. Округ Оксфорд, Мэн [6] (*гамлинит, hamlinite*). Прочие: Na_2O 0,40, K_2O 0,34, Fe_2O_3 0,90, SiO_2 0,96, F 1,93. Сумма после исключения 0,81 O, пересчитанного на F, равна 99,37. 4. Ленгенбах, Бинненталь, Валлис, Швейцария (*боуманит, bowmanite*). [7] Прочие: K_2O 0,4, SiO_2 2,8. Цифры H_2O являются потерей при прокаливании.

Испытание. Плавкость 4. В закр. тр. выделяет большое количество воды. [8] Медленно растворяется в кислотах.

Местонахождение. В алмазоносных песках Серра-де-Конгоньяс, около Диамантины, Минас-Жераис, Бразилия. С пиритом в пустотах

доломита в Ленгенбахе, Бинненталь, Валлис, Швейцария (*боуманит*);[8] в сплющенных кристаллах, частично на ангидрите в Симплонском тоннеле, Швейцария. Вместе с баритом и кварцем, с пиритом и глинистыми включениями в карбоновых известняках в районе Белой Калитвы, Донбасс, и в брекчиях соляных куполов в Ромнах и Исачках, Украина. В США (*гамлинит*)[8] с бертрандитом, апатитом и гердеритом на полевом шпате и слюде; в пегматитах в Лордс-Хилле около Стоунхэма, округ Оксфорд; в пегматитах Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир. В руднике Игл-Рок, округ Болдер, Колорадо.

Назв. *Гояцит* по названию провинции Гояц (правильнее Гояс. — *Ред.*), в которой были найдены главные алмазные месторождения Бразилии. *Гамлинит* по имени А. Ц. Гамлина (A. C. Hamlin), собирателя минералов и самоцветов. *Боуманит* по имени Г. Л. Боумана (H. L. Bowman, 1874—1942), профессора минералогии в Оксфорде. *Damour* (*Bull. soc. min.*, **7**, 204, 1884).

Синонимы. Hamlinite *Hidden* и *Penfield* (*Am. J. Sc.*, **39**, 511, 1890). Bowmanite *Solly* (*Min. Mag.*, **14**, 72, 1905).

Ссылки

1. Отношение осей и формы по Ёжеку (Jezek, *Bull. Ac. Sc. Bohême*, **13**, 1908) с удвоенным *c* для совпадения со структурной ячейкой. Переход от Ёжека к новой: 1000/0100/0010/0002.
2. Gossner, *Zs. Kr.*, **96**, 488 (1937), методом вращения на материале из неизвестного месторождения.
3. Ježek (1908); Питкоская, *ДАН СССР, Ленинград*, **25**, 502 (1939); Weber, *J. Min., Beil.-Bd.*, **57A**, 563 (1928); Larsen (82, 1921).
4. Данная формула соответствует типичной для других минералов этой группы и связанных групп. Гояцит мог быть также описан как пирофосфат, но очевидное сходство со структурой алунита делает это невозможным. Из-за плохого совпадения анализов с теоретическим составом была предложена другая формула.
5. Дамур (Damour, 1884) первоначально SrO принял за CaO, но Грамонт (Gramont, *Bull. soc. min.*, **40**, 26, 1917) показал спектрометрическими исследованиями, что гояцит содержит много Sr и мало Ca.
6. Penfield, *Am. J. Sc.*, **4**, 313 (1897).
7. Обобщение отдельных частичных анализов по Боуману (Bowman, *Min. Mag.*, **14**, 389, 1907), как приведено Бадером (Bader, *Schweiz, min. Mitt.*, **14**, 319, 1934).
8. Об идентичности с гояцитом см. Bowman, *Min. Mag.*, **14**, 389 (1907), и Schaller, *Am. J. Sc.*, **32**, 359 (1911); **43**, 165 (1917).

41.5.8.4 **КРАНДАЛЛИТ** $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$ CRANDALLITE

Крист.[1] Тригональная.

Облик. Редко в виде мелких тригональных призм, заканчивающихся гранями {0001}, или в виде розеток из волокон, удлиненных в перпендикулярном направлении к [0001]. Обычно массивный, в виде почковидных агрегатов с концентрическими слоями, в свою очередь, образованными субпараллельными или спутанными волокнами, но иногда тонкозернистый и в виде плотных агато- или халцедоновидных форм,

Также в виде полосчатых сферолитов с радиально-волокнистой структурой.

Физ. Спайность по {0001} совершенная. Тв. 5. Уд. в. 2,78 (Боливия)[2], 2,92 (Фэрфилд, Юта).[3] Блеск кристаллов стеклянный, у плотного материала в халцедоновидных образцах от стеклянного до тусклого или мелоподобного. Цвет желтый, разнообразный до желтовато-белого, белый и серый.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный. Одноосный положительный (+).

	n (Сильвер-Сити, Юта, анал. 3)	*n* (Фэрфилд, Юта: тонкие волокна; анал. 5)	*n* (Фэрфилд, стекловидный зернистый; анал. 6)	*n* (Фэрфилд, белый, мелоподобный; анал. 7)	*n* (Льяльягуа; анал. 8)
O	1,60	1,618	1,622	1,619	1,618
E	1,59	1,623	1,631	1,627	1,620

Хим. Водный основной фосфат кальция и алюминия, $CaAl_3(PO_4)_2 \cdot (OH)_5H_2O$. Эта формула соответствует идеальной структуре алунитового типа. Анализы показывают заметные отклонения. Sr, Ba и редкие земли могут замещать Ca (анал. 3 и 4). Fe''' может замещать Al (анал. 4). Некоторое количество Ca может замещать позиции, указанные в формуле как позиции Al, давая переходы к дельтаиту (см.). Все анализы дают завышенное H_2O и заниженное P_2O_5, указывая замещение (PO_4) на (OH). Это замещение может привести к составу, выраженному формулой $CaAl_3(PO_4)_{3/2}(OH)_2(OH)_5H_2O$, очень близкой к анал. 8.

	BaO	SrO	CaO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O-	H_2O+	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.			13,55	36,93	34,29		15,23		100,00	
2.			11,04	37,52	25,24	1,00	17,90	7,70	100,40	
3.		2,21	7,50	38,71	27,09	1,29	18,86	4,74	100,40	
4.	0,67		16,86	28,18	30,10		18,76	6,81	101,38	
5.			15,30	34,15	32,23		17,50	2,06	101,24	2,92
6.			14,74	35,92	30,53		17,39	1,18	99,76	2,88
7.			10,4	37,5	32,6		17,6	1,9	100,0	
8.			13,7	38,8	28,1		20,0		100,6	2,78

1. $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5H_2O$. 2. Дерн, Гессен-Нассау, Германия (*кальквавеллит, kalkwavellit*).[5] Прочие: MgO 0,24, SiO_2 4,92, CO_2 2,54. 3. Рудник Бруклин, около Сильвер-Сити, Юта.[6] После исключения 35,13 нераств. ост. Прочие: MgO 0,94, SO_3 3,80. 4. Амберг, Бавария.[7] Прочие: редкие земли 1,02, Fe_2O_3 5,79. 5. Фэрфилд, Юта.[8] Прочие: MgO 2,06. 6. Фэрфилд, Юта.[9] Прочие: Na_2O 0,33, K_2O 0,13, MgO 0,72. 7. Фэрфилд, Юта.[9] Прочие: Na_2O 1,4, K_2O 0,5. 8. Льяльягуа, Боливия.[10]

Испытание. Плавкость $2^1/_2$, сплавляется в белую эмаль. Трудно растворим в кислотах как до прокаливания, так и после него.

Местонахождение. Впервые отмечен в волокнистых агрегатах в пустотах в фосфатных залежах в Дерне и Албахе, Гессен-Нассау, Германия (*кальквавеллит*).[11] Белые радиальные включения в вавеллите и лимоните в железорудных залежах в Амберге, Бавария (*псевдо-*

вавеллит, pseudowavellite). В виде скрытокристаллических налетов на касситерите и кварце, Льяльягуа, Боливия. В США в пустотах кварц-баритовых агрегатов в руднике Бруклин, около Сильвер-Сити, район Тинтик, округ Джьюаб, Юта. Позже найден в большом количестве как продукт изменения и замещения варисцитовых включений в зоне брекчирования в известняках в 8 *км* к западу от Фэрфилда, округ Юта, Юта.[12] Крандаллит является первоначальным продуктом изменения и тесно связан с дельтаитом, миллизитом, вардитом и легиитом; далее следует отложение в открытых пустотах в массивном варисците и крандаллите сравнительно с хорошо окристаллизованных гордонита, энглишита, монтгомерита, оверита и стерреттита; и, наконец, отлагаются в небольших количествах члены группы апатита. Алунит и малые количества кальцита являются другими минералами, ассоциирующими с крандаллитом. Крандаллит также встречается с варисцитом в месторождении Аматрице-Хилл, расположенном около 40 *км* к северо-западу от Ферфилда, и, вероятно, также в варисцитовых отложениях в Люцине, Юта, и в округе Эсмеральда, Невада. Как продукт изменения в пегматитах около Гарней-Сити, Южная Дакота.

Изменения. Наблюдался в виде псевдоморфоз по гордониту.

Искусств. Вещество, повидимому, идентичное с крандаллит-дельтаитом, образуется при действии растворов, содержащих $Ca(OH)_2$ и NaOH, на обломки варисцита.[13]

Назв. По имени М. Л. Крандалла (M. L. Crandall). Старое название *кальквавеллит* опущено как ошибочное.[14] Многочисленные данные указывают, что крандаллит и псевдовавеллит лучше рассматривать как один минерал, с некоторым колебанием в составе; название *крандаллит* имеет приоритет.

Синонимы. Kalkwavellit *Kosmann* (*Zs. deutsche geol. Ges.*, **21**, 799, 1869). Crandallite *Loughlin* и *Schaller* (*Am. J. Sc.*, **43**, 69, 1917). Pseudowavellite *Laubmann* (*Ber. deutsche chemische Gesellschaft*, **55B**, 3016, 1922; *Geognost. Jahreshefte, München*, **35**, 203, 1922).

Ссылки

1. Сингония по индицированию порошкограмм крандаллита из Юты и Боливии, Pabst, личн. сообщ. (1948). См. также Larsen, *Am. Min.*, **27**, 288 (1942).

2. Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 336 (1944).

3. Larsen и Shannon, *Am. Min.*, **15**, 307 (1930) *B*.

4. Об источнике данных показателей преломления см. ссылки на анализы. Первый образец крандаллита из Сильвер-Сити был отмечен Ларсеном и Шенноном (Larsen и Shannon, *Am. Min.*, **15**, 303, 1930, *A*) как двуосный с умеренным $2V$.

5. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930, *A*). О старых анализах материалов из Дерна см. Kosmann (1869).

6. Анал. Шаллера (Schaller) у Луглина и Шаллера (Loughlinn и Schaller, 1917).

7. Анал. Киффера (Kieffer) у Лаубманна (Laubmann, 1922).

8. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930, *B*).

9. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930, *B*).

10. Gordon (1944).

11. Материал из типичного месторождения кальквавеллита оказался идентичным с крандаллитом, Larsen и Shannon (1930) *A*.

12. Минералогия и парагенезис этого месторождения были детально описаны Ларсеном (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 288, 1942), который применил название *псевдовавеллита*.

13. Larsen (1942).

14. Larsen и Shannon (1930) *A*.

41.5.8.5 **ДЕЛЬТАИТ** $Ca(Al_2Ca)(PO_4)_2(OH)_4H_2O$ DELTAITE

Крист.[1] Тригональная; дитригональный-пирамидальный—$3/m$.

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $R3m$. a_{rh} 6,71, α 62°40′, a_0 6,98 *kX*, c_0 16,10; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}307$. Ромбоэдрическая ячейка содержит $Ca_2Al_2(PO_4)_2(OH)_5H_2O$.

Облик. В виде мелких кристаллов с различными тригональными призмами, оканчивающихся {0001} или тригональными пирамидами в виде острого ромбоэдра или в виде ромбоэдра с почти квадратными гранями (?), усеченного гранями {0001}. Также в виде кремневидных или меловидных корок, сложенных из спутанных волокон.

Физ. Спайность по {0001} (?).[3] Тв. 5. Уд. в. ~2,95; 2,89 (вычисл.). Цвет серый до лавандового и бледноголубого; также канареечно-желтый.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n (кристаллы)	*n* (серый, кремневидный)	
O	1,641 ± 0,003	1,630	Одноосн. положит. (+)
E	1,650 ± 0,003	1,640	

Хим. Водный основной фосфат кальция и алюминия, $Ca(Al_2Ca) \cdot (PO_4)_2(OH)_4H_2O$. Дельтаит изоструктурен с крандаллитом и образует, по крайней мере, частичную серию по направлению к этому виду.[2]

Анал.

	1	2	3	4
CaO	27,35	24,0	22,95	24,37
MgO		0,9		3,40
Al_2O_3	24,86	28,0	29,36	26,87
P_2O_5	34,61	33,4	32,84	27,60
H_2O+	13,18	13,1	14,22	14,29
Прочие		0,6	0,04	2,06
Сумма	100,00	100,0	99,41	98,59

1. $Ca(Al_2Ca)(PO_4)_2(OH)_4H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[4] Сферолитовый материал. Прочие: Na_2O 0,5, K_2O 0,1. Пересчитано на 100 после исключения 20% крандалита. 3. Фэрфилд, Юта.[4] Серые кремневидные корки. Прочие: H_2O—0,04. 4. Фэрфилд, Юта.[4] Мелоподобный прослой; нет уверенности, что это дельтаит. Прочие: нераств. ост. 0,60, Na_2O 0,33, K_2O 1,13. Содержит несколько процентов CO_2.

Местонахождение. Найден в прорастаниях с крандаллитом в варисцитовых желваках из Фэрфилда, округ Юта, Юта.

Назв. В соответствии с характерным треугольным сечением кристаллов, похожим на греческую букву „дельта". *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 321, 1930).

Ссылки

1. Вид симметрии по гониометрическим исследованиям и исследованиям рентгенометрическим методом Вайссенберга — Ларсена (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 288, 1942).
2. Larsen (1942).
3. Вероятно, благодаря изоструктурной связи с крандаллитом.
4. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).

41.5.8.6 **ФЛОРЕНСИТ** $CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$ FLORENCITE

Крист.[1] Тригональная; скаленоэдрический $-\bar{3}\ 2/m$.

$a : c = 1 : 1{,}1588$; $\alpha\ 53°13^1/_2'$; $p_0 : r_0 = 1{,}3388 : 1$; $\lambda\ 87°51'$

Формы

			φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c	0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	$2\bar{1}\bar{1}$	30°00′	90 00	30 00	90 00
r	$10\bar{1}1$	100	30 00	53 $13^1/_2$	46 $04^1/_2$	90 00
f	$02\bar{2}1$	$11\bar{1}$	—30 00	69 $30^1/_2$	90 00	35 47

Облик. В виде мелких ромбоэдрических кристаллов, с преобладающими гранями $\{02\bar{2}1\}$ или $\{10\bar{1}1\}$, а также псевдокубический.

Физ. Спайность по {0001} хорошая, по $\{11\bar{2}0\}$ следы. Излом оскольчатый до полураковистого. Тв. 5—6. Уд. в. 3,586 (Бразилия), 3,67—3,71 (Африка). Цвет светлый бледножелтый. Блеск жирный до смолистого. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n (Бразилия)[2]	n (Африка)[3]	
O	1,680 ± 0,01	1,695	Одноосн. положит. (+)
E		1,705	

Хим. Основной фосфат цериевых земель и алюминия, $CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$. Некоторое количество Ca и Y может замещать Ce-земли. Присутствие различных редких земель в флоренсите еще полностью не определено. В некоторых материалах, повидимому, присутствует F.

Анал.

	Ce_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	31,99	29,80	27,68	10,53		100,00	
2.	28,00	32,28	25,61	10,87	2,55	99,31	3,586
3.	29,25	30,83	[26,94]	11,07	1,91	[100,00]	3,695

1. $CeAl_3(PO_4)_2(OH)_6$. 2. Около Диамантины, Бразилия.[4] Прочие: CaO 1,31, Fe_2O_3 0,76, SiO_2 0,48. 3. Клейн Шпитцкопье, Юго-Западная Африка (*стипельманнит, stiepelmannite*).[3] Прочие: CaO 0,50, ZrO_2 1,12, SiO_2 0,29.

Испытание. П. п. тр. плавится. Частично растворим в HCl. В закр. тр. выделяет кислую воду, которая полностью выделяется только при высокой температуре.

Местонахождение. Редкий минерал песков из Трипуги, около Оуро-Прето, Минас-Жераис, Бразилия, вместе с киноварью, монацитом, ксенотимом и др.; в кристаллах и округлых зернах в алмазоносных песках в Матта-дос-Креулос в Рио-Жекитиньонья около Диамантины и в виде акцессорной примеси в слюдяных сланцах Морро-до-Кайшамбу около Оуро-Прето. С микроклином и флюоритом в пегматите в Клейн Шпитцкопье, Юго-Западная Африка (*стипельманнит*).[5]

Назв. По имени Др. В. Флоренса (Dr. W. Florence), который сделал первое химическое исследование минерала. *Hussak* и *Prior* (*Min. Mag.*, **12**, 244, 1900).

Синоним. Stiepelmannite *Ramdohr* и *Thilo* (*Zbl. Min.*, 1, 1940).

Ссылки

1. Элементы вычислены по углам между гранями Гуссаком и Прайором (Hussak и Prior, 1900), как приведено у Дэна (Dana, App. II, 42, 1914). Рентгенометрическая ячейка по Рамдору и Тило (Ramdohr и Thilo, *Zbl. Min.*, 1, 1940) здесь не применена.
2. Larsen (76, 1921).
3. Ramdohr и Thilo (1940).
4. Hussak и Prior (1900).
5. Первоначально отмечали, что только отдельные образцы, повидимому, содержат Y и Yb, но позднее нашли, что содержание Се-земель существенно, см. Ygberg, *Ark. Kemi*, **20**, 13 (1945).

41.5.8.7 **ДЮССЕРТИТ** $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5H_2O$ DUSSERTITE

Повидимому, тригональная.[1] В виде мелких кристаллов, уплощенных по {0001} и сгруппированных в виде розеток или в виде корок.

Физ. Спайность не наблюдалась.[2] Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,75. Цвет зеленый до фисташково-зеленого.

Опт. В проходящем свете желтовато-зеленый.

	n (Алжир)[3]	*n* (Мапими)[4]	
O	1,87 ± 0,01	1,870	Одноосн. отрицат. (—)
E	1,85 ± 0,01	1,845	Иногда аномально двуосн. с $2V$ от 15 до 20°

Хим. Водный основной арсенат бария[5] и окисного железа, $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5H_2O$. Потеря воды: при 120° — 0,3%, при 700° — 9,3%, при 1000° — 9,8%.

Анал.

	1	2
BaO	22,37	20,93
Fe_2O_3	34,93	34,57
As_2O_5	33,51	31,23
H_2O	9,19	9,30
Прочие		4,18
Сумма	100,00	100,21

1. $BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5H_2O$. 2. Джебель-Дебар, Константина.[6] Прочие: CaO 0,08, нераств. ост. 4,10.

Местонахождение. На пластинчатом и губчатом кварце в Джебель-Дебаре, к северо-востоку от Хаммам-Мескутина, Константина, Алжир. С арсениосидеритом и карминитом в Мапими, Дуранго, Мексика.

Назв. По имени Д. Дюссера (D. Dussert), французского горного инженера. *Barthoux* (*C. R.*, **180**, 299, 1925).

Ссылки

1. Выведено по оптическим свойствам, повидимому, ромбоэдрического облика кристаллов из Мапими и Алжира и по структурному сходству с ярозитом, которое отмечено при изучении рентгенограммы порошка Мак-Коннеллем (McConnell, *Am. J. Sc.*, **240**, 651, 1942).

2. Спайность по {0001} упоминается у Ларсена и Бермана (Larsen и Berman, 91, 1934).

3. Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 36 (1930).

4. Foshag, *Am. Min.*, **22**, 479 (1937).

5. Первоначально принимали на основании ошибочного анализа, что минерал — кальциево-железистый фосфат; позднее Берман (Berman) у Мак-Коннелля (McConnell, 1940) показал, что вместо кальция содержится барий.

6. Анал. Гонье (Gonyer) у Мак-Коннелля (McConnell, 1942).

41.5.9 ШЕНЕВИКСИТ $Cu_2Fe_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ (?)
CHENEVIXITE

Массивный; плотный землистый до опаловидного; в виде игольчатых до досковидных кристаллов, вероятно, псевдоморфоз (Тинтик). Излом землистый до полураковистого. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$—$4^1/_2$. Уд. в. 3,93. Цвет зеленовато-желтый до оливково-зеленого и темно-зеленого. Черта зеленовато-желтая.

Опт.[1] Скрытокристаллический с меньшим показателем преломления около 1,88; двупреломление у некоторых материалов довольно сильное (Тинтик).

Хим. Основной водный (?) арсенат меди и окисного железа неопределенной формулы, возможно, $Cu_2Fe_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ (анал. 3, 4). P, повидимому, частично замещает As в материале из Корнуолла (анал. 2); и, возможно, Fe замещается на Al,

Анал.

	1	2	3	4	5
CaO		0,34	0,55	0,44	1,06
CuO	26,40	31,70	26,88	26,31	20,72
Fe_2O_3	26,49	25,10	26,94	27,37	24,10
Al_2O_3			1,17	0,66	2,28
As_2O_5	38,14	32,20	34,62	35,14	38,44
P_2O_5		2,30			следы
H_2O	8,97	8,66	9,25	9,33	13,33
Прочие			0,94	0,56	0,07
Сумма	100,00	100,30	100,35	99,81	100,00

1. $Cu_2Fe_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$. 2. Корнуолл.[2] 10,3% кварца исключено. 3. Рудник Американ-Игл, Тинтик, Юта.[3] Прочие: MgO 0,23, кварц 0,71. 4. Рудник Американ-Игл, Тинтик.[4] Прочие: MgO 0,16, кварц 0,40. 5. Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс.[5] Пересчитано на 100 после исключения Bi_2S_3 0,06, SiO_2 0,30, жильных 7,64. Прочие: MgO.

Испытание. П. п. тр. на древесном угле плавится легко, дает мышьяковистый дым и переходит в черный магнитный шлак с зернами меди. В закр. тр. обычно растрескивается и выделяет воду. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Первоначально в Корнуолле, Англия, вкрапленный в обогащенный кварцем жильный материал. В Американ-Игл и других рудниках в районе Тинтик, Юта,[6] с оливенитом; в руднике Консоле, Брокен-Хилл, и отмечен в оловоносном районе Ардлетан, Новый Южный Уэльс. Говорят, что найден с оливенитом в Тсумебе, Юго-Западная Африка, и со скородитом в Клейн Шпитцкопье, Юго-Западная Африка. В Чукикамата, Чили.[6]

Назв. По имени Ришарда Шеневи (Richard Chenevix, 1774—1830), французского химика, который первый (1801) анализировал арсенат меди и железа из Корнуолла. *Pisani* (*C. R.*, **62**, 690, 1866).

Ссылки

1. Larsen (56, 1921).
2. Pisani (1866). См. также Dana (583, 1868).
3. Mackenzie, *Min. Mag.*, **6**, 181 (1885).
4. Genth, *Proc. Colorado Sc. Soc.*, **1**, 115 (1884).
5. Анал. Мингай (Mingaye) у Смита (Smith, *New South Wales Dept. Mines, Min. Res.*, No. 34, 80, 1926).
6. Изучение порошковой рентгенограммы показало идентичность с материалом из Корнуолла (Frondel, личн. сообщ., 1947).

41.5.10 **БРАЗИЛИАНИТ** $NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$ BRAZILIANITE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 1{,}1056 : 1 : 0{,}6992$; β 97°22′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6324 : 0{,}6934 : 1$

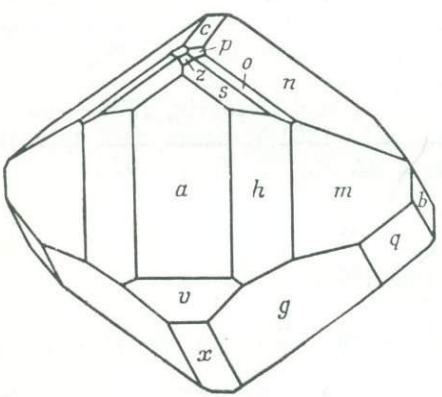
$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4421 : 0{,}9122 : 1$; μ 82°38′; p_0' 0,6377, q_0' 0,6992, x_0' 0,1293

Формы [1]

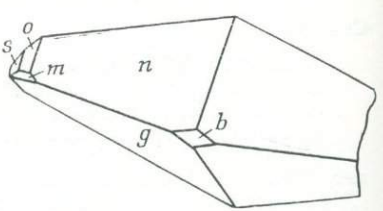
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	7°22′	82°38′	90°00′	.....	82°38′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	82 38	.....
m	110	42 22	90 00	0 00	42 22	85 02½	47 38
n	011	10 28½	35 25	82 38	55 15½	34 44½	83 57
x	$\bar{1}01$	—90 00	26 57	116 57	90 00	34 19	116 57
v	$\bar{3}01$	—90 00	60 43½	150 43½	90 00	68 05½	150 43½
o	111	47 39	46 04	52 30½	60 58½	41 00½	57 51
g	$\bar{1}11$	—36 01½	40 50½	116 57	58 04	45 30	112 37
s	211	63 32½	57 29½	35 27	67 55½	50 58	40 59
q	$\bar{1}21$	—19 58½	56 06	116 57	38 44	58 53	106 28½

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $P\,2_1/n$. a_0 11,19 Å, b_0 10,08, c_0 7,06; [β 97°22′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}110 : 1 : 0{,}700$. Ячейка содержит $Na_2Al_6(PO_4)_4(OH)_8$.

Облик. [3] Изометрический до короткопризматического по [001], со штриховкой на гранях призмы параллельно [001]; также удлиненный по [100] с четырехугольным обликом благодаря относительно



Бразилия.



Палермо, Нью-Гэмпшир. *b* {010}, вид спереди.

большому развитию граней *n* и *g* и почти подчиненному развитию зоны призм. Обычные формы: *n g b m v x*. Также сферолитовый с радиально-лучистой структурой.

Физ. Спайность по {010} хорошая. Хрупкий. Излом раковистый. Тв. 5½. Уд. в. 2,983 ± 0,005; [4] 3,025 (вычисл.). Цвет желтый до бледножелтого. Блеск стеклянный. Черта бесцветная. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n(Na) (Бразилия)[6]	n(Na) (Палермо)[6]	
$X \wedge c$ — 20°	1,602 ± 0,001	1,602 ± 0,001	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,609 ± 0,001	1,609 ± 0,001	$r < v$, слабая
Z	1,621 ± 0,001	1,623 ± 0,001	
$2V$ (вычисл.)	75°	71°	

Хим. Основной фосфат натрия и алюминия, $NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$. F в заметных количествах отсутствует.[5]

Анал.

	1	2	3
Na_2O	8,56	8,29	8,42
K_2O		0,20	0,37
Al_2O_3	42,25	42,85	43,82
Fe_2O_3		0,03	
TiO_2		0,05	
P_2O_5	39,23	38,79	37,97
H_2O+	9,96	9,91	9,65
H_2O-		0,04	
Сумма	100,00	100,16	100,23
Уд. в.	3,025	2,985	2,980

1. $NaAl_3(PO_4)_2(OH)_2$. 2. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир.[7] Включает следы MnO; F и Li_2O отсутствуют. 3. Консельейра-Пена, Минас-Жераис, Бразилия.[8] Включает следы Cl; F отсутствует.

Испытание. При нагревании п. п. тр. становится белым, слегка вспучивается и с трудом плавится. Желтый цвет теряется при низкой температуре. Медленно разлагается в плавиковой кислоте в горячей серной кислоте.

Местонахождение. Найден вместе[9] с мусковитом, альбитом, апатитом и турмалином в пустотах и в пегматите около Консельейра-Пена, Минас-Жераис, Бразилия. Позднее найден с витлокитом и апатитом как гидротермальный минерал в пустотах в гранитных пегматитах в руднике Палермо (№ 1) около Северного Гротона, округ Графтон, Нью-Гэмпшир. Также в пегматите в руднике Смит около Ньюпорта, Нью-Гэмпшир.

Назв. По названию страны, в которой он был впервые найден. *Pough* и *Henderson* (*Am. Min.*, **30**, 572, 1945) [не бразилинит *Mabe* (*Mawe*, *Descr. Cat. Mins.*, *London*, 54, 1818)].

Ссылки

1. Углы пересчитаны по элементам Пау и Гендерсона (Pough и Henderson, 1945). Сходные измерения были получены Фронделем и Линдбергом (Frondel и Lindberg, *Am. Min.*, **33**, 135, 1948) на кристаллах из рудника Палермо, Нью-Гэмпшир. Менее обычные или редкие формы: β 340, *i* 210, *h* 310, *j* 610, *z* 101, *w* $\bar{2}01$, *p* 113.

2. Hurlbut и Weichel, *Am. Min.*, **31**, 507 (1946), методом Вайссенберга на материале из Бразилии.

3. Рост акцессорий на главных гранях описан Пау и Гендерсоном (Pough и Henderson, 1945).

4. Среднее из величин 2,985±0,005 и 2,980±0,005, получено на кристаллах из Консельейра-Пена и Палермо соответственно Фронделем и Линдбергом (Frondel и Lindberg, 1948).

5. Спектрографические количества Ca, Si, Cu, Mg, Mn, V, Ba и других элементов были отмечены Гаррисоном (Harrison) у Фронделя и Линдберга (Frondel и Lindberg, 1948).

6. Lindberg у Фронделя и Линдберга (Frondel и Lindberg, 1948), на анализированных образцах.

7. Анал. Линдберга (Lindberg) у Фронделя и Линдберга (Frondel и Lindberg, 1948).

8. Анал. Гендерсона (Henderson) у Пау и Гендерсона (Pough и Henderson, 1945).

9. Месторождения и ассоциация описаны Пекора и Фахи (Pecora и Fahey, *Am. Min.*, **34**, 83, 1949).

41.5.11 **ГРИФИТ** GRIPHITE

Массивный, иногда почковидный.

Структ. ячейка.[1] Кубическая, центрированная, с a_0 12,26 *kX*. Ячейка содержит $(Na, Al, Ca, Fe)_{24}Mn_{16}(PO_4)_{20}(OH)_{16}$. Кристаллическая структура сходна со структурой граната, но, вероятно, с более низкой симметрией. Иногда метамиктный, но раскристаллизовывается при нагреве, близком к 500°.

Физ. Спайность отсутствует. Излом неровный до раковистого. Хрупкий. Тв. $5^1/_2$. Уд. в. 3,40;[2] 3,40 (вычисл.). Блеск смолистый до стеклянного. Цвет темнокоричневый до коричневато-черного. Просвечивает.

Опт.[3] В проходящем свете желтовато-коричневый до коричневого. Изотропный, с переменным показателем преломления 1,63—1,66.

Хим. Основной фосфат марганца, кальция, алюминия, натрия и железа. Формула гранатового типа $A_2B_3(ZO_4)_3$ и должна изображаться так: $(Na, Ca, Fe, Al)_3Mn_2(PO_4)_{2,5}(OH, F)_2$.

Анал.

	1	2	3
Na_2O	5,52	5,25	3,47
CaO	7,47	6,72	5,98
FeO	4,00	1,97	10,67
MnO	29,64	29,13	18,12
Al_2O_3	10,13	8,74	9,44
Fe_2O_3		2,36	6,95
P_2O_5	38,52	39,68	39,15
Cl	0,11	0,25	0,12
F	следы	2,35	3,03
H_2O	4,29	3,67	2,62
Прочие	0,61	0,82	0,65
Сумма	100,29	100,94	100,20
Уд. в.	3,40		3,43

1. Ривертон-Лод, около Гарней-Сити, Южная Дакота. 4 Прочие: Li_2O следы, K_2O 0,30, MgO 0,15, нераств. ост. 0,16. Среднее из двух полных и трех частичных анализов. Вероятно,

содержит некоторое количество CO_2. 2. Около Рапид-Сити, Южная Дакота. [5] Прочие: Li_2O 0,13, K_2O следы, MgO следы, SiO_2 0,43, CO_2 0,26. O=F=1,05 исключено из суммы. 3. Гора Ида, Австралия. [6] Прочие: K_2O 0,18, Li_2O 0,47.

Испытание. Легкоплавкий. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден в виде массы весом более 23 *кг* в гранитном пегматите в Ривертон-Лод, около Гарней-Сити, округ Пеннингтон, Южная Дакота. Поверхностные участки массы темные вследствие частичного окисления. Минерал, первоначально отнесенный к триплиту, но несомненно идентичный с грифитом, был позднее отмечен в пегматитах около Рапид-Сити, Южная Дакота (анал. 2). Є горы Ида, Северная территория, Австралия.

Назв. От γρίφος — *загадка*, в соответствии с химическим составом. *Headden* (*Am. J. Sc.*, **41**, 415, 1891).

Ссылки

1. McConnell, *Am. Min.*, **27**, 452 (1942), рентгенометрическим методом порошка на типичном материале Хиддена.
2. Хидден (Headden, 1891), проверено Мак-Коннеллем (McConnell, 1942).
3. Larsen (81, 1921).
4. Headden (1891).
5. Eakins, *U. S. Geol. Sur., Bull., 60*, 135 (1890).
6. Анал. Двиггинса (Dwiggins) и Иелмгрена (Yelmgren) у Яффе (Jaffe, *Am. Min.*, **31**, 404, 1946).

41.5.12 **Арсениоплеит** Arseniopleite

Тригональная (?). Массивный, зернистый. Спайность ромбоэдрическая; излом раковистый. Тв. 3—4. Цвет коричневато-красный до вишнево-красного. Черта желтовато-коричневая. Непрозрачный в массе.

Опт. [1] В проходящем свете светлоабрикосовый, оранжевый. Не плеохроичен.

nO	1,794 ± 0,003	Одноосн. положит. (+)
nE	1,803 ± 0,003	Иногда двуосн. с малым $2V$

Хим. Основной арсенат двухвалентного и трехвалентного марганца неопределенной формулы, возможно $(Mn'', Ca, Pb, Mg)_9(Mn''', Fe)_2 \cdot (AsO_4)_6(OH)_6$. Однако присутствие двух- и трехвалентного марганца и их относительные количества еще точно не определены.

CaO	MgO	PbO	MnO *	Fe_2O_3	Sb_2O_5	As_2O_5	H_2O	Cl	Сумма
8,11	3,10	4,48	28,25	3,68	следы	44,98	5,67	следы	98,27

* Указывается как MnO 21,25, Mn_2O_3 7,80.

Испытание. П. п. тр. плавится легко в черный немагнитный шарик. В закр. тр. выделяет воду. Легко растворим в разбавленных HCl или HNO_3.

Местонахождение. В виде тонких жилок и желваков с родонитом в кристаллическом известняке в руднике Шё, приход Гритит, Ёребро, Швеция.

Назв. От латинского *arsenicum* и греческого πλείων — *много*, потому что он увеличивает число сходных, уже описанных минералов. *Igelström* (*Bull. soc. min.*, **11**, 39, 1888; *Jb. Min.*, II, 117, 1888).

Ссылка

1. Larsen (41, 1921); также Бертранд (Bertrand) у Игельстрёма (Igelström, 1888), который отмечает одноосный характер.

АТТАКОЛИТ, Attacolite. *Blomstrand* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **25**, 201, 1868). Массивный, неясно кристаллический. Цвет бледнокрасный. Уд. в. 3,09. Анализ дал (среднее из двух после исключения 8,6% SiO_2): Na_2O 0,45, CaO 13,19, MgO 0,33, MnO 8,02, Fe_2O_3 3,98, Al_2O_3 29,75, P_2O_5 36,06, H_2O 6,90, сумма 98,68. Это грубо соответствует $(Ca, Mn)_3Al_4(PO_4)_4(OH)_6$. П. п. тр. плавится легко, со вспучиванием. Разлагается в кислотах не полностью. Редко встречается с берлинитом и лазулитом в железном руднике Вестана в Кристианштаде, Швеция. Доказательства достоверности такого минерала сомнительны. Образец неясной сомнительности был двуосным положительным[1] с nX 1,655, nY 1,664, nZ 1,675, $2V$ около 40°, $r < v$, средняя.

Ссылка

1. Mrose, личн. сообщ. (1948).

КИРРОЛИТ, Cirrolite. Плотный, без следов спайности. Тв. 5—6. Уд. в. 3,08. Цвет бледножелтый. Анализ дал (после исключения 4,60 нераств. ост.) следующие цифры, которые приблизительно соответствуют формуле $Ca_3Al_2 \cdot (PO_4)_3(OH)_3$:

CaO	MgO	PbO	MnO	FeO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	Сумма
29,37	0,21	0,11	2,24	0,91	20,54	41,17	5,06	99,61

П. п. тр. очень легко плавится в белую эмаль. Медленно разлагается в HCl. Найден в железном руднике Вестана, Сканиа, Швеция. Самостоятельность как вида сомнительна.

Синонимы. Kirrolith *Blomstrand* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **25**, 202, 1868). Cirrolite *Dana* (799, 1892). Cirrolith.

ПЛЕУРАЗИТ, Pleurasite. В непрозрачных синевато-черных массах. Черта черная с легким красноватым оттенком. Излом раковистый. Тв. 4. Блеск полуметаллический. Очень слабо магнитен. Не анализирован. Содержит As, немного Sb, Mn и двухвалентного Fe. На древесном угле плавится в черный магнитный шарик. В закр. тр. выделяет много воды. Легко растворим в кислотах. Найден в руднике Шё, Ёребро, Швеция, в виде слоев мощностью в сантиметр и менее; эти слои окаймляют арсениоплеит, откуда и название: πλευρά — *сторона*. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **11**, 391, 1889; *Jb. Min.*, I, 253, 1890).

Требует уточнения.

Синоним. Pleurasiite.

СЬЁГРУВИТ, Sjogruvite. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **14**, 309, 1892; *Zs. Kr.*, **22**, 471, 1893).

Массивный, со спайностью. Цвет и черта желтые. Окраска темнеет при стоянии на воздухе. Магнитен. Тонкие осколки кроваво-красные в проходя-

щем свете. Водный арсенат марганца и окисного железа с малым количеством свинца и кальция. Анализ дал:

CaO	PbO	MnO	Fe_2O_3	As_2O_5	H_2O	Сумма
3,61	1,74	27,26	11,29	49,46	6,81	100,17

Легко растворим в холодной HCl без выделения хлора. П. п. тр. плавится в черный шарик. Найден с якобситом в руднике Шё, Ёребро, Швеция. Вероятно, железистая разновидность арсениоплеита. Требует уточнения.

ТИП 6. $A_2(XO_4)Z_q$

41.6.1 ВАГНЕРИТ $Mg_2(PO_4)F$ WAGNERITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9569 : 1 : 0{,}7527$; β 108°07′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7866 : 0{,}7154 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3978 : 1{,}0996 : 1$; μ 71°53′; p_0' 0,8276, q_0' 0,7527, x_0' 0,3272

Формы [2]

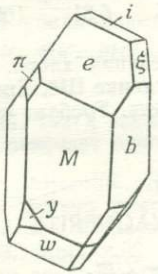
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	18°07′	71°53′	90°00′	.....	71°53′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	71 53	.....
M	120	28 48	90 00	0 00	28 48	81 23	61 12
m	110	47 43	90 00	0 00	47 43	76 42	42 17
h	320	58 46	90 00	0 00	58 46	74 35	31 14
t	012	41 00½	26 30½	71 53	70 19	19 41	72 58½
r	011	23 29½	39 22½	71 53	54 25½	35 34½	75 21
e	021	12 16	57 00½	71 53	34 57	55 03	79 44½
w	101	—90 00	26 35	116 35	90 00	44 42	116 35
s	111	56 54	54 02½	40 53½	63 46	39 44½	47 18
n	$\bar{1}12$	—12 57½	21 07	94 57	69 27	30 31	94 38
z	$\bar{1}11$	—33 37	42 06½	116 35	56 03½	53 52	111 47½
i	$\bar{1}22$	— 6 34	37 09	94 57	53 08	42 36	93 57½

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 11,90 *kX*, b_0 12,51, c_0 9,63; β 108°07′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}951 : 1 : 0{,}770$. Ячейка содержит $Mg_{32}(PO_4)_{16}F_{16}$.

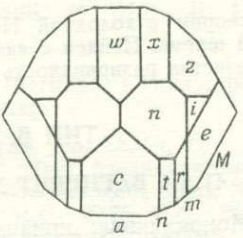
Облик. Призматический по [001], призматические грани имеют вертикальную штриховку или вицинально округлы; кристаллы иногда большие и грубые. Реже таблитчатый по {100}. Также массивный.

Физ. Спайность по {100} и {120} несовершенная, по {001} следы. Излом неровный или полураковистый до осколчатого. Тв. 5—5½. Уд. в. 3,15, несколько меньший у непрозрачного, измененного (?) или кальцистого материала; 3,15 (вычисл.). Блеск стеклянный до слегка

смолистого. Цвет желтый различных оттенков; часто сероватый, также мясо-красный, зеленоватый. Просвечивает; в измененный материал почти непрозрачный.



Бамле.



Верфен.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n(Na)	
X	1,5678	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,5719	$2V$ 28°24½′, $2E$ 45°22½′
$Z \wedge c$ −21½°	1,5824	$r > v$, слабая, наклонная

Хим. Магниевый фторофосфат, $Mg_2(PO_4)F$. Ca и Fe'' замещают частично Mg, с Ca : Mg = 1 : 13,3 в анал. 3 и Fe'' : (Mg, Ca) = 1 : 27,5 в анал. 2. Был отмечен сильно кальцистый материал, очевидно вследствие процессов изменения (анал. 5).

Анал.[5]

	1	2	3	4	5
CaO		2,53	4,81		13,45
MgO	49,59	47,56	46,01	48,33	37,57
FeO		4,32		0,95	0,58
P_2O_5	43,65	40,18	42,35	43,43	41,42
F	11,68	9,51	5,06	11,48	10,02
Прочие			4,23	0,70	1,55
	104,92	104,10	102,46	104,89	104,59
F = O	4,92	4,00	2,13	4,83	4,22
Сумма	100,00	100,10	100,33	100,06	100,37
Уд. в.	3,15	3,153	3,10		

1. $Mg_2(PO_4)F$. 2. Верфен, Германия.[6] 3. Бамле, Норвегия (*кьёрульфин, kjerulfine*).[8] Прочие: $(Fe, Al)_2O_3$ 0,65, $(Na,K)_2O$ 1,54, нераств. ост. 2,04. 4. Верфен.[7] Прочие: MnO, свежие кристаллы. 5. Верфен.[7] Измененные кристаллы. Прочие: MnO 0,54, SiO_2 0,62, CO_2 0,39.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом в зеленовато-серое стекло. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден в кварцевых жилах, секущих глинистые сланцы в Хёллграбене, около Верфена и в Радельграбене около Бишофсхофена в Зальцбурге, Австрия, вместе с железистым магнезитом, лазулитом и хлоритом. Также в Гавредале, Ёдегардене и Порсгрунде, близ Бамле, Телемарк, Норвегия (*кьёрульфин*).[9] С апатитом в лаве 1872 года на Везувии, Италия (*крифиолит, cryphiolite*).[10] Минерал, вероятно, идентичный с вагнеритом, был отмечен[11] в пегматитах около Мангуалде, провинция Бейра, Португалия.

Изменения. В апатит.[12]

Искусств.[13] Вагнерит и соответственное кальциевое соединение вместе с их хлористыми и бромистыми аналогами были получены при плавлении галоидов металлов с фосфатом аммония или фосфатом соответствующего металла. Описанные бариевый и стронцевый аналоги вагнерита не подтверждены.[14]

Назв. По имени Ф. М. Вагнера (F. M. von Wagner 1768—1851), горного инженера в Мюнхене.

Синонимы. Phosphorsaurer Talk, Wagnerit *Fuchs* (*J. Chemie u. Phys.*, **33**, 269, 1821). *Фр.:* Magnésie phospatée. Pleuroklas *Breithaupt* (50, 193, 1823). Kjerulfin *von Kobell* (*J. pr. Chem.*, **7**, 272, 1873). Crifiolite *Scacchi* (*Acc. Napoli*, **1**, No. 5, 1886). Cryphiolite. Kryphiolith.

Ссылки

1. Goldschmidt (**9**, 63, 1923), соответственно ячейке и ориентировке кристаллической структуры; углы по Бруку и Миллеру (Brooke и Miller, 489, 1852). Дэна (Dana, 775, 1892). Гинтце (Hintze, **1** [4A], 688, 1931) и Хегеманн и Штейнметц (Hegemann и Steinmetz, *Cbl. Min.*, 45, 1927) употребляли ячейку с половинным *b*, углы последних авторов дают $a:b:c = 0{,}9341:1:0{,}7595$ в настоящей ячейке, β 108°17′.

2. Goldschmidt (1923), Hegemann и Steinmetz (1927). Редкие и недостоверные:

γ 140	λ 230	l 210	π 101	q $\bar{3}01$	v 122	x $\bar{2}12$
ξ 250	9.11.0	k 054	Y 201	o 221	d 314	ψ $\bar{2}61$
ν 470	μ 890	f 032	y $\bar{2}01$	u $\bar{2}21$	ξ $\bar{1}62$	

3. Kraus и Mussgnug, *Naturwiss.*, **26**, 801 (1938). Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 470, 1940) дает сходные данные.

4. Hegemann и Steinmetz (1927). Брёггер (Brögger, *Zs. Kr.*, **3**, 476, 1879) нашел, что так называемый *кьёрульфин из Бамле* оптически двуосный отрицательный (—) с $2V$ 37°49′ (Na).

5. Дополнительные анализы см. Гинтце (Hintze, **1** [4A], 694, 1931).

6. Анал. Гонье (Gonyer) у Ричмонда (Richmond, 1940).

7. Hegemann и Steinmetz (1927).

8. Анал. Фредерици (Frederici) у Бауера (Bauer, *Jb. Min.*, II, 77, 1880).

9. Показано Пизани (Pisani, *Bull. soc. min.*, **2**, 43, 1879), Бауером (Bauer, 1880), Брёггером (Brögger, 1879) и другими, что он идентичен с вагнеритом.

10. Показано Замбонини (Zambonini, 200, 1910), что он идентичен с вагнеритом.

11. De Jesus, *Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 65 (1936).

12. Pisani (1879); см. также Hegemann и Steinmetz (1927).

13. Mellor (**4**, 388, 1923).

14. Klement и Dihn, *Zs. anorg. Chem.*, **240**, 31, 1938.

сподиозит, Spodiosite. Ромбический (?). В виде кристаллов, уплощенных по {010} и удлиненных по [001]. Главные формы:[1] *a* {100}, *b* {010}, *c* {001}, *p* {111}, *m* {110}; (110)∧(010) 48°11,4′, (001)∧(111) 67°10,2′, имеет $a:b:c = 0{,}894:1:1{,}584$. Спайность по {010} совершенная, по {001} несовершенная. Тв. 5. Уд. в. 2,94. Цвет пепельно-серый, до коричневого. Черта белая. Блеск тусклый фарфоровидный, также и стеклянный.

Опт.[2] Направление главных колебаний не перпендикулярно спайности. Обломки, лежащие на одной из спайностей, дают угол между Z' и следами другой спайности около 35°.

	n	
X	1,663	Двуосн. положит. (+)
Y	1,674	$2V$ 69° (вычисл.)
Z	1,699	$r > v$, довольно сильная

Хим. Кальциевый фторофосфат. Формула не определена, возможно, $Ca_2(PO_4)F$, аналогично вагнериту.[3] Два известных анализа неудовлетворительны.

	CaO	MgO	MnO	Fe_2O_3	P_2O_5	SiO_2	CO_2	F	H_2O	Прочие	Сумма
1.	49,81	2,27	0,55	1,24	32,20	1,15	3,90	[4,71]	2,70	1,47	[100,00]
2.	45,84	8,56		2,38	29,62	8,74		2,94	3,76		101,84

1. Рудник Ниттета-Кран, Швеция.[4] Прочие: Al_2O_3 1,11, As_2O_5 0,24, Cl 0,12. 2. Нордмарк, Швеция.[5] Fe_2O_3 включает Al_2O_3.

Испытание. П. п. тр. очень тонкие осколки плавятся в белую эмаль. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден с серпентином, хондродитом, магнетитом и кальцитом в руднике Ниттета-Кран, севернее Филипштада в Вермланде, Швеция; также в Нордмарке, Швеция. Название от σπόδιος — *серый пепел. Tiberg* (*Geol. För. Förh.*, **1**, 84, 1872).

Сподиозит является плохо установленным видом сомнительной достоверности. Некоторые образцы являются[6] псевдоморфозами апатита по неизвестному минералу. Искусственное соединение[7] состава $Ca_2(PO_4)Cl$ имеет свойства, близкие к характерным для сподиозита.

Ссылки

1. Норденшильд (Nordenskiöld, *Geol. För. Förh.*, **15**, 460, 1893) на кристаллах из Нордмарка; см. также Тиберг (Tiberg, 1872) — приблизительные измерения ($mb = 48°$) на кристаллах из рудника Ниттета-Кран.

2. Ларсен (Larsen, 136, 1921), на материале из рудника Лади, Фрейштад (?), Вермланд, Швеция, согласно его же первоначальной заметке (неопубликованной).

3. Sjögren, *Geol. För. Förh.*, **7**, 666 (1885).

4. Анал. Лундстрёма (Lundström) у Тиберга (Tiberg, 1872).

5. Nordenskiöld (1893).

6. Strunz, *Naturwiss.*, **27**, 423 (1939).

7. Cameron и McCaughey, *J. Phys. Chem.*, **15**, 463 (1911). Ромбические таблички с $mb \sim 49°$; спайность по {001}; уд. в. 3,04; $nX = a = 1{,}649$, $nY = b = 1{,}665$, $nZ = c = 1{,}670$.

41.6.2 **ТРИПЛИТ** $(Mn'', Fe'', Mg, Ca)_2(PO_4)(F, OH)$ TRIPLITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$ (?).

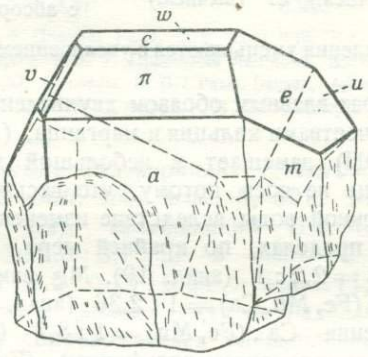
$a:b:c = 1{,}836:1:1{,}531$; β 105°53′; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}834:1{,}472:1$

$r_2:p_2:q_2 = 0{,}679:0{,}566:1$; μ 74°07′; p_0' 0,867, q_0' 1,531, x_0' 0,285

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	15°53′	74°07′	90°00′	.....	74°07′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	74°07′	.....
m	110	29 31½	90 00	0 00	29 31½	82 15	60 28½
e	011	10 32½	57 17½	74 07	34 11	55 49	81 08½
π	101	90 00	49 02½	40 57½	90 00	33 09½	40 57½
w	$\bar{1}01$	—90 00	30 12	120 12	90 00	46 05	120 12
v	112	43 11	46 23½	54 18	58 08	36 58	60 17½
u	$\bar{2}11$	—43 25½	64 37½	145 23½	48 59½	75 59	128 23½

Структ. ячейка. Пространственная группа $I2/m$. a_0 11,90 *kX*, b_0 6,48, c_0 9,92; β 105°53′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}836 : 1 : 1{,}531$ (Майка-Лод,



Колорадо.

Колорадо [3]); a_0 12,03 *kX*, b_0 6,46, c_0 10,03; β 105°42′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}862 : 1 : 1{,}553$ (Багдад, Аризона [4]). Ячейка содержит $(Fe, Mn)_{16} \cdot (PO_4)_8F_8$.

Облик. Кристаллы грубые и развиты неполностью. Обычно массивный.

Физ. Спайность по {001} хорошая, по {010} отличная, по {100} плохая; спайность трудно замечается на измененном материале.[5] Излом неровный до полураковистого. Тв. 5 — 5½, уменьшается при изменении. Уд. в. колеблется вследствие изоморфных замещений и изменения, обычно от 3,5 до 3,9; 3,94 (вычисл.).[6] Блеск стеклянный до смолистого. Цвет обычно темнокоричневый или каштаново-коричневый, также красновато-коричневый до мясо-красного или розово-желтого в материалах, богатых марганцем, и становится коричневато-черным до черного при изменении. Черта белая до коричневой. Полупросвечивающий до непрозрачного.

Опт.[7] В проходящем свете бледнокоричневато-желтый до темнокрасновато-коричневого.

Ориентировка	Майка-Лод, Колорадо [9]	7U7 Ранч, Аризона (анал. 8) [10]	Гора Лома, Аризона (анал. 4) [10]	Варутреск (анал. 6) [11]
nX	1,643	1,651	1,662	1,673
nY b	1,647	1,653	1,673	1,681
nZ	1,668	1,665	1,684	1,691
$Z \wedge c$	—41°	(см. ссылку 8)		
$2V$	25°	28°	88° (—)	76°

Ориентировка	Финляндия (анал. 9) [12]	Цвизель, Бавария (анал. 10) [13]	
nX	1,684	1,696	Двуосн. положит. (+)
nY b	1,693	1,704	$r > v$, умеренная до сильной.
nZ	1,703	1,713	Плеохроизм обычно отчетливый в желтых, коричневых тонах или красновато-коричневых с абсорбцией $X > Z$, Y
$Z \wedge c$			
$2V$	$87^1/_2°$ (вычисл.)	87° (вычисл.)	

Показатели преломления уменьшаются с увеличением содержания Mg и Mn.

Хим. Фторофосфат главным образом двухвалентных железа и марганца с малыми количествами кальция и марганца, $(Mn'', Fe'', Mg, Ca)_2 \cdot (PO_4)(F, OH)$. (OH) замещает в небольшой доле F, но предел этого замещения еще не ясен потому, что весьма вероятно присутствие неконституционной воды вследствие изменения. Fe и Mn замещаются взаимно в пределах, по крайней мере, от Fe : Mn = 1 : 35 (анал. 2) до Fe : Mn = 2,2 : 1 (анал. 10). Mg замещает (Fe, Mn, Ca) до отношения Mg : (Fe, Mn, Ca) = 1 : 2,36 (анал. 8) и Ca замещает (Fe, Mn) до отношения Ca : (Fe, Mn) = 1 : 8,7 (анал. 6). Триплит не изоструктурен с триплоидитом-вольфеитом, $(Fe, Mn)_2(PO_4)(OH)$.

Анал. [13]

	1	2	3	4	5
CaO		2,86	3,18	2,17	2,65
MgO		1,21	0,58	0,31	
FeO	31,97	1,68	4,95	6,68	21,90
MnO	31,56	57,63	52,40	53,77	37,35
P_2O_5	31,58	31,84	32,81	32,20	33,09
F	8,45	7,77	9,09	7,58	7,83
H_2O			0,35		0,45
Прочие			1,17	0,40	0,22
	103,56	102,99	104,53	103,11	103,49
F = O	3,56	3,27	3,83	3,19	3,30
Сумма	100,00	99,72	100,70	99,92	100,19
Уд. в.		3,79	3,58	3,84	3,838

1. $(Fe'', Mn'')_3(PO_4)F$ с Fe : Mn = 1 : 1. 2. Арум, Невада. [14] 3. Чатам, Коннектикут. [15] Прочие: нераств. ост. 4. Гора Лома, Багдад, Аризона. [16] Прочие: Fe_2O_3. 5. Лемнес, Финляндия. [17] Прочие: Na_2O 0,22, K_2O следы, H_2O включает H_2O+ 0,38.

	6	7	8	9	10	11
CaO	4,68	3,48	2,48	0,50	1,69	14,91
MgO	следы	следы	11,87		0,80	17,42
FeO	19,96	23,54	11,68	38,52	41,96	16,12
MnO	32,07	34,84	34,55	24,20	18,40	14,86
P_2O_5	30,63	31,50	33,32	32,65	32,85	32,82
F	6,72	6,41	8,02	6,02	7,21	Не опр.
H_2O	0,75	1,58	0,75	0,62		
Прочие	7,82	0,88	0,52			
	102,63	102,23	103,19	102,51	102,91	96,13
F = O	2,83	2,69	3,38	2,53	3,03	
Сумма	99,80	99,54	99,81	99,98	99,88	
Уд. в.	3,84	3,87		3,927	3,97	

6. Варутреск, Швеция.[18] Прочие: Fe_2O_3 0,78, Li_2O 0,10, K_2O 0,33, Na_2O 0,39, нераств. ост. 6,22; H_2O включает H_2O+ 0,48. 7. Провинция Ла-Риоха, Аргентина.[19] Прочие: нераств. ост. 0,28, Na_2O 0,27, K_2O 0,33, Cl следы. 8. 7U7 Ранч. Багдад, Аризона.[16] Прочие: Na_2O 0,52. 9. Кимито, Финляндия.[19] 10. Цвизель, Бавария.[19] 11. Хорршёберг, Швеция (*тальктриплит, talktriplite*).[20]

Разнов. *Магнистый.* Тальктриплит *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **39,** 86, 1882; *Bull. soc. min.*, **5,** 301, 1883). Содержит Mg (и обычно также Ca), замещающий (Fe, Mn) с отношением Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 6,6 : 3,7 : 11 в анал. 8 и с отношением Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 1,6 : 0,79 : 0,84 в анал. 11; однако отнесение последнего материала к данному виду не надежно. Увеличение содержания Mg (и Ca) сопровождается уменьшением показателей преломления и размеров элементарной ячейки.

Испытание. Легко плавится в стально-серый магнитный шарик. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Как первичный минерал в гранит-пегматитах сложного, богатого фосфатами типа. Ассоциирует вместе с триплоидит-вольфеитом, трифилин-литиофилитом, апатитом, турмалином и др.; также в высокотемпературных жилах (?) с вольфрамитом, шеелитом и сульфидами (Аурум, Невада). Здесь упоминаются не все известные месторождения. Первоначально найден в Лиможе около Шантелуба, От-Вьенн, Франция; также в Ла-Вилат и повсюду в этом районе.[21] В ряде месторождений в Баварии,[23] именно в Хагендорфе, Крейцберге, Плейштейне и Хюнеркобеле около Рабенштейна (*цвизелит, zwieselite*); в Моравии[22] в Кириллгофе и Виене и в окрестностях с Мариенбада; в Шлаггенвальде, Чехия. В Финляндии в Сукуле и в Лемнесе, приход Кимито. В Швеции в Хорршёберге в Вермланде (*тальктриплит*) с лазулитом, апатитом, рутилом и кианитом; в Скрумперторпе и на озере Лилла-Элишё, Ёстергётланд; очень редко в Варутреске. В Африке в зоне Карибиб, Юго-Западная Африка, и в Ломагунди, Южная Родезия. В Мангуалде, провинция Бейра, Португалия. В Арген-

тине в Сьерра-де-Сапата, провинция Катамарка, и в департаменте Каламучита, Кордова. В США триплит встречается в Стонхеме, Хэброн, и на горе Апатит около Аубурна, Майн. В Шатаме, Бранчвилл, и в карьере Стрикленд, Портленд, Коннектикут, в Амелии, Вирджиния. В 7U7 Ранч и на горе Лома около Багдада в районе Юрика, округ Явапаи, Аризона. В Калифорнии в Пала, округ Сан-Диего, и с гюбнеритом в Камп-Сигнале, около Гоффса. Близ Аурума, район Риган, округ Уайт-Пайн, Невада. В Колорадо в Мика-Лоде и пегматитах Скул-Секшн, округ Фремонт, и в ущелье Дед-Мэн, около Колорадо-Спрингс, округ Эль-Пасо.

Искусств. Указаны искусственные соединения состава триплита.[25]

Изменения. Триплит может изменяться в гидротермальных условиях в триплоидит-вольфеит или аллуюдит и при выветривании переходит в вивианит, или дюфренитоподобные минералы, или в вад.[24] Триплит в противоположность трифилин-литиофилиту, повидимому, не переходит в гетерозит-пурпурит. Минерал обычно находят более или менее измененным в результате поверхностного окисления и гидратации.

Назв. *Триплит* от τριπλόος — *тройной*, вероятно, в соответствии с его тремя спайностями. *Цвизелит* по местонахождению в Рабенштейне, около Цвизеля, Бавария.

Синонимы. Phosphate natif de fer melangé de manganèse [из Лиможа] *Vauquelin* (*J. mines*, **11**, 295, 1802; *Ann. Chem.*, **41**, 242, 1802). Eisenpecherz *Werner* (1808). Manganèse phosphaté *Lucas* (**1**, 169, 1806). Phosphormangan *Karsten* (72, 1808). Manganèse phosphaté ferrifère *Hüüy* (1809). Triplit *Hausmann* (1079, 1813). Eisenapatit *Fuchs* (*J. pr. Chem.*, **18**, 499, 1839). Zwiselite *Breithaupt* (**2**, 299, 1841). Phosphate of Iron and Monganese. Zwieselite *Glocker* (244, 1847). Talktriplit *L. J. Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **39**, 86, 1882). Metatriplite (частью) (?) *de Jesus* (*Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 65, 1936).

Ссылки

1. Ячейка и ориентировка по Перману (Pehrman, *Acta Ac. Aboensis, Math. Physica*, **12**, No. 6, 1939), соответствующие структурной ячейке; элементы структурной ячейки по Вольфу и Гейнриху (Wolfe и Heinrich, *Am. Min.*, **32**, 518, 1947). Триплит очень близок по размерам ячейки к вагнериту.

2. Pehrman (1939); Wolfe и Heinrich (1947); Laubmann и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 559 (1920). Буквенное обозначение форм по Перману (Pehrman). Менее обычные: *h* 310, *i* $\bar{1}12$, *e* $\bar{1}21$, *q* $\bar{3}01$, $\bar{3}23$.

3. Wolfe у Вольфа и Гейнриха (Wolfe и Heinrich, 1947), методом Вайссенберга на неанализированных кристаллах; пространственная группа по Вольфу.

4. Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 468, 1940), методом Вайссенберга на материале анал. 4.

5. Перман (Pehrman, 1939) приводит спайность по граням {$\bar{3}01$}, {001} и {010}, но не по {100} на материале из Лемнеса.

6. Вычислено по размерам ячейки анализированного материала из Багдада, Аризона; измер. уд. в. = 3,84.

7. О дополнительных оптических данных см. Otto, *Min. Mitt.*, **47**, 98 (1935); Wolfe и Heinrich (1947); Hess и Hunt, *Am. J. Sc.*, **36**, 51 (1913); Henderson, *Am. Min.*, **18**, 104 (1933); Shannon, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **58**, 444 (1920); Pehrman (1939).

8. Оптическая ориентировка дана как: $X = b$ и $Z \wedge a = 22°$ (7U7 Ранч) или $Y = b$ и $Z \wedge a = 42°$ (Гора Лома), последний материал оптически отрицательный. Де Клуазо (Des Cloizeaux, 180, 1867) дает $Y = b$ и $Z \wedge c = 42°10'$ (красный), 41°53′ (желтый) на материале из Шантелуба; Перман (Pehrman, 1939) дает $X \wedge c = 44°$.

9. Wolfe и Heinrich (1947).

10. Hurlbut, *Am. Min.*, **21**, 656 (1936).

11. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 285 (1941).

12. Otto (1935).

13. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4A], 700, 1931) и Otto (1939).

14. Hess и Hunt (1913).

15. Shannon (1920).

16. Анал. Гонье (Gonyer) у Харлбата (Hurlbut, 1936).

17. Pehrman (1939).

18. Mason (1941),

19. Otto (1939).

20. Igelström (1882).

21. Lacroix (**4**, 431, 1910).

22. См. Laubmann и Steinmetz, *Zs. Kr.*, **55**, 523 (1920). Müllbauer, *Zs. Kr.*, **61**, 318 (1925); и Mason, *Geol. För. Förh.*, **64**, 335 (1942).

23. Kovář и Slavík, *Verh. geol. Reichsanst. Wien*, **50**, 347 (1900); Sellner, *Zs. Kr.*, **59**, 504 (1924).

24. Анализ измененного триплита приведен Иезусом (de Jesus, 1936); см. также Kovář и Slavík (1900).

25. Deville и Caron, *C. R.*, **47**, 985 (1858); *Am. chim. phys.*, **67**, 454 (1863).

41.6.3 ГРУППА ТРИПЛОИДИТА

МОНОКЛИННАЯ; ПРИЗМАТИЧЕСКИЙ — 2/m

	a_0	b_0	c_0	β
Триплоидит, $(Mn'', Fe'')_2(PO_4)(OH)$	12,26 Å	13,38	9,90	108°04′
Вольфеит, $(Fe'', Mn'')_2(PO_4)(OH)$	12,12	13,16	9,73	108 18
Саркинит, $Mn_2(AsO_4)(OH)$	12,65	13,51	10,15	108 44

Триплоидит и вольфеит, повидимому, образуют непрерывную серию путем взаимного замещения Mn″ и Fe″. Саркинит изоструктурен с этими минералами, но доказательства существования непрерывной серии между саркинитом, с одной стороны, и триплоидитом и вольфеитом, с другой — отсутствуют. F группу (OH) в значительных количествах не замещает; здесь можно отметить, что триплит, $(Fe, Mn)_2(PO_4)F$, не изоструктурен с вольфеитом.

41.6.3.1 **ТРИПЛОИДИТ** $(Mn'', Fe'')_2(PO_4)(OH)$ TRIPLOIDITE

41.6.3.2 **ВОЛЬФЕИТ** $(Fe'', Mn'')_2(PO_4)(OH)$ WOLFEITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9286 : 1 : 0{,}7463$; β 108°14′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8037 : 0{,}7088 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4108 : 1{,}1338 : 1$; μ 71°46′; p_0' 0,8462, q_0' 0,7463, x_0' 0,3294

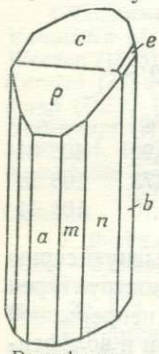
Формы [2]		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	18°14′	71°46′	90°00′	.....	71°46′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	71 46	.....
n	120	29 33	90 00	0 00	29 33	81 07½	60 27
m	110	48 35½	90 00	0 00	48 35½	76 26	13 34
e	021	12 26½	56 48½	71 46	35 12	54 48	79 36½
ζ	203	90 00	41 47	48 13	90 00	23 33	48 13
p	$\bar{2}21$	−42 24	63 40½	143 44	48 33½	76 35	127 11

Структ. ячейка. Пространственная группа $P2_1/a$.

	Триплоидит, Бранчвилл [3]	Вольфеит, Палермо [4]	Вольфеит, Хагендорф [5]
Fe : Mn	1 : 3,30	3,39 : 1	> 3 : 1
a_0	12,26 Å	12,20 Å	12,12 Å
b_0	13,38	13,17	13,16
c_0	9,90	9,79	9,73
β	108°04′	108°00′	108°18′
$a_0 : b_0 : c_0$	0,916 : 1 : 0,740	0,926 : 1 : 0,743	0,921 : 1 : 0,739

Ячейка содержит $(Mn'', Fe'')_{32}(PO_4)_{16}(OH)_{16}$.

Облик. Кристаллы призматические вдоль [001], зона призмы имеет вертикальную штриховку. Обычно в виде параллельно-волокнистых до столбчатых агрегатов; также расходящиеся или переплетающиеся волокна; редко зернистый.



Вольфеит. Хагендорф.

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {120} средняя, по {010} плохая, по {110} очень плохая. [4] Излом неровный до полураковистого. Тв. 4½—5. Уд. в. 3,66 (установлено для чисто марганцового члена серии) до 3,83 (установлено для чисто железного члена серии). [4] Блеск стеклянный до жирного алмазного. Цвет розоватый, винно-желтый до желтовато-коричневого у богатого марганцем материала, постепенно переходящий в красновато-коричневый и гвоздико-коричневый у образцов, богатых железом; редко зеленый. Черта почти белая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бледнорозовый до бледнокоричневого.

Ориентировка	Триплоидит, Бранчвилл [6]	Вольфеит, Палермо [4]	Вольфеит, Хагендорф [5]	
nX b	1,725 ± 0,003	1,741 ± 0,003	1,748 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
nY	1,723 ± 0,003	1,742 ± 0,003	1,749 ± 0,003	$2V$ умеренный
nZ	1,730 ± 0,003	1,746 ± 0,003	1,753 ± 0,003	$r > v$, очень сильная; заметная дисперсия биссектрис
$Z \wedge c$	−4°			
Fe : Mn	1 : 3,30	3,39 : 1	> 3 : 1	

Слабо плеохроичен в крупных зернах с абсорбцией $Z > X, Y$.

Хим. Основной фосфат двухвалентного марганца и железа, $(Mn'', Fe'')_2(PO_4)(OH)$. Mn и Fe могут взаимно замещаться и в пределах от Fe : Mn = 1 : 3,30 (анал. 2) до, по крайней мере, Fe : Mn = = 3,39 : 1 (анал. 7) существует непрерывная серия. Возможно также, что серия простирается вплоть до чистого Fe-члена. Названия *триплоидит* и *вольфеит* относятся к частям серии соответственно с Mn > Fe и Fe > Mn. Небольшие количества Mg и Ca замещают (Mn'', Fe'') с отношением $Mg : (Fe'', Mn'') = 1 : 6,92$ (анал. 2) и $Ca : (Fe'', Mn'') = 1 : 22,9$ (анал. 5). Fe_2O_3, приводимый в некоторых анализах, объясняется частичным окислением FeO. Триплоидит-вольфеит изоструктурен с саркинитом,[7] $Mn_2(AsO_4)(OH)$.

Анал.	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO		0,33	(~0,90)	0,56	2,00	1,27	0,19	
MgO				4,74		0,40	2,28	
MnO	63,95	48,45	43,46	29,85	21,73	17,92	13,12	
FeO		14,88	18,87	24,31	36,44	33,37	44,44	64,24
Fe_2O_3				4,26	0,22	7,78	0,70	
P_2O_5	31,99	32,11	32,62	30,89	34,20	32,44	32,90	31,73
H_2O	4,06	4,08	4,14	4,20	4,50	4,48	3,78	4,03
F		нет		следы	0,09	0,88	0,51	
Прочие			1,09	0,94	1,27	2,47	2,19	
Сумма	100,00	99,85	100,18	99,75	100,45	101,01	100,11	100,00
Уд. в.		3,697			3,78		3,79	
Fe : Mn		1 : 3,30	1 : 2,39	1 : 1,07	1,66 : 1	2,22 : 1	3,39 : 1	

1. $Mn_2''(PO_4)(OH)$. 2. Триплоидит, Бранчвилл, Коннектикут.[8] 3. Триплоидит, Бранчвилл.[8] Прочие: кварц, CaO (вычисл.). 4. Триплоидит, Виен, Моравия.[9] Fe_2O_3 получилась при окислении FeO и поэтому при подсчете отношения Fe : Mn все железо учтено как двухвалентное. Прочие: CO_2 0,59, SiO_2 0,35. 5. Вольфеит, Скрумпеторп, Швеция.[10] Прочие: Na_2O 0,93, K_2O следы, H_2O— 0,19, нераств. ост. 0,15. 6. Вольфеит, Кириллгоф, Моравия.[9] Прочие: $(Na, K)_2O$ 0,17, нераств. ост. 2,30. Fe_2O_3 получилась при окислении FeO, все железо учтено как двухвалентное при подсчете отношения Fe : Mn. 7. Вольфеит, рудник Палермо, Нью-Гэмпшир.[11] Прочие: Na_2O 0,14, K_2O 0,15, Li_2O 0,56, нераств. ост. 1,44. 8. $Fe_2''(PO_4)(OH)$.

Испытание. П. п. тр. спокойно плавится. В закр. тр. выделяет нейтральную воду, чернеет и становится магнитным. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Триплоидит и вольфеит встречаются в гранитных пегматитах вместе с триплитом, литиофилитом и трифилитом и могут образовываться при гидротермальном изменении этих минералов. Триплоидит первоначально был найден с эосфоритом, диккинсонитом и родохрозитом в литиофилите Бранчвилла, округ Файрфилд, Коннектикут; найден также как продукт изменения триплита у Виен, Моравия (Чехословакия). Вольфеит встречается как продукт изменения трифилита в пегматите Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир; также найден с триплитом в Скрумпеторпе, Швеция; в Кириллгофе, Моравия (Чехословакия); а также в Хагендорфе, Бавария.

Назв. *Триплоидит* от *триплит* и εἶδος — *образ*, в соответствии с тем, что он по физическим свойствам и составу похож на триплит.

Brush и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **16**, 42, 1878). *Вольфеит* по имени Кэлеба Вроэ Вольфа (Caleb Wroe Wolfe, 1908—), американского кристаллографа. *Frondel* (*Am. Min.*, **34**, 692, 1949).

Ссылки

1. Кристаллографические константы Э. С. Дэна у Дэна (Dana, 779, 1892), но с удвоенной *b* для согласования со структурной ячейкой Коккороса (Kokkoros, *Zbl. Min.*, 278, 1938), что подтверждено Ричмондом (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 469, 1940) и Фронделем (Frondel, *Am. Min.*, **34**, 692, 1949). Кристаллографические константы Дэна получены на триплоидите из Бранчвилла с Fe : Mn = 1 : 3,30 (анал. 2). Мюльбауэр (Müllbauer, *Zs. Kr.*, **61**, 318, 1925) на вольфеите из Хагендорфа с Fe : Mn > 3 : 1 получил 0,9258 : 1 : 0,74425, β 108°18′ (см. Frondel, 1949). Переход от Дэна (Dana, 1892) к Коккоросу (Kokkoros, 1938); $\frac{1}{0}00/010/00\,\frac{1}{2}$.

2. Dana (1892) и Müllbauer (1925).
3. Richmond (1940).
4. Frondel (1949).
5. Kokkoros (1938).
6. Larsen, 145 (1921).
7. Hägele, *Zbl. Min.*, 267 (1938).
8. Анал. Пенфильда (Penfield) у Бруша и Дэна (Brush и Dana, 1878).
9. Анал. Герлеса (Herles) у Ковача и Славика (Kovář и Slavík, *Verh geol. Reichsanst. Wien*, **50**, 347 (1900).
10. Анал. Берггрена (Berggren) у Мэзона (Mason, *Geol. För. Förh.*, **62**, 373 (1941).
11. Анал. Пэка (Peck) у Фронделя (Frondel, 1949).

41.6.3.3 САРКИНИТ $Mn_2(AsO_4)(OH)$ SARKINITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$$a : b : c = 0{,}9322 : 1 : 0{,}7577;\ \beta\ 108°12\frac{1}{2}';$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8128 : 0{,}7198 : 1$$

$$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3198 : 1{,}1293 : 1;\ \mu\ 71°47\frac{1}{2}';$$

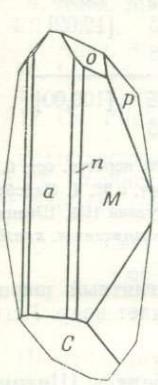
$$p_0'\ 0{,}8557,\ q_0'\ 0{,}7577,\ x_0'\ 0{,}3289$$

Формы[2]

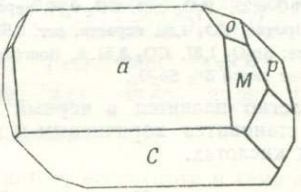
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	18°12½′	71°47½′	90°00′	.....	71°47½′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	71 47½	.....
M	120	29 30½	90 00	0 00	29 30½	81 09	60 29½
n	210	66 07	90 00	0 00	66 07	73 24	23 53
o	021	12 14½	57 11	71 47½	34 47	55 13	79 44
d	101	90 00	40 33½	49 26½	90 00	22 21	49 26½
f	201	90 00	59 42	30 18	90 00	41 29½	30 18
C	$\bar{1}01$	—90 00	27 47	117 47	90 00	45 59½	117 47
k	121	38 01	62 32	40 10	45 39	52 26½	56 52½
p	$\bar{1}41$	— 9 51½	71 59½	117 47	20 27	75 57	99 22½

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $C2_1/a$. a_0 12,65 *kX*, b_0 13,51, c_0 10,15; β 108°44′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}936 : 1 : 0{,}751$. Ячейка содержит $Mn_{32}(AsO_4)_{16}(OH)_{16}$.

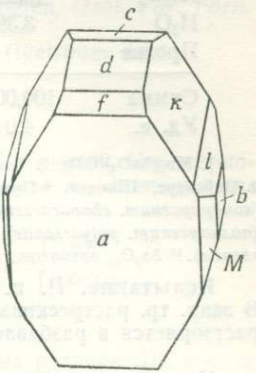
Облик. Кристаллы обычно толстотаблитчатые по {100} и несколько удлиненные вдоль [010]; также короткопризматические вдоль [010] или укороченные вдоль этого направления и таблитчатые. Грани {100}



Пайсберг.



Пайсберг.



Лонгбан.

и {001} часто неровные, на {001} — штриховка параллельная [100]. Иногда грубые сферические группы кристаллов; зернистый.

Физ. Спайность по {100} совершенная. Излом полураковистый до неровного. Тв. 4—5. Уд. в. 4,08—4,18, 4,18 (Лонгбан);[4] 4,04 (вычисл.). Блеск жирный. Цвет мясо-красный до темного крававo-красного, розово-красный, красновато-желтый до желтого. Черта розово-красная до желтой.

Опт.[5] В проходящем свете бледнорозовый до желтого.

Ориентировка	n	
$X \wedge c$ — 54°	1,793	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,807	$2V$ 83°
Z	1.809	Слабо плеохроичен с абсорбцией $X > Z > Y$
		Дисперсия не наблюдалась

Хим. Основной арсенат марганца, $Mn_2(AsO_4)(OH)$. Небольшие количества Ca, Mg и Fe замещают Mn с максимальным из опубликованных[6] отношений $Mg : Ca : Mn = 1 : 1{,}7 : 14{,}3$. Sb замещает As с отношением $Sb : As = 1 : 42{,}3$ в анал. 5 и, возможно, в несколько большем количестве в материале анал. 6. Саркинит изоструктурен с триплоидитом, но, насколько известно, лишь весьма незначительные количества P могут замещать As (анал. 3).

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO		1,09	1,40	1,99	2,85	1,93
MgO		0,29	0,98	0,28	0,77	6,08
FeO		0,15	0,13		следы	3,11
MnO	53,38	50,60	51,60	50,91	49,88	43,60
As_2O_5	43,23	42,55	41,60	41,02	39,23	33,26
H_2O	3,39	3,44	3,06	3,33	3,15	[12,02]
Прочие		1,54	1,60	2,73	4,88	
Сумма	100,00	99,66	100,37	100,26	100,76	[100,00]
Уд. в.	4,04	4,178	4,15	4,117	4,08	

1. $Mn_2(AsO_4)(OH)$. 2. Лонгбан, Швеция.[7] Прочие: Na_2O 1,30, Al_2O_3 0,10, нераств. ост. 0,14. 3. Пайсберг, Швеция. [6] Прочие: PbO 0,25, P_2O_5 0,21, CO_2 0,76, нераств. ост. 0,38. 4. Пайсберг (*хондрарсенит, chondrarsenite*). [8] Прочие: CO_2 1,80, нераств. ост. 0,93. 5. Рудник Шё, Швеция[9] (*полиарсенит, polyarsenite*). Прочие: Sb_2O_5 1,37, CO_2 3,51. 6. Лонгбан (*ксантарсенит, xantharsenite*).[10] As_2O_5, возможно, содержит около 3% Sb_2O_5.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в черный немагнитный шарик. В закр. тр. растрескивается, становится коричневым и выделяет воду. Легко растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. В руднике Харстиг, Пайсберг, Швеция; в пустотах вместе с самородным свинцом, бементитом, брандтитом, кальцитом и баритом; кристаллы или удлиненные вдоль [010], или несколько укороченные вдоль этого направления (последний тип был описан под названием *хондрарсенит*[11]). Практически одновременно с пайсбергским саркинитом был описан саркинит из рудника Сьё, приход Грититт, Ёребро, Швеция (*полиарсенит*)[12], встречающийся здесь вместе с гематостибитом, магнетитом, якобситом и тефроитом. В Лонгбане, Швеция, вместе с гаусманнитом и гедифаном (*ксантоарсенит*, частично).

Назв. От σάρκινος — *сделанный из мяса*, из-за его кроваво-красного цвета и жирного блеска.

Синонимы. Kondroarsenit *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **22**, 3, 1865). Chondrarsenite Dana (562, 1868). Xanthoarsénite *Igelström* (*Bull. soc. min.*, **7**, 237, 1884). Xantharsenite *Dana* (796, 1892). Polyarsénite *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **42**, 257, 1885; *Bull. soc. min.*, **8**, 369, 1885). Sarkinite *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 724, 1885).

Ссылки

1. Углы по Флинку и Гамбергу (Flink и Hamberg, *Geol. För. Förh.*, **10**, 380, 1888), на кристаллах из Пайсберга; отношения осей и ориентировка структурной ячейки Хегеле (Hägele, *Zbl. Min.*, 267, 1938). Переход от Флинка и Гамберга (Flink и Hamberg, 1888), Дэна (Dana, 779, 1892) и Гольдшмидта (Goldschmidt, **8**, 9, 1922) к новой: $\bar{1}01/0\bar{2}0/001$.

2. Flink и Hamberg (1888) и Flink, *Geol. För. Förh.*, **46**, 661 (1924). Менее обычные и сомнительные: *r* 7.10.0, *l* 131, *q* $\bar{1}21$, *g* $\bar{5}41$, *h* $\bar{9}41$.

3. Hägele (1938), методами вращения и Вайссенберга на материале из Пайсберга. Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 466, 1940) дает сходные данные, но с уменьшенной вдвое b_0.

4. Flink, *Geol. För. Förh.*, **46**, 661 (1924), на существенно чистом соединении (анал. 2); приводимые более низкие величины объясняются, повидимому, замещением Mn на Ca и Mg.
5. Larsen и Berman (201, 1934), вероятно, на материале из Лонгбана. Ларсен (Larsen, 130, 1921) для материала из Харстига дает nX 1,780, nY 1,793, nZ 1,802 с $Z \wedge c = \pm 43°$.
6. Igelström (1865).
7. Анал. Алмстрёма (Almström) у Флинка (Flink, 1924).
8. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, *Geol. För. Förh.* **28**, 401, 1906).
9. Анал. Зёдербаума (Söderbaum) у Игельстрёма (Igelström, 1885).
10. Igelström (1884).
11. См. Sjögren (1906).
12. См. Flink и Hamberg (1888).

КСАНТАРСЕНИТ, Xantharsenite. Плотный, зернистый. Хрупкий. Цвет серно-желтый. Спайности не имеет. Оптически двуосный. Состав в основном отвечает формуле $(Mn, Mg, Fe, Ca)_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$.

CaO	MgO	FeO	MnO	As_2O_5 *	H_2O	Сумма
1,93	6,08	3,11	43,60	33,26	[12,02]	[100,00]

* Содержит от 1 до 3% Sb_2O_5.

Найден с гаусманнитом, магнетитом и гематитом на руднике Шё, приход Грититт, Ёребро, Швеция. Нуждается в уточнении.

Синонимы. Xanthoarsenite *Igelström* (*Bull. soc. min.*, **7**, 237, 1884). Xantharsenite *Dana* (796, 1892).

41.6.4 **Саркопсид** $(Fe, Mn, Ca)_7(PO_4)_4F_2$ (?) Sarcopside

Вероятно, моноклинный. В виде неправильных масс с волокнистой структурой, иногда в искривленных шестигранных пластинках (Силезия).

Физ. Совершенная спайность, приблизительно перпендикулярная волокнам, и другая, менее совершенная, параллельная направлению волокон (= [001]?). Излом осколчатый до волокнистого. Тв. 4. Уд. в. 3,73 (Силезия),[1] 3,64 (Нью-Гэмпшир).[2] Блеск шелковистый и сверкающий. Цвет мясо-красный до красновато-коричневого, на поверхности изменяющийся в темнокоричневый, синий, лавандовый или зеленый. Просвечивающий.

Опт.[3] В проходящем свете мясо-красный.

Ориентировка		n (Нью-Гэмпшир)	
$X \wedge c$	45°	1,675	Двуосн. отрицат. (—)
Y		1,728	$2V$ малый
Z	b	1,730	$r > v$, заметная

Хим. Фторофосфат двухвалентного железа, марганца и кальция с неопределенной формулой, вероятно $(Fe'', Mn'', Ca)_7(PO_4)_4F_2$. Наличие в некоторых анализах трехвалентного железа объясняется, повидимому, частичным окислением.

Анал.

	1	2	3	4	5
CaO	4,93	3,40	4,38	3,40	4,70
MgO			0,68		0,73
MnO	11,69	20,57	10,83	20,57	11,64
FeO	44,98	30,53	39,87	38,48	44,51
Fe_2O_3		8,83	1,70		
P_2O_5	35,64	34,73	33,26	34,73	35,72
F	4,77	Не опр.	4,35	Не опр.	4,67
H_2O		[1,94]	1,53		
Прочие			3,22		
	102,01	[100,00]	99,82		101,97
O = F	2,01		1,83		1,97
Сумма	100,00		97,99		100,00

1. (Fe, Mn, Ca)$_7$(PO$_4$)$_4$F$_2$ с Fe : Mn: Ca=57 : 15 : 8. 2. Силезия. [4] Среднее из трех. 3. Нью-Гэмпшир. [2] Среднее из двух. Прочие: нераств. ост. 4. Анал. 2 с Fe_2O_3, пересчитанным на FeO. 5. Анал. 3, пересчитанный после исключения нерастворимого остатка и H_2O, с Fe_2O_3, учтенным как FeO.

Испытание. Как триплит.

Местонахождение. Первоначально в пегматите близ Михельсдорфа в Ойленгебирге, Силезия, Германия, с гюролитом и вивианитом; также в небольших пегматитовых линзах в гнейсе на ферме Гинграсс близ Диеринга, Нью-Гэмпшир. [2]

Изменения. С поверхности в вивианит и неопределенные железо-марганцовые фосфаты.

Назв. От σάρξ — *мясо*, и ὄψις — *вид*, из-за его цвета.

Синоним. Sarkopsid *Websky* (*Zs. deutsche geol. Ges.*, **20**, 245, 1868).

Ссылки

1. Websky (1868); более высокие значения в пределах 3,69—3,73.
2. Holden, *Am. Min.*, **5**, 99 (1920); **9**, 205 (1924).
3. Larsen и Berman (193, 1934).
4. Websky (1868).

41.6.5 ГРУППА ОЛИВЕНИТА

РОМБИЧЕСКАЯ; РОМБО-ДИПИРАМИДАЛЬНЫЙ—2/m 2/m 2/m

	a_0	b_0	c_0
Оливенит, $Cu_2(AsO_4)(OH)$	8,16 *kX*	8,54	5,86
Либетенит, $Cu_2(PO_4)(OH)$	8,08	8,43	5,90
Адамин, $Zn_2(AsO_4)(OH)$	8,30	8,51	6,04

Кристаллическая структура [1] членов группы оливенита сходна со структурой андалузита, $Al_2(SiO_4)(OH)$. Взаимное замещение As и P обусловливает существование частичной серии между оливенитом

и либетенитом. Частичная серия простирается также от адамина к оливениту благодаря замещению Zn на Cu. Все члены этой группы являются вторичными минералами, образующимися главным образом в поверхностных условиях, в то время как андалузит образуется при высоких температурах.

Ссылка

1. Heritsch, *Zs. Kr.*, **102**, 1 (1940) и Strunz, *Zs. Kr.*, **94**, 60 (1936).

41.6.5.1 **ОЛИВЕНИТ** $Cu_2(AsO_4)(OH)$ OLIVENITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$ (?).

$a : b : c = 0{,}9485 : 1 : 0{,}6810$;[2] $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7180 : 0{,}6810 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9485 : 1{,}3928 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4684 : 1{,}0543 : 1$

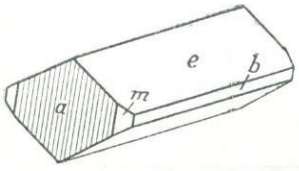
Формы[3]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
m	110	46 31	90 00	90 00	43 29	0 00	46 31
r	012	0 00	18 48	18 48	90 00	90 00	71 12
e	011	0 00	34 15½	34 15½	90 00	90 00	55 44½
v	101	90 00	35 40½	0 00	54 19½	54 19½	90 00
p	111	46 31	44 42	34 15½	59 19	54 19½	61 03

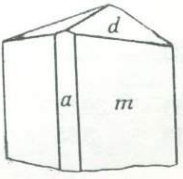
Менее обычные и редкие:

c 001 *f* 013 *d* 025 *s* 034 *l* 043

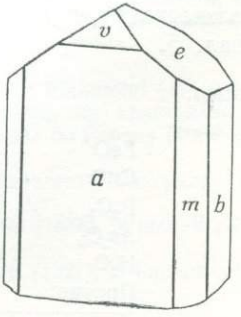
Структ. ячейка[4]. Пространственная группа *Pnnm* (?). a_0 8,16 *kX*, b_0 8,54, c_0 5,86; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}955 : 1 : 0{,}686$. Ячейка содержит $Cu_8(AsO_4)_4(OH)_4$.



Гаронна, Франция.



Тинтик.



Тинтик.

Облик. Изменчивый; часто удлиненный вдоль [100], также коротко-призматический до игольчатого вдоль [001], менее часто таблитчатый по {011}, {100} или {001}. Часто в шаровидных и почковидных

агрегатах с волокнистой структурой, причем волокна прямые и расходящиеся и редко неправильные; искривленный, пластинчатый; плотный, зернистый до землистого; почковатый.

Двойники. Отмечены на основании оптических исследований у кристаллов из Корнуолла.[7]

Физ. Спайность по {011} и {110} несовершенная. Излом раковистый до неправильного. Тв. 3. Уд. в. 4,46 (Тинтик; Тсумеб),[14] 3,9—4,4 (Корнуолл, фосфористый);[15] 4,57 (вычисл.). Блеск алмазный до стеклянного; у некоторых волокон варьирует от перламутрового до шелковистого. Цвет различных оттенков оливково-зеленого; также зеленовато-коричневый до коричневого, реже соломенно-желтый, серовато-зеленый и серовато-белый. Черта оливково-зеленая до коричневой. Просвечивающий до непрозрачного.

Опт. В проходящем свете бледнозеленый.

Ориентировка	n (Чукикамата)[8]	n (Тинтик, анал. 4)[5]	n (Корнуолл)[5]	
X	1,780	$1{,}772 \pm 0{,}005$	$1{,}747 \pm 0{,}005$	Двуосн. положит. (+), иногда отрицат.
Y c	1,820	$1{,}810 \pm 0{,}005$	$1{,}788 \pm 0{,}005$	$2V \sim 90°$
Z	1,865	$1{,}863 \pm 0{,}005$	$1{,}829 \pm 0{,}005$	$r < v$, сильная (опт. +); также $r > v$, сильная (опт. —)

Некоторые кристаллы из Корнуолла обнаруживают спиральные фигуры интерференции, повидимому, вследствие двойникования.[7] Иногда слабо плеохроичен[6] в зеленых и желтых оттенках с абсорбцией $Y > X$, Z.

Хим. Основной арсенат меди, $Cu_2(AsO_4)(OH)$. P замещает As вплоть до отношения почти P : As = 1 : 3,5 (анал. 3) и, таким образом, от оливенита к либетениту простирается частичная серия. Небольшие количества Fe, повидимому, замещают Cu с отношением Fe : Cu = 1 : 17, анал. 5.

Анал.[9]

	1	2	3	4	5
FeO			следы		2,78
CuO	56,22	56,65	56,38	55,40	52,67
P_2O_5			5,96	0,06	
As_2O_5	40,60	39,80	33,50	40,05	39,76
H_2O	3,18	3,55	4,16	3,39	4,09
Прочие				0,81	
Сумма	100,00	100,00	100,00	99,71	99,30

1. $Cu_2(AsO_4)(OH)$. 2. Корнуолл.[10] 3. Корнуолл.[11] 4. Рудник Игл, Тинтик, Юта.[12] Прочие: CaO 0,16, нераств. ост. 0,40, Fe_2O_3 0,25. 5. Тсумеб, Юго-Западная Африка.[13]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в кислотах и аммиаке.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречающийся в зоне окисления рудных месторождений. Найден вместе с адамином, малахитом, азуритом, лимонитом, скородитом. Не все из известных месторождений могут быть здесь упомянуты. Первоначально из Корнуолла, Англия, где он встречается во многих рудниках как в виде кристаллов, так и в виде волокнистых агрегатов; также в Альстон-Муре, Камберленд, и Тевистоке, Девоншир. В Чехословакии в Беловесе близ Находа. С байлдонитом в Тсумебе, Юго-Западная Африка. Найден в Чили в Кольяуаси и Копиапо и с шеневикситом (?) в Чукикамата. В США оливенит встречается во многих местах в Американ-Игле, Маммот, и в других рудниках района Тинтик, Юта, где он встречается вместе с клиноклазом, тиролитом, конихальцитом, шеневикситом. В Маджуба-Хилле, округ Першинг, Невада, с корнетитом; в районе Блэкберд, округ Лемхи, Айдахо.

Назв. По цвету.

Синонимы. Arseniksaures Kupfererz (из Корнуолла) *Klaproth* (*Schrft. Ges. Nat. Freunde Berlin*, **7**, 160, 1786). Olivenerz (из Корнуолла) *Werner* (*Bergm. J.*, 382, 385, 1789). Olive Copper Ore *Kirwan* (**2**, 151, 1796). Olive-green Copper Ore *Rashleigh* (**1**, pl. 11, fig. 2, 1797; **2**, pl. 6, 1802). Holzkupfererz. Wood-Copper. Wood-Arsenate. Cuivre arseniaté en octaèdre aigus *Bournon* (*Phil. Trans.*, 177, 1801). Pharmacochalzit (частью), *Hausmann* (**3**, 1042, 1813); Olivenkupfer (*там же*, 1045); Pharmacolzit (*там же*, 1025, 1847). Olivenite (частью), *Jameson* (**2**, 335, 1820); *Leonhard* (283, 1821).

Ссылки

1. Вид симметрии точно не установлен. Обычно кристаллы соответствуют дипирамидальной симметрии и Герич (Heritsch, *Zs. Kr.*, **98**, 351, 1937; **99**, 466, 1938) определил пространственную группу как *Pnnm*. Однако Ричмонд (Richmond, *Am. Min.*, **25**, 453, 1940) оригинальным способом определил пространственную группу $P2_12_12_1$ на материале из Тинтика; эти кристаллы имели пирамидальную внешнюю симметрию с полярным направлением [100] и не обнаруживали никаких признаков, на основании которых можно доказать, что они относятся к ромбо-тетраэдрическому виду симметрии, к которому они должны были бы отнестись при такой пространственной группе.
2. Goldschmidt (**6**, 90, 1920).
3. Goldschmidt (1920); также Shannon (425, 1926) и Richmond (1940).
4. Размеры ячейки по Ричмонду (Richmond, 1940), на кристаллах из Тинтика, методом Вайссенберга; пространственная группа по Геричу (Heritsch, 1937, 1938).
5. Larsen (116, 1921). Относительно низкие показатели материала из Корнуолла могут быть объяснены замещением As на P.
6. Hillebrand и Washington, *Am. J. Sc.*, **35**, 298 (1888), Winchell (132, 1933).
7. См. Schaller, *U. S. Geol. Sur., Bull., 679*, 116 (1921), и Larsen (116, 1921).
8. Jarrel, *Am. Min.*, **24**, 632 (1939).
9. Дополнительные анализы см. Dana (785, 1892; 564, 1868).
10. Richardson у Томсона (Thomson, **1**, 614, 1836).
11. Hermann, *J. pr. Chem.*, **33**, 291 (1844).
12. Hillebrand, *Proc. Colorado Sc. Soc.*, **1**, 113 (1884).
13. Biehl, Diss. Münster (1919) — *Zs. Kr.*, **62**, 328 (1925).
14. Mrose, личн. сообщ. (1947), при помощи микровесов.

15. Пределы величин приводятся у Германна (1844), Дамура (Damour, *Ann. chim. phys.*, **13**, 412, 1845) и Бурнона (Bournon, *Trans. Roy. Soc. London*, 177 (1801).

41.6.5.2 ЛИБЕТЕНИТ $Cu_2(PO_4)(OH)$ LIBETHENITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}9606 : 1 : 0{,}7024$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7312 : 0{,}7024 : 1$

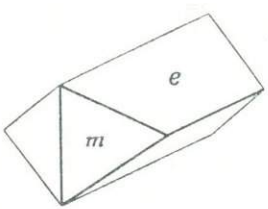
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9606 : 1{,}3676 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4237 : 1{,}0410 : 1$

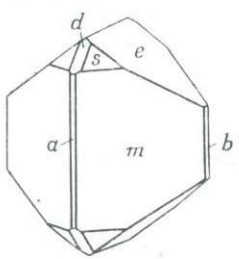
Формы[2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
m	110	46 09	90 00	90 00	43 51	0 00	46 09
h	540	52 27½	90 00	90 00	37 32½	0 00	52 27½
α	320	57 22	90 00	90 00	32 38	0 00	57 22
t	210	64 20½	90 00	90 00	25 39½	0 00	64 20½
δ	310	72 14½	90 00	90 00	17 45½	0 00	72 14½
e	011	0 00	35 05	35 05	90 00	90 00	54 55
d	101	90 00	36 10½	0 00	53 49½	53 49½	60 27
s	111	46 09	45 23½	35 05	59 06½	53 49½	60 27

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа *Pnnm*. a_0 8,08 *kX*, b_0 8,43, c_0 5,90; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}958 : 1 : 0{,}700$. Ячейка содержит $Cu_8(PO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Короткопризматический вдоль [001] или несколько удлиненный вдоль [100]; также изометрический. Обычные формы *m e s*.





Кристаллы обычно плохого качества со сложной структурой. На гранях {110} — вертикальная бороздчатость или штриховка, на {011} — штриховка, параллельная общему ребру с {111}.

Травление. Соответствует голоэдрической симметрии.[4]

Двойники. Не наблюдались.[5]

Физ. Спайность по {100} и {010} весьма несовершенная,[6] Излом раковистый до неровного. Тв. 4. Уд. в. 3,97;[12] 3,93 (вычисл.). Блеск стеклянный на гранях кристалла до несколько жирного на поверх-

ности излома. Цвет светлый до темного оливково-зеленого, также густозеленый и черновато-зеленый. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете голубовато-зеленый до бледнозеленого

Ориентировка	*n* (Либетен) [7]	*n* (Корнуолл) [7]	
X b	1,701 ± 0,003	1,704 ± 0,003	Двуосн. отрицат. (—)
Y c	1,743 ± 0,003	1,747 ± 0,003	$2V$ почти 90°
Z a	1,787 ± 0,003	1,790 ± 0,003	$r > v$, сильная

Иногда слабо плеохроичен с *X* бледноголубым с желтозатым отливом и *Z* бледноголубым с зеленоватым отливом (Либетен). [7]

Хим. Основной фосфат меди, $Cu_2(PO_4)(OH)$. Отмечаются небольшие количества As, замещающего P с отношением As : P = 1 : 19 в анал. 2, и, таким образом, между либетенитом и оливенитом существует частичная серия. Случаев замещения меди не наблюдалось (ср. с адамином).

Анал.[8]

	1	2	3	4
CuO	66,54	66,29	66,42	66,98
P_2O_5	29,69	26,46	29,31	28,89
As_2O_5		2,30		
H_2O	3,77	4,04	3,74	4,04
Сумма	100,00	99,09	99,47	99,91

1. $Cu_2(PO_4)(OH)$. 2. Либетен. [9] 4. Кокимбо, Чили. [10] 4. Лоанда, Конго. [11]

Испытание. П. п. тр. плавится в черный кристаллический шарик. Легко растворяется в кислотах и аммиаке.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречающийся в зоне окисления рудных месторождений вместе с малахитом, азуритом, лимонитом, пироморфитом. Первоначально из Либетена, близ Нойсоля, Румыния. Позже найден в небольшом количестве в месторождениях: в Вил-Фёниксе, Корнуолл; во Франции в Монтебра, Центральное Плато, и в Ардилья, Рона; в СССР у Нижнего Тагила и горы Высокой, Урал; в Миндоули и Ликаси в Бельгийском Конго; в Чукикамата, Чили, и на руднике Мерседес, Кокимбо, Чили; в США найден у Эрингтона, округ Лайон, Невада; в жиле Коронадо, район Клифтон-Моренси, округ Гринли, и на руднике Кастл-Дом, округ Гила, Аризона; в районе Санта-Рита, округ Грант, Нью-Мексико; на руднике Перкьёмен, округ Монтгомери, Пенсильвания.

Искусств. [13] Образуется в виде кристаллов при нагревании осажденного фосфата меди с водой и, предпочтительно, с избытком фосфорной кислоты в закр. тр. при температуре примерно до 200°.

Назв. По месторождению в Либетене.

Синонимы. Olivenerz (частью). *Werner*, Phosphorkupfererz (частью). Phosphate of Copper (частью). Cuivre phosphaté (частью), *Haüy*. Octaedrisches Phosphorkupfer *Leonhard* (143, 1821). Blättricher Olivenmalachite (частью), *Hausmann* (1036, 1813). Libethenite *Breithaupt* (267, 1823). Aphérèse *Beudant* (2, 569, 1832), Pseudo-libethenite *Rammelsberg* (344, 1860).

Ссылки

1. Кристаллографические константы Мелкцера (Melczer, *Zs. Kr.*, **39**, 288, 1904), пересчитанные Ла Форжем (La Forge, личн. сообщ., 1936). Штрунц (Strunz, *Zs. Kr.*, **94**, 60, 1936) показал, что минерал не пьезоэлектричен.
2. Goldschmidt (**5**, 149, 1918). Редкие: β {650}, *l* {410}.
3. Strunz (1936), методом вращения на кристалле из Корнуолла. См. также Richmond, *Am. Min.*, **25**, 452 (1940), и Heritsch, *Zs. Kr.*, **102**, 1 (1939).
4. Melczer (1904).
5. Не наблюдалось оптически и макроскопически Мелкцером (Melczer, 1904) и другими; Шрауф (Schrauf, *Zs. Kr.*, **4**, 19, 1880) полагает наличие микроскопического миметического двойникования, чтобы подтвердить свою точку зрения о моноклинном внешнем облике кристаллов.
6. Приводится Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. mines*, **14**, 343, 1858), но не описывается в более поздней литературе.
7. Larsen (100, 1921). Де Клуазо (Des Cloizeaux, 1858) дает $2V$ 81°38′, nY 1,739 для красного; $2V$ 81°08′, nY 1,743 для желтого; $2V$ 80°20′, nY 1,755 для синего.
8. Другие анализы см. Dana (786, 1892; 563, 1868).
9. Bergmann, *Ann. Phys.*, **104**, 190 (1890).
10. Field, *Chem. Gaz.*, **17**, 400 (1859).
11. Mueller, *J. Chem. Soc., London*. **11**, 202 (1858).
12. Frondel, личн. сообщ. (1947), микровзвешиванием на кристалле из Корнуолла. Штрунц (Strunz, 1936) получил 3,928 методом суспензирования.
13. Friedel и Sarasin, *Bull. soc. min.*, **2**, 157 (1879), и Debray, *C. R.*, **52**, 44 (1861).

41.6.5.3 АДАМИН $Zn_2(AsO_4)(OH)$ ADAMITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}9769 : 1 : 0{,}7086$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7254 : 0{,}7086 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9769 : 1{,}3786 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4112 : 1{,}0236 : 1$

Формы[2]

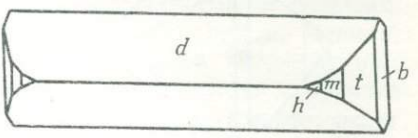
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
t	120	27 06½	90 00	90 00	62 53½	0°00′	27 06½
m	110	45 40½	90 00	90 00	44 19½	0 00	45 40½
h	210	63 58	90 00	90 00	26 02	0 00	63 58
n	530	59 37½	90 00	90 00	30 22½	0 00	59 37½
l	011	0 00	35 19½	35 19½	90 00	90 00	54 40½
d	101	90 00	35 57½	0 00	54 02½	54 02½	90 00
o	111	45 40½	45 24	35 19½	59 23	54 02½	60 09½
x	212	63 58	38 55	19 30½	55 38½	54 02½	74 00
i	121	27 06½	57 52	54 47½	67 18½	54 02½	41 05

Менее обычные и редкие:

c	001	*j*	320	*s*	350	*f*	506	*a*	102	*E*	013	*T*	231	*z*	311
a	100	ε	750	*w*	250	*g*	607	*e*	205	*F*	053	*p*	123	*y*	412
k	410		7·10·0	*K*	140	*r*	203	β	103	*G*	081	*v*	421	*u*	1·10·1

Структ. ячейка. Пространственная группа[3] $Pnnm$, a_0 8,30 Å, b_0 8,51, c_0 6,04 (Мапими,[4] анал. 2), $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9753 : 1 : 0{,}7055$; a_0 8,32 *kX*, b_0 8,54, c_0 6,08 (Тасос),[5] $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}974 : 1 : 0{,}712$. Ячейка содержит $Zn_8(AsO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Изменчивый: часто удлиненный вдоль [010], также вдоль [001], как у оливенита, редко вдоль [100]; иногда таблитчатый по {101} или изометрический. Обычные формы: *d m l h b t*. Кристаллы часто срастаются в корки или в груборадиальные агрегаты.



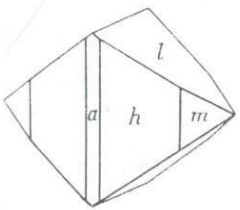
Мапими.

Физ. Спайность по {101} хорошая, по {010} плохая. Излом неровный до полураковистого. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 4,32—4,48; 4,43 (Мапими, анал. 2);[6] 4,435 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет варьирует: светложелтый, медово-желтый, коричневато-желтый, бледно-зеленый до зеленого, редко бесцветный или белый; также яркозеленый у медистого материала и фиолетовый до розового у кобальтистого материала. Прозрачный до просвечивающего. Некоторые образцы флюоресцируют лимонно-желтым цветом в ультрафиолетовом излучении.

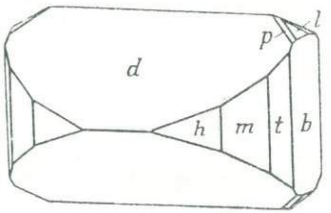
Опт. В проходящем свете бесцветный или слегка окрашенный в оттенки желтого, зеленого, розового и т. п. цветов. Приводимые[7] показатели преломления широко изменяются, повидимому, вследствие изменений в составе, но эта зависимость еще окончательно не выяснена.

Ориентировка	*n* (Мапими)[8]	*n* (Тсумеб; медистый)[8]	*n* (Тсумеб; кобальтистый)[9]	*n* (Лавриум)[9]	*n*[10]	*n* (Балхаш)[11]
X a	1,722	1,742	1,722	1,708	1,708	1,710
Y c	1,742	1,768	1,738	1,734	1,744	1,741
Z b	1,763	1,773	1,761	1,758	1,773	1,763
2*V* (набл.)	88 ± 2°	15 ± 5°	88 ± 2°	87 ± 5°	90° ±	86° ±
2*V* (вычисл.)	89°37′	23°28′	88°52′	86°28′		78°54′
Знак	+	—	+	—	—	—
Дисперсия	*r* < *v*, сильная	*r* > *v*, сильная	*r* < *v*, сильная	*r* > *v*, сильная	*r* > *v*, сильная	
Плеохроизм						
X		Почти бесцветный	Бледно-розовый			Яркорозовый
Y		Голубовато-зеленый	Бледно-розовый			Бледно-розовый
Z		Желто-зеленый	Бледно-пурпурный			Бесцветный

Хим. Основной арсенат цинка, $Zn_2(AsO_4)(OH)$. Cu замещает Zn до отношения, по крайней мере, Cu : Zn = 1 : 1,33 (анал. 8) и, таким образом, от адамина к оливениту простирается частичная серия.



Хлорид-Клиф.



Тасос

Co замещает Zn с отношением Co : Zn = 1 : 8,8 (анал. 7), а также, повидимому, небольшие количества Fe″ замещают Zn.

Анал.[12]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CuO					0,64		1,75	23,45	следы
CoO						3,92	5,16	0,52	
FeO			следы	1,48	0,18				
ZnO	56,77	56,78	56,98	54,32	55,97	52,50	49,11	31,85	54,90
As_2O_5	40,09	38,96	39,80	39,95	40,17	38,50	39,24	39,85	39,80
H_2O	3,14	3,53	[3,22]	4,55	4,01	3,57	4,25	3,68	3,45
Прочие		0,26		следы			следы	0,87	1,19
Сумма	100,00	99,53	[100,00]	100,30	100,97	98,49	99,51	100,22	99,34
Уд. в.	4,435	4,43	4,484	4,338		4,35	4,35		4,319

1. $Zn_2(AsO_4)(OH)$. 2. Мапями, Мексика.[14] Прочие: SiO_2. 3. Тасос, Турция.[13] 4. Чаньярсильо, Чили.[15] Прочие: MnO. 5. Лавриум, Греция.[18] 6. Кап-Гаронна, Франция (кобальтистый).[16] 7. Кап-Гаронна, Франция (кобальтистый и медистый).[17] Прочие: Fe_2O_3. 8. Кап-Гаронна, Франция (медистый).[16] Прочие: CaO. 9. Прибалхашье, СССР.[11] Прочие: MnO 0,11, редкие земли 0,39, SiO_2 0,69.

Испытание. В закр. тр. слегка растрескивается, выделяет немного воды и становится белым и фарфоровидным. Легко растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречающийся в зоне окисления рудных месторождений, содержащих первичные минералы, богатые цинком и мышьяком. Часто встречается вместе со смитсонитом, кальцитом, малахитом, азуритом, лимонитом, оливенитом, гемиморфитом, кварцем. Первоначально из Чаньярсильо, Чили, с лимонитом, самородным серебром и кераргиритом. В Кап-Гаронне, близ Айера, департамент Вар, Франция, где вместе с кобальтистыми и медистыми разновидностями (*кобальто-адамин*, *cobalto-adamite* и *купроадамин*, *cuproadamite*) покрывает песчаник. В Райхенбахе близ Лара, в Шварц-

вальде, Баден, Германия, и на горе Валерио близ Кампиглия, Маритима, Тоскана, Италия. Крупное месторождение в старых цинковых рудниках Лавриума, Греция, где он в виде друз заполняет пустоты в ячеистом смитсоните; также на острове Тасос, Турция. В Африке в Аин-Ачур, близ Гуэльма, Константина, и в некоторых других местах в Алжире; в превосходных образцах в Тсумебе, близ Отави, Юго-Западная Африка, в частности медистый и кобальтистый. В больших, хорошо выкристаллизованных образцах в руднике Охуэла, Мапими, Дуранго, Мексика, вместе со скородитом, миметезитом, гемиморфитом, кальцитом, лимонитом. В США найден со смитсонитом в руднике Симон, гора Сидар, округ Минерал, Невада; в Хлорид-Клиффе, округ Инио, Калифорния. В штате Юта на руднике Айрон-Блоссом, район Тинтик, округ Джьюаб, и с аустинитом в Голд-Хилле, округ Тул.

Искусств.[19] Получается в виде кристаллов при медленной реакции горячих растворов сульфата цинка и кислого арсената натрия.

Назв. По имени Жильбера-Жозефа Адама (Gilbert-Joseph Adam, 1795—1881), французского минералога, который исследовал первые образцы минерала.

Синонимы. Adamine *Friedel* (*C. R.*, **62**, 692, 1866). Adamite *Dana* (565, 1868). Cuproadamite, Cobaltoadamite *Lacroix* (**4**, 424, 1910).

Ссылки

1. Кристаллографические константы, приводимые различными исследователями, варьируют в широких пределах вследствие плохого качества измеряемых кристаллов и, отчасти, из-за колебаний в составе; приведенные здесь величины являются средними из восьми значений, сведенных в таблицу у Мрозе (Mrose, *Am. Min.*, **33**, 449, 1948).

2. Ungemach, *Bull. soc. min.*, **44**, 122 (1922). {7.10.0} и {750} по Кухаренко, *Зап. Всеросс. Мин. Общ.*, **68** [2], 589 (1939).

3. Пространственная группа определена независимо друг от друга Штрунцем (Strunz, *Zs. Kr.*, **94**, 60, 1936), Коккоросом (Kokkoros, *Zs. Kr.*, **96**, 417, 1937) и Мрозом (Mrose, 1948).

4. Mrose (1948); почти идентичные величины получены Коккоросом (Kokkoros, 1937) на материале из Лавриума.

5. Strunz (1936).

6. Большие колебания в многочисленных определениях удельного веса (см. сводку Mrose, 1948) объясняются, повидимому, различиями в составе, но зависимость установлена не точно; более высокие величины относятся, вероятно, к существенно чистому соединению.

7. Сведено у Мрозе (Mrose, 1948).

8. Mrose (1948).

9. Larsen (35, 1921).

10. Larsen и Berman (195, 1934).

11. Кухаренко (1939).

12. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4A], 649, 1931).

13. Rosický, *Zs. Kr.*, **48**, 656 (1910).

14. Анал. Мак-Лина (McLean) у Мрозе (Mrose, 1948).

15. Friedel, *C. R.*, **62**, 692 (1866).

16. Pisani, *C. R.*, **70**, 1001 (1870).

17. Damour, *C. R.*, **67**, 1124 (1868).

18. Friedel, *Bull. soc. min.*, **1**, 31 (1878).

19. De Schulten, *Bull. soc. min.*, **26**, 91 (1903).

СЕРИЯ ФРОНДЕЛИТА

41.6.6.1 **ФРОНДЕЛИТ** $(Mn'', Fe'')Fe_4'''(PO_4)_3(OH)_5$ FRONDELITE

41.6.6.2 **РОКБРИДЖЕИТ** $(Fe'', Mn'')Fe_4'''(PO_4)_3(OH)_5$ ROCKBRIDGEITE

Крист.[1] Ромбическая.

$$a : b : c = 0{,}8166 : 1 : 0{,}3063$$

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа, вероятно, $B22_1$ или $B22_12$. a_0 13,89 Å, b_0 17,01, c_0 5,21; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}8166 : 1 : 0{,}3063$. Ячейка содержит $(Mn'', Fe'')_4Fe_{16}'''(PO_4)_{12}(OH)_{20}$.

Облик. Гроздевидные массы и корки с радиально-волокнистой или тонкостолбчатой структурой. Поверхность корок иногда друзовидная и состоящая из несовершенных кристаллов с округлыми или расщепленными конечными гранями. Волокна удлинены вдоль [001].

Физ. Спайность по {100} весьма совершенная, по {010} хорошая, по {001} ясная. Хрупкий. Излом неровный. Тв. $4^1/_2$, меньшая у материала, подвергшегося изменению. Уд. в. 3,3—3,49, изменяется вследствие пористости и отчасти вследствие окисления и колебаний отношения Mn/Fe. Блеск стеклянный до тусклого. Цвет темнозеленый или оливково-зеленый до зеленовато-черного у свежего материала, становящийся коричневато-зеленым до темного красновато-коричневого при окислении. Полупросвечивает. Лучистые агрегаты часто обнаруживают концентрическую цветную полосчатость.

Опт. В проходящем свете голубовато-зеленый до оливково-коричневого и желтовато-коричневого.

Ориентировка	*n* (фронделит, анал. 2)[3]	*n* (рокбриджеит, анал. 4)[4]	*n* (рокбриджеит, анал. 7 ?)[4]	*n* (окисленный рокбриджеит, анал. 3)
X *c*	1,860	1,875	1,873	1,915
Y	1,880	1,880	1,880	1,927
Z	1,893	1,897	1,895	1,939
Плеохроизм				
X	Бледный желто-коричневый	Бледный желто-коричневый	Беднокоричневый	Бледный желто-коричневый
Y	Оранжево-коричневый	Голубовато-зеленый	Голубовато-зеленый	Оранжево-коричневый
Z	Оранжево-коричневый	Темный голубовато-зеленый	Темный голубовато-зеленый	Оранжево-коричневый
Знак	—	+	+	
2*V*	Умеренный	Умеренный	Умеренный	Большой
Дисперсия	$r > v$	$r < v$		$r > v$ (если +)

Показатели преломления возрастают с увеличением степени окисления Fe'' в Fe''' и с ростом отношения Fe/Mn. Абсорбция обычно $Z > Y > X$, иногда $Z > X > Y$, с голубовато-зелеными оттенками, преобладающими у свежего материала, и с оливковыми, коричневыми или желтыми оттенками у окисленного материала.

Хим. Основной фосфат трехвалентного железа и двухвалентных марганца и железа, вероятно $(Mn'', Fe'')Fe_4'''(PO_4)_3(OH)_5$. Двухвалентные марганец и железо взаимно замещаются, и между крайними чистыми Mn- и Fe-членами, повидимому, существует непрерывная серия. Наименования *фронделит* и *рокбриджеит* относятся к частям серии соответственно с Mn > Fe и Fe > Mn. Небольшие количества Mg и Ca замещают (Mn'', Fe''), а также Al и, возможно, Mn''' замещают Fe'''. Встречающийся материал обычно в большей или меньшей степени окислен путем превращения Fe'' в Fe'''.

Анал.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MnO	10,94	7,74	4,10	3,73	2,84	2,24	0,24	0,403	
FeO		нет	нет	5,51	2,66	0,99	6,06	6,144	11,07
MgO		0,20	следы		следы		2,16	0,762	
CaO		0,02			следы			1,124	
Fe_2O_3	49,27	48,85	55,20		55,00	55,84	50,89	50,845	49,19
Al_2O_3		1,31	0,35		следы		0,29	0,212	
P_2O_5	32,84	31,28	31,67		30,43	32,86	31,66	31,761	32,80
H_2O	6,95	[7,52	6,98		8,06	7,96	8,35	8,531	6,94
Прочие		3,17	0,87		[1,01]		0,20	0,115	
Сумма	100,00	100,09	99,17		[100,00]	99,89	99,85	99,897	100,00
Уд. в.		3,453	3,490			3,33	3,454	3,382	

1. $Mn''Fe_4'''(PO_4)_3(OH)_5$ (фронделит). 2. Фронделит. Сапукайа, Бразилия. [3] Прочие: Na_2O 0,98, K_2O 0,12, Mn_2O_3 1,75, нераств. ост. 0,32. 3. Железистый фронделит. Рудник Флетчер, Нью-Гэмпшир. [3] Прочие: Na_2O 0,23, Mn_2O_3 0,32, ZnO 0,16, нераств. ост. 0,16. Окислен. 4. Марганцовистый рокбриджеит. Рудник Флетчер, Нью-Гэмпшир. [3] 5. Марганцовистый рокбриджеит. Округ Полк, Арканзас. [6] Прочие: в основном SiO_2. 6. Марганцовистый рокбриджеит. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир. [7] 7. Рокбриджеит. Округ Рокбридж, Вирджиния. [8] Прочие: SiO_2. 8. Рокбриджеит. Округ Рокбридж, Вирджиния. [9] Прочие: нераств. ост. 9. $Fe''Fe_4'''(PO_4)_3(OH)_5$ (рокбриджеит).

Испытание. Легко плавится в магнитный шарик. В закр. тр. выделяет воду. Растворяется в HCl, но не растворяется в HNO_3 и H_2SO_4.

Местонахождение. Члены этой серии являются вторичными минералами, встречающимися в лимонитовых месторождениях или как продукты изменения трифлина или других марганцово-железных фосфатов в пегматите. Сопутствующие минералы включают вивианит, штренгит, меташтренгит, гетерозит, гётит. Фронделит встречается в пегматите Сапукайа, Консельейра Пена, Минас-Жераис, Бразилия, а железистая разновидность с меташтренгитом в руднике Флетчер, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир, США. Рокбриджеит встречается в США в отложении лимонита на горе Южной близ Мидвейла, округ Рокбридж, Вирджиния, в лимонитовых конкрециях в Гринбельте, Мериленд, и с лимонитом в округе Полк, Арканзас. Марганцовистые разновидности встречаются как продукты изменения трифилина в пегматите в руднике Палермо и Флетчер близ Северного Гротона, округ Графтон, Нью-Гэмпшир. Рокбриджеит встречается

также в Германии близ Гердорфа, Вестфалия, в Уллерсройте, Саксония, и в пегматите Хагендорфа и Кройцберга, Плейштейн, Бавария. В пегматите Шантелуб, Франция. Другие месторождения раньше были описаны как месторождения дюфренита.

Изменения. См. в описании дюфренита.

Назв. *Фронделит* по имени Клиффорда Фронделя (Clifford Frondel, 1907—), американского минералога. *Lindberg* (*Am. Min.*, **34**, 541, 1949). *Рокбриджеит* по местонахождению в округе Рокбридж, Вирджиния. Материал из Вирджинии и, несомненно, из других месторождений раньше считали дюфренитом, но позже было доказано, [4] что он представляет собой самостоятельный минерал. *Frondel* (*Am. Min.*, **34**, 513, 1949).

Синоним. Дюфренит (частью) *более ранние авторы.*

Ссылки

1. Симметрия определена Линдбергом (Lindberg, 1949) на волокнах рентгенометрическим методом Вайссенберга и оптическим исследованием. Кристаллографические константы даны для структурной ячейки.
2. Lindberg (1949) на материале, характеризующемся анал. 2 (фронделит). Также для рокбриджеита (на основании рентгеновского снимка по методу порошка): a_0 13,73 Å, b_0 16,82, c_0 5,18 (анал. 7?); a_0 13,76, b_0 16,94, c_0 5,19 (анал. 4); a_0 13,72 Å, b_0 16,94, c_0 5,19 (окисленный эквивалент предыдущего, анал. 3).
3. Lindberg (1949).
4. Frondel (1949).
5. См. дискуссию по поводу рокбриджеита и дюфренита у Фронделя (Frondel, 1949).
6. Анал. Холлоуэлла (Hallowell) у Фронделя (Frondel, 1949).
7. Анал. Гонье (Gonyer) у Фронделя (Frondel, 1949).
8. Massie, *Chem. News*, **42**, 181 (1880).
9. Champbell, *Am. J. Sc.* **22**, 65 (1881).

41.6.7 **ТАРБУТТИТ** $Zn_2(PO_4)(OH)$ TARBUTTITE

Крист. [1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}6296 : 1 : 0{,}5971$; $\alpha\ 89°37\frac{1}{2}'$; $\beta\ 91°28\frac{1}{2}'$; $\gamma\ 107°41'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9954 : 0{,}6265 : 1$; $\lambda\ 89°55\frac{1}{2}'$, $\mu\ 88°34\frac{1}{2}$, $\nu\ 72°19'$

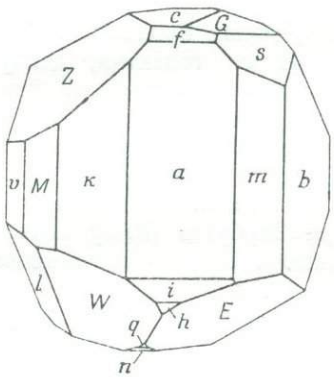
$p_0'\ 0{,}9957$, $q_0'\ 0{,}6267$, $x_0'\ 0{,}0258$, $y_0'\ 0{,}0014$

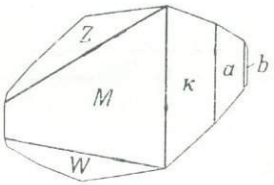
Формы [2]

		φ	ρ	A	B	C
c	001	87°00′	1°28½′	88°34½′	89°55½′	.....
b	010	0 00	90 00	72 19	.....	89°55½′
a	100	72 19	90 00	.....	72 19	88 34½
m	110	45 35½	90 00	26 43½	45 35½	88 53½
k	$2\bar{1}0$	90 39½	90 00	18 20½	90 39½	88 31½
M	$1\bar{1}0$	108 52	90 00	36 33	108 52	88 37½

f 101	72 41	45 35	44 25	77 43½	44 16
G 1.6.23	20 35	10 47½	83 20½	79 54½	10 17
s 121	32 02	61 27	47 56	41 53	60 35½
Z $1\bar{2}1$	134 15½	53 41	67 44	124 13	52 41½
W 111	— 70 41	44 21½	124 27	76 37½	45 44
l 121	— 44 06	52 59	110 48½	55 01½	53 57½
E $\bar{3}\bar{4}7$	—141 56½	31 42½	115 44½	114 26½	32 42
u $\bar{1}\bar{1}1$	135 09	52 37	134 49	124 17	53 43½

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 8,097 *kX*, b_0 12,91, c_0 7,688; α 89°34½′, β 91°37½′, γ 107°47′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}6271 : 1 : 0{,}5957$. Ячейка содержит $Zn_{16}(PO_4)_8(OH)_8$.





Облик. Изометрический до короткопризматического вдоль [001]. Обычно в сноповидных агрегатах или в виде корок; отдельные кристаллы округлые и с глубокой штриховкой. Обычные формы: *c G s Z W l E u*.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Излом неровный. Тв. 3¾. Уд. в. 4,12; 4,19 (вычисл.). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Иногда бесцветный и прозрачный, обычно слабо окрашен в желтый, коричневый, красный или зеленый цвета и просвечивающий. Черта белая.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка

	φ	ρ	*n* (Na)	
X	7°	58°	1,660 ± 0,003	Двуосн. отрицат. (—)
Y	159	25	1,705 ± 0,003	$2V$ 50° (измер.)
Z	—86	80	1,713 ± 0,003	Дисперсия биссектрис сильная

Хим. Основной фосфат цинка, $Zn_2(PO_4)(OH)$.

Анал.

	1	2
ZnO	67,05	66,6
P_2O_5	29,24	29,2
H_2O	3,71	3,8
Сумма	100,00	99,6
Уд. в.	4,19	4,12

1. $Zn_2(PO_4)(OH)$. 2. Рудник Брокен-Хилл, Родезия. [5]

Испытание. П. п. тр. легко сплавляется в светложелтый шарик, который при охлаждении кристаллизуется и становится непрозрачным и темносерым. В закр. тр. при высокой температуре несколько растрескивается и выделяет небольшое количество воды. В нагретом состоянии материал имеет яркий желтый цвет; при охлаждении образцы белеют и становятся непрозрачными и фарфоровидными.

Местонахождение. В цинковых рудниках Брокен-Хилла в северо-западной Родезии вместе с пироморфитом, гопеитом, деклуазитом, ванадинитом, гемиморфитом, церусситом, смитсонитом, лимонитом. Образуется в верхней части зоны окисления при действии фосфатных растворов на ранее образовавшиеся гемиморфит и церуссит.

Изменения. Наблюдались псевдоморфозы по смитсониту, деклуазиту и гемиморфиту (?). Найден также измененным в парагопеит.

Назв. По имени Перси Ковентри Тарбутта (Percy Coventry Tarbutt), директора Эксплорэйшн Компани в Брокен-Хилле, который собрал некоторые из первых образцов. *Spencer* (*Nature*, **76**, 215, 1907; *Min. Mag.*, **15**, 22, 1908).

Ссылки

1. Отношения осей, ориентировка и углы по Ричмонду (Richmond, *Am. Min.*, **23**, 881, 1938), на кристаллах, лучших по качеству, чем кристаллы Спенсера (Spencer, 1908) и Розицкого (Rosický, *Bull. ac. sc. Bohême*, **18**, No. 35, 1913). Переход от Спенсера к новой: $\bar{1}10/212/\bar{1}10$. По поводу геометрического отношения к либетениту см. Richmond, *Am. Min.*, **25**, 475 (1940).

2. Список форм с исправлениями Ричмонда (Richmond, 1938). Менее обычные и редкие: *v* $2\bar{3}0$, *q* $\bar{1}02$, *i* $\bar{3}01$, *H* 8.13.10, *B* 412, *F* $1\bar{2}3$, *r* $\bar{3}11$, *n* $\bar{1}03$, *h* $\bar{1}01$, *N* $\bar{1}12$, *t* 141, *P* $\bar{1}25$, *p* $\bar{5}95$, *o* $\bar{1}\bar{2}3$.

3. Richmond (1938), методом Вайссенберга.

4. Richmond (1938). См. также Buttgenbach и Mélon, *Ac. roy. Belgique, Bull., Cl. sc.*, [5], **17**, 892 (1931), и Larsen (141, 1921).

5. Spencer (1908).

41.6.8 **АУГЕЛИТ** $Al_2(PO_4)(OH)_3$ AUGELITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$$a : b : c = 1{,}6419 : 1 : 0{,}6354;\ \beta\ 112°26^1/_2{}';$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}3870 : 0{,}5873 : 1$$

$$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}7027 : 0{,}6589 : 1;\ \mu\ 67°33^1/_2{}';$$

$$p_0'\ 0{,}4187,\ q_0'\ 0{,}6354,\ x_0'\ 0{,}4130$$

Формы [2]

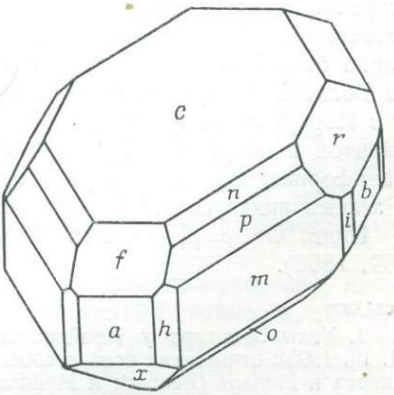
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	22°26½′	67°33½′	90°00′	.....	67°33½′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	67 33½	.....
j	130	12 23½	90 00	0 00	12 23½	85 18	77 36½
m	110	33 23	90 00	0 00	33 23	77 52½	56 37
t	310	63 10	90 00	0 00	63 10	70 05	26 50
g	910	80 25½	90 00	0 00	80 25½	67 53½	9 34½
r	021	18 00	53 11½	67 33½	40 24½	49 35½	75 40½
f	201	90 00	51 21	38 39	90 00	28 54½	38 39
x	$\bar{2}01$	—90 00	23 00	113 00	90 00	45 26½	113 00
n	111	52 37½	46 18½	50 15	63 58	30 55½	54 56
d	332	47 31½	54 41	43 51	56 34	40 10½	53 00
o	$\bar{1}11$	— 0 31	32 26	90 19½	57 34	38 54	90 16½

Менее обычные:

k 120 l 230 s 210 p 221 q 441

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $C2/m$. a_0 13,10 *kX*, b_0 7,96, c_0 5,06 (все $\pm$ 0,02); β 112°27′ $\pm$ 20′; $a_0 : b_0 : c_0 =$ = 1,646 : 1 : 0,636. Ячейка содержит $Al_8(PO_4)_4(OH)_{12}$.

Облик. Толстотаблитчатый по {001}; менее обычно призматический до игольчатого вдоль [001] или в виде тонких треугольных пластинок, уплощенных по {110}. Преобладающие формы: *m c x o*. На {110} штриховка параллельна [001]; {$\bar{2}$01} обычно шероховатые; {001} иногда заменены вициналь-ными гранями в зонах *cx* или *ct*. Также массивный.



Лавс, Калифорния.

Физ. Спайность по {110} совершенная, по {$\bar{2}$01} хорошая, по {001} и {$\bar{1}$01} несовершенная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 4½—5. Уд. в. 2,696; [4] 2,704 (вычисл.). Бесцветный до белого; также желтоватый до бледнорозового. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности {110} перламутровый. Черта белая. Прозрачный.

Опт. [5] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n(Na)	
X b	1,5736	Двуосн. положит. (+)
$Y \wedge c$ —56°	1,5759	$2V$ 50°49′ (измер.),
$Z \wedge c$ +34°	1,5877	47 56 (вычисл.)
		Дисперсия не наблюдалась

Хим. Основной фосфат алюминия, $Al_2(PO_4)(OH)_3$.

Анал.

	1	2	3	4
CaO		1,09	0,11	0,90
MnO		0,31		
Al_2O_3	50,98	49,15	51,40	50,28
Fe_2O_3		0,89		
P_2O_5	35,51	35,04	34,60	35,33
H_2O	13,51	12,85	13,77	13,93
Сумма	100,00	99,33	99,88	100,44
Уд. в.	2,704	2,77	2,696	

1. $Al_2(PO_4)(OH)_3$. 2. Вестана, Швеция.[6] Примесь кварца исключена. 3, 4. Мачакамарка, Боливия.[7] Присутствие CaO, повидимому, случайно.

Испытание. П. п. тр. становится матовым, но не плавится. В закр. тр. выделяет воду. Медленно растворяется в горячей концентрированной HCl.

Местонахождение. Первоначально из железного рудника Вестана близ Незума, западнее Карлсгама, Кристианштадт, Швеция, где он встречается в виде образцов массивного облика вместе с берлинитом, аттаколитом, лазулитом. Найден в хороших кристаллах в Мачакамарка близ Потоси, Боливия, вместе с бурнонитом и пиритом. Также из Боливии с пиритом и джемсонитом (?), в жиле Кармен у Татаси, и в Португалете, провинция Потоси, и с арсенопиритом, станнином, пиритом и кварцем в Оруро.[8] В США на горе Уайт, округ Моно, Калифорния, вместе с лазуиитом, рутилом, пирофиллитом, баритом в залежи андалузита.[9] С амблигонитом в Мбале, Уганда.[10]

Назв. От αὐγή — *блеск*. *Blomstrand* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **25**, 199, 1868).

Ссылки

1. Углы Спенсера у Прайора и Спенсера (Prior и Spencer, *Min. Mag.*, **11**, 16, 1895); отношения осей в соответствии с рентгенометрической ячейкой Пикока и Моддля (Peacock и Moddle, *Min. Mag.*, **26**, 105, 1941) с c Спенсера, уменьшенной вдвое. Голоэдрия установлена по отсутствию пьезоэлектрического и пироэлектрического эффектов (Prior и Spencer, 1895, Peacock и Moddle, 1941, Frondel, личн. сообщ., 1947), несмотря на то, что эффект травления говорит о принадлежности этого минерала к гемиморфному классу (Prior и Spencer, 1895) и что некоторые кристаллы кажутся гемиморфными по облику. [Pough у Пикока и Моддля (Peacock и Moddle, 1941).]

2. Peacock и Moddle (1941). Сомнительные: 530, 510, 102, $\bar{1}\bar{6}.0.1$, 112, 223, 445, 443, 12.12.5, 661, $\bar{1}13$, $\bar{2}41$.

3. Peacock и Moddle (1941), методом Вайссенберга на калифорнийских кристаллах.
4. Prior и Spencer (1895), пикнометром при 22°.
5. Prior и Spencer (1895), методом призмы на кристаллах из Мачакамарка; ориентировка подтверждена Пикоком и Моддлем (Peacock и Moddle, 1941).
6. Blomstrand (1868).
7. Анал. Прайора (Prior) у Прайора и Спенсера (Prior и Spencer, 1895).
8. Spencer, *Min. Mag.*, **12**, 1 (1898); **14**, 308 (1907).
9. Lemmon, *Am. Min.*, **20**, 664 (1935).
10. Roberts, *Bull. Imp. Inst. London*, **46**, 342 (1948).

БОЛИВАРИТ, Bolivarite. *Navarro* и *Barea* (*Bol. soc. espan. hist. nat.*, **21**, 326, 1921).

Найден в виде скрытокристаллических бледнозеленовато-желтых корок. Хрупкий с оскольчато-раковистым изломом. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. 2,05. Очень слабо двупреломляет. Блеск стеклянный. Анализ дал: Al_2O_3 44,07, P_2O_5 34,93, H_2O 20,60, сумма 99,60, что близко к формуле $Al_2(PO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$. Найден в трещинах в граните близ Понтеведра, Испания. Нуждается в подтверждении.

АМФИТАЛИТ, Amphithalite. Массивный. Тв. 6. Цвет молочно-белый. Анализ дал: CaO 5,76, FeO и MnO следы, MgO 1,55, Al_2O_3 48,50, P_2O_5 30,06, H_2O 12,47, сумма 98,34. П. п. тр. не плавится. Не растворяется в кислотах. Найден с лазулитом, рутилом и кианитом в Хорршёберге, Вермланд, Швеция. Нуждается в подтверждении.

Синоним. Amfihalit *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **23**, 93, 1866; *B. H. Ztg.*, **25**, 309, 1866).

41.6.9 **ДЮФРЕНИТ** $Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$ (?) DUFRENITE

Вероятно, моноклинный, псевдоромбический.[1] Редко в виде несовершенных округлых кристаллов в субпараллельных или сноповидных агрегатах. Обычно в виде гроздевидных масс или корок с радиально-волокнистой структурой; поверхность корок иногда состоит из друзообразно расположенных кристаллов с округленными или расщепленными концевыми гранями.

Физ. Имеются две спайности (одна из них совершенная), параллельных направлению волокон, и следы третьей спайности, под прямым углом к двум первым. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$—$4^1/_2$. Уд. в. изменчив, 3,1—3,34, в зависимости от характера волокнистости минерала и от колебаний в степени изменения.[2] Блеск стеклянный до шелковистого. Цвет темнозеленый или оливково-зеленый с постепенным переходом к зеленовато-черному у свежего материала и становящийся оливково-коричневым до красновато-коричневого при возрастании степени окисления. Просвечивающий до почти непрозрачного.

Опт.[3] В проходящем свете голубовато-зеленый до красновато-коричневого или желтого.

	Рок-Ран, Алабама	Зиген, Вестфалия	Вил-Феникс, кристаллы	Хиршберг, Вестфалия
nX	1,820	1,842	1,837	1,832
nY	1,830	1,850	1,845	1,837
nZ	1,925	1,875	1,895	1,890
Плеохроизм				
X	Темносиний	Бледнокоричневый	Бледный желтовато-коричневый	Темноголубовато-зеленый
Y	Цвета буйволовой кожи	Коричневый	Бледнокоричневый	Бледный желтовато-коричневый
Z	Темнокрасно-коричневый	Темнокоричневый	Красно-коричневый	Темнооливково-коричневый
$2V$	Малый	Малый	Малый	Очень малый
Дисперсия	$r < v$	$r < v$	$r > v$	$r < v$

Двуосный положительный (+). Дисперсия крайне сильная. Абсорбция обычно $Z > Y > X$, иногда $Z > X > Y$. Окисление Fe'' в Fe''' сопровождается увеличением показателей преломления и изменением цвета абсорбции по X от голубого или голубовато-зеленого до коричневого или желто-коричневого. Приводимые здесь величины для nX и nZ измерены статистически и, вероятно, представляют собой минимальные и максимальные значения, полученные на неодинаково окисленных, неоднородных образцах, и поэтому не могут дать точного представления о двулучепреломлении.

Хим. Основной водный фосфат двух и трехвалентного железа.[2] Формула точно не установлена, вероятно, $Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$. Небольшие количества Ca и Cu замещают Fe'' с отношениями $Ca : Fe'' = 1 : 3{,}8$ в анал. 2 и $Cu : Fe'' = 1 : 10$ в анал. 3. Al замещает Fe''' у некоторых образцов, принадлежащих, повидимому, к этому виду (анал. 6). Обычно дюфренит находят в большей или меньшей степени окисленным путем превращения Fe'' в Fe''' (анал. 3, 4, 5). Был проанализирован также подобный дюфрениту минерал, содержащий много Mn'' вместо Fe''.[4]

Анал.[5]

	1	2	3	4	5	6
CaO		1,68	1,50			0,64
MgO		0,17	следы			
FeO	10,49	6,80		2,2	1,53	8,34
Fe_2O_3	46,61	47,03	55,63	56,5	60,20	40,15
Al_2O_3		0,87				4,44
P_2O_5	31,07	31,10	30,26	31,8	31,82	31,26
H_2O	11,83	11,47	10,62	9,1	8,03	14,39
Прочие		0,43	1,48	0,1		1,32
Сумма	100,00	99,55	99,49	99,7	101,58	100,54
Уд. в.		3,08	3,233		3,39	

1. $Fe''Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$. Вил-Феникс, Корнуолл.[6] Волокнистый. Прочие: SiO_2. 3. Вил-Феникс.[7] Кристаллы. Прочие: SiO_2 0,53, CuO 0,95. 4. Рок-Ран, Алабама.[8] Прочие: SiO_2. 5. Дюфренит (?). Вальдгирмес, Гессен.[9] 6. Дюфренит (?). Дандарраган, Западная Австралия.[10] Прочие: CO_2 0,24, SiO_2 0,48, C 0,40, MnO 0,20.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Дюфренит является вторичным минералом, встречающимся с лимонитом в железных шляпах жил и в железорудных залежах. Из многих месторождений, отмечаемых[11] в литературе как месторождения так называемого *дюфренита*, лишь указанные ниже могут быть отнесены к месторождениям, где встречается собственно дюфренит. В Германии у Хиршберга и Леобенштейна в Тюрингии; в Уллерсройте и Гауптманнсгрюне близ Райхенбаха, Саксония; в Зигене, Вестфалия, и, вероятно, на руднике Ротлейфен, Вальдгирмес, Гессен. В Вил-Фениксе, Корнуолл, Англия, частично в виде хорошо образованных кристаллов. В США в Рок-Ране, округ Чероки, Алабама.

Изменения.[3] Дюфренит (а также родственные ему минералы фронделит и рокбриджеит) легко изменяется, сначала путем более или менее полного окисления присутствующего в нем двухвалентного железа, а затем путем выщелачивания P_2O_5. На первой стадии изменения цвет меняется от зеленовато-черного до оливково-коричневого и красновато-коричневого с сопутствующим возрастанием показателей преломления, но с сохранением других свойств; в конечной стадии кристаллическая структура разрушается, после чего остаются охристые псевдоморфозы гидроокиси железа (гётит).

Назв. *Дюфренит* по имени французского минералога П. А. Дюфренуа (P. A. Dufrénoy, 1792—1857). *Краурит* от κραῦρος — *жесткий, сухой*. Название *дюфренит* прежде относили к нескольким различным основным фосфатам железа, но было решено[2] применять это название исключительно только к описанному здесь минералу.

Синонимы. Strahlstein (частью) *Jordan* (*Min. Reisebem.*, 243, 1803). Grüneisenstein, strahlicher, ochrichter (частью) *Ullmann* (152, 1814). Grüneisenerde (частью) *Werner*. Fer oxidé, terreaux, jaune verdâtre (частью) *Haüy* (**4**, 106, 1822). Grün-Eisenstein (?) *Karsten* (*Arch. Berg. u. Hütten*, **15**, 243, 1827). Dufrénite *Brongniart* (20, 1833). Green Iron Ore (частью) Kraurit *Breithaupt* (152, 1841). Dufrenite (частью) большинства авторов. Dufrenite *Frondel* (*Am. Min.*, **34**, 513, 1949).

Ссылки

1. Несовершенные, кажущиеся ромбическими, кристаллы были описаны Мирсом (Miers) у Кинча и Батлера (Kinch и Butler, *Min., Mag.*, **7**, 65, 1886) из Вил-Феникса (анал. 3) и Штренгом (Streng, *Jb. Min.*, I, 110, 1881) из Вальдгирмеса, Гессен (анал. 5). Более поздний материал, не совсем идентичный с дюфренитом, имел формы {100}, {010}, {011}, {110} и {120} с отношением $a:b:c = 0{,}873:1:0{,}426$. Минерал, повидимому, является псевдоромбическим, так как некоторые образцы обнаруживают перекрещенную дисперсию.
2. Frondel, *Am. Min.*, **34**, 513 (1949).
3. Обсуждение и дополнительные данные см. Frondel (1949).
4. Schaller у Кларка (Clarke, *U. S. Geol. Sur., Bull., 419*, 303, 1910).

5. Дополнительные анализы минералов, ранее считавшиеся дюфренитом, но в отношении которых неизвестно, действительно ли они относятся к этой разновидности, приводятся Фронделем (Frondel, 1949) и Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1122, 1933).
6. Kinch, *Min. Mag.*, **8**, 112 (1888).
7. Kinch и Butler (1886).
8. Анал. Уэллса (Wells), приведенный у Фронделя (Frondel, 1949).
9. Streng (1881).
10. Simpson, *J. Nat. Hist. Soc. Western Australia*, **4**, 3 (1911).
11. См. Hintze (1933).

41.6.10 **ДЕВИНДТИТ** $Pb_3(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$ DEWINDTITE

Ромбический. В виде микроскопических прямоугольных табличек, уплощенных по {100} и ограниченных {001}; штриховка параллельно [001]. Также порошковатый до плотного. Уд. в. 5,03.[1] Цвет канареечно-желтый. Спайность по {100}. Флюоресцирует зеленым светом в ультрафиолетовых лучах.

Опт.[3] Не плеохроичен.

Ориентировка	n	
X b	1,762	Двуосн. положит. (+)
Y c	1,763	$r < v$
Z a		$2E$ большой

Хим. Основной водный фосфат свинца и урана, $Pb_3(UO_2)_5 \cdot (PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$. Большая часть воды или вся вода теряется до 300°.[2] Анализы дали:

	PbO	UO_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.	25,75	55,02	10,93	8,30		100,00
2.	24,85	54,80	10,14	7,93		97,72
3.	26.20	55,77	10,62	6,71	0,40	99,70

1. $Pb_3(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$. 2. Касоло. Кристаллы. 3. Касоло (*cmacum*, *stasite*). H_2O — потеря при прокаливании, прочие: нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. выделяет воду и становится оранжевым. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден вместе с торбернитом и другими урановыми минералами в Касоло, Катанга, Бельгийское Конго. Также в Вельзендорфе, Бавария.

Назв. По имени Жана Девина (Jean Dewindt), бельгийского геолога. *Schoep* (*C. R.*, **174**, 623, 1922; *Bull. soc. min.*, **48**, 77, 1925).

Синоним. Stasite *Schoep* (*C. R.*, **174**, 875, 1922; *Bull. soc. belge géol.*, **33**, 190, 1923).

Ссылки

1. Schoep (1922) на стасите (= девиндтиту).
2. Дополнительные анализы даны у Шопа (Schoep, 1922, 1925).
3. Шоп (Schoep, 1925) дает $nY - nX$ как 0,004 путем непосредственного измерения.

41.6.11 **Фосфуранилит** Phosphuranylite

Тетрагональный или псевдотетрагональный. Землистый или в виде чешуйчатых налетов и корок; также в виде прямоугольных микроскопических пластинок и чешуек. Спайность по {001} совершенная, но не легко наблюдаемая. Тв. $\sim 2^1/_2$. Цвет темножелтый до золотисто-желтого.

Опт.[1] В проходящем свете темножелтый до золотисто-желтого и заметно плеохроичен. Иногда явно одноосный отрицательный (—), но обычно двуосный отрицательный (—) с Z, перпендикулярной плоскости пластинок. $2V$ изменчивый и иногда достигает почти 35°, но обычно колеблется в пределах от 5 до 20°. У двуосного материала дисперсия $r > v$, сильная. Показатели преломления варьируют в очень широких пределах, повидимому, в зависимости от содержания воды в минерале.

Ориентировка	n (рудник Флэт-Рок, Северная Каролина)	n (рудник Регглес, Нью-Гэмпшир)	n (Росманейра, Португалия)	Плеохроизм
X или E	1,690	1,668	1,660	Бесцветный до бледножелтого
Y	1,718	1,710	1,700	Золотисто-желтый
Z или O	1,718	1,710	1,701	Золотисто-желтый

Хим. Водный фосфат кальция и урана неопределенной формулы. Возможно, что фосфуранилит в структурном отношении родственен девиндтиту.

Испытание. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречающийся вместе с отунитом и, менее обычно, с уранофаном, бета-уранофаном, гидроокисью урана и опалом. Типичным для этого минерала является местонахождение в зоне выветривания гранитных пегматитов, которые содержат уранинит. Первоначально найден в пегматитах Флэт-Рока и Бучанана в округе Митчель, Северная Каролина. Позже найден в пегматитах Регглеса близ Графтон-Сентера и в пегматитах Палермо близ Северного Гротона, Нью-Гэмпшир; в Ньюри, округ Оксфорд, Мэн; в Бедфорде, округ Вестчестер, Нью-Йорк; В Бранчвилле, округ Фэрфилд, Коннектикут. В Португалии в Розманейре и Карраске в Сабугале и в Уржейрике, Каннас де-Сеньорин. В Вельзендорфе, Бавария, Германия; Южной Америке в Памплонита, Сантандер-до-Норте, Колумбия, и в Мемоэсе близ Эквадора, Рио-Гранде-до-Норте, Бразилия.

Назв. По составу — фосфат урана. На основании ошибочного анализа Джент считал первоначально найденный материал уранил, $(UO_2)_3(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$, фосфатом. *Genth* (*Am. Chem. J.*, **1**, 92, 1879).

Ссылка

1. Frondel, личн. сообщ. (1949).

ТИП 7. $A_5(XO_4)_3Z_q$

ГРУППА АПАТИТА

ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ — P;
ГЕКСАГОНАЛЬНО-ДИПИРАМИДАЛЬНЫЙ — 6/m.

Серия апатита	$a:c$
Фторапатит, $Ca_5(PO_4)_3F$	1 : 0,7346
Хлорапатит, $Ca_5(PO_4)_3Cl$	1 : 0,70
Гидроксилапатит, $Ca_5(PO_4)_3(OH)$	1 : 0,737 (рентг.)
Карбонат-апатит, $\sim Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3)\cdot H_2O$	
Серия пироморфита	
Пироморфит, $Pb_5(PO_4)_3Cl$	1 : 0,7632
Миметезит, $Pb_5(AsO_4)_3Cl$	1 : 0,7224
Ванадинит, $Pb_5(VO_4)_3Cl$	1 : 0,7122
Серия швабита	
Швабит, $Ca_5(AsO_4)_3(F, OH)$	1 : 0,7109
Гедифан, $(Ca, Pb)_5(AsO_4)_3Cl$	1 : 0,7052
Дернит, $(Ca, Na, K)_5(PO_4)_3(OH)$	1 : 0,737 (рентг.)
Льюистонит, $(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$	1 : 0,737 (рентг.)
Ферморит, $(Ca, Sr)_5(P, AsO_4)_3(F, OH)$	1 : 0,7292 (рентг.)
Вилькеит, $Ca_5(P, S, Si, CO_4)_3(OH)$	1 : 0,73 (рентг.)
Эллестадит, $Ca_5(Si, S, PO_4)_3(Cl, F, OH)$	1 : 0,725 (рентг.)

Структура членов группы апатита описана Нарай-Шабо,[1] Мемелем[2] и другими. Члены этой группы относятся к двум основным сериям — серии апатита и серии пироморфита. Серия швабита может рассматриваться как промежуточная между ними; дернит, вилькеит и родственные разновидности, сгруппированные в нижней части таблицы, являются замещенными вариантами минералов серии апатита. Члены серии пироморфита состоят из сравнительно крупных атомов, кроме фосфора, и размеры ячейки у минералов этой серии примерно на одну пятую больше соответствующих размеров у минералов серии апатита.

Члены группы апатита являются частью обширного ряда твердых растворов замещения. Преобладающие катионы всегда либо Ca, либо Pb. Sr, редкие земли (в сущности, Ce) и в меньшей степени Na (и K) замещают, в частности, Ca в серии апатита, и Ca замещает незначительную часть Pb в серии пироморфита. Ферморит в основном является высоко стронцистой (и мышьяковистой) разновидностью фторапатита. Интересно отметить, что Pb не замещает в сколько-нибудь значительных количествах Ca в серии апатита и что Ca лишь в ограниченной степени замещает Pb в серии пироморфита, а обычно почти отсутствует. Это, повидимому, отчасти обусловлено окружающими условиями,

но действие структурного контроля также несомненно. Замещение катионов на другие, более крупные, происходит предпочтительнее у минералов, содержащих AsO_4 и Cl, со структурой, увеличивающейся в объеме; с другой стороны, Na и редкие земли присутствуют во фторапатите и гидроксилапатите. Mg и Ba не встречались в существенных количествах у этого структурного типа вследствие больших различий между их размерами и размерами иона Ca. С точки зрения геохимии, вагнерит, грубо, является магнистым аналогом апатита. Структурный контроль, повидимому, также имеет место при замещениях с участием аниона (XO_4): так, Si, S и C замещают P, хотя и в ограниченной степени, в серии апатита, но они отсутствуют в сериях пироморфита и швабита. Крупный одновалентный катион, такой как K, повидимому, не замещает Pb у мышьяковых и ванадиевых членов группы, так как компенсация валентности не может происходить посредством параллельного замещения иона X на Si или C аналогично замещению (Na, Ca) и (P, Si, C) у апатита. Серия пироморфита, содержащая Pb и Cl, также отличается наличием более или менее полного ряда между V, As и P, тогда как As и особенно V в апатитовой серии присутствуют лишь в очень малых количествах или отсутствуют. Что касается галогена и группы (OH), то нужно отметить, что хлорапатит является сравнительно редким минералом и образуется при высоких температурах, что является, повидимому, следствием ограниченной возможности занимать позиции F и (OH) среди окружающих их ионов кислорода. Замещение (OH) на F при реакции между гидроксилапатитом и фторсодержащими растворами (важной биохимической реакции) и образование фторапатита вместо хлорапатита или гидроксилапатита в мощных фосфорсодержащих отложениях морского происхождения является следствием особенно удобного положения F в структуре. Отсутствие аналогичных (OH)- и F-разновидностей в серии пироморфита является дальнейшей иллюстрацией этих отношений ионов различных размеров.

Ссылки

1. Náray-Szabó, *Zs. Kr.*, **75**, 387 (1930).
2. Mehmel, *Zs. Kr.*, **75**, 323 (1930); *Zs. phys. Chem.*, **15**, 223 (1931).

41.7.1 СЕРИЯ АПАТИТА

41.7.1.1 **ФТОРАПАТИТ** $Ca_5(PO_4)_3F$ FLUORAPATITE

41.7.1.2 **ХЛОРАПАТИТ** $Ca_5(PO_4)_3Cl$ CHLORAPATITE

41.7.1.3 **ГИДРОКСИЛАПАТИТ** $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ HYDROXYLAPATITE

41.7.1.4 **КАРБОНАТ-АПАТИТ** $\sim Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3)\cdot H_2O$ CARBONATE-APATITE

Крист.[1] Гексагональная; гексагонально-дипирамидальный—$6/m$.

$a : c = 1 : 0{,}7346$; $p_0 : r_0 = 0{,}8482 : 1$

Формы [2]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
a	$11\bar{2}0$	0 00	90 00	60 00	60 00
k	$41\bar{5}0$	19 06½	90 00	70 54½	79 06½
r	$10\bar{1}2$	30 00	22 59	78 44½	90 00
x	$10\bar{1}1$	30 00	40 18½	71 08	90 00
y	$20\bar{2}1$	30 00	59 29	64 29	90 00
v	$11\bar{2}2$	0 00	36 18	90 00	72 47
s	$11\bar{2}1$	0 00	55 45½	90 00	65 35
μ	$21\bar{3}1$	10 53½	65 59	80 03½	72 36
o	$31\bar{4}2$	16 06	56 49	76 34½	78 24
n	$31\bar{4}1$	16 06	71 53½	74 43	76 48

Менее обычные:

h	$21\bar{3}0$	ζ	$5.0.\bar{5}.12$	α	$30\bar{3}2$	π	$40\bar{4}1$	ψ	$11\bar{2}4$	i	$21\bar{3}2$
τ	$10\bar{1}6$	η	$30\bar{3}5$	w	$70\bar{7}3$	χ	$1.1.\bar{2}.12$	d	$22\bar{4}1$	ω	$7.3.\bar{1}\bar{0}.3$
σ	$10\bar{1}3$	ε	$30\bar{3}4$	z	$30\bar{3}1$	φ	$11\bar{2}6$	q	$43\bar{7}1$	ρ	$41\bar{5}1$

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $C6_3/m$.

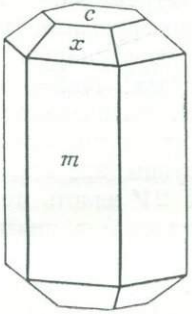
Образцы	№ анализа	a_0	c_0	$a_0 : c_0$	Ссылки
Фторапатит	2	9,36 *kX*	6,88	1 : 0,735	5
Фторапатит (марганцовистый)	4	9,35	6,83	1 : 0,731	4
Фторапатит (марганцовистый)	MnO_2 10,3%	9,33	6,80	1 : 0,729	5
Фторапатит (карбонатистый)	6	9,34	6,89	1 : 0,738	9
Хлорапатит	8	9,52	6,85	1 : 0,719	6
Гидроксилапатит	Искусств.	9,40	6,93	1 : 0,737	6
Гидроксилапатит (фтористый)	10	9,42	6,935	1 : 0,736	7
Гидроксилапатит (марганцовистый)	11	9,54	6,73	1 : 0,705	4
Карбонат-апатит	12	9,41	6,88	1 : 0,731	8

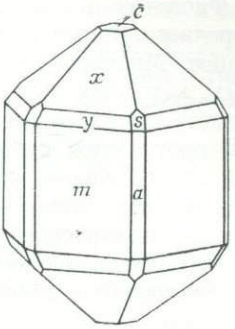
Ячейка содержит $Ca_{10}(PO_4)_6(F, Cl, OH)_2$.

Облик. Кристаллы короткопризматические до длиннопризматических вдоль [0001], особенно у апатита из кристаллических известняков и изверженных пород с преобладающими гранями $\{10\bar{1}0\}$ и $\{10\bar{1}1\}$; также толстотаблитчатые по $\{0001\}$, обычно у кристаллов гидротермального происхождения в пегматитах и жилах, с $\{10\bar{1}0\}$, сравнительно крупными $\{0001\}$ и часто также с $\{10\bar{1}1\}$ или тупыми пирамидами. Таблитчатые кристаллы иногда сложные; формы третьего порядка присутствуют обычно только в виде маленьких дополнительных граней. Также массивный, крупнозернистый до плотного; иногда шаровидный или почковидный с полуволокнистой, чешуйчатой, или несовершенно-столбчатой структурой, или в виде волокнистых корок

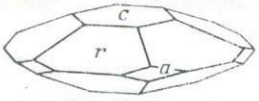
(особенно у карбонат-апатита); сталактитоподобный; землистый; оолитовый. Иногда породообразующий в пластовых залежах, которые могут иметь большую протяженность; в виде узловатых конкреций в глинах и глинистых сланцах; образует конгломераты.

Двойники.[10] 1) Двойниковая плоскость $\{11\bar{2}1\}$ у двойников срастания; редки.[10] 2) Двойниковая плоскость $\{10\bar{1}3\}$; редки. Отмечаются с двойниковыми плоскостями $\{10\bar{1}0\}$ и $\{11\bar{2}3\}$.

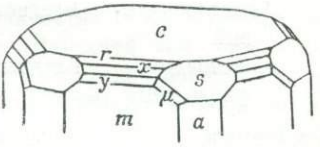




Токовая, Урал.



Хеброн, Мэн.



Сант-Готтард.

Травление.[11] Фигуры травления и формы растворения согласуются с гексагонально-дипирамидальной симметрией $(6/m)$.

Ориентированные срастания. Были описаны[12] микроскопические иглообразные включения рутила в апатите с параллельными осями *c* у обоих видов. Монацит, повидимому, также встречается в виде ориентированных включений в апатите. Иногда встречаются зональные кристаллы или обрастания одних кристаллов другими, состоящие из различных членов серии апатита, особенно кристаллы карбонат-апатита, включающего фторапатит; акцессорный апатит изверженных пород весьма обычно имеет сравнительно темноокрашенную сердцевину,[13] которая, возможно, представляет собой скопление множества мельчайших включений.

Физ. Спайность по $\{0001\}$ несовершенная и по $\{10\bar{1}0\}$ — следы, но степень совершенства и качество варьируют. Излом раковистый до неровного. Хрупкий. Тв. 5, различная в разных направлениях,[14] как у флюорита, и, иногда, очень близка к твердости последнего. Уд. в. кристаллов обычно 3,1—3,2 для фторапатита и хлор-

апатита; 3,18 (искусств., F),[15] 3,17 (искусств., Cl);[15] у чистых гидроксилапатита и карбонат-апатита несколько ниже: 2,9—3,1. Блеск стеклянный, приближающийся к полусмолистому. Цвет обычно зеленоватый (цвета морской воды), спаржево-зеленый, голубовато-зеленый, серовато-зеленый; также фиолетово-синий, фиолетовый, аметистовый; иногда бесцветный; бледнозеленовато-белый, серый, коричневый, мясо-красный, розово-красный, зеленый, светлоголубой; у марганцовистых разновидностей также темнозеленый до темноголубовато-зеленого. Фиолетовый цвет исчезает при нагревании.[16] Прозрачный до непрозрачного. Черта белая. Изредка обнаруживает голубоватую опалесценцию. Многие образцы апатита флюоресцируют[17] в ультрафиолетовых, катодных и рентгеновских лучах; также фосфоресцируют и иногда сильно термолюминесцируют. Не пьезоэлектричен.

Опт. В проходящем свете бесцветный или очень слабо окрашен. Одноосный отрицательный (—). Члены группы апатита, тем не менее, иногда бывают аномально двуосными с $2V$ вплоть до 20° и могут обнаруживать строение из шести секторов[45] в пинакоидальных частях, часто с одноосной сердцевиной. Окрашенные кристаллы слабо до сильно дихроичны с абсорбцией $E > O$.

	Цвет образца			
	Фиолетовый	Бледнозеленый	Желтый	Синий
O	Темнофиолетовый	Бледножелтый	Желтовато-коричневый	Небесно-голубой
E	Красновато-фиолетовый	Бледный голубовато-зеленый	Темнозеленый	Зеленовато-синий

Из минералов группы апатита хлорапатит имеет самые высокие показатели преломления; они уменьшаются как при замещении Cl на F или OH, так и при замещении P на C. Показатели преломления возрастают,[18] однако, при замещении Ca на Mn. Карбонат-апатит обладает также высоким двупреломлением.

Разновидности	№ анализа	*nO*	*nE*	Ссылки
Хлорапатит	Искусств.	1,6684	1,6675	19
Хлорапатит (фтористый)	7	1,658	1,653	20
Гидроксилапатит	9	1,651 (Na)	1,644	21
Гидроксилапатит (фтористый)	10	1,6452 (Na)	1,6413	7
Гидроксилапатит (марганцовистый)	11	1,661 (Na)	1,657	4
Фторапатит	Искусств.	1,6325 (Na)	1,630	15
Фторапатит	3	1,6357 (Na)	1,6328	23
Фторапатит (марганцовистый)	4	1,6459 (Na)	1,6411	24
Фторапатит (карбонатистый)	6	1,629	1,624	9
Фторапатит (карбонатистый)	15	1,625—1,627	1,620—1,622	26
Фторапатит (карбонатистый)	14	1,627—1,630	1,614—1,617	25
Карбонат-апатит	12	1,628 ± (Na)	1,619 ±	8
Карбонат-апатит	13	1,603	1,598	27

ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДЛИНАХ ВОЛН (ФТОРАПАТИТ)

	Ротенкопф.	Циллерталь [23]	Кнаппенванд, Зульцбахталь [23]	
λ	*nO*	*nE*	*nO*	*nE*
688	1,6425	1,6382	1,6356	1,6326
588	1,6460	1,6416	1,6388	1,6357
502	1,6517	1,6470	1,6445	1,6413
447	1,6574	1,6525	1,6497	1,6462

Плотные разновидности карбонатистого гидроксил-фторапатита, слагающие массы континентальных и островных фосфатных пород и окаменелые кости и включающие все коллофаны, обычно совершенно изотропны вследствие агрегатной поляризации в массе, составленной субмикроскопическими кристаллитами, и дают слабые и диффузные рентгенограммы.[29] Иногда едва двупреломляет с погасанием или волнистым или перпендикулярным полосчатости в образцах с натечной структурой. Показатель преломления широко колеблется согласно большому и различному содержанию неконституционной воды и изменяется резко от 1,565 до 1,625. Большинство образцов имеет показатель преломления около 1,59—1,61.

Хим. Фторапатит, хлорапатит и гидроксилапатит соответствуют формуле $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$. При этом F, Cl и OH могут взаимно замещаться, образуя непрерывную серию между существенно чистыми конечными членами. К разновидности фторапатита относятся члены данной серии с $F > Cl$ или OH, хлорапатит имеет $Cl > F$ или OH, гидроксилапатит $- OH > F$ или Cl. Иногда в качестве существенной составной части находят небольшие количества CO_2, который приводит к образованию карбонатистых разновидностей (см. ниже). Механизм колебаний в составе минералов этого типа явился предметом многих исследований.[30] Он, повидимому, включает замещение (PO_4) на группы (CO_3OH), и общая формула может быть написана в виде $Ca_5(P_{1-x}C_xO_{4-x}OH_x)_3(F, Cl, OH)$. Замещение P на C может быть также компенсировано электростатически посредством одновременного замещения Ca на ионы щелочных металлов (см. *дернит*); высказывалось также мнение о замещении Ca на C. Сравнительно высоко карбонатистые разности отмечают специальным названием *карбонат-апатит*. Предельный состав, до которого это название может применяться, до сих пор еще точно не установлен; здесь это название употребляется для материала, у которого $CO_3 > F$, Cl или OH, считая в молекулярных процентах. Некоторые анализы карбонат-апатита приближаются к формуле $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3) \cdot H_2O$.

У апатита известен также другой тип колебаний в составе. Mn'' может замещать Ca до отношения, по меньшей мере, $Mn : Ca = 1 : 5,7$ (~ 10 весовых процентов MnO), особенно у фторапатита из гранитных пегматитов. Редкие земли, главным образом Ce, часто присутствуют,[31] замещая Ca, особенно у апатита из щелочных изверженных пород, но лишь изредка в количествах, поддающихся оценке (анал. 5). Sr иногда замещает Ca с отношением $Sr : Ca = 1 : 8,8$ в анал. 5, но обычно отсутствует. Mg в апатите встречается редко и лишь в очень небольших количествах. Щелочные металлы в обычном апатите

присутствуют лишь в следах, хотя они могут присутствовать в больших количествах в изоструктурных и, вероятно, изоморфных силикатофосфатах (см. *эллестадит*). (SiO_4) и (SO_4) встречаются в апатите замещающими[32] (PO_4), хотя обычно отсутствуют или присутствуют только в следах (см., однако, *вилькеит* и *эллестадит*). Замещение P^5 на Si^4 компенсируется электростатически путем сопутствующего замещения P^6 на S^5 или Ca'' на Na'. (AsO_4) может замещать (PO_4), и серия, вероятно, простирается до швабита (и ферморита); обычно As отсутствует. Сообщалось о нахождении в мочевых камнях сульфидного апатита, у которого две группы OH замещены ионом S''.[33] Небольшие количества Al, Cr''', Cr^6 и Fe''', повидимому, могут входить в апатит, образуя твердый раствор.[49] Заявлялось или постулировалось существование соединения $Ca_{10}(PO_4)_6O$, так называемого *вёлькерита* или *оксиапатита*. Однако структурные соображения и исследование искусственных систем указывают на невозможность существования такого соединения.[34] Кажущееся содержание кислорода в некоторых апатитах, определяемое по чрезмерно высоким суммам анализов, может быть вызвано аналитическими ошибками в определении группы OH, которая (по крайней мере, так говорят) частично удерживается вплоть до 1400°, или в определении F. Во многих из старых анализов F, повидимому, оставался незамеченным или определялся ошибочно.

Анал.[35]

	1	2	3	4	5	6	7
CaO	55,38	55,16	55,59	50,31	42,38	53,94	52,40
MnO		0,12		5,32	0,05		1,52
P_2O_5	42,06	41,30	41,95	41,50	38,33	38,13	40,98
F	1,25	3,67	3,02	3,41	3,73	3,71	1,15
Cl	2,33	0,09			нет		3,74
H_2O	0,56	0,01		0,28	0,28	0,47	0,06
CO_2		0,50	присутств.			3,40	
Прочие		1,29	0,33	0,65	16,90	2,27	0,75
	101,58	102,14	100,89	101,47	101,67	101,92	100,60
O = F, Cl	1,58	1,56		1,56	1,57	1,56	
Сумма	100,00	100,58		99,91	100,10	100,36	
Уд. в.		3,176	3,206	3,22	3,355	~3,15	

1. $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$ с отношением $F : Cl : OH = 1 : 1 : 1$. 2. Фторапатит. Приход Фарадей, Онтарио.[36] Прочие: FeO 0,14, Fe_2O_3 0,63, Al_2O_3 0,24, нераств. ост. 0,28. 3. Фторапатит. Сунк, Штирия.[23] Прочие: FeO 0,08, MgO следы, нераств. ост. 0,02, потеря при прокаливании 0,23. 4. Марганцовистый фторапатит. Варутреск, Швеция.[24] Прочие: FeO 0,26, MgO 0,04, нераств. ост. 0,35; H_2O включает H_2O — 0,03; щелочей нет. 5. Стронцистый фторапатит. Хибинские тундры, СССР (*саамит*).[37] Прочие: SiO_2 1,55, редкие земли 3,22, Fe_2O_3 0,12, Al_2O_3 0,34, SrO 11,42, MgO 0,05, Na_2O 0,13, K_2O 0,07, As и Zr следы. 6. Карбонатистый фторапатит. Вилфранко, Девоншир (*франколит*, *francolite*).[9] Прочие: MgO 0,10, Fe_2O_3 0,34, нераств. ост. 1,83. 7. Хлористый фторапатит. Курокура, Япония.[20] Прочие: FeO 0,21, MgO 0,54.

	8	9	10	11	12	13	14	15
CaO	52,97	55,84	55,47	44,14	53,16	56,47	54,84	51,30
MnO		0,07	0,06	7,50				следы
P_2O_5	40,50	42,05	42,19	40,26	38,57	35,75	35,01	34,63
F	0,17	0,16	1,01	нет	0,19		5,60	3,66
Cl	4,13	следы			0,02		0,03	нет
H_2O		1,86	1,73	2,87	1,20	4,44	1,67	2,20
CO_2	нет			нет	4,46	3,66	4,43	3,20
Прочие	2,43	0,25	0,60	4,32	2,28	0,67	1,08	6,93
	101,20	100,23	101,06	99,09	99,88	100,69	102,66	101,92
O = F, Cl	0,98	0,07	0,43		0,08		2,36	1,54
Сумма	100,22	100,16	100,63	99,09	99,80	100,69	100,30	100,38
Уд. в.	3,25	3,21	3,21	3,19	~2,93		3,116	~3,15

8. Хлорапатит. Крагерё, Норвегия. [6] Прочие: MgO 0,29, Na_2O 0,22, K_2O 0,10, SiO_2 1,16, Fe_2O_3 0,18, потеря при прокаливании при 1000° 0,48. 9. Гидроксилапатит. Джорджия. [21] Прочие: MgO 0,10, нераств. ост. 0,15. 10. Фтористый гидроксилапатит. Хоспенталь, Швейцария. [7] Прочие: нераств. ост. 11. Марганцовистый гидроксилапатит. Варутреск, Швеция. [22] Прочие: FeO 3,07, SrO 0,18, Na_2O 0,58, нераств. ост. 0,49, H_2O— 0,31. 12. Карбонат-апатит. Муиллак, Франция. [8] Прочие: SO_3 0,05, SiO_2 0,40, Al_2O_3 0,44, Na_2O 0,77, K_2O 0,28, Fe_2O_3 0,34, H_2O —110° 0,48, H_2O 110—300° 0,21, H_2O +300° 0,51. 13. Карбонат-апатит. Сант-Паульс-Рокс, Атлантический океан. [27] Прочие: MgO 0,30, SiO_2 0,01, SO_3 0,36, H_2O— 0,53. 14. Карбонатистый фторапатит. Рихтерсвелд, Южная Африка. [25] Прочие: MgO 0,53, Na_2O 0,20, Fe_2O_3 0,25 нераств. ост. 0,10, H_2O —105° 0,16, H_2O 105—300° 0,62, H_2O +300° 0,89. 15. Карбонатистый фторапатит. Мильбурн, Новая Зеландия. [26] Прочие: MgO 0,41, Na_2O 0,46, K_2O 0,17, SiO_2 2,27, Al_2O_3 1,18, Fe_2O_3 2,11, FeO 0,27, TiO_2 0,06, H_2O — 1,02.

Разнов.

ФТОРАПАТИТ

Хлористый. Хлор-фторапатит. Название *хлористый* может применяться к ряду разностей фторапатита из бинарной серии между ним и хлорапатитом, в которых хлор присутствует в значительных количествах, хотя и в подчиненных по сравнению с F, если считать в атомных процентах; подобно этому название может быть применено к той области из тройной серии между F, Cl и OH, в которой $F \geqq Cl \gg OH$. Высокохлористый фторапатит встречается редко (см. анал. 7); увеличение содержания Cl сопровождается возрастанием удельного веса и показателей преломления.

Гидроксилистый. Гидроксил-фторапатит. Вёлькерит (частью). Применяется к ряду разностей фторапатита, у которых OH присутствует в значительных количествах, то есть $F \geqq OH \gg Cl$. Гидроксилистый фторапатит и фтористый гидроксилапатит (с $OH \geqq F \gg Cl$), а также часто содержащий некоторое количество CO_2, представляют собой огромное большинство кристаллических апатитов и массивных фосфатных пород.

Карбонатистый. Эвпирхроит, eupyrchroite. *Emmons* (1838). Франколит, francolite. *Brooke* и *Henry* (1850). Науруит, nauruite. *Elschner* (1913). Штаффелит, Staffelite. *Stein* (1866). Фтор-коллофан (частью).

Карбонат-апатит (частью). Содержит значительные количества CO_2. Замещение сопровождается небольшим увеличением показателей преломления и двупреломления.

Марганцовистый. Манган-фторапатит. Манганапатит (частью). Форманганапатит, Fluormanganapatite. *Laubmann* и *Steinmetz* (1920). Содержит Mn″, замещающий Ca до отношения, по меньшей мере, Mn : Ca = 1 : 5,7. Цвет часто темный голубовато-зеленый, с повышенными показателями преломления и удельным весом.

Стронцистый. Саамит *Волковой* и *Мелентьева* (1939). Содержит Sr замещающий Ca (анал. 5), особенно в апатите из щелочных изверженных пород. Часто присутствуют также редкие земли.

ХЛОРАПАТИТ

Сравнительно высоко фтористые, гидроксилистые и карбонатистые разновидности хлорапатита являются редкими или неизвестными.

ГИДРОКСИЛАПАТИТ

Фтористый. Фтор-гидроксилапатит. См. *гидроксилистый фторапатит.*

Хлористый. Cl либо отсутствует в гидроксилапатите, либо присутствует в очень малых количествах, и в серии между ним и хлорапатитом имеется очень большой разрыв.

Марганцовистый. Манган-гидроксилапатит. Манганапатит (частью). Содержит Mn″, замещающий Ca до отношения, по меньшей мере, Mn : Ca = 1 : 7,7 (анал. 11).

Карбонатистый. Коллофан (частью). Карбонат-апатит (частью). Постепенно переходит в карбонатистый фторапатит (см.) и карбонат-апатит.

КОЛЛОФАН

Название *коллофан* употребляется здесь как родовое обозначение для массивных скрытокристаллических типов апатита, которые составляют большую часть фосфатных пород и ископаемых костей. Употребляемое в этом смысле название *коллофан* аналогично названиям *лимонит, вад, гуммит* и *боксит.* По своему внешнему виду коллофан часто опаловый или похожий на рог, с плотной, слоистой или коллоформной структурой; иногда в конкрециях, почковидный, сферолитовый или порошковатый. Цвет серовато-белый, желтоватый или коричневый; блеск слабый стеклянный до полусмолистого или тусклого. Тв. (3—4) и уд. в. (2,5—2,9) относительно низкие; (см. выше **Опт.**). Необходимость отнесения коллофана к самостоятельной разновидности группы апатита может быть установлена с помощью рентгенометрического и химического исследований; обычно он является карбонатистым, промежуточным членом серии гидроксилапатита-фторапатита.

Испытание. П. п. тр. с трудом оплавляется по краям. Растворим в HCl и HNO_3; карбонатистые разновидности и карбонат-апатит растворяются со слабым шипением вследствие выделения пузырьков CO_2.

Местонахождение. Члены группы апатита являются самыми обычными и наиболее широко распространенными из всех минералов, содержащих фосфор. Важнейшими членами группы являются фторапатит и фтористый гидроксилапатит вместе с их карбонатистыми разновидностями, в то время как существенно чистые хлорапатит, карбонат-апатит и гидроксилапатит являются редкими и имеют ограниченное распространение. Содержащие фтор типы встречаются почти во всех изверженных породах[38] как рано образующиеся акцессорные минералы, обычно в микроскопических кристаллах и могут встречаться в виде исключительно крупных масс как поздне-магматические сегрегации в щелочных изверженных породах (Кольский полуостров). Апатит также найден выкристаллизовавшимся в пегматитовых фациях как кислых, так и основных типов изверженных пород; в залежах магнетита; в гидротермальных жилах, особенно в таких, которые образовались при высоких температурах, и в жилах альпийского типа. Апатит весьма обычен как в регионально-, так и контактово-метаморфизованных породах, особенно в кристаллических известняках, где он встречается вместе со сфеном, цирконом, пироксеном, амфиболом, шпинелью, везувианом, флогопитом; также в тальковых и хлоритовых сланцах; как контактово-метаморфический минерал; также в обширных пластовых залежах морского происхождения и в происшедших от них остаточных или детритовых отложениях; как продукт замещения известняка или коралла фосфатными растворами, образовавшимися путем выщелачивания залежей гуано.[46]

Прекрасные образцы богатых фтором типов апатита дали перечисленные ниже месторождения. В СССР на реке Токовая, восточнее Свердловска, Урал, с изумрудом и хризобериллом в слюдистом сланце; у Миасса в Ильменских горах. Чрезвычайно мощные залежи встречаются в Хибинских тундрах, Кольский полуостров.[39] В Шлаггенвальде и Пизеке в Чехословакии. В Германии в друзах пегматита в Эппрехтштейне и Вальдштейне, горы Фихтель, Бавария; в санадините озера Лаахер, Рейнская область (сульфатистый, частью); в оловянных жилах Эренфридерсдорфа, Саксония. В Австрии, особенно в Кнаппенванде, Унтерзульцбахтале, Зальцбург, и в Циллертале, Тироль. В Швейцарии в Глетче на леднике Рон; в жилах в различных местах Сант-Готтардского и Аарского массивов. В Италии около Бьелла в Пьемонте, в значительных количествах в сиените, и на Эльбе в пегматите. Апатит встречается в Испании в Хумилье, Мурсия, в андезитовом туфе, и в Касересе и Логросане, Эстремадура, в жилах. Найден в оловянных жилах Филледера, Франция, и подобным же образом в Корнуолле, Англия; также в Вил-Франко (карбонатистый; *франколит*, *francolite*), в Тавистоке, Девоншир. В Швеции у Гелливары в жилах в габбровой породе и у Нордмарка в магнетитовых рудах. Хорошие

кристаллы желтого цвета были найдены в залежах магнетита у Серро-Меркадо, Дуранго, Мексика. В США фторапатит встречается в виде превосходных кристаллов и иногда темнофиолетового цвета в пегматитовых друзах в Нью-Энгланде, особенно на горе Апатит, Аубурн, Мэн. Также в магнетитовых залежах в Адайрондакских горах, Нью-Йорк; в кристаллическом известняке округа Суссекс, Нью-Джерси, как и во Франклине. В Канаде найден в виде превосходных кристаллов, иногда весом свыше 230 *кг* в мраморе Гренвилла, в неправильных жилах или контактовых залежах; главные месторождения расположены в округе Оттава, Квебек, в районах Бакингем, Темплтон, Портленд, Халл и Уэйкфилд, а также в центральной части Онтарио у Северного Бургесса в округе Ланарк, Игэнвилл, у Севастополя в округе Ренфру и у Бедфорда в округе Фронтенак.

Хлорапатит главным образом встречается в жилах в габбровых породах в юго-восточной части Норвегии, в области между Лиллесард и Бамле, особенно в Эдегаардене; сопутствующие минералы включают рутил, ильменит, сфен, магнетит, пирротин, амфибол, вернерит. Хлорапатит встречается также в некоторых метеоритах. Гидроксилапатит встречается в тальковом сланце в Госпентале, Ури, Швейцария; Росса в Вал-Деверо, Оссола, Италия, вместе со сфеном в диаллагово-серпентиновой породе;[40] а также близ Холли-Спрингса, округ Чероки, Джорджия, в тальковом сланце. Карбонат-апатит широко распространен в виде включений в фосфатную породу близ реки Ужица, Подол (*подолит*) и в Курске (*курскит*), СССР, а также близ Коуди, Бертутские горы, Вайоминг, США.[48] Также в виде корок на хлорапатите в Эдегаардене, Норвегия (*даллит*, *dahllite*); в Муйяк, Франция; в трещинах в содалитовой породе в Кангердлаурсуке, Гренландия;[47] в месторождении, происшедшем от залежи гуано на острове Сент-Паульс-Рокс в Атлантическом океане; в виде зональных наростов на фторапатите в Магнет-Ков, Арканзас,[41] и подобным же образом (или в виде волокнистых корок в пегматите в различных месторождениях Нью-Энгланда, как, например, в Палермо, Нью-Гэмпшир, и на горе Блэк, Гринвуд, а также в Ньюри, штат Мэн. Апатит из залежей фосфатных пород и ископаемых костей и раковин является промежуточным членом серии между фторапатитом и гидроксилапатитом и в большинстве случаев содержит значительные количества CO_2. Марганцовистые разновидности встречаются исключительно только в пегматитах, например, Бранчвилла, Коннектикут, и Варутреска, Швеция.

Изменения. Были найдены псевдоморфозы серпентина, каолина и бирюзы по апатиту и апатита по пироморфиту (?), прозопиту и брушиту. Изредка апатит встречается в виде окаменевшего материала ископаемой древесины.[42]

Искусств.[43] Фторапатит и хлорапатит были получены в кристаллах при сплавлении $Ca_3(PO_4)_2$ или гидроксилапатита с CaF_2 или $CaCl_2$; хлорапатит также при нагревании $CaCl_2$, $(NH_4)_2H(PO_4)$ и NH_4Cl в закр.

тр. путем сплавления $Ca_3(PO_4)_2$ с большим избытком NaCl, при нагревании $Ca_3(PO_4)_2$ с NaCl и H_2O в закр. тр. при 250° и другими путями. Гидроксилапатит [44] образуется при осаждении растворов солей кальция аммиачными растворами фосфатов; осадок может содержать избыток адсорбированных Ca или (PO_4), также образуется при продолжительной обработке $Ca_3(PO_4)_2$ или $CaHPO_4$ горячей водой; при нагревании $4CaO \cdot P_2O_5$ (гильденстокит) примерно до 1100° в присутствии водяных паров или путем кипячения его в воде.

Было также синтезировано много соединений типа апатита, не встречающихся в природе. К ним относятся $Sr_5(PO_4)_3(OH)$, $Pb_5(PO_4)_3(OH)$, $Ba_5(PO_4)_3(OH)$, $Ca_9Na(PO_4)_6Cl$, $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$, $Ca_5(AsO_4)_3Cl$, $Na_6Ca_4(SO_4)_6F_2$, $Ca_8La_2(PO_4)_6O_2$, $Ca_{10}Si_3S_3O_{24}F_2$, $Ca_{10}Si_2P_2S_2O_{24}F_2$ и др.

Назв. *Апатит* от ἀπατᾶν — *обманывать, вводить в заблуждение*, так как его часто путали с аквамарином, аметистом, оливином, флюоритом и другими минералами. Этот минерал впервые был назван *апатитом* в 1788 году Вернером, хотя самостоятельным видом кое-кто считал его и раньше. То, что он представляет собой фосфат кальция, и его сходство по составу с прокаленными костями, было установлено анализами Пру и Клапрота в 1788 году, хотя содержание F и Cl замечено не было. Названия *spargelstein* или *asparagolith*, *asparagus-stone* применялось к желтовато-зеленой призматической разновидности, первоначально найденной в Мурсии, Испания. *Франколитом* был назван после того, как его нашли в Вил-Франко близ Тэвистока, Девоншир, Англия. *Даллит* по имени братьев Т. и Дж. Далль (T. и J. Dahll), норвежских геологов. *Вёлькерит* по имени английского агрохимика Дж. А. Вёлькера (J. A. Voelcker, 1822—1884), который первым предположил существование оксиапатита.

Синонимы. Апатит. *Основные синонимы.* Из Испании: Chrysolite ordinaire *de Lisle* (1772; **2**, 271, 1783) = Spargelgrüne Steinkrystalle aus Spanien nähern Apatit *Werner* (*Bergm. J.*, 74, 1790) = Spargelstein *Werner*; Asparagus Stone. *Фр.*: Pierre d'Asperge. Asparagolithe *Abildgaard* (*Ann. chim.*, **32**, 195, 1800); Chaux phosphatée *Vauquelin* (*Ann. chim.*, **26**, 123, 1798); Phosphate of Lime. Из Саксонии: Aquamarin *Brünnich* [в его издании *Кронштедта* (*Cronstedt*, Copenhagen, 1770)]. Améthiste basaltine *Sage* (**1**, 231, 1777); *de Lisle* (**2**, 254, 1783) = Apatit *Werner* (*Gerhard's Grundr.*, 281, 1786; *Bergm. J.*, 576, 1788 и 378, 1789); Phosphorsaurer-Kalk *Klaproth* (*Bergm. J.*, 294, 1788); Sächsischer Beryll, Augustit *Trommsdorf* (*J. de pharm.*, **8**, 153, 1800). Moroxit [Норвегия] *Abildgaard* (*Moll's Berg.-Hütten., Jb.*, **2**, 432, 1798). *Русск.*: лазурь-апатит. *Nordenskiöld* (*Bull. soc. nat. Moscou*, **30**, 217, 224, 1857). Apatit [все разновидности, кроме moroxite] *Karsten* (36, 1800); Apatite [включая moroxite] *Haüy* (**2**, 1801). Массивный: La Pierre Phosphorique [из Испании] *Davila* = = Phosphate calcaire *Proust* (*J. phys.*, **32**, 241, 1788); *Pelletier* (*Ann. chim.*, **7**, 1790) = Phosphorite *Kirwan* (**1**, 129, 1794), *Karsten* (52, 1808); Osteolith *Bromeis* (*Ann. Chem. Pharm.*, **79**, 1851) = Bone-phosphate.

Talkapatit *Hermann* (*J. pr. Chem.*, **31**, 101, 1844). Mangapapatit *Siewert* (*Zs, Nat. Halle*, **10**, 339, 1874). Cupro-apatit (?) *Adam* (45, 1869). Epiphosphorit *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **25**, 194, 1866). Pyroguanite, Glaubapatite (частью)

Shepard (*Am. J. Sc.*, **22**, 96, 1856). Sombrerite *Phipson* (*J. Chem. Soc. London*, **15**, 277, 1862). Estramadurite *Roscoe* и *Schorlemmer* (*Treat. on Chem.*, **1**, 459, 1877). Kietyöite *Nordenskiöld* (*Min. Finland*, 154, 1863). Odontolite (частью), Floridite *Cox* (*Proc. Am. Assoc.*, **39**, 260, 1891). Ciplyte (?) *Ortlier* (*Bull. soc. min.*, **13**, 160, 1890).

Фторапатит. Eupyrchroite *Emmons* (*Rep. Geol. New York*, 252, 1838). Francolite *Brooke* и *Henry* (*Phil. Mag.*, **36**, 134, 1850). Fluorapatit *Rammelsberg* (353, 1860); Fluor-apatite. Staffelite *Stein.* (*Jb. Min.*, 716, 1866). Voelckerite *Rogers* (*Am. J. Sc.*, **33**, 475, 1912); Oxyapatite *Rogers* (*там же*). Nauruite *Elschner* (*Corallogene Phosphat-Insel Austral Oceanien*, Lubeck, 1913; *Cbl. Min.*, 543, 1914). Sulfatapatit *Brauns* (*Jb. Min., Beil.-Bd.*, **41**, 60, 1916). Fluormanganapatit *Laubmann* и *Steinmetz* (*Zs. Kr.*, **55**, 563, 1920). Церапатит *Ферсмана* (*Jb. Min., Beil.-Bd.*, **55**, 40, 1928); Cerium-apatite. Fluorcollophane, Fluocollophanite. Mangualdite *de Jesus* (*Com. Serv. Geol. Portugal*, **19**, 142, 1933). Саамит *Волковой* и *Мелентьева* (*ДАН СССР*, **25**, 120, 1939). Manganvoelckerite *Quensel* (*Geol. För. Förh.*, **59**, 257, 1937). Mangan-fluorapatite *Mason* (*Geol. För. Förh.*, **63**, 279, 1941). Манганапатит (частью) *некоторые авторы*.

Хлорапатит. Chlorapatit *Rammelsberg* (353, 1860). Chlor-apatite.

Гидроксилапатит. Hydro-apatite *Damour* (*Ann. mines*, **10**, 65, 1856). Pyroclasite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **22**, 96, 1856). Ornithite *Julien* (*Am. J. Sc.*, **40**, 371, 1865). Hydrated oxygen apatite [искусств.] *Warrington* (*J. Chem. Soc. London*, **26**, 983, 1873). Monite *Shepard* (*Am. J. Sc.*, **23**, 400, 1882). Hydroxyapatite *Schaller* (*U. S. Geol. Sur., Bull. 509*, 89, 1912). Hydroxylapatit *Burri, Jakob, Parker* и *Strunz* (*Schweiz. min. Mitt.*, **15**, 327, 1935). Manganhydroxyapatite *Mason* (*Geol. För. Förh.*, **63**, 279, 1941).

Карбонат-апатит. Pseudo-apatite (?) *Breithaupt* (*Glocker's Min. Jahresh.*, 217, 1837). Kollophan *Sandberger* (*Jb. Min.*, 308, 1870) = Collophane *Rogers* (*Am. J. Sc.*, **3**, 269, 1922) = Collophanite *Dana* (808, 1892). Dahllite *Brögger* и *Bäckström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **45**, 493, 1888). Карбапатит *Чирвинского* (*Ежегодн. по геол. и минер. России*, **8**, 251, 256, 1906). Подолит *Чирвинского* (*Cbl. Min.*, 279, 1907). Quercyite, Quercyite-α, Quercyite-β *Lacroix* (**4**, 579, 1910). Carbonatapatit *Brauns* (*Jb. Min., Beil.-Bd.*, **41**, 60, 1916). Carbonateapatite. Carbonapatit. Курскит *Чирвинского* (*Jb. Min.*, II, 61, 71, 1911; *Материалы по изучению производительных сил России, Петроград*, No. 30, 1919). Grodnolite *Morozewich* (*Bull. soc. min.*, **47**, 46, 1924). α-Dahllite, β-Dahllite, γ-Dahllite.

Ссылки

1. Углы по Кокшарову (Koksharov, **2**, 39, 1854; **5**, 86, 1866) на фторапатите из Эренфридерсдорфа, Саксония. По существу идентичные величины приводились другими исследователями для существенно чистого фторапатита — см. сводки Вольфа и Пэлача (Wolfe и Palache, *Zs. Kr.*, **36**, 438, 1902) и Гаузена (Hausen, *Acta Ac. Aboensis, math. phys. Kl.*, **5**, No. 3, 1929). У существенно чистого гидроксилапатита почти идентичные кристаллографические константы; однако c уменьшается при замещении (F, OH) на Cl, и существенно чистый хлорапатит имеет $c \sim 0{,}70$. Морфологические элементы карбонат-апатита неизвестны. Об изменении углов в зависимости от температуры см. Eissner, Inaug. Diss., Leipzig (1913).

2. Goldschmidt (**1**, 73, 1913); также Parker, *Zs. Kr.*, **64**, 224 (1926); Gennaro, *Acc. Torino, Att.*, **66**, 443 (1931); Whitlock, *Am. Mus. Nov.*, No. 190 (1925); Bianchi, *Atti soc. ital. sci. nat.*, **58**, 306 (1919); Hawkins, *Am. Min.*, **7**, 27 (1922); Niggli и Faesy, *Zs. Kr.*, **62**, 154 (1925); Mieleitner, *Zs. Kr.*, **56**, 90 (1921). Приводимые формы являются, в основном, формами фторапатита. Зависимость между внешним обликом и составом окончательно не выяснена. По поводу развития вициналей см. Kalb, *Zs. Kr.*, **74**, 469 (1930); Lorenz, *Ber. Ak. Leipzig*, **73**, 249 (1921); Карножицкий, *Зап. Мин. общ. СПб*, **33**, 65 (1895).

Редкие и сомнительные:

	10.9.$\bar{19}$.0	λ	4.0.$\bar{4}$.21	β	50$\bar{5}$7	*O*	12.0.$\bar{12}$.5	*S*	32$\bar{5}$2	*U*	71$\bar{8}$1
	54$\bar{9}$0	*f*	10$\bar{1}$4	*g*	70$\bar{7}$9	*D*	13.0.$\bar{13}$.4	*M*	9.4.$\bar{13}$.4	*V*	81$\bar{9}$1
l	43$\bar{7}$0		20$\bar{2}$7	δ	40$\bar{4}$5		80$\bar{8}$1	M_1	52$\bar{7}$2	*Y*	10.1.$\bar{11}$.1
W	52$\bar{7}$0	*e*	7.0.$\bar{7}$.11	*j*	70$\bar{7}$8		3.1.$\bar{4}$.280	*N*	72$\bar{9}$2		6.6.$\bar{12}$.1
	2.0.$\bar{2}$.19		20$\bar{2}$3	γ	80$\bar{8}$9		31$\bar{4}$6	*T*	51$\bar{6}$1		10$\bar{1}$9

3. О структуре апатита см. Hendricks, Jefferson и Mosley, *Zs. Kr.*, **81**, 352 (1932); Gruner и McConnell, *Zs. Kr.*, **97**, 208 (1937); Mehmel, *Zs. Kr.*, **75**, 323 (1930) и *Zs. phys. Chem.*, **15**, 223 (1931); Náray-Szabó, *Zs. Kr.*, **75**, 387 (1930); Hendricks и Hill *Science*, **96**, 255 (1942); Bale, *Am. J. Roentg. Rad. Therapy*, **43**, 735 (1940); Beevers и McIntyre, *Min. Mag.*, **27**, 254 (1945).

4. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 279 (1941).

5. McConnell, *Am. Min.*, **23**, 1 (1938).

6. Hendricks, Jefferson и Mosley (1932).

7. Burri, Jakob, Parker и Strunz, *Schweiz. Min. Mitt.*, **15**, 327 (1935).

8. McConnell, *Am. J. Sc.*, **36**, 296 (1938).

9. Sandell, Hey и McConnell, *Min. Mag.*, **25**, 395 (1939).

10. Lacroix (**4**, 387, 1910); Hidden и Washington, *Am. J. Sc.*, **33**, 501 (1887); Washington, *J. Geol.*, **3**, 25 (1895); Himmelbauer, *Ak. Wien, Sitzber.*, **138**, 251 (1929); Heddle (**2**, 158, 1901).

11. Lorenz, *Ak. Leipzig, Sitzber., math.-phys. Kl.*, **73**, 267 (1921); Baumhauer, *Ak. Berlin, Sitzber.*, **42**, 863 (1887) и **45**, 447 (1899); Dürrfeld, *Zs. Kr.*, **50**, 590 (1912); Honess (98, 1927); Royer, *C. R.*, **202**, 1346 (1936); Ichikawa, *Am. J. Sc.*, **14**, 231 (1927).

12. Barthoux, *Bull. soc. min.*, **48**, 225 (1925).

13. См. Baker, *Am. Min.*, **26**, 382 (1941); Niggli и Faesy, *Zs. Kr.*, **62**, 166 (1925).

14. Об измерениях векториальной твердости см. Pöschl, *Härte der fest. Körper*, 55 (1909), и Holmquist, *Geol. För. Förh.*, **38**, 501 (1916); зависимость между твердостью и составом не установлена.

15. Nacken, *Cbl. Min.*, 547 (1912).

16. Wolff и Palache (1902). По поводу цвета см. также Hoffmann, *Chem. Erde*, **11**, 552 (1938).

17. О люминесценции апатита см. Köhler и Haberlandt, *Chem. Erde*, **9**, 88 (1934); Ulrich, *Min. Abs.*, **7**, 529 (1940); Iwase, *Sc. Pap. Inst. Phys. Chem. Res. Tokyo*, **27**, No. 567, 1 (1935).

18. Otto, *Min. Mitt.*, **47**, 89 (1935).

19. Borgström, *Finska Kem. Medd.*, No. 2, 51 (1932). Накен (Nacken, 1912) дает *nO* 1,6667 и двупреломление, близкое нулю.

20. Harada, *J. Fac. Sc. Hokkaidô Univ.*, **4**, 11 (1938).

21. Mitchell, Faust, Hendricks и Reynolds, *Am. Min.*, **28**, 356 (1943).

22. Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 279 (1941).

23. Grosspietsch, *Zs. Kr.*, **54**, 461 (1915).

24. Quensel, *Geol. För. Förh.*, **59**, 257 (1937).

25. De Villiers, *Am. J. Sc.*, **240**, 443 (1942).

26. Hutton и Seelye, *Trans. Roy. Soc. New Zealand*, **72**, часть 3, 191 (1942).

27. Washington, *Am. Min.*, **14**, 369 (1929).

28. Baumhauer, *Zs. Kr.*, **45**, 555 (1908).

29. Frondel, *Am. Min.*, **28**, 215 (1943); Frondel и Prien, *Science*, **95**, 431 (1942); Rogers, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **35**, 535 (1924); Hendricks и др., *Indust. Eng. Chem.*, **23**, 1413 (1931).

30. См. Gruner и McConnell (1937); McConnell (1938 *a*, 1938 *b*); de Villiers (1942); Hendricks и Hill (1942); McConnell и Gruner, *Am. Min.*, **25**, 157 (1940); Борнеман-Старынкевич, *ДАН СССР*, **19**, 253 (1938); McConnell, *там же*, **22**, 87 (1939); Белов, *там же*, **22**, 89 (1939); McConnell, *там же*, **25**, 46 (1939); Sandell и др. (1939).

31. См. Волкова и Мелентьев, *ДАН СССР*, **25**, 120 (1939); Борнеман-Старынкевич, *там же*, 39 (1924); Ферсман, *там же*, 42 (1924); Zambonini, *Zs. Kr.*, **58**, 226 (1923); Sahama, *Bull. Comm. Géol. Finlande*, No. 126, 50 (1941); Bellucci и Grassi, *Gazz. chim. ital.*, **49**, 232 (1919).

32. О замещении P в апатите на S и Si см. Dihn и Klement, *Zs. Elektrochem.*, **48**, 331 (1942) и McConnell, *Am. Min.*, **22**, 977 (1937).

33. Hudson, Cherkes и Buchwald, *J. Urology*, **53**, 654 (1945) и Frondel, личн. сообщ. (1946).

34. Rogers, *Am. J. Sc.*, **33**, 475 (1912); Bredig, Franck и Fuldner, *Zs. Elektrochem.*, **39**, 959 (1933); Trömel и Möller, *Zs. anorg. Chem.*, **205**, 227 (1932).

35. Дополнительные анализы собраны в таблицы у Гинтце (Hintze. **1** [4A], 562, 1924); также см. Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 333 (1944); Володченкова и Мелентьев, *ДАН СССР*, **39**, 34 (1943); Thewlis и др., *Trans. Faraday Soc.*, **35**, 358 (1939); Dittler и Hueber, *Ann. Mus. Wien*, **46**, 185 (1932), Alfani, *Per. Min.*, **3**, 220 (1932), Deans, *Min. Mag.*, **25**, 135 (1938); Simpson, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **15**, 99 (1929); *там же*, **20**, 47 (1933); Otto (1935); Mason, *Geol. För. Förh.*, **63**, 383 (1941); Shannon и Larsen, *Am. J. Sc.*, **9**, 250 (1925); Ramdohr, *Jb. preuss. geol. Landesanst.*, **40**, 284 (1919); Афанасьев, *ДАН СССР*, **62**, 677 (1948). О редких элементах см. Jolibois и Hébert., *C. R.*, **222**, 569 (1946).

36. Dadson, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 35, 51 (1935).

37. Волкова и Мелентьев (1939).

38. Kind, *Chem. Erde*, **12**, 50 (1938).

39. Антонов, *Госхимтехиздат, Ленинград*, **7**, стр. 196 (1934); Granigg, *Zs. pr. Geol.*, **41**, 1 (1933).

40. Bianchi, *Atti Soc. Ital., Soc. Nat.*, **458**, 306 (1919).

41. McConnell и Gruner, *Am. Min.*, **25**, 157 (1940).

42. См. Simpson, *Min. Mag.*, **19**, 29 (1920).

43. Mellor (**3**, 896, 1923); Nacken, *Cbl. Min.*, 545 (1912); Bredig и др. *Zs. Elektrochem.*, **38**, 158 (1932); Eisenberger, Lehrman и Turner, *Chem. Rev.*, **26**, 257 (1940).

44. Schleede и др. *Zs. Elektrochem.*, **38**, 633 (1932), Trömel и Möller, *Zs. anorg. Chem.*, **206**, 227 (1932); Trömel, *Zs. phys. Chem.*, **158**, 422 (1932); Klement *Zs. anorg. Chem.*, **242**, 215 (1939); Fouretier, *C. R.*, **205**, 413 (1937); Müller, *Helvet. Chim. Acta*, **30**, 2069 (1947).

45. Об оптических аномалиях см. Deans (1938); Wolff и Palache (1902); Brauns, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **41**, 73 (1916); Viola, *Boll. com. geol. Ital.*, **6**, 106 (1905); Lacroix (**4**, 558, 1910); Чирвинский, *Cbl. Min.*, 279 (1907).

46. По поводу минералогии залежей фосфатных пород см. Frondel (1943); Hendricks и др. (1931); Чирвинский (1919); Lacroix (**4**, 561, 1910); Mansfield, *Am. J. Sc.*, **238**, 863 (1940); McConnell, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **54**, 707 (1943). Анализы см. Doelter (**3** [1], 333, 354, 1914).

47. Bøggild, *Zs. Kr.*, **55**, 417 (1920).

48. McConnell, *Am. Min.*, **20**, 693 (1935).

49. Pieruccini, *Att. soc. tosc.*, **54** (1947); Minguzzi, *Per. Min.*, **12**, 343 (1941).

41.7.2 СЕРИЯ ПИРОМОРФИТА

41.7.2.1 **ПИРОМОРФИТ** $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$ PYROMORPHITE

41.7.2.2 **МИМЕТЕЗИТ** $Pb_5(AsO_4, PO_4)_3Cl$ MIMETITE

Крист.[1] Гексагональная; гексагонально-дипирамидальный — $6/m$.

ПИРОМОРФИТ[2]

$a : c = 1 : 0{,}7632$; $p_0 : r_0 = 0{,}8501 : 1$

Формы [3]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
a	$11\bar{2}0$	0 00	90 00	90 00	60 00
x	$10\bar{1}1$	30 00	40 22	71 06½	90 00
y	$20\bar{2}1$	30 00	59 32	64 28	90 00
π	$40\bar{4}1$	30 00	73 36½	61 20	90 00
S	$11\bar{2}1$	0 00	55 49	90 00	65 34

Менее обычные:

h $21\bar{3}0$ ε $30\bar{3}4$ P $80\bar{8}1$ R $90\bar{9}1$ u $21\bar{3}1$

МИМЕТЕЗИТ [4]

$a : c = 1 : 0{,}7224$; $p_0 : r_0 = 0{,}8342 : 1$

Формы [5]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001		0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
d	$11\bar{2}0$	0 00	90 00	90 00	60 00
x	$10\bar{1}1$	30 00	39 50	71 19	90 00
s	$11\bar{2}1$	0 00	55 19	90 00	65 43½
u	$21\bar{3}1$	10 53½	65 37½	80 05½	72 39

Менее обычные:

h $21\bar{3}0$ r $10\bar{1}2$ α $30\bar{3}2$ y $20\bar{2}1$ z $30\bar{3}1$

Структ. ячейка. [6] Пространственная группа $C6_3/m$.

	a_0	c_0	$a_0 : c_0$
Пироморфит	9,95 *kX*	7,31	1 : 0,735
Миметезит	10,24 *kX*	7,43	1 : 0,725

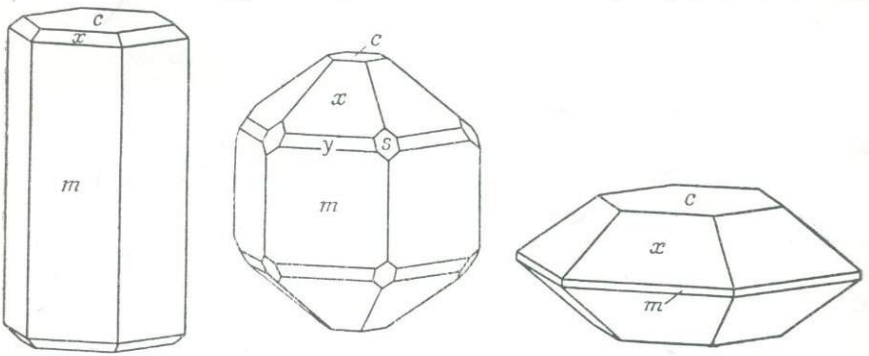
Ячейка содержит $Pb_{10}(PO_4, AsO_4)_6Cl_2$.

Облик. Кристаллы призматические вдоль [0001] и обычно простые по облику с $\{10\bar{1}0\}$ и $\{0001\}$ или с этими формами и $\{10\bar{1}1\}$; также изометрический, редко таблитчатый по $\{0001\}$ или дипирамидальный. Часто в округлых боченкообразных формах; также веретенообразный или с кавернозными концевыми гранями. В виде ветвистых групп из почти параллельных призматических кристаллов, оси которых направлены в одну точку. Миметезит иногда игольчатый. Часто шарообразный, почковидный, гроздевидный или бородавчатый, обычно с неясностолбчатой структурой; зернистый.

Фигуры травления. [9] Согласуются с гексагонально-дипирамидальной ($6/m$) симметрией.

Двойники. [10] по $\{11\bar{2}2\}$, очень редки.

Физ. Спайность по $\{10\bar{1}1\}$ весьма несовершенная (следы). Излом неровный до полураковистого. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$—4. Уд. в. 7,04 ± 0,04 (пироморфит, конечный член; 7,14 вычисл.) до 7,24 (миметезит, конечный член; 7,28 вычисл.);[7] удельный вес уменьшается до 5,9 и менее у разновидностей, которые содержат Ca, замещающий Pb. Блеск смолистый до полуалмазного. Цвет пироморфита зеленый,



Бельгийское Конго.

желтый и коричневый различных оттенков, также восково-желтый, оранжево-желтый, оранжево-красный, коричневато-красный, сероватый; очень редко бесцветный и прозрачный. Цвет миметезита обычно бледножелтый до желтовато-коричневого, оранжево-желтый, белый или бесцветный. Черта белая или почти белая. Обычно полупрозрачный до просвечивающего. Пьезоэлектричен.[8] Кристаллы часто обнаруживают концентрические зоны роста,[11] у которых варьирует отношение P : As, причем внешние зоны более богаты As.

Опт.[12] В проходящем свете бесцветный или бледноокрашенный и тогда слабо плеохроирует с абсорбцией $E > O$.

	Пироморфит (конечный член)		Миметезит (конечный член)	
λ	*nO*	*nE*	*nO*	*nE*
404,66	2,144	2,131	2,263	2,239
589,3	2,058	2,048	2,147	2,128
690,75	2,041	2,030	2,124	2,106

Показатели преломления заметно ниже, чем те, которые даются для материала с частично замещенным Pb на Ca. Члены этой серии, особенно более богатые As, преимущественно являются двуосными отрицательными (—) и обнаруживают разделение базальных сечений на шесть треугольных областей, иногда с одноосной отрицательной (—) сердцевиной.[13] Некоторые кристаллы являются целиком одноосными. У двуосных частей плоскость оптических осей обычно параллельна стороне шестиугольника с $X = c$, дисперсия $r < v$, $2V$ варьирует, доходя почти до 42°. Повидимому, $2V$ уменьшается с увеличением содержания P.

Хим. Хлорид-фосфат-арсенат свинца, $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$. P и As взаимно замещаются, и между чистыми конечными членами суще-

ствует непрерывная серия. Названия *пироморфит* и *миметезит* применяются соответственно к частям серии с $P > As$ и $As > P$. Pb часто замещается на Ca с отношением $Ca : Pb = 1 : 2{,}1$ в анал. 10 и $1 : 1{,}1$ в загрязненном материале анал. 7. Встречающиеся в природе минералы, повидимому, не образуют непрерывной серии между кальцистыми разновидностями пироморфита — миметезита и хлорапатитом; с увеличением содержания Ca сверх того, которое соответствует отношению $Pb : Ca = 1 : 1$, миметезит переходит в гедифан. Повидимому, только следы F^- и OH могут присутствовать у пироморфита — миметезита, замещая Cl; их присутствием, однако, при анализах часто пренебрегают. Отмечалось содержание Fe'' в количествах до 1% (весового) FeO. Иногда присутствует Cr в очень малых количествах. (As, P) могут замещаться на V (анал. 10), отмечался и более высоко ванадистый материал (см. ***Разнов.***). Ванадинит образует серию к миметезиту вплоть до отношения $V : As = 1 : 1$ и очень ограниченную серию к пироморфиту. Отмечалось присутствие следов редких земель, Sr, Ba, Mn.[14] Иногда присутствуют следы CO_2.[35]

Анал.[15]

	1	2	3	4	5	6	7
PbO	79,81	81,21	81,19	81,33	80,13	79,29	52,64
CaO		0,45	0,06		0,56		12,30
P_2O_5	7,61	15,77	16,32	16,11	15,65	15,56	19,80
As_2O_5	10,61	следы	0,01	0,13	0,90	2,34	4,06
Cl	2,54	2,64	2,53	2,71	2,59	2,85	1,95
Прочие		0,48	0,20		0,51		9,64
	100,57	100,55	100,31	100,28	100,34	100,04	100,39
O = Cl	0,57	0,60	0,57	0,61	0,59	0,64	0,44
Сумма	100,00	99,95	99,74	99,67	99,75	99,40	99,95
Уд. в.		7,01—7,05	7,02				

	8	9	10	11	12	13	14
PbO	77,29	77,86	68,46	71,32	66,77	75,07	74,58
CaO			8,31	3,46	2,81		
P_2O_5	11,31	8,31	5,36	3,44	1,93	0,29	0,14
As_2O_5	8,98	11,51	12,06	19,65	25,99	22,89	23,17
Cl	2,31	1,72	2,47	2,57	2,32	2,30	2,39
Прочие			2,90				
	99,89	99,40	99,56	100,44	99,82	100,55	100,28
O = Cl	0,52	0,39	0,56	0,58	0,50	0,52	0,54
Сумма	99,37	99,01	99,00	99,86	99,32	100,03	99,74
Уд. в.				6,65			7,32

1. $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$ с отношением $P : As = 1 : 1$. 2. Пироморфит. Эмс, Германия.[16] Среднее из трех. Прочие: Fe_2O_3 0,02, Al_2O_3 0,02, H_2O 0,14, нераств. ост. 0,30. 3. Пироморфит. Браубах,

Германия. [16] Прочие: Fe_2O_3 0,01, Al_2O_3 0,02, H_2O 0,08, нераств. ост. 0,09. 4. Пироморфит. Виссен. Германия. [17] 5. Пироморфит. Мойе, Британская Колумбия. [18] Прочие: FeO 0,46, нераств. ост. 0,05. 6. Пироморфит. Цшопау, Германия. [19] 7. Кальцистый пироморфит (*нуссиерит, nussièrite*). Нуссиер, Франция. [20] Прочие: FeO 2,44, SiO_2 7,20. 8. Пироморфит. Рафтен-Гилл, Камберленд. [1]. 9. Пироморфит. Розье, Понтижибо, Франция. [21] 10, Миметезит (кальцистый и ванадистый[9]) Мина-Гранде, Аркерос, Чили. [22] Прочие: CuO 0,96, V_2O_5 1,94. 11. Миметезит. Вилльвьей, Франция. [23] 12. Миметезит. Тсумеб, Африка. [24] 13. Миметезит. Бена-э-Падру, Сардиния. [25] 14. Миметезит. Фениксвилл, Пенсильвания. [26]

Разнов. *Кальцистый.* Полисфаерит *Брейтхаупта* (*Breithaupt*, 1832), Nussierite *Danhauser*, *Barruel* (1836), миезит *Брейтхаупта* (*Breithaupt*, 1841). Содержит Ca, замещающий Pb, чему сопутствует уменьшение удельного веса и показателей преломления. Цвет обычно коричневый до желтовато-серого и почти белого. Анал. 7, 10, 11, 12.

Ванадистый. Коллеит *Броуна* (*Brown*, 1927). Черный гроздевидный минерал из Ледхиллса, Шотландия, содержащий около 4,1% V_2O_5, является, повидимому, ванадистой и кальцистой разновидностями пироморфита;[27] уд. в. 6,9—7,0. О нахождении ванадистого материала сообщалось также из Чили (анал. 10).

Искривленные кристаллы. Кампилит. Pseudo-campylite *Dana* (770, 1892). Кристаллы пироморфита-миметезита, имеющие вследствие искажений бочонкообразную форму, называются *кампилитом* (от καμπύλος — *искривленный*). Первоначально из Драйгилла, Камберленд (фосфористый миметезит); также из Розье и Вилльвьей во Франции и из других месторождений. Искривленный облик не обусловливается материалом какого-либо особенного (определенного?) состава.

Испытание. П. п. тр. легко плавится (плавкость $1^1/_2$). На древесном угле плавится без восстановления (пироморфит) в шарик, который при охлаждении приобретает кристаллическую полиэдрическую форму. В закр. тр. дает белый сублимат хлористого свинца. Растворим в HNO_3 и KOH. Пироморфит слегка растворим в подкисленной CO_2 воде.[28]

Местонахождение. Пироморфит и миметезит являются вторичными минералами встречающимися в зоне окисления свинцовых месторождений. Сопровождающие минералы включают главным образом церуссит и лимонит, также смитсонит, гемиморфит, англезит, малахит, ледгеллит, каледонит, ванадинит, вульфенит, деклуазит, моттрамит, байлдонит. Некоторые из наиболее широко известных месторождений приводятся ниже. Пироморфит встречается в Германии в Фридрихсегене близ Эмса и в Дернбахе в Гессен-Нассау, Баденвейлере в Бадене, Бернкастеле на Мозеле в Рейнской области; в Цшопау и Шнееберге в Саксонии. В Чехословакии, в Пршибраме, Миесе и Блейштадте. В Березовске близ Свердловска на Урале, СССР. В Саррабусе и Дженнамари на острове Сардиния, Италия. Во Франции, особенно в Уэлго и Пулауэн в Бретани; в Понтижибо, Пюи-де-Дом. Нуссиер в Роне и Круа-о-Минь, Вогезы. В Англии в различных месторождениях Корнуолла, в Рафтен-

Гилла и Калдбек-Феллса, в Камберленде, и в Шотландии у Ледхиллса. В Миндоули в Бельгийском Конго и в Джебел-Махсур, Алжир, Африка. В Брокен-Хилле, Новый Южный Уэльс. В Мексике на руднике Охуэла, Мапими. В США пироморфит встречается в Пенсильвании в виде прекрасных образцов на руднике Уитлей, Фениксвилл, округ Честер, и на рудниках Эктон и Перкиомен в округе Монтгомери. На руднике Кантон, округ Чероки, Джорджия. На свинцовом руднике Саутхемптон, округ Гэмпден, Массачусетс. Во многих рудниках в районе Кёр д'Элен, округ Шошони, Айдахо.[29] В Нью-Мексико в районе Кабальос-Маунтинс, округ Сьерра, и в районе Сентрал, округ Грант. В Ледвилле, Колорадо. В Канаде в Мойе, Британская Колумбия.

Миметезит является менее широко распространенным минералом, чем пироморфит. Он встречается в Германии в Баденвейлере, Баден, в Борштейне, Гессен, и особенно в Иоганнгеоргенштадте в Саксонии; также в Браунсдорфе, Саксония, и Ламперсдорфе, Силезия. В Пршибраме, Чехословакия. В районе Нерчинска, Забайкалье, СССР. Во Франции в районе Понтижибо, Пюи-де-Дом. Найден во многих местах Корнуолла, Англия; также в Рафтен-Гилле и Драйгилле в Камберленде и в Ледхиллсе и Уанлокхиде в Шотландии. В Лонгбане, Швеция. В Брокен-Хилле, Новый Южный Уэльс. В Алжире в цинковых месторождениях Сиди-Роуман, Боу-Талеб, Джебел-Грауз и в других местах. Широко распространен с байлдонитом и церусситом в Тсумебе, Юго-Западная Африка. В Мексике в Санта-Эулалия, Чиуауа, из рудника Охуэла, Мапими, и Мина-дель-Дьабло, Дуранго; в виде выделений в дацитовом туфе у Ломитоса, Боливия.[30] В США миметезит был найден в Фениксвилле, Пенсильвания; на руднике Маммот, округ Пинал, и в районе Вульче, округ Явапаи, Аризона; в районе Серро-Гордо, округ Инио, Калифорния; в районе Тинтик, Юта; в районе Эурека, Невада.

Изменения. Псевдоморфозы пироморфита по галениту и церусситу являются обычными. Галенит часто встречается в виде более или менее полных псевдоморфоз по пироморфиту или образует тонкие пленки на поверхности кристаллов пироморфита (*блаублейерц*, *Blaubleierz*; *плюмбейн*, *Plumbeine*); эти два минерала взаимно ориентируются, причем грани {001} и ось [001] галенита параллельны {0001}, $(11\bar{2}0)$, $(10\bar{1}0)$ и [0001] пироморфита.[31] Были найдены также псевдоморфозы апатита по пироморфиту и натечные псевдоморфозы лимонита, халцедона, гемиморфита и воукелинита по пироморфиту. Миметезит был найден в Дуранго, Мексика, в виде псевдоморфоз по неизвестному минералу, вероятно, англезиту;[32] также изменяется в байлдонит (Тсумеб).

Искусств.[33] Получается в виде кристаллов при охлаждении расплава фосфата или арсената свинца с избытком хлористого свинца. Промежуточные члены серии могут быть получены при соответствующем подборе исходных веществ;[34] также при нагревании этих соединений с водяным паром в закр. тр. при низких температурах или при

нагревании в закр. тр. арсената или фосфата аммония с хлористым свинцом и водой. Миметезит был также получен в кристаллах при нагревании $PbHAsO_4$ в растворе щелочных хлоридов и путем обработки раствора $PbHAsO_4$ в HCl с арсенатом свинца. Пироморфит образуется при добавлении раствора $PbCl_2$ к слабому раствору HCl, содержащему суспензированный $Ca_3(PO_4)_2$. Отмечают, что были синтезированы также фтористый и иодистый аналоги пироморфита.

Назв. *Пироморфит* от πῦρ — *огонь* и μορφή — *форма*, в связи с тем, что шарик, получающийся при плавлении кусочков минерала, принимает при охлаждении кристаллическую форму. *Миметезит* от μῖμητής — *подражатель*, из-за его сходства с пироморфитом.

Синонимы. Пироморфит. Grön Blyspat, Minera plumbi viridis (частью) *Wallerius* (296, 1748). Mine de Plomb verte *Wallerius* (**1**, 536, 1853). Grünbleierz, Braunbleierz *Schultze* (*Dresden Mag.*, **2**, **70**, 1761; **2**, 467, 1765). Grün Bleyerz, Phosphorsaurehaltig [из Цшопау] *Klaproth* (*Crell's Ann.*, **1**, 394, 1784). Green Lead Ore, Brown Lead Ore. Phosphate of Lead. *Нем.*: Psophorsaures Blei, Phosphorblei, Buntbleierz. *Фр.*: Plomb phosphaté. Polychrom, Pyromorphit *Hausmann* (1089, 1090, 1813). Traubenblei *Hausmann* (1093, 1813). Polysphaerit *Breithaupt* (54, 1832). Nussierite *Danhauser*, *Barruel* (*Ann. chim. phys.*, **62**, 217, 1836). Miesit *Breithaupt* (285, 1841). Cherokine *Shepard* (407, 1857; *Am. J. Sc.*, **24**, 38, 1857). Plumbeine, Sexangulit *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **22**, 36, 44, 1863); Blaubleierz. Collieite *Brown* (*Trans. Dumfriesshire* and *Galloway, Nat. Hist. Antiq. Soc.*, **13**, 72, 1927).

Миметезит. Minera plumbi Viridis (частью), Plumbum arsenico mineralisatum *Wallerius* (296, 1748). Plomb vert arsenical [из Андалузии] *Proust* (*J. phys.*, **30**, 394, 1787); [из Розье] *Fourcroy* (*Mem. Ac. Sc., Paris*, 1789). Arsenikalisches Bleyerz *Lenz* (**2**, 224, 1794). *Нем.*: Grünbleierz (частью), Buntbleierz (частью), Flockenerz, Traubenblei (частью), Arsensaures Blei. Arsenate of Lead, Green Lead Ore (частью). *Фр.*: Plomb arseniaté. Pyromorphite (частью) *Mohs*. Mimetèse *Beudant* (**2**, 594, 1832). Mimetene *Shepard* (1835). Mimetesit *Breithaupt* (289, 1841). Mimetit *Haidinger* (1845), *Glocker* (254, 1847). Kampylit *Breithaupt* (**2**, 291, 1841); Campylite. Endlichite (частью).

Ссылки

1. Результаты рентгенометрических исследований согласуются с симметрией по Лауэ 6/*m*, на эту же симметрию указывает и симметрия фигур травления вместе с характерным гексагонально-дипирамидальным развитием изоструктурных разновидностей ванадинита и апатита. Однако некоторые кристаллы в какой-то степени обнаруживают пьезоэлектричность, как было отмечено выше, и, повидимому, превращены в близкую к псевдогексагональной ромбическую модификацию.

2. Кристаллографические константы по Гайдингеру (Haidinger, **2**, 134, 1825), на кристаллах из Брейсгау. По поводу дискуссии о колебаниях в углах с изменением отношения P : As см. Amadori, *Ist. Lombardo, Rend.*, [2], **49**, 137 (1916).

3. Dana (770, 1892), Hintze (**1** [4A], 572, 1924), Goldschmidt (**7**, 4, 1922). Недостоверные: $20\bar{2}9$, $15.0.\bar{1}\bar{5}.14$.

4. Кристаллографические константы по Гайдингеру (Haidinger, **2**, 135, 1825), на кристаллах из Иоганнгеоргенштадта.

5. Hintze (**1** [4A], 595, 1924); Goldschmidt (**6**, 45, 1920); Wherry, *Proc. U. S., Nat. Mus.*, **54**, 373 (1918); Anderson, *Rec. Australian Mus.*, **13**, 1 (1920). Неопределенные: $70\bar{7}1$.

6. Hendricks, Jefferson и Mosley, *Zs. Kr.*, **81**, 352 (1932), на миметезите из Санта-Эулалия, Мексика, с P_2O_5 1,62, As_2O_5 21,72, CaO 1,27%, и на пироморфите из района Гюнтер, Айдахо. См. также Mehmel, *Zs. phys. Chem.*, **15A**, 223 (1931); Zambonini и Ferrari, *Acc. Linc., Atti.*, [6], **7**, 283 (1928); Aminoff и Parsons, *Geol. För. Förh.*, **49**, 438 (1927).

7. Lietz, *Zs. Kr.*, **77**, 437 (1931).

8. Пьезоэлектричность кристаллов пироморфита из Эмса и миметезита из Тсумеба может быть измерена как при гидростатическом, так и направленном давлении; эти кристаллы оптически двуосные, вероятно, вследствие инверсии (Frondel, личн. сообщ., 1947). Если кристаллы действительно представляют собой миметические ромбические двойники, как указывается оптическими свойствами, то тогда их точечная симметрия *mm*2. Апатит при подобных испытаниях пьезоэлектричности не обнаруживает.

9. Baumhauer, *Jb. Min.*, 411 (1876).

10. Goldschmidt и Schroeder, *Zs. Kr.*, **51**, 362 (1912); Клейн (Klein, *Cbl. Min.*, 748, 1902) отмечает также по $\{20\bar{2}1\}$.

11. См. Drescher, *Cbl. Min.*, 257 (1926); Schouten, *Econ. Geol.*, **29**, 611 (1934).

12. Литц (Lietz, 1931), который дает много других измерений методом призмы, частично на анализированном материале. Приводимые здесь данные, полученные на пироморфите из Эмса и миметезите из Виил-Альфреда, Корнуолл, относятся к существенно чистым конечным членам серии. См. также Bowman, *Min. Mag.*, **13**, 324 (1903).

13. См. Bertrand, *Bull. soc. min.*, **4**, 35 (1881); Jannettaz, *Bull. soc. min.*, **4**, 39 (1881); Bowman (1903); Jannettaz и Michel, *Bull. soc. min.* **4**, 196 (1881); Drescher (1926). Бертранд (Bertrand) дает $X = a$.

14. Carobbi, *Acc. Napoli, Rend.*, [3], **32**, 54 (1926).

15. Многочисленные дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4A], 590, 603, 1924); также Igelström, *Geol. För. Förh.*, **22**, 229 (1865); Чирва, *Тр. Ломоносовского институт. АН СССР*, № 5, 86 (1935); Anderson (1920); Mélon, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **66**, B56 (1943).

16. Литц (Lietz, 1931), который цитирует другие анализы.

17. Haege, *Min. Siegerland.*, 36 (1888).

18. Bowles, *Am. J. Sc.*, **24**, 40 (1909).

19. Jannettaz и Michel (1881).

20. Barruel, *Ann. chim. phys.*, **62**, 217 (1836).

21. Анал. Бертранда (Bertrand) у Лакруа (Lacroix, **4**, 407, 1910).

22. Domeyko, *Ann. mines*, **14**, 115 (1848).

23. Damour, *Bull. soc. min.*, **6**, 84 (1883).

24. Бил (Biehl, Inaug. Diss. Münster, 40, 1919), который дает другой анализ.

25. Serra, *Acc. Linc., Rend.*, **18**, 361 (1909).

26. Smith, *Am. J. Sc.*, **20**, 248 (1885).

27. Collie, *J. Chem. Soc. London*, **55**, 94 (1889).

28. Bischoff (**3**, 742, 1866).

29. Shannon (418, 1926).

30. Ahlfeld, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **66**, 41 (1932).

31. См. Mügge, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **16**, 350 (1903).

32. Genth и vom Rath, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **24**, 33 (1887).

33. Hintze (**1** [4A], 578, 598, 1924); Mellor (**7**, 883, 1927; **9**, 260, 1929); McDonell и Smith, *Am. J. Sc.*, **42**, 139 (1916); Jolibois и Chaudron, *C. R.*, **192**, 1650 (1931).

34. Michel, *Bull. soc. min.*, **10**, 133 (1887); Amadori (1916).

35. Симен (Seaman, личн. сообщ., 1949) нашел слабые следы CO_2 у пироморфита двух из 18 месторождений, материал которых был подвергнут испытанию, и не обнаружил его у миметезита (9 месторождений) и ванадинита (3 месторождения).

БЕЛЛИТ, Bellite.

Предполагаемый арсенат-хромат свинца, найденный с крокоитом и миметезитом на руднике Магнет, округ Рашель, Тасмания. Встречается в виде бархатистых налетов и изящных пучков мелких кристаллов. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. ~5,5. Цвет яркий малиново-красный, также яркожелтый до оранжевого. Оптически[1] отрицательный (—) с nO 2,16, nE 2,14; слабо плеохроирует бледнорозовым с абсорбцией $O > E$. Анализ дал PbO 61,68, Al_2O_3 0,01, SiO_2 7,59, CrO_3 22,61, V_2O_5 0,11, P_2O_5 0,05, As_2O_5 6,55, Cl 0,52, SO_3 0,05, сумма 99,17. Назван по имени У. Р. Белла (W. R. Bell) из Тасмании. *Petterd* (*Notes on Tasmanian Minerals*, частн. изд., Tasmania, 1904; см. также *Petterd*, 23, 1910). Идентичен с миметезитом или близок к нему.[2]

Ссылки

1. Larsen (45, 1921).
2. Пэлач (Palache, личн. сообщ., 1939) измерил мельчайший кристалл и получил углы, близкие к углам миметезита. Химические испытания показали наличие небольшого количества или отсутствие Cr. Оптические свойства также близки к свойствам миметезита. Предполагают, что приведенный здесь анализ сделан ошибочно или характеризует собой некоторую смесь.

41.7.2.3 **ВАНАДИНИТ** $Pb_5(VO_4)_3Cl$ VANADINITE

Крист.[1] Гексагональная; гексагонально-дипирамидальный — $6/m$.

$$a : c = 1 : 0{,}7122; \quad p_0 : r_0 = 0{,}8223 : 1$$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
a	$11\bar{2}0$	0 00	90 00	90 00	60 00
h	$21\bar{3}0$	10 $53^1/_2$	90 00	79 $06^1/_2$	70 $53^1/_2$
x	$10\bar{1}1$	30 00	39 26	71 29	90 00
y	$20\bar{2}1$	30 00	58 42	64 $42^1/_2$	90 00
s	$11\bar{2}1$	0 00	54 $55^1/_2$	90 00	65 $50^1/_2$
u	$21\bar{3}1$	10 $53^1/_2$	65 19	80 07	72 42

Менее обычные:

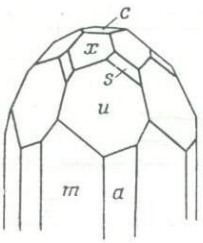
d	$53\bar{8}0$	k	$30\bar{3}4$	β	$50\bar{5}3$	v	$11\bar{2}2$	l	$32\bar{5}2$
g	$31\bar{4}0$	o	$70\bar{7}6$	A	$70\bar{7}4$	η	$33\bar{6}2$	t	$52\bar{7}2$
H	$72\bar{9}0$	δ	$50\bar{5}4$	q	$50\bar{5}2$	Σ	$22\bar{4}1$	p	$41\bar{5}2$
	$51\bar{6}0$	γ	$40\bar{4}3$	z	$30\bar{3}1$	ξ	$41\bar{5}4$		
σ	$10\bar{1}3$		$70\bar{7}5$	π	$40\bar{4}1$	i	$21\bar{3}2$		
r	$10\bar{1}2$	α	$30\bar{3}2$	N	$50\bar{5}1$	e	$32\bar{5}3$		

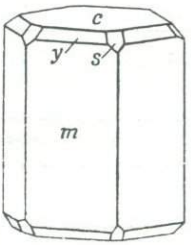
Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $C6_3/m$. a_0 10,31 *kX*, c_0 7,34; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}712$. Ячейка содержит $Pb_{10}(VO_4)_6Cl_2$. Изоструктурен с пироморфитом — миметезитом.

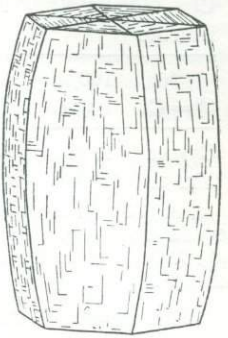
Облик. Кристаллы короткопризматические до длиннопризматических вдоль [0001], обычно с гладкими гранями и острыми ребрами; также игольчатый до волосообразного. Иногда каверноздный, кристаллы

в виде пустотелых призм; также в округлых формах и параллельных группах, как пироморфит — миметезит; скелетный; в виде сплющенных желваков. Обычные формы: *m c x y a u*.

Физ. Излом неровный до раковистого. Хрупкий. Тв. $2^3/_4$ до 3. Уд. в. 6,88 для существенно чистого минерала; 6,92 (вычисл.), уменьшается при замещении Pb на Ca; приводимые величины колеблются







Аргентина.

от 6,5 до 7,1. Блеск полусмолистый до полуалмазного. Цвет оранжево-красный, рубиново-красный, коричневато-красный во всех направлениях; также красновато-коричневый, коричневый, коричневато-желтый, желтый, бледный соломенно-желтый, черта белая или желтоватая. Полупрозрачный до почти непрозрачного. Кристаллы иногда обнаруживают концентрические зоны переменного состава.

Опт. В проходящем свете бесцветный или окрашенный в слабые оттенки, и в этом случае плеохроирует с абсорбцией $E < O$. Одноосный отрицательный (—).

	Ванадинит, Обир, Каринтия [4]		Мышьяковистый ванадинит, Хиллсборо, Нью-Мексико [5]			
λ	*nO*	*nE*	*nO*	*nE*	*nO*	*nE*
435,83	2,628	2,505				
589,3	2,416	2,350	2,25	2.20	2,358	2,311
690,75	2,370	2,313				

Показатели преломления понижаются при замещении **V** на As или P и Pb на Ca.

Хим. Хлорид-ванадат свинца, $Pb_5(VO_4)_3Cl$. Как P, так и As замещают V вплоть до отношений, по меньшей мере, $P : V = 1 : 4{,}7$ (анал. 4) и $As : V = 1 : 1$ (анал. 8). Небольшие количества Ca, Zn и Cu замещают Pb (см. анализы). [12]

Анал.[13]

	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO		0,07		3,25				0,34
PbO	78,80	78,07	74,58	74,22	77,31	77,49	74,79	73,48
V_2O_5	19,26	19,10	19,49	[17,68]	17,66	16,98	17,34	10,98
As_2O_5		следы			2,60	3,06	5,67	13,52
P_2O_5		0,30		2,93	0,35	0,29		следы
Cl	2,50	2,66	2,44	2,48	2,54	2,41	2,61	2,45
Прочие			3,43			0,48	0,54	
	100,56	100,20	99,94	[100,56]	100,46	100,71	100,95	100,77
O = Cl	0,56	0,60	0,55	0,56	0,57	0,54	0,59	0,55
Сумма	100,00	99,60	99,39	[100,00]	99,89	100,17	100,36	100,22
Уд. в.					6,88	6,57		6,864

1. $Pb_5(VO_4)_3Cl$. 2. Обир, Каринтия.[6] 3. Сьерра-Кордова, Аргентина.[7] Прочие: ZnO 2,91, H_2O 0,52. 4. Уанлокхед, Шотландия.[8] 5. Хиллсборо, Нью-Мексико.[9] 6. Оракл, Аризона.[10] Прочие: Fe_2O_3. 7. Округ Юма, Аризона.[11] Прочие: нераств. ост. 8. Лейк-Вали, Нью-Мексико (*эндлихит, endlichite*).[14]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. растрескивается и дает незначительное количество сублимата хлористого свинца. Легко растворяется в HNO_3, образуя желтый раствор; растворяется в HCl с образованием зеленого раствора и осадка хлористого свинца.

Разнов. *Мышьяковистый.* Эндлихит (*Genth* и *vom Rath* (1885). Содержит As, замещающий V с отношением As : V = 1 : 1 в материале из Хиллсборо, Нью-Мексико. Цвет желтый различных оттенков с пониженными показателями преломления.

Местонахождение. Ванадинит является вторичным минералом, встречающимся главным образом в зоне окисления свинцовых месторождений. Ему сопутствуют пироморфит, миметезит, деклуазит, моттрамит, вульфенит, церуссит, англезит, лимонит. Содержащий ванадий минерал образовался путем изменения ванадистых сульфидов и силикатов из жильных и боковых пород. Из месторождений необходимо отметить Березовск близ Свердловска, Урал, СССР; в Обире близ Эйзенкаппеля в Каринтии, Австрия; в Бена-э-Падру в Сассари, Сардиния. В Шотландии в Уанлокхеде, Дамфриз, со смитсонитом; также в Ледхиллсе. Крупные кристаллы были найдены у Джебел-Махсуре близ Удджида, Марокко;[15] также в Саида, Алжир, и Джебба, Тунис. Из Оттескопа в районе Марико, Трансвааль, и Джуе во Французском Конго, Африка. В различных местах в Сьерра-де-Кордоба, Аргентина. Первоначально ванадинит был найден в Симапане, Идальго, Мексика; также в районе Санта-Эулалия, Чиуауа.

В США ванадинит встречается главным образом в рудных районах штатов Нью-Мексико и Аризона. В Аризоне великолепные образцы были найдены на руднике Олд-Юма в округе Пима и на руднике Ред-Клауд в округе Юма (впервые отмечено Силлиманом в 1881 году);[16] также из района Глоб в округе Хилла и на руднике Маммот близ

Тигера (Шультц) в округе Пайнал. В Нью-Мексико прекрасные образцы (частично с высоким содержанием мышьяка) были найдены в районах Хиллсборо и Лейк-Валли, округ Сьерра; также в замечательных образцах из района Кабальос-Маунтинс в округе Сьерра и из районов Сентрал и Джорджтаун в округе Грант. В Калифорнии в Кэмп-Сигнале близ Гоффса в округе Сан-Бернардино и на руднике Эль-Дорадо близ Индио, округ Риверсайд.

Искусств[17]. При медленном охлаждении расплава ванадата свинца с избытком хлористого свинца от температуры примерно 900° и при нагревании ванадата аммония, хлористого свинца и избытка хлористого аммония в закр. тр. при температуре около 180°. Были также синтезированы соединения, содержащие Ca, Ba или Sr вместо Pb и Br вместо Cl.

Изменения. В виде псевдоморфоз по ванадиниту был найден деклуазит.

Назв. Минерал, который в настоящее время называют *ванадинитом*, впервые был найден профессором Горного училища Мексики А. М. дель-Рио (A. M. del Rio, 1764—1849) в Симапане. Анализ, сделанный в 1801 году, показал 14,8% окисла нового металла, названного *эритроном*, который позже (1804) считали хромом, а сам минерал — хроматом свинца. Однако вскоре после того, как Сефстрём в 1830 году открыл ванадий в железной руде из Таберга, Швеция, Вёлер (Wöhler) показал, что минерал профессора дель-Рио является ванадатом.

Синонимы. Plomb brun, Braunbleierz of Zimapan, *ранние авторы*. Chromate de plomb brun [по анализам Дескотила] *Brongniart* (**2**, 204, 1807). Vanadinbleierz *Rose* (*Ann. Phys.*, **29**, 455, 1833). Vanadinit *von Kobell* (283, 1838). Vanadate of Lead. *Нем.*: Vanadin-spath, Vanadinbleispath, Vanadinsaures Blei. Plomo pardo *Domeyko*. Endlichite *Genth* и *vom Rath* (*Proc. Am. Phil. Soc.*, **22**, 367, 1885). Купрованадиниит *Янишевского* (*Тр. Геол. развед. инст. АН СССР*, 109, 19, 1931).

Ссылки

1. Кристаллографические константы по Врба (Vrba, *Zs. Kr.*, **4**, 353, 1880) на кристаллах из Обир, Каринтия, вероятно, существенно свободных от As, P и Ca. Отношение $a:c$, повидимому, возрастает с увеличением содержания As; материал из Лейк-Валли, Нью-Мексико, с отношением $As:V = 1:1$ (анал. 8) имел $a:c = 1:0{,}7495$ (Penfield, *Am. J. Sc.*, **32**, 441, 1886).
2. Goldschmidt (**9**, 49, 1923).
3. Hendricks, Jefferson и Mosley, *Zs. Kr.*, **81**, 352 (1932), на кристаллах из округа Юма, Аризона, с содержанием As_2O_5 3,17, V_2O_5 16,20, CaO 0,26%.
4. Литц (Lietz, *Zs. Kr.*, **77**, 454, 1931), который приводит данные для материала из других месторождений.
5. Larsen (71, 1921) и Bowman, *Min. Mag.*, **13**, 324 (1903).
6. Lietz (1931).
7. Döring, *Bol. ac. cienc. Córdoba*, **5**, 498 (1883).
8. Frenzel, *Min. Mitt.*, **3**, 505 (1881).
9. Анал. Яннаша (Jannasch) у Гольдшмидта (Goldschmidt, *Zs. Kr.*, **32**, 561, 1900).
10. Genth, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **22**, 365 (1885).
11. Harwood (1910), цитируемый Литцом (Lietz, 1931).

12. Янишевский (Yanishevsky), *Тр. Геол.-развед. инст. СССР* (109, 19' 1931) — *Min. Mag.*, **24**, 607 (1937) — сообщает о содержании 1,55% CuO в материале из Казахстана.

13. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4A], 618, 1924); также Comucci, *Acc. Linc., Att.*, [6], **3**, 335 (1926); Lietze (1931); Wagner и Marchand, *Trans. Geol. Soc. S. Africa*, **23**, 59 (1921).

14. Гент и Рат (Genth и vom Rath, 1885), которые цитируют другие анализы.

15. Barthoux, *Bull. soc. min.*, **47**, 36 (1924).

16. Silliman, *Am. J. Sc.*, **22**, 198 (1881).

17. Mellor (**9**, 809, 1929), Lietz (1931).

41.7.3 СЕРИЯ ШВАБИТА

41.7.3.1 **ШВАБИТ** $(Ca, Pb)_5(AsO_4, PO_4)_3(F, Cl, OH)$ SVABITE

Крист.[1] Гексагональная; гексагонально-дипирамидальный—$6/m$.

$$a : c = 1 : 0{,}7109; \quad p_0 : r_0 = 0{,}8209 : 1$$

Формы

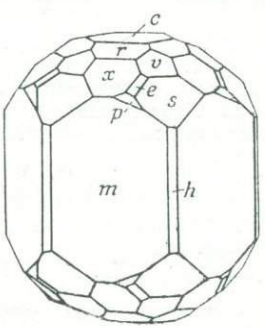
		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
h	$21\bar{3}0$	10 53½	90 00	79 06½	70 53½
x	$10\bar{1}1$	30 00	39 23	71 27½	90 00
v	$11\bar{2}2$	0 00	35 24½	90 00	73 09½
s	$11\bar{2}1$	0 00	54 53	90 00	65 51½
e	$21\bar{3}2$	10 53½	47 21½	82 00½	76 04

Менее обычные:

r $10\bar{1}2$ y $20\bar{2}1$ p $41\bar{5}2$

Облик. Короткопризматический вдоль [0001]. Также массивный.

Физ. Спайность по {1010} несовершенная. Хрупкий. Тв. 4—5. Уд. в. 3,5—3,8, меньший у материала с более низким содержанием Pb и



более высоким содержанием P. Блеск стеклянный до полусмолистого. Бесцветный и прозрачный; также желтовато-белый до серого и серовато-зеленый и просвечивающий.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

	Швабит As-крайний член	Швабит As:P=1:1	Швабит, Харстиг	
nO	~1,707	~1,672	1,706 ± 0,003	Одноосн. отрицат. (—)
nE			1,698 ± 0,003	

Хим. В основном фторид-арсенат кальция, $Ca_5(AsO_4)_3F$. P замещает As вплоть до отношения, по меньшей мере, P : As = 1 : 2 (анал. 6). Pb замещает Ca, по меньшей мере, до Pb : Ca = 1 : 38 (анал. 3), и иногда также во второстепенных количествах присутствуют Mg и Mn″. Небольшие количества Cl и OH замещают F. С увеличением содержания P швабит образует серию к фторапатиту, а с увеличением содержания Pb и Cl — серию к гедифану и миметезиту.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO	44,08	42,07	37,22	42,5	42,68	45,89
MgO		0,52	3,90	0,7	0,56	0,84
MnO		0,26	0,19			1,23
FeO		0,08	0,14			
PbO		3,02	4,52	следы		0,51
P_2O_5		0,38	следы	0,9	2,72	12,54
As_2O_5	54,19	51,05	50,92	52,2	50,60	35,24
Cl		0,12	0,08	0,1	0,54	
F	2,99	1,99	2,80	не опр.	не опр.	1,41
H_2O		0,25	0,33	1,0	2,28	1,32
Прочие		1,55	1,24	2,1	3,50	1,83
	101,26	101,29	101,34	99,5	102,88	100,81
O = F, Cl	1,26	0,87	1,20		0,12	0,59
Сумма	100,00	100,42	100,14	99,5	102,76	100,22
Уд. в.		3,77	3,82	3,52	3,695	3,54

1. $Ca_5(AsO_4)_3F$. 2, 3. Якобсберг, Швеция.[3] Прочие: в 2 — Na_2O 0,56, K_2O 0,30, SO_3 0,69; в 3 — Na_2O 0,39, K_2O 0,28, SO_3 0,57. 4. Харстиг, Швеция.[3] F не определен. Прочие: нераств. ост. 5. Лонгбан, Швеция.[4] Прочие: Na_2O 1,24, K_2O 0,37, Sb_2O_5 0,55, Al_2O_3 0,34, нераств. ост. 1,00. H_2O — потеря при прокаливании. 6. Франклин, Нью-Джерси.[5] Прочие: ZnO 1,54, CO_2 следы, нераств. ост. 0,29.

Испытание. П. п. тр. с трудом плавится, образуя черный шлак. Растворим в разбавленных кислотах.

Местонахождение. Найден в Швеции на руднике Харстиг, Пайсберг, с шефферитом, гранатом, брандтитом и саркинитом; массивный в Якобсберге в районе Нордмарка с гаусманнитом; в Лонгбане с гематитом, слюдой и гранатом. В США найден в виде грубых гексагональных призм с округлыми концевыми гранями, включенных в франклинитовую руду у Франклина, Нью-Джерси.

Назв. По имени Антона Шваба (Anton Svab, 1703—1768), шведского горного служащего. *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **13**, 789, 1891; *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **1**, 50, 1892).

Ссылки

1. Кристаллографические константы и формы Флинка (Flink, *Geol. För. Förh.*, **47**, 127, 1925), на кристаллах из Лонгбана (анал. 5). Сьёгрен (Sjögren, 1892; также *Geol. För. Förh.*, **17**, 313, 1895) получил: 1 : 0,7143 на кристаллах из Харстига (анал. 4).
2. Харстигские данные по Ларсену (Larsen, 140, 1921); другие данные по приближенной кривой Бауэра и Бермана (Bauer и Berman, *Am. Min.*, **15**, 347, 1930) показатель преломления — состав.
3. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Сьёгрена (Sjögren, 1892).
4. Анал. Альмстрёма (Almström) у Флинка (Flink, *Geol. För. Förh.*, **47**, 127, 1925).
5. Анал. Бауэра (Bauer) у Бауэра и Бермана (Bauer и Berman, 1930); приводится частичный анализ с As_2O_5 16,2, P_2O_5 28,4 (*арсенатистый апатит*).

41.7.3.2 ГЕДИФАН (Ca, Pb)$_5$(AsO$_4$)$_3$Cl HEDYPHANE

Крист. [1] Гексагональная—P; гексагонально-дипирамидальный—$6/m$.

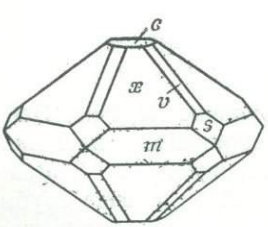
$$a : c = 1 : 0{,}7052; \quad p_0 : r_0 = 0{,}8143 : 1$$

Формы [2]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001		0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
a	$11\bar{2}0$	0 00	90 00	90 00	60 00
r	$10\bar{1}2$	30 00	22 09	79 08	90 00
x	$10\bar{1}1$	30 00	39 09½	71 36	90 00
y	$20\bar{2}1$	30 00	58 27	64 47	90 00
v	$11\bar{2}2$	0 00	35 11½	90 00	73 15
s	$11\bar{2}1$	0 00	54 40	90 00	65 55½

Менее обычные:

a $30\bar{3}2$ g $70\bar{7}4$ p $41\bar{5}2$



Франклин, Нью-Йорк.

Облик. Призматический вдоль [0001], также пирамидальный до толстотаблитчатого по {0001}. Массивный.

Физ. Спайность по $\{10\bar{1}1\}$. Излом полураковистый. Хрупкий. Тв. 4½. Уд. в. 5,82. Блеск яркий, жирный до смолистого. Цвет белый до желтовато-белого и цвета буйволовой кожи, также голубоватый. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	Франклин, Нью-Джерси [3]	Франклин, Нью-Джерси [4] (анал. 3)	
nO	1,958 (Na)	2,03	Одноосн.
nE	1,948	2,01	
Знак	+	—	

Хим. Хлорид-арсенат кальция и свинца, $(Ca,Pb)_5(AsO_4)_3Cl$. Ca и Pb взаимно замещаются с отношением Ca : Pb близким к 1 : 1 в современных анализах. При увеличении содержания Pb выше того, которое соответствует отношению Ca : Pb = 1 : 1, гедифан переходит в миметезит. Название *гедифан* применяется здесь к части этой серии с Ca > Pb. Как установлено, гедифан по существу является хлористым аналогом швабита.

Анал.

	1	2	3	4	5
CaO	13,10	7,85	14,98	14,09	10,50
BaO		8,27			
MgO		0,25	0,10		
PbO	52,13	50,89	52,77	51,03	57,45
P_2O_5		0,55		не опр.	3,19
As_2O_5	32,21	29,01	29,94	22,78	28,51
Cl	3,31	3,14	2,98	2,66	3,06
Прочие		0,32	0,76		
	100,75	100,28	101,53	90,56	102,71
O = Cl	0,75	0,71	0,67		0,69
Сумма	100,00	99,57	100,86		102,02
Уд. в.		5,82		5,49	

1. $(Ca,Pb)_5(AsO_4)_3Cl$ с отношением Ca : Pb = 1 : 1. 2. Лонгбан, Швеция. [5] Прочие: $(Na,K)_2O$ 0,24, Fe_2O_3 0,08. 3. Франклин, Нью-Джерси. [4] Прочие: (Mn,Fe)O 0,28, ZnO 0,23, H_2O 0,08, нераств. ост. 0,17. Первоначально сумма приводилась как 100,85. 4. Лонгбан. [6] 5. Лонгбан. [7] Если анализ считать точным, то этот минерал нужно было бы классифицировать как кальцистый миметезит.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом. Растворим в HNO_3.

Местонахождение. Первоначально в Лонгбане, Швеция, где он, в частности, встречается с баритом и барилитом в прожилках в гематите; также в руднике Харстиг, Пайсберг, Швеция, с тефроитом и кальцитом в прожилках, прорезывающих магнетит. В США найден во Франклине, Нью-Джерси, вместе с кальцитом, виллемитом, самородной медью, самородным свинцом, ганкоккитом и родонитом в прожилках, прорезывающих массив франклинитовой руды.

Назв. От ἥδυ-φάνης — *изумительно яркий*, из-за его сильного блеска. *Breithaupt* (*J. Chemie u. Phys.*, **60**, 310, 1830).

Ссылки

1. Кристаллографические константы Аминова (Aminoff, *Geol. För. Förh.*, **45**, 124, 1923), на неанализированных кристаллах из Лонгбана; Сьёгрен

(Sjögren, *Geol. För. Förh.*, **14**, 250, 1892; *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **1**, 1, 1892) на кристаллах из Харстига получил 1 : 0,7063.

2. Aminoff (1923), Sjögren (1892).

3. Palache и Berman, *Am. Min.*, **12**, 180 (1927); проверка, произведенная на их материале, показала, что минерал является оптически положительным (+).

4. Foshag и Gage, *Am. Min.*, **10**, 351 (1925).

5. Lundström, *Geol. För. Förh.*, **4**, 266 (1879).

6. Kersten, *J. Chem. Phys.*, **62**, 22 (1831); анализ был пересчитан Раммельсбергом (Rammelsberg, 337, 1875) и в таком виде приведен здесь.

7. Michaelson, *J. Chem. Phys.*, **62**, 22 (1831).

ПЛЕОНЕКТИТ, Pleonectite.

Найден в виде включенных в породу зерен вместе с арсенио-плеитом, гаусманнитом, родонитом и кальцитом на руднике Шё, Ёребро, Швеция. Спайность несовершенная. Тв. 4. Блеск смолистый. Цвет серовато-белый. Не анализировался; качественные испытания показывают, что этот минерал идентичен с гедифаном или миметезитом.

Синоним. Pleonektit *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **11**, 210, 1889; *Jb. Min.*, II, 40, 1889).

41.7.4 **ДЕРНИТ** $(Ca, Na, K)_5(PO_4)_3(OH)$ DEHRNITE

Гексагональный; изоструктурен с апатитом.[1]

Структ. ячейка.[1]

	a_0	c_0	$a_0 : c_0$
Дерн, Германия	9,31 *kX*	6,87	1 : 0,7379
Фэрфилд, Юта	9,35	6,89	1 : 0,7369

Облик. В виде гроздевидных корок, состоящих из волокнистых до удлиненно-пластинчатых кристаллов; также в виде мелких гексагональных призм в субпараллельных или снопообразных группах.

Физ. Спайность по {0001} совершенная. Тв. ~ 5. Уд. в. 3,04—3,09. Бесцветный до бледнозеленого, зеленовато-белый или сероватый. Блеск слабый стеклянный.

Опт.[2] Оптически отрицательный (—). Кристаллы иногда одноосные, но обычно двуосные или имеющие одноосную сердцевину и окаймляющую зону, разделенную на шесть двуосных сегментов. Двуосные части кристалла имеют сравнительно низкие показатели преломления с малым $2V$; $X = c$ и плоскость оптических осей образуют угол около 12° с гранями призмы.

	n (Дерн)	n (Юта, сердцевина)	n (Юта, кайма)	n (Юта)
E или X	1,614	1,633	1,585	1,610
Y				1,619
O или Z	1,622	1,640	1,600	1,620
$2V$	0°	0°	Малый	Малый

Хим. Название *дернит* применяют к членам группы апатита, которые содержат значительные количества щелочных металлов, замещающих Ca, с Na > K. Материал с K > Na классифицируется как

льюистонит. Компенсация, валентная при замещении Ca на Na, K, происходит, повидимому, путем одновременного замещения P на C или O на OH; формула может быть написана как $(Ca, Na, K)_5(PO_4, CO_3)_3(OH)$. Анализы дали (см. также анал. 2 в описании льюистонита):

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	P_2O_5	CO_2	H_2O	Нераств. ост.	Сумма	Уд. в.
1.	7,11	1,20	50,88		следы	37,12	1,49	1,68	0,12	99,60	3,04
2.	4,36	5,90	47,65	0,85	1,00	35,68	3,30	1,91		100,65	3,09
3.	3,70	0,30	54,86		0,65	36,66	1,22	3,02		100,41	3,07

1. Дерн, Германия. [3] F или Cl нет. H_2O включает H_2O — 0,16. 2. Фэрфилд, Юта. [4] Зональные кристаллы. 3. Фэрфилд, Юта. [4] Корки.

Испытание. П. п. тр. легко сплавляется в белую эмаль. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Первоначально найден с крандаллитом в брекчиевой фосфатной породе в Дерне, Нассау, Германия. Найден также в Фэрфилде, Юта. Здесь дернит встречается вместе с вардитом, дельтаитом, легиитом, монтгомериитом, гордонитом, миллиситом, льюистонитом, крандаллитом и другими фосфатами в более или менее измененных включениях варисцита.[5] Дернит встречается и с другими апатитоподобными минералами, до сих пор еще не идентифицированными (*nO* 1,610—1,635), в виде шариков, пучков и снопообразных или полупараллельных агрегатов волокон или игольчатых гексагональных призм, заполняющих открытые расщелины в крандаллито-варисцитовых массах в качестве последнего минерала.

Назв. *Larsen, Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 303, 1930)

Ссылки

1. McConnell, *Am. Min.*, **23**, 1 (1938).
2. Larsen и Shannon (1930*a*); *Am. Min.*, **15**, 324 (1930*b*).
3. Шеннон (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930*a*).
4. Шеннон (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930*b*).
5. Larsen, *Am. Min.*, **27**, 297, 364 (1942).

41.7.5 **ЛЬЮИСТОНИТ** $(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$ LEWISTONITE

Гексагональный; изоструктурен с апатитом.[1]

Структ. ячейка.[1] a_0 9,35 *kX*, c_0 6,89; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}7369$.

Облик. В виде плотных гексагональных призм как одиночных, так и в полупараллельных или снопообразных агрегатах; также в виде порошковатых корок и сферолитов с волокнистой структурой.

Физ. Спайность по {0001} совершенная, повидимому, также по $\{10\bar{1}0\}$ совершенная. Тв. ~5. Уд. в. 3,08. Бесцветный до бледно-зеленого и белого.

Опт. Оптически отрицательный (—). Иногда одноосный, хотя обычно двуосный, кристаллы обнаруживают одноосную сердцевину и окаймляющую зону, которая разделена на шесть двуосных сегментов.

У двуосных частей кристалла $2V$ умеренный; $X = c$ и плоскость оптических осей образуют угол 16° с гранями призмы.

	n (анал. 2)	*n* (серлцевина)	*n* (двуосн.; анал. 1)
E или *X*	1,611		1,613
Y			1,623
O или *Z*	1,621	1,60	1,624
$2V$	0°	0°	42°

Хим. Название *льюистонит* применяется к членам группы апатита, которые содержат значительные количества щелочных металлов, замещающих Ca, с $K > Na$. Материал с $Na > K$ классифицируется как дернит. Формула может быть написана в виде $(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$. Механизм компенсации валентностей может включать одновременное замещение Ca на Al или O на OH. Анализы дали:

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	0,47	3,71	41,41	7,10	3,67	32,31	8,60	1,72	98,99	3,06
2.	4,34	1,36	46,78		2,53	37,92	7,69		100,62	3,08

1. Фэрфилд, Юта, [2] Двуосный. Содержит около 7% крандаллита и 3% дельтаита в качестве примесей. Прочие: SiO_2 1,12, нераств. ост. 0,60. 2. Фэрфилд.[2] Одноосные волокна. Материал этого анализа первоначально считали льюистонитом на основании высокого содержания воды и низкого содержания щелочных металлов, но, как показывает отношение Na : K, этот минерал следовало бы считать дернитом.

Местонахождение. Найден с дернитом (см.), дельтаитом, крандаллитом и другими фосфатами в трещинах в варисцитовых включениях у Фэрфилда, Юта.

Назв. От названия города Льюистон, Юта, расположенного вблизи фэрфилдского месторождения. *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 326, 1930).

Ссылки

1. McConnell, *Am. Min.*, **23**, 1 (1938).
2. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).

41.7.6 **ФЕРМОРИТ** $(Ca, Sr)_5(P,AsO_4)_3(F,OH)$ FERMORITE

Гексагональный; гексагонально-дипирамидальный ($6/m$). Изоструктурен с апатитом. Массивный, зернистый.

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа $C6_3/m$. a_0 9,60 *kX*, c_0 7,00; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}7292$.

Физ. Излом ровный. Тв. 5. Уд. в. 3,518. Блеск жирный. Цвет бледный розовато-белый. Черта белая. Просвечивающий.

Опт. Одноосный отрицательный (—). Двупреломление слабое, средний показатель преломления около 1,660.

Хим. Фосфат-арсенат кальция и стронция типа апатита, $(Ca, Sr)_5 \cdot (P, AsO_4)_3(F, OH)$. В единственном опубликованном анализе $Sr : Ca = 1 : 8{,}2$ и $As : P = 1 : 1{,}3$. Анализ дал[2]: CaO 44,34, SrO 9,93,

P_2O_5 20,11, As_2O_5 25,23, F 0,83, H_2O следы, нераств. ост. 0,88, без O = F = 0,35, сумма 100,17. Содержание F, вероятно, занижено.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден в Ситапаре, район Чиндваро, Центральная провинция, Индия, в прожилках в марганцовой руде, состоящей из браунита, голландита и пиролюзита.

Назв. По имени Льюиса Лея Фермора (Lewis Leigh Fermor), первого директора Геологической службы Индии. *Smith* и *Prior* (*Min. Mag.*, **16**, 84,1911).

Синоним. Strontianapatite.

Ссылки

1. McConnell, *Am. Min.*, **23**, 1 (1938).
2. Анал. Прайора (Prior) у Смита и Прайора (Smith и Prior, 1911).

41.7.7 ВИЛЬКЕИТ $Ca_5(P, S, Si, CO_4)_3(OH)$ WILKEITE

Гексагональный, гексагонально-дипирамидальный (6/*m*); изоструктурен с апатитом. Кристаллы несовершенные, с округлыми ребрами и вершинами; также плотный, зернистый. Формы: {10$\bar{1}$0}, {11$\bar{2}$0}, {31$\bar{4}$0}, {10$\bar{1}$1} и не установленные пирамиды третьего порядка; $a : c \sim 1 : 0{,}730$.

Структ. ячейка[1]. Пространственная группа $C6_3/m$.

№ анализа	a_0	c_0	$a_0 : c_0$
2	9,48 *kX*	6,91	1 : 0,7289
3	9,40 *kX*	6,89	1 : 0,7330

Физ. Спайность по {0001} несовершенная. Очень хрупкий. Тв. ~5. Уд. в. 3,1. Блеск на поверхности излома полусмолистый. Цвет бледный розово-красный, также желтый. Просвечивающий.

Опт.[1] Одноосный отрицательный (—).

	n (анал. 2)	*n* (анал. 3)
O	1,650± 0,002	1,640 ± 0,002
E	1,646	1,636

Хим. Подобный апатиту сульфат-силикат-фосфат кальция. Формула, в основном, $Ca_5(P, S, Si, CO_4)_3(OH)$ с отношением P : S : Si = = 2 : 1 : 1 в первоначальном анализе. Это отношение, однако, несколько варьирует у различных образцов, и вилькеит, повидимому, является промежуточным членом серии, существующей между апатитом и эллестадитом.

Анал.

	CaO	MnO	P_2O_5	SO_3	SiO_2	CO_2	F	Cl	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	54,44	0,77	20,85	12,28	9,62	2,10			следы	100,06	3,234
2.			14,4		11,2	присутств.	0,9	0,8			3,12
3.			32,2		2,9	присутств.	2,1	0,4			3,16

1. Крестмор.[2] 2, 3. Крестмор.[3]

Испытание. П. п. тр. с трудом оплавляется на острых краях. Легко растворяется в HCl или HNO_3, причем часть кремния остается в виде хлопьевидного осадка.

Местонахождение. Найден с диопсидом, везувианом, гранатом, крестморитом и голубым кальцитом в подвергшемся контактовому метаморфизму мраморе в Крестморе, округ Риверсайд, Калифорния. Возможно, что этим минералом является также сульфат-апатит из санадинитов озера Лаахер, Рейнская область, Германия.[4] Также в Кыштыме на Урале, СССР.[5]

Изменения. В крестморит.

Назв. По имени Р. М. Вильке (R. M. Wilke), коллекционера и торговца минералами из Пало Альто, Калифорния. *Eakle* и *Rogers* (*Am. J. Sc.*, **37**, 362, 1914).

Ссылки

1. Мак-Коннель (McConnell, *Am. Min.*, **22**, 977, 1937), который графически обобщил изменения удельного веса и показателей преломления в этой серии.
2. Анал. Икля (Eakle) у Икля и Роджерса (Eakle и Rogers, 1914).
3. Анал. Эллестада (Ellestad) у Мак-Коннеля (McConnell, 1937).
4. См. Brauns, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **41**, 60 (1916).
5. Борнеман-Старынкевич, *ДАН СССР*, **19**, 253 (1938).

41.7.8 **ЭЛЛЕСТАДИТ** $Ca_5(Si, S, PO_4)_3(Cl, F, OH)$ ELLESTADITE

Гексагональный; гексагонально-дипирамидальный ($6/m$); изоструктурен с апатитом. Массивный, зернистый.

Структ. ячейка. Пространственная группа $C6_3/m$. a_0 9,53 *kX*, c_0 6,91; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}7251$.

Физ. Спайность по {0001} и $\{\bar{1}010\}$ несовершенная. Тв. ~5. Уд. в. 3,068. Цвет бледнорозовый.

Опт. Одноосный отрицательный (—)

nO	1,655 ± 0,002
nE	1,650 ± 0,002

Хим. Подобный апатиту сульфат-силикат кальция, содержащий (SO_4) и (SiO_4) вместо (PO_4). Повидимому, эллестадит является членом серии, существующей между вилькеитом и апатитом. Бритолит и абукумалит также подобны[2] этому минералу, но содержат много Ce или V, замещающих Ca, и не содержат S. Формула, в основном $Ca_5(Si, S, P, CO_4)_3(Cl, F, OH)$ с отношением Si : S : P ~ 2,9 : 2,6 : 0,4 в единственном опубликованном анализе:[1] CaO 55,18, MgO 0,47, MnO 0,01, Fe_2O_3 0,22, Al_2O_3 0,13, P_2O_5 3,06, SO_3 20,69, SiO_2 17,31, CO_2 0,61, Cl 1,64, F 0,57, H_2O+ 0,53, H_2O- 0,10, без O = Cl, F = 0,61, сумма 99,91.

Местонахождение. Найден в виде прожилков вместе с волластонитом, везувианом, диопсидом, окенитом, вилькеитом и голубым

кальцитом в подвергшемся контактовому метаморфизму мраморе в Крестморе, округ Риверсайд, Калифорния.

Назв. По имени Р. Б. Эллестада (R. B. Ellestad), американского химика-аналитика. *McConnell* (*Am. Min.*, **22**, 977, 1937).

Ссылки

1. Анал. Эллестада (Ellestad) у Мак-Коннеля (McConnell, 1937).
2. Machatschki, *Zbl. Min.*, 161 (1939).

41.7.9 **ТАВИСТОКИТ** $Ca_3Al_2(PO_4)_3(OH)_3$ TAVISTOCKITE

Ромбический. В микроскопических игольчатых кристаллах, иногда собранных в сферические или неправильные звездчатые группы, составляющих белый перламутровый порошок. Кристаллы удлиненные вдоль [001] и уплощенные по {100} с {110}, ограниченные тупой пирамидой; угол между плоскостями (010) $\wedge$ (011) около 58° (Катанга).[1] Спайность по {100} совершенная. Цвет белый. Блеск перламутровый, сверкающий. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Тависток) [2]	*n* (Катанга) [1]	
X b	1,522 ± 0,003	1,525	Оптически положит. (+)
Y a	1,530 ± 0,003		$2V$ 74° (вычисл.)
Z c	1,544 ± 0,003	~ 1,544	Дисперсия незаметная

Хим. Основной фосфат кальция и алюминия, $Ca_3Al_2(PO_4)_3(OH)_3$. Качественные реакции показывают, что материал из Катанги является магнистой разновидностью.

Анал.

	1	2
CaO	36,08	36,27
Al_2O_3	21,86	22,40
P_2O_5	30,47	30,36
H_2O	11 59	12,00
Сумма	100,00	101,03

1. $Ca_3Al_2(PO_4)_3(OH)_3$. 2. Тависток. [3]

Испытание. П. п. тр. не плавится. Растворяется с трудом в кислотах.

Местонахождение. В Тавистоке, Девоншир, Англия; в пустотах с кварцем, чильдренитом, пиритом и халькопиритом. Позднее был найден в Мушишимано, Катанга, Бельгийское Конго, на плотных бурых фосфатных породах.

Назв. *Тавистокит* по местонахождению. *Биалит* (см. синонимы) по имени Л. Биа (Lucian Bi'a, ?—1892), исследователя Бельгийского Конго.

Синонимы. Hydrated Calciumaluminic Phosphate (?) *Church* (*J. Chem. Soc. London*, **18**, 263, 1865). Tavistockite *Dana* (582, 1868). Bialite *Buttgenbach* (*Soc. géol. Belgique Ann. Publ. Congo Belge*, **51**, C 117, 1929).

Ссылки

1. Buttgenbach (1929).
2. Larsen (142, 1921).
3. Church (1865).

41.7.10 **Арсенобисмит** Arsenobismite

Рыхлые или охристые массы. Цвет желтовато-бурый до желтовато-зеленого. Оптически почти или совсем изотропный, со средним показателем преломления больше 1,86. Уд. в. ~ 5,7. Водный арсенат висмута, формула неизвестна. Анализ растворимой в кислотах части (50,08%), смешанной с баритом и лимонитом, дал:[1] BaO 31,90, CuO 0,12, CaO 0,62, MgO следы, Al_2O_3 0,44, Fe_2O_3 3,88, Bi_2O_8 28,17, PbO 1,12, Sb_2O_3 1,26, P_2O_5 0,04, As_2O_5 10,59, SO_3 17,06, SiO_2 1,42, H_2O+ 1,43, H_2O- 1,09, сумма 99,14. Найден в значительных количествах в окисленной руде в руднике Маммот, район Тинтик, Юта. Также найден с биндгеймитом и бисмутитом в Тазна, Боливия.[2] Этот минерал и в Тинтике и в Боливии находится вместе с другим водным арсенатом висмута, являющимся определенным минеральным видом:[3] цвет матово-белый до желтого и оранжевого; порошкообразный до плотного; очень мелкозернистые массы; двупреломляет, с показателем преломления больше 2,04. Также найден с пухеритом в Шнееберге, Саксония.

Синоним. Arseno-Bismite *Means* (*Am. J. Sc.*, **41**, 127, 1916).

Ссылки

1. Анал. Уэллса (Wells) у Минса (Means, 1916).
2. Обоснованность вида из месторождений в Боливии была установлена рентгеновским изучением типичного материала Фронделем (Frondel, *Am. Min.*, **28**, 536, 1943).
3. Frondel (1943).

ТИП 8. $(AB)_3(XO_4)_2Z_q$

41.8.1 СЕРИЯ ЛАЗУЛИТА

41.8.1.1 **ЛАЗУЛИТ** $(Mg, Fe'')Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ LAZULITE

41.8.1.2 **СКОРЦАЛИТ** $(Fe'', Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ SCORZALITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9750 : 1 : 1{,}6483$; β 90°46′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}6906 : 1{,}6482 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}6067 : 1{,}0234 : 1$; μ 89°14′;

p_0' 1,6907, q_0' 1,6483, x_0' 0,0134

Формы [2]

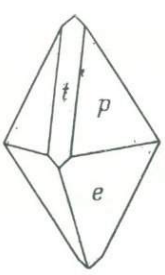
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°46′	89°14′	90°00′	.....	89°14′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	89 14	.....
m	110	45 43½	90 00	0 00	45 43½	89 27	44 16½
d	011	0 28	58 45½	89 14	31 15	58 45	89 36
y	103	90 00	29 59	60 01	90 00	29 13	60 01
t	101	90 00	59 35	30 25	90 00	58 49	30 25
s	$\bar{1}01$	—90 00	59 12	149 12	90 00	59 58	149 12
z	112	46 10	49 58	49 20½	57 59	49 24½	56 28
p	111	45 57	67 08	30 24	50 10	66 34	48 31½
e	$\bar{1}11$	—45 30	66 58	149 12	49 50	55 46½	131 01½

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_1/n$.

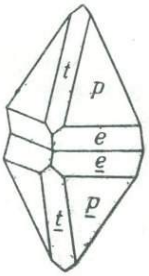
	a_0	b_0	c_0	β
Лазулит, Верфен	7,12 Å	7,24	7,10	118°55′
Лазулит, Гревс-Маунтин, Джорджия	7,14	7,27	7,16	119 18
Лазулит, река Чурчилл, Канада	7,16	7,25	7,14	118 47
Скорцалит, Коррего-Фрио	7,15	7,32	7,14	119 00

Ячейка содержит $(Mg, Fe'')_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4$.

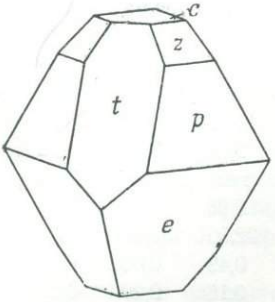
Облик. Кристаллы обычно остропирамидальные, с сильно развитыми {111} и {$\bar{1}$11} и менее развитыми {101}; также таблитчатый по {$\bar{1}$11} или {101}. Сплошной, плотный до зернистого.



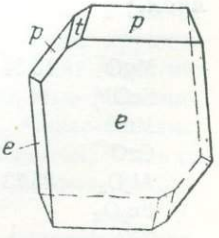
Лазулит. Гревс-Маунтин.



Лазулит. Гревс-Маунтин.



Лазулит. Верфен.



Лазулит. Гревс-Маунтин.

Двойники. 1) По {100} обычны, иногда пластинчатые или полисинтетические, с поверхностью срастания {001} или {100}; обыкновенно с входящим углом. 2) По {223}, редки. 3) Описаны [4] двойники по {210}, {021}; возможны и с другими плоскостями двойникования.

Физ. Спайность по {110} неясная до хорошей, по {101} неясная. Излом неровный до занозистого. Хрупкий. Тв. $5^1/_2$—6. Уд. в. 3,08 (экстраполирован для конечного Mg-члена изоморфной серии; 3,14 вычисл.) до 3,38 (экстраполирован для конечного Fe-члена изоморфной серии; 3,39 вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет лазурно-синий, также небесно-синий, голубовато-белый; густой синий или голубовато-зеленый. Черта белая. Просвечивающий до непрозрачного; иногда прозрачный, как драгоценный камень.

Опт.[5] В проходящем свете сильно плеохроичен: X бесцветный, Y синий, Z темноголубой. Абсорбция $Z > Y > X$.

Ориентировка	n (Mg-член)	n (Fe-Mg=1:1)	n (Fe:Mg=4:1)	
$X \wedge c$ $9^1/_2°$	1,604	1,626	1,639	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,626	1,654	1,670	$r < v$, заметная
Z	1,637	1,663	1,680	
$2V$	69°42′ вычисл.		58°17′ вычисл.	

С увеличением содержания Fe″ показатели преломления и двупреломление возрастают линейно, а $2V$ незначительно уменьшается.

Хим. Основной фосфат алюминия, магния и закисного железа, $(Mg, Fe)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$. Между Fe″ и Mg-членами, вероятно, существует полная изоморфная серия.[6] Названия *лазулит* и *скорцалит* относятся к членам двух половин изоморфной серии с $Mg > Fe$ и $Fe > Mg$ соответственно. Материал с высоким содержанием Fe″ сравнительно редок. Fe‴, повидимому, замещает Al; часто присутствует в количествах меньше, чем 1 весовой процент Fe_2O_3, SiO_2 и CaO нередко отмечающиеся в анализах, относятся, очевидно, к примеси; обоснованность известных сильно кальцистых разновидностей очень сомнительна.[10]

Анал.[7]

	1	2	3	4	5	6	7	8
MgO	13,34	11,97	10,38	10,02	7,98	4,23	2,93	
FeO		2,80	3,95	5,22	8,94	14,74	17,06	21,53
MnO		нет	нет	0,03	0,14	0,11	0,10	
CaO		0,08	0,06	0,06	0,13	0,02	0,03	
Al_2O_3	33,73	32,55	32,49	32,37	31,53	30,87	30,80	30,54
Fe_2O_3		0,49	0,60	0,75	0,89	0,54	0,13	
TiO_2		0,16	0,20	0,22	0,23	0,10	0,10	
P_2O_5	46,97	46,12	45,79	45,42	44,31	42,90	42,67	42,53
H_2O^+	5,96	5,90	6,48	5,83	6,27	5,86	6,10	5,40
Сумма	100,00	100,07	99,95	99,92	100,42	99,37	99,92	100,00
Уд. в.		3,118	3,122	3,160	3,190	3,268	3,327	

1. $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2$. 2. Лазулит. Даттас, Бразилия.[8] 3. Лазулит. Гревс-Маунтин, Джорджия.[8] 4. Лазулит. Клаббс-Маунтин, Северная Каролина.[8] 5. Лазулит. Каньон Брейфогл, Калифорния.[9] 6. Скорцалит. Корреджо-Фрио, Бразилия.[8] Сумма включает ZnO 0,17. 7. Скорцалит. Виктория, Южная Дакота.[9] 8. $Fe''Al_2(PO_4)_2(OH)_2$.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Медленно растворяется в горячих кислотах.

Местонахождение. Минералы серии лазулит — скорцалит встречаются вместе с кварцем, рутилом, корундом, пирофиллитом, кианитом, андалузитом, силлиманитом, дюмортьеритом, гранатом, мусковитом. Главные месторождения: 1) в виде рассеянных зерен или масс в глиноземистых глубоко метаморфизованных горных породах; главным образом в разновидностях, богатых кварцем, или в кварцитах; 2) в кварцевых жилах или дайках в вышеупомянутых горных породах, где эти минералы иногда бывают хорошо окристаллизованы; 3) в гранитных пегматитах. Лазулит встречается в виде красивых кристаллов с вагнеритом в кварцево-карбонатных жилах в глинистых сланцах в различных месторождениях близ Верфена, Зальцбург, Австрия;[9] также в Форау около Гарца. Находится близ Раттена (или Фишбаха) и Криглаха в Мюрцтале, Штирия, Австрия. В Швейцарии близ Церматта, Валлис. Со сванбергитом в Горршёберге около Ню в виде кристаллов до 15 *см* в длину и с берлинитом в Вестана, Швеция. В Сьерра-до-Робередо, Португалия. Найден в большом количестве в месторождениях Мадагаскара, замечательное месторождение на горе Бити в кварцевых жилах в итабирите, в Раномаинти, юго-восточнее Бетафо, и около Джамалезс. В Бразилии в Даттас, Минас-Жераис, в кварцевых жилах в итаколумите. С серицитом в виде псевдоморфоз по фенокристам ортоклаза в измененных кварцевых порфирах в Реаль-Сокавоне, Потоси, Боливия. В США лазулит встречается в хорошо образованных кристаллах с кианитом и рутилом в кварците в Гревс-Маунтине, округ Линкольн, Джорджия, также в Клаббс-Маунтине и Краудерс-Маунтине, округ Гастон, Северная Каролина, с корундом. В прожилках в кварците в Читтендене севернее Рутленда, Вермонт. В Калифорнии около Маркливилла, округ Альпин, с андалузитом и рутилом в гранатсодержащем кварците, в жиле, залегающей в сланце в Брейфогл-Каньоне, около долины Смерти, округ Инио; крупные образцы в андалузитовом руднике близ Мокалло в Уайт-Маунтин, округ Моно; в районе Южный Каньон, округ Дона-Ана, Нью-Мексико.

Скорцалит известен в пегматитах в Коррего-Фрио, Минас-Жераис, Бразилия, где встречается с сузалитом и бразилианитом;[11] также в пегматитах Виктории около Кастер, округ Кастер, Южная Дакота.

Изменения. В гиббсит.

Назв. *Лазулит* от старого немецкого названия *Lazurstein — голубой камень*. *Скорцалит* по имени Скорца (E. P. Scorza), минералога из Государственного горного департамента Бразилии. *Pecora* и *Fahey* (*Am. Min.*, **34**, 83, 1949).

Синонимы. Himmelblau Fossil von Steiermark *Widenmann* (*Bergm. J.*, 346, 1791). Smalteblaue Fossil von Vorau *Stütz* (*Schrift. Ges. nat. Freunde Berlin*, **9**, 352, 1791). Natürliche Smalt; Berlinerblau, Eisenblau [= вивианит]; Bergblau [= хризоколла]; Unächter Lasurstein *Stütz* (*Einricht. Nat. Wien*, 49, 1793). Lazulit *Klaproth* (*Schrift. Ges. nat. Freunde Berlin*, **10**, 90, 1792; *Beitr. chem. Kenntn. Min.*,

1, 197, 1795). Dichter blauer Feldspath [из Криглаха, Штирия] *Klaproth* (*Beitr.*, **1**, 14, 1795). Lazulith *Klaproth* (*Beitr.*, **4**, 279, 1807). Blue Spar. Blue Feldspar. Wahrscheinlich neue Foss. aus Salzburg, Siderit *von Moll* (*Berg.-Hütten. Jb.*, **4**, 71, 1799); Mollit *Haberle* (Handbuch, 1804); = Lazulith *Mohs* (**1**, 427, 1804). Blauspath *Werner*. Voraulite *Delamétherie* (1812). Azurite *Jameson* (**2**, 542, 1805). Phosphorsäure Thonerde, и т. д. *Fuchs* (*J. Chemie u. Phys.*, **24**, 373, 1818). Klaprothite *Beudant* (464, 1824). Klaprothine *Beudant* (**2**, 576, 1832). Calcium-lazulite *Watson* (*J. Washington Ac. Sc.*, **11**, 386, 1921). Berkeyite *Kerr* (*Jeweler's Circ.*, **92**, 67, 1926).

Ссылки

1. Углы по Прюферу (Prüfer, *Naturwiss. Abh. Wien*, **1**, 169, 1847) на лазулите из Верфена; установка Прюфера (Prüfer, 1847), Дэна (Dana 798, 1892), Гольдшмидта (Goldschmidt, **5**, 131, 1916), Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1126, 1933). Здесь дана почти прямоугольная псевдогексагональная морфологическая ячейка. Переход от морфологической ячейки (пространственная группа $B2_1/a$) к простейшей структурной ячейке (пространственная группа $P2_1/n$): $\frac{1}{2}\ 0\ \frac{1}{2}$/010/001.

2. Dana (1892), Goldschmidt (1916).

3. Berry, *Am. Min.*, **33**, 750 (1948), методом Вайссенберга. Пикора и Фахи (Pecora и Fahey, *Am. Min.*, **35**, 1, 1950) приводят для членов серии структурные данные, полученные методом порошка.

4. Baier, *Zbl. Min.*, 145 (1941).

5. Оптические данные суммированы у Pecora и Fahey (1950); показатели преломления взяты из их диаграмм.

6. См. Pecora и Fahey (1950).

7. Для добавочных анализов см. сводку у Pecora и Fahey (1950); также Hintze (**1** [3B], 1132, 1933).

8. Анал. Фахи (Fahey) у Пикора и Фахи (Pecora и Fahey, 1950).

9. См. Meixner, *Berg.-u. hütten. Jb., Montan. Hochsch. Leoben*, **85**, 1, 33 (1937).

10. См. Watson, *J. Washington Ac. Sc.*, **11**, 386 (1921), Meixner (1937), Pecora и Fahey (1950).

11. Pecora и Fahey, *Am. Min.*, **34**, 83, 684 (1949).

ТРОЛЛЕИТ, Trolleite. Сплошной, пластинчатый. Неясная спайность[1] по двум направлениям под углом 110°52′. Излом ровный до раковистого. Тв. $5\frac{1}{2}$ — 6. Уд. в. 3,10. Цвет бледнозеленый. Блеск стеклянный. Двуосный,[1] с плоскостью оптических осей параллельной, лучшей из двух спайностей. $2E \sim 81°44'$. Дисперсия $r > v$, слабая. Анализ дал: CaO 0,97, Fe_2O_3 2,75, Al_2O_3 43,26, P_2O_5 46,72, H_2O 6,23, сумма 99,93. Это близко к $Al_4(PO_4)_3(OH)_3$. П. п. тр. становится белым, но не плавится. Слегка разлагается кислотами. Найден с берлинитом и другими фосфатами в железном руднике Вестана в Кристианштадте, Швеция. Назван по имени шведского химика Тролл-Вахтмейстера (H. G. Trolle-Wachtmeister, 1782—1871). *Blomstrand* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **25**, 199, 1868). Доказательства самостоятельности этого вида недостаточны.

Ссылка

1. Des Cloizeaux (**2**, 453, 1893).

41.8.2 СУЗАЛИТ $(Mg, Fe'')_3(Al, Fe''')_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$
SOUZALITE

Вероятно, моноклинный. В виде грубоволокнистых масс. Раскалывается по двум направлениям, приблизительно под прямым углом; спайность по одному из них хорошего и по другому прекрасного

качества. Тв. $5^1/_2$—6. Уд. в. 3,087. Цвет зеленый. Образует полисинтетические двойники с плоскостью срастания параллельной направлению хорошей спайности.

Опт.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
$X \perp$ спайности	1,618	Зеленый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,642	Синий	$2V$ 68° (вычисл.)
Z удлинение	1,652	Желтый	$r > v$, значительная

Двойниковые пластинки имеют максимальное угасание 12°.

Хим. Водный основной фосфат алюминия, трехвалентного и двухвалентного железа и магния, $(Mg, Fe'')_3(Al, Fe''')_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$. Fe''' замещает Al, а F''' замещает Mg в отношении: $Fe''' : Al = 1 : 15{,}4$ и $Fe'' : Mg = 1 : 1{,}49$ в единственном из описанных анализе.

	CaO	MgO	FeO	SnO	MnO	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5	H_2O+	Сумма
1.		9,73	11,64			25,73	2,62		38,17	12,11	100,00
2.	0,02	9,62	11,49	0,04	0,31	26,07	2,65	0,07	37,70	12,04	100,01

1. $(Mg, Fe'')_3(Al, Fe''')_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$ с $Fe'' : Mg = 1 : 1{,}49$ и $Fe''' : Al = 1 : 15.4$. 2. Корреджо-Фрио, Бразилия.[1]

Испытание. П. п. тр. не плавится. Растворяется с трудом в HCl.

Местонахождение. Найден в виде гидротермального продукта изменения скорцалита в пегматитах Корреджо-Фрио, севернее Дивино, Минас-Жераис, Бразилия.

Назв. По имени Суза (A. J. A. de Souza), бывшего директора Государственного горного департамента, Бразилия. *Pecora* и *Fahey* (*Am. Min.*, **34**, 83, 1949).

Ссылка

1. Анал. Фахи (Fahey) у Пикора и Фахи (Pecora и Fahey, 1949).

41.8.3 КАРМИНИТ $PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$ CARMINITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}7373 : 1 : 0{,}4663$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6324 : 0{,}4663 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7373 : 1{,}5812 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}1445 : 1{,}3562 : 1$

Формы[1]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
o	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
m	110	53 36	90 00	90 00	36 24	0°00′	53 36
e	011	0 00	25 00	25 00	90 00	90 00	57 16

Облик. Кристаллы досчатой формы, уплощенные по {010} и вытянутые по [001] (Мапими). В виде пучков или шелковистых агрегатов мелких иголочек; также сплошной с радиальным строением или в радиально-волокнистых сферических агрегатах.

Физ. Спайность по {110} (?) ясная. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 4,10,[2] 5,22 (анал. 4). Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Цвет карминово-красный, также черепично-красный до красновато-коричневого. Черта красновато-желтая. Просвечивает.

Опт. В проходящем свете красный.

Ориентировка	n (Мапими)[3]	n (Корнуолл)[4]	Плеохроизм	
X c	2,070	2,05	Бледный желтовато-красный	Двуосн. положит. (+)
Y a (?)	2,070	2,05	Темный карминово-красный	$2V$ средний (Na)
Z b (?)	2,080	2,06	Темный красный, карминово-красный	$r < v$, сильная

Хим. Основной арсенат свинца и трехвалентного железа, $PbFe_2 \cdot (AsO_4)_2(OH)_2$ (анал. 2,3).[5]

Анал.

	1	2	3	4
CaO		0,44	0,06	
PbO	35,38	37,30	36,57	38,14
Fe_2O_3	25,33	23,43	23,81	23,07
Al_2O_3		0,96	0,43	
As_2O_5	36,44	33,98	34,49	33,22
H_2O	2,85	3,00	3,13	3,71
Прочие		0,85	0,62	1,65
Сумма	100,00	99,96	99,11	99,79
Уд. в.				5,22

1. $PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$. 2. Мапими, Мексика. [3] Прочие: MgO 0,06, FeO 0,21, нераств. ост. 0,58; H_2O включает H_2O — 0,10. 3. Колорадо. [4] Прочие: MgO 0,02, FeO 0,14, нераств. ост. 0,46. 4. Западная Австралия. [5] Прочие: P_2O_5 0,30, SO_3 1,35.

Испытание. П. п. тр. легко плавится, вспучиваясь, в черный немагнитный шарик. В закр. тр. плавится, становится темнокоричневым и выделяет немного воды. Медленно растворяется в HCl с образованием $PbCl_2$, полностью растворяется в HNO_3.

Местонахождение. Первоначально найден в железном руднике Люиз около Горгаузена, Рейнланд, Германия, с бёдантитом; также найден в Эмсе, Гессен-Нассау. В руднике Хингстон-Даун-Консолс, Калсток, Корнуолл, Англия, со скородитом, миметезитом, фармакосидеритом. В Мапими, Дуранго, Мексика, со скородитом, люссертитом, арсеносидеритом, англезитом, церусситом. В Вилу, район Асхбуртон, Западная Австралия. В США в неустановленном месте в Колорадо (анал. 3), описан из Юрика, Невада, и из района Тинтик, Юта.

Назв. В соответствии с цветом.

Синонимы. Carminspath *Sandberger* (*Ann. Phys.*, **80**, 391, 1850; **103**, 345, 1858). Karminspat. Carmine Spar. Carminite *Dana* (410, 1854).

Ссылки

1. Foshag, *Am. Min.*, **22**, 479 (1937), для плохих кристаллов из Мапими.
2. Sandberger (1858), на материале из Горгаузена.
3. Foshag (1937).
4. Ларсен и Берман (Larsen и Berman, 143, 1934) дают $r > v$, очень сильная.
5. Foshag (1937). Ранее приписывали формулу $Pb_3Fe_{10}(AsO_4)_{12}$ на основании приблизительного анализа Мюллера у Сандбергера (Sandberger, 1858) на материале из Горгаузена.
6. Le Mesurier, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **25**, 137 (1939).

41.8.4 ПАРСОНСИТ $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ PARSONSITE

Моноклинный.[1] В виде корочек и порошковатых агрегатов, состоящих из мельчайших таблитчатых кристаллов. Кристаллы вытянуты по [001] и уплощены по {010} с {001}, {101} и {100}; (001) $\wedge$ $\wedge$ (100) $\sim 81°$, (101) $\wedge$ (100) $\sim 132°$.

Физ. Спайность не наблюдалась. Тв. $2^1/_2$—3.[2] Уд. в. 5,37 (рудник Ругглес[2]). Блеск слабоалмазный. Цвет бледнолимонно-желтый. Прозрачный до просвечивающего. В ультрафиолетовом свете не флюоресцирует.

Опт.[2] В проходящем свете бледножелтый. Не плеохроичен.

Ориентировка	n (Касоло)[4]	n (Ругглес)	n (Вёльсендорф)	
X	1,85	$\sim$1,870	$\sim$1,795	Двуосн. отрицат. (—)
Y b				
Z	1,862	$\sim$1,890	$\sim$1,815	
$Z \wedge c$ (обычно)	12°	6—23°	2—36°	

Оптическая ориентировка меняется, иногда $Y = b$ с $X \wedge c = 6$—23°. Показатели преломления также меняются: nX до 1,88, nZ иногда ниже 1,81. $Z \wedge c$ обычно 12—14°.

Хим. Водный фосфат свинца и урана, $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Содержание воды неопределенное и, вероятно, меняется с атмосферными условиями.

Анал.

	1	2	3
PbO	49,03	47,43	44,71
UO_3	31,42	34,68	29,67
P_2O_5	15,59	14,46	15,08
H_2O	3,96	3,43	1,56
Прочие			8,25[3]
Сумма	100,00	100,00	99,27
Уд. в.		5,37	6,23

1. $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. 2. Рудник Ругглес, Нью-Гэмпшир. [3] Пересчитан на 100 после исключения 5,64% кварца. 3. Казоло, Бельгийское Конго. [5] Прочие: CaO 0,63, CuO 0,25, Al_2O_3 1,23, TeO_3 3,01, MoO_2 0,43, CO_2 1,19, нераств. ост. 1,51. В оригинале сумма 99,47.

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. выделяет воду и становится темножелтым. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Первоначально найден в Казоло, Катанга, Бельгийское Конго, вместе с торбернитом, казолитом и девиндтитом. Также в руднике Ругглес около Графтон-Сентер, Нью-Гэмпшир,[2] с отунитом и фосфуранилитом; в Вельзендорфе, Бавария, Германия, с флюоритом и ураноцирцитом.

Назв. По имени А. Л. Парсонса (Arthur L. Parsons, 1873—), бывшего профессора минералогии университета в Торонто. *Schoep* (*C. R.*, **176**, 171, 1923).

Ссылки

1. Frondel, *Am. Min.*, **35**, 245 (1950), на основании рентгеновских и оптических данных; c_0 6,8 *kX*.
2. Frondel (1950).
3. Анал. Гонье (Gonyer) у Фронделя (Frondel, 1950).
4. Billiet, *Bull. soc. min.*, **49**, 136 (1926).
5. Schoep (1923).

42 ВОДНЫЕ ФОСФАТЫ И ДР., СОДЕРЖАЩИЕ ГИДРОКСИЛ ИЛИ ГАЛОГЕН

ТИП 1. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p > 3:1$

42.1.1 **Боржицкит** Borickite

Плотные почковидные массы, частью опаловидные. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. $\sim 2{,}70$.[1] Цвет и черта красновато-бурого цвета. Блеск слабо-восковой. Непрозрачный. Изотропный,[2] с непостоянным n : 1,57—1,67.

Название первоначально относилось к материалу из Леобена (анал. 2), а позднее — к подобному же минералу из Неначовица (анал. 3), состав которого приблизительно $CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3H_2O$. Боржицкит помещали также в одну группу с минералами типа фушерита и дельвоксита (сюда же относили и другие химически сходные вещества). Все эти вещества плохо определены, и их соотношения неизвестны.

Анал.

	1	2	3
CaO	7,47	8,16	7,29
MgO			0,41
Fe_2O_3	53,20	52,29	52,99
P_2O_5	18,92	20,49	19,35
H_2O	20,41	19,06	19,96
Сумма	100,00	100,00	100,00

1. $CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3H_2O$. 2. Леобен, Штирия.[3] Среднее из двух анализов. 3. Неначовиц, Чехословакия.[4] Пересчитано после вычитания примесей.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в черную массу. Растворяется в HCl.

Местонахождение. Железная шляпа в Неначовице, южнее Кладно, Чехословакия. В Леобене, Штирия, Австрия.

Назван по имени Э. Боржицкого (Emanuel Boŕicky, 1840—1881), чешского петрографа.

Синонимы. Delvauxite (из Леобена) *von Hauer* (*Jb. geol. Reichsanst., Wien*, 5, 68, 1854); (из Неначовица) *Boŕicky* (*Nat. Zs. Lotos*, март, 1867). Borickite *Dana* (588, 1868). Boryckite, Borickyt.

Ссылки

1. Vála и Helmhacker, *Arch. naturw. Landes. Böhmen*, 2, 381 (1874) — *Jb. Min.*, 317 (1875).
2. Larsen (49, 1921).
3. von Hauer (1854).
4. Boŕicky (1867).

ФУШЕРИТ, Foucherite. *Berthier* (*Ann. mines*, **9**, 519, 1836).

Плотные, буровато-красные стяжения. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,7. Известный анализ близок к формуле $Ca(Fe, Al)_4(PO_4)_2(OH)_8 \cdot 7H_2O$.

	1	2
CaO	8,02	7,71
Al_2O_3	4,17	4,50
Fe_2O_3	39,16	38,50
P_2O_5	20,30	19,50
H_2O	28,35	28,50
Сумма	100,00	98,71

1. $Ca(Fe, Al)_4(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 7H_2O$ с Fe : Al = 6 : 1. 2. Фушере. [1]

П. п. тр. сплавляется в черную магнитную массу. Легко растворяется в HCl. Найден в Фушере, Об, Шампань, Франция, в неокомских песчаниках. Минералы, найденные в виде колломорфных корочек в Литозице (*n* 1,648) и в руднике Хрбек, Сант-Бенигна, Чехословакия, отнесены [2] к этому виду. Фушерит по составу близок к боржицкиту, но идентичность этих двух плохо определенных веществ, несмотря на указанное их сходство, не доказана.

Синонимы. Fuchérite *Leymérie* (**2**, 340, 1867). Fouchérite *Lacroix* (**4**, 535, 1910).

Ссылки

1. Pisani у Lacroix (1910). Также более ранний, неправильный анализ Бертье (Berthier, *Ann. mines*, **9**, 519, 1836).
2. Ulrich, *Rozpr. České Ak.*, **31**, No. 10 (1922); Slavik, *Bull. int. ac., Bohême*, **22**, 32 (1918).

ТИП 2. $(AB)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

42.2.1 ВЕСЦЕЛИИТ (Cu, Zn)$_3$(PO$_4$)(OH)$_3 \cdot 2H_2O$ VESZELYITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}9542 : 1 : 0{,}7288$; β 103°23′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7638 : 0{,}7090 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4104 : 1{,}0773 : 1$; μ 76°37′; p_0' 0,7851, q_0' 0,7288, x_0' 0,2379

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	13°23′	76°37′	90°00′	.....	76°37′
m	110	47 08	90 00	0 00	47 08	80°14′	42 52
e	011	18 $04^1/_2$	37 $28^1/_2$	76 37	54 40	35 20	79 07
i	111	54 32	51 $28^1/_2$	44 21	63 00	41 07	50 25
σ	121	35 04	60 41	44 21	44 28	53 41	59 $56^1/_2$

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 9,84 A, b_0 10,17, c_0 7,48; β 103°25′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9675 : 1 : 0{,}7355$. Ячейка содержит $(Cu, Zn)_{12}(PO_4)_4(OH)_{12} \cdot 8H_2O$.

Облик. Короткопризматический по [001] и толстотаблитчатый по {100}; также изометрический или октаэдрический с большими гранями {100} и {011}. В виде зернистых масс из неясных кристаллов.

Физ. Спайность по {001} и {110}. Уд. в. 3,4 ± 0, 1; 3,42 (вычисл. для анал. 1). Блеск стеклянный. Цвет зеленовато-синий до темно-голубого. Просвечивает.

Опт.[6] В проходящем свете зеленовато-синий. Слабо плеохроичен, но Z синий и X зеленовато-синий.

Ориентировка	n (Рудник Аракава)[4]	n (Моравице)[5]	
X	1,618	1,640	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,622	1,658	$r < v$, слабая до сильной
$Z \wedge c$ —35 до— 43°	1,658	1,695	
$2V$	38½°	71 ± 5°	

Хим. Водный основной фосфат меди и цинка, $(Cu, Zn)_3(PO)_4(OH)_3 \cdot 2H_2O$. Zn и Cu замещаются взаимно, с Cu : Zn ~ 3 : 2 в известных анализах. (AsO_4) замещает (PO_4) с As : P = 1 : 1,03 в анал. 3. Вода выделяется полностью ниже температуры красного каления.[7]

Анал.

	1	2	3	4	5
CuO	38,20	37,82	37,34	40,44	35,99
ZnO	26,05	26,69	25,20	23,64	28,94
P_2O_5	18,93	18,43	9,01	19,01	19,90
H_2O	16,82	16,87	17,05	16,22	14,31
Прочие		0,11	10,41		0,65
Сумма	100,00	99,92	99,01	99,31	99,79
Уд. в.		3,34	3,53	3,09	> 3,37

1. $(Cu, Zn)_3(PO_4)(OH)_3 \cdot 2H_2O$ с Cu : Zn = 3 : 2. 2. Моравице.[8] Прочие: PbO 0,05, FeO 0,06, NiO следы. 3. Моравице.[9] Прочие: As_2O_5 10,41. 4. Рудник Аракава, Япония (*аракаваит, arakawaite*).[4] 5. Кипуши, Бельгийское Конго.[10] Прочие: SiO_2.

Испытание. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Первоначально найден в Моравице (Вашкё) в Банате, Венгрия. В руднике Аракава, провинция Уго, Япония (*аракаваит, arakawaite*).[11] В Африке, в руднике Брокен-Хилл, Северная Родезия,[12] и в Кипуши, Катанга, Бельгийское Конго (*кипушит, kipushite*)[11]. Вместе с вторичными минералами меди.

Назв. По имени венгерского горного инженера А. Весёлый (A. Veszelyi), открывшего минерал. *Schrauf* (*Anz. Ak. Wien*, **11**, 135, 1874; *Zs. Kr.*, **4**, 31, 1879).

Синонимы. Arakawaite *Wakabayashi* и *Komada* (*J. Geol. Soc. Tokyo*, **28**, 191, 1921). Kipushite *Buttgenbach* (*Ac. roy. Belgique, Bull., Cl. Sc.*, 905, 1926).

Ссылки

1. Углы и элементарную ячейку определил Живный (Zsivny, *Mat. termés. Ért.*, **48**, 331, 1931; *Zs. Kr.*, **82**, 87, 1932) на кристаллах из Моравице (анал. 2); ориентировка по структурной ячейке. Переход от Живный (Zsivny, 1931) и Шрауфа II (Schrauf II, 1874) к новой: 001/0$\bar{1}$0/$\bar{1}$00. Грубо приближенные углы

описал Буттгенбах [Buttgenbach (*Ac. roy. Belgique, Bull., Cl. Sc.*, **18**, 43, 1932), и (1926)] для „кипушита" и Wakabayashi и Komada (1921) и Ito, *Zs. Kr.*, **65**, 305 (1927) для „аракаваита"; различие может быть вызвано изменением в отношении Cu : Zn (анал. 4, 5).

2. Zsivny (1931). Редкие или недостоверные формы: *b* 010, $\bar{b}$ 102, *o* 113, *Q* $\bar{1}15$, *t* 345, *n* 425, *r* 495, *p* 625, *s* 352. Также округлые, вицинальные грани в зоне [010], дающие эллиптическое ограничение.

3. Berry, *Am. Min.*, **33**, 750 (1948), методом Вайссенберга на кристаллах из Моравице.

4. Wakabayaschi и Komada (1921).

5. Larsen (153, 1921).

6. Оптические данные и их изменение в зависимости от отношения Cu : Zn (рассматривал Живный. Zsivny, 1931, 1932).

7. Zsivny (1931, 1932), приведены данные обезвоживания.

8. Zsivny (1931, 1932).

9. Schrauf (1874).

10. Анал. Больсиуса (Bolsius) у Буттгенбаха (Buttgenbach, 1932).

11. Об идентичности аракаваита и кипушита с весцелиитом см. Buttgenbach, *Bull. ac. roy. Belgique, Cl. Sc.*, 448 (1941) и Zsivny (1931, 1932).

12. Mennell, *Min. Mag.*, **19**, 69 (1920).

42.2.2 **ЦУМЕБИТ** $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3H_2O$ TSUMEBITE

Крист.[1] Моноклинная.

$a : b : c = 0{,}6546 : 1 : 0{,}6745$; β 94°22′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0304 : 0{,}6725 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}4869 : 1{,}5321 : 1$; μ 85°38′; p_0' 1,0334, q_0' 0,6745, x_0' 0,0764

Формы

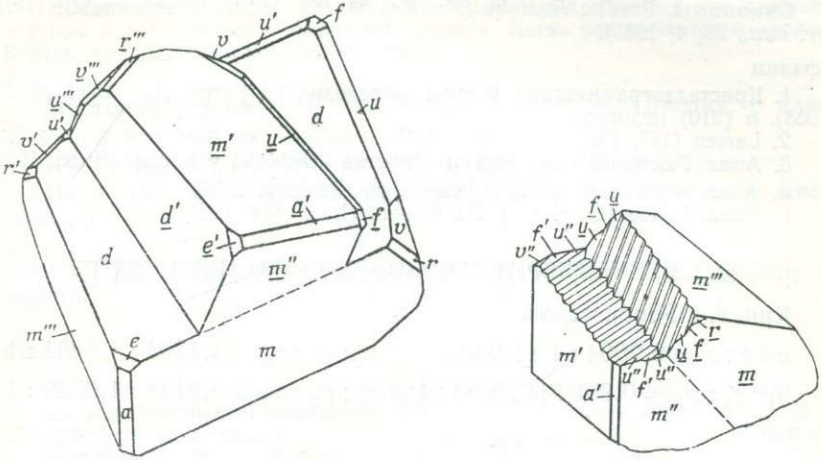
		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
a	100	90°00′	90°00′	0°00′	90°00′	85°38′	.....
m	110	56 52	90 00	0 00	56 52	86 20½	33°08′
u	011	6 27½	34 10	85 38	56 04½	33 55½	86 22½
v	021	3 14½	53 29½	85 38	36 37½	53 22½	87 23½
d	101	90 00	47 58½	42 01½	90 00	43 36½	42 01½
f	$\bar{1}04$	—90 00	10 18½	100 18½	90 00	14 40½	100 18½
r	241	38 27½	73 49	25 01	41 14	71 08	53 19

Менее обычные:

k 140 *l* 120 *n* 320 *e* 201

Облик. Корочки из проросших кристаллов. Всегда сдвойникован с двойниковой плоскостью {$\bar{1}22$}; иногда тройники или более сложные группы, часто толстотаблитчатый по {101} или {110}. {011} и {$\bar{1}04$} обыкновенно образует многократно повторяющиеся комбинации, иногда создающие зигзагообразный двойниковый шов. {100} узкие и блестящие, {110} неровные или сложные.

Физ. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 3½. Уд. в. 6,13. Блеск стеклянный, алмазный. Цвет изумрудно-зеленый. Просвечивает.



Опт.[2] В проходящем свете цвет зеленый, слабый плеохроизм и абсорбция $Z > X$.

Ориентировка	n	
X	$1{,}885 \pm 0{,}005$	Двуосн. положит. (+)
Y	$1{,}920 \pm 0{,}005$	$2V$ почти 90°
Z	$1{,}956 \pm 0{,}005$	$r < v$, сильная

Хим. Водный основной фосфат свинца и меди, $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
PbO	65,84	63,77	65,09	64,71
CuO	11,73	11,79	11,97	12,13
P_2O_5	10,47	12,01	10,26	10,62
H_2O	11,96	12,33	[12,68]	12,09
Прочие				0,78
Сумма	100,00	99,90	[100,00]	100,33
Уд. в.		6,133	6,09	

1. $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3H_2O$. 2. Цумеб.[3] 3. Цумеб.[4] 4. Цумеб.[5] Прочие: ZnO 0,54 и CO_2 0,24. В оригинале сумма 99,79.

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. теряет воду и темнеет. Легко растворяется в HCl, медленно в HNO_3.

Местонахождение. Вторичный минерал, найден со смитсонитом, церусситом и азуритом в Цумебе, Юго-Западная Африка. Также в Моренси, Аризона.

Назв. *Busz* (*Festschr. med.-naturwiss. Ges. Münster*, 1912; *Zs. Kr.*, **51**, 526, 1912).

Синонимы. Preslite *Rosický* (*Zs. Kr.*, **51**, 521, 1912). Arsentsumebite (*Bull. soc. min.*, 58, 4, 1935).

Ссылки

1. Кристаллографические формы определил La Forge, *Am. Min.*, **23**, 772 (1938). *o* {210} недостоверна.
2. Larsen (147, 1921).
3. Анал. Рюсберга (Rüsberg) и Дубигка (Dubigk) у Бусца (Busz, 1912).
4. Анал. Фрейка (Frejka) у Розицкого (Rosický, 1912).
5. Анал. Гонье (Gonyer) у Ла Форжа (La Forge, 1938).

42.2.3 ГЕМАФИБРИТ $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$ HEMAFIBRITE

Крист.[1] Ромбическая.

$a : b : c = 0{,}9504 : 1 : 1{,}0931$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}1501 : 1{,}0931 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9504 : 0{,}8695 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}9148 : 1{,}0522 : 1$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
a	100	90°00′	90°00′	.....	0°00′	0°00′	90°00′
l	120	34 28½	90 00	90°00′	55 31½	0 00	34 28½
p	111	53 56	61 42	47 33	44 37½	33 40½	58 47

Облик. Кристаллы призматические по [001]. Обыкновенно радиально-волокнистые, сферические агрегаты; волокна вытянуты по [001].

Физ. Спайность по {100} хорошая, по {120} плохая. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 3. Уд. в. 3,65.[3] Блеск стеклянный на гранях кристалла, жирный на поверхностях излома. Цвет буровато-красный до гранатово-красного, становится буровато-черным или черным на поверхности. Черта светлая кирпично-красная. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[4] В проходящем свете красно-бурый.

Ориентировка	n	
X a	$1{,}87 \pm 0{,}01$	Двуосн. положит. (+)
Y b	$1{,}88 \pm 0{,}01$	$2V$ средний
Z c	$1{,}93 \pm 0{,}01$	Не плеохроичен $r > v$

Хим. Водный основной арсенат двухвалентного марганца, $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$. Содержание воды точно не установлено.[5]

Анал.

	1	2	3
MgO			0,41
FeO		0,79	0,25
MnO	57,09	57,94	58,02
As_2O_5	30,83	30,76	30,88
H_2O	12,08	12,01	12,01
Сумма	100,00	101,50	101,57

1. $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$. 2,3. Нордмарк.[6]

Испытание. П. п. тр. плавится в черный шарик, который при продолжительном нагревании становится коричневым. Легко растворяется в кислотах. В закр. тр. выделяет воду и чернеет.

Местонахождение. Рудник Мосс, Нордмарк, Швеция, с карбонатами и вторичными окислами марганца.

Изменения. В неопределенные водные окислы марганца.

Назв. От αἷμα — *кроваво-красный* и *волокно*, указание на цвет и строение.

Синонимы. Aimafibrit *Igelström* (*Öfv. Ak. Stockholm*, **41**, 86, 1884). Hämafibrite.

Ссылки

1. Углы по Сьёгрену (Sjögren, *Zs. Kr.*, **10**, 126, 1885); элементарную ячейку и ориентировку определил Махачки (Machatschki, *Geol. För. Förh.*, **53**, 191, 1931), причем показал связь с синадельфитом.
2. Sjögren (1885).
3. Наивысшие значения данных 3,50—3,65, указанных у Сьёгрена (Sjögren, 1885).
4. Larsen (83, 1921) и Sjögren (1885).
5. Вода, показанная в формуле в виде H_2O, рассматривается Махачки (Machatschki, 1931) как вторичная.
6. Анал. Сьёгрена (A. Sjögren) и Лундстрёма (Lundström) у Сьёгрена (Sjögren, 1885); более ранний анализ Игельстрёма (Igelström, 1884), содержащий много Fe, Mg, Ca, является ошибочным.

ЭЛЬФСТОРПИТ, Elfstorpite. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **15**, 472, 1893; *Zs. Kr.*, **22**, 468, 1893).

В виде зерен или ромбических (?) кристаллов со спайностью в одном направлении. Хрупкий. Тв. 4. Цвет и черта беловато-серые. Считается водным арсенатом двухвалентного марганца, с базилиитом и тефроитом в руднике Шё, Ёребро, Швеция.

42.2.4 ФРЕЙРИНИТ $Na_3Cu_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$ FREIRINITE

Вероятно, тетрагональный. Шелковистые агрегаты, состоящие из мелких хлопьев. Спайность по {001} хорошая, по {110} несовершенная.

Опт. В проходящем свете зеленовато-синий.

	n	Дихроизм	
O	1,748	Темный зеленовато-синий	Одноосн. отрицат. (—)
E	1,645	Светлый зеленовато-синий	

Хим. Основной водный арсенат натрия и меди, $Na_3(Cu, Ca)_3 \cdot (AsO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$. Содержание воды неопределенное. Ca замещает Cu с Ca : Cu = 1 : 3,4 в анал. 2.

Анал.

	1	2
Na_2O	15,33	14,36
CaO		6,16
CuO	39,35	29,62
As_2O_5	37,89	38,80
H_2O	7,43	9,17
Прочие		1,34
Сумма	100,00	99,45

1. $Na_6Cu_5(AsO_4)_3(OH)_5 \cdot H_2O$. 2. Сан-Хуан, Чили. Прочие: Fe_2O_3 0,76, нераств. ост. 0,58.

Испытание. Легко плавится, вспучиваясь, в черную массу. Легко растворяется в HCl.

Местонахождение. С эритрином, куприт, малахитом и кобальтовым вадом в руднике Бланка, Сан-Хуан, область Фрейрина, Чили.

Назв. По местонахождению. *Foshag* (*Am. Min.*, **9**, 30, 1924).

Синоним. Lavendulan *Goldsmith* (*Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, 192, 1877) [не lavendulan *Breithaupt*, *J. pr. Chem.*, **10**, 505, 1837].

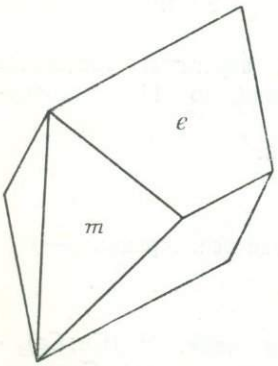
42.2.5 **ЛИРОКОНИТ** $Cu_2Al(AsO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ LIROCONITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 1{,}6809 : 1 : 1{,}3190$; β 91°27′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7847 : 1{,}3186 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}7584 : 0{,}5951 : 1$; μ 88°33′; p_0' 0,7850, q_0' 1,3190, x_0' 0,0253

Формы[2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	1°27′	88°33′	90°00′	.....	88°33′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	88 33	.....
m	110	30 45½	90 00	0 00	30 45½	89 15½	59 14½
e	011	1 06	52 50	88 33	37 10½	52 49½	89 07½



Корнуолл.

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $I2/a$. a_0 12,67 *kX*, b_0 7,55, c_0 9,86; β 91°23′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}679 : 1 : 1{,}306$. Ячейка содержит $Cu_8Al_4(AsO_4)_4(OH)_{16} \cdot 16H_2O$.

Облик. Кристаллы тонкие или линзообразные по [001], с уплощенным октаэдрическим габитусом; грани m и e покрыты штриховкой, параллельной ребрам их пересечения.

Физ. Спайность по {110} и {011} неясная. Излом неровный до раковистого. Тв. 2—2½. Уд. в. 2,9—3,0, изменяется в зависимости от отношения P : As; 2,95, 3,01 (Корнуолл[4]); 2,97 (вычисл. для P : As = 1 : 4).

Блеск стеклянный, переходящий в смолистый. Цвет и черта небесно-голубые до медянково-зеленых. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[5] В проходящем свете бледноголубой до бледного голубовато-зеленого.

Ориентировка	n	
X	$1{,}612 \pm 0{,}003$	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \quad b$	$1{,}652 \pm 0{,}003$	$2V$ $72 \pm 5°$ (вычисл.)
$Z \wedge a \quad +25°$	$1{,}675 \pm 0{,}003$	$r < v$, средняя Не плеохроичен

Хим. Водный основной арсенат меди и алюминия, $Cu_2Al(AsO_4) \cdot (OH)_4 \cdot 4H_2O$. (PO_4) замещает (AsO_4) в отношении до $P : As = 1 : 3{,}8$ (анал. 2).

Анал.[6]

	1	2	3	4
CuO	36,74	36,38	37,18	36,73
Al_2O_3	11,77	10,85	9,68	
Fe_2O_3		0,98		
As_2O_5	26,53	23,05	22,22	23,85
P_2O_5		3,73	3,49	1,02
H_2O	24,96	25,01	25,49	
Сумма	100,00	100,00	98,06	
Уд. в.		2,985	2,964	2,97

1. $Cu_2Al(AsO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$. 2. Корнуолл.[7] 3. Корнуолл.[8] 4. Корнуолл.[8] H_2O в вакууме 6,40 и при 100° 9,85%.

Испытание. П. п. тр. становится оливково-зеленым и легко сплавляется в темносерое стекло. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, встречается в зоне окисления медных месторождений, вместе с купритом, малахитом, оливенитом, халькофиллитом, лимонитом. Найден в нескольких рудниках около Редрута и Сент-Дей, Корнуолл; в Девоншире. Херренгрунд, Чехословакия. В Германии в Шварцемберге, Садисдорфе и Мортельгрунде близ Саида в Саксонии; также в Уллерсройте, Саксония, и в Хиршберге, Тюрингия. В Преображенском руднике на Урале, СССР. Повидимому встречается в руднике Серро-Гордо, округ Инио, Калифорния с линаритом и каледонитом.

Назв. *Лироконит* от λειρός — *бледный* и κονία — *порошок* — указание на цвет его черты. *Линзенерц* (см. синонимы) относится к кристаллам с плоско-линзообразным обликом.

Синонимы. Octahedral Arseniate of Copper (из Корнуолла) *Bournon* (*Phil. Trans.*, 174, 1801; *Rashleigh's Brit. Min.* **2**, табл. 2, 5, 11, 1802). Linsenerz *Werner* (1803; *Ludwig's Min.*, **2**, 215, 1804); *Karsten* (64, 1808). Linsenkupfer *Hausmann* (1051, 1813). Lirokon-malachite (частью) *Mohs* (180, 1822). Chalcophacit *Glocker* (859, 1831). Liroconite *Beudant* (**2**, 600, 1832). Lenticular Copper. Cuivre Arseniaté Octaèdre obtus *Haüy*.

Ссылки

1. Элементарная ячейка и ориентировка Гольдшмидта (Goldschmidt, **5**, 163, 1918) соответствуют структурной ячейке. Переход от первоначальных

элементов Де Клуазо (Des Cloizeaux, **2**, 71, 1859), последние приняты Дэна (Dana, 853, 1892), к структурной ячейке: 001/010/100; точечную симметрию установил Берри (Berry, личн. сообщ., 1946).

2. Goldschmidt (1918).

3. Berry (1946), методом Вайссенберга на анализированных кристаллах из Корнуолла.

4. Berry (1946) и Mrose, личн. сообщ. (1948), на анализированном материале; ранее описанные величины колеблются от 2,88 до 2,99.

5. Larsen (101, 1921) и Des Cloizeaux (1859).

6. Более ранние анализы см. у Hintze (**1** [4B], 953, 1931).

7. Hermann, *J. pr. Chem.*, **33**, 296 (1844).

8. Damour, *Ann. chim. phys.*, **13**, 414 (1845).

9. Church, *Min. Mag.*, **11**, 1 (1895).

42.2.6 ЭВАНСИТ $Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6H_2O$ EVANSITE

Сплошной. В виде опаловидных, почковидных или гроздевидных образований, иногда с концентрическим колломорфным строением; также сталактиты.

Физ. Излом раковистый. Очень хрупкий. Тв. 3—4. Уд. в. непостоянный, 1,8—2,2, обычно около 1,9. Блеск стеклянный, переходящий в смолистый или восковой. Бесцветный до молочно-белого, иногда с синеватыми, зеленоватыми или желтоватыми оттенками; разновидности, содержащие много Fe_2O_3, бурые, красновато-коричневые или красные. Черта белая или слабо окрашенная. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный до бурого. Изотропный; частично двупреломляет. Показатель преломления[1] колеблется в следующих пределах:

	Сцирк (молочный)	Алзо-Саё (молочный)	Нижняя-Слава (молочный)	Нижняя-Слава (бесцветный)	Гольдбург (бурый)
n	~1,485	1,445 до 1,465	~1,455	~1,485	~1,485

Хим. Основной водный фосфат алюминия, $Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6H_2O$. Около половины воды выделяется при 110°, а большая часть оставшейся воды — ниже 300°.[2] Fe''', известное в некоторых анализах, повидимому, замещает Al, если не обусловлено примесью.

Анал.	1	2	3	4	5	6	7
CaO			0,41	0,23		4,32	1,03
MgO			следы	следы		следы	0,75
Fe_2O_3			0,87	1,92		5,49	
Al_2O_3	39,60	39,31	39,22	38,05	40,19	34,48	38,33
P_2O_5	18,40	19,05	18,02	18,48	18,11	19,14	[21,70]
H_2O	42,00	39,95	41,47	41,29	41,27	36,96	38,19
Нераств. ост.		1,41	0,15	0,44			
Сумма	100,00	99,72	100,14	100,41	99,57	100,39	[100,00]
Уд. в.			1,874	1,937	1,939	1,98	

1. $Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6H_2O$. 2. Железник, Чехословакия. [3] 3, 4. Гросс-Тресни, Чехия. [4] No.3 белый, No.4 желтый. 5. Район Зиихан, Тасмания. [5] 6. Гольдбург, Айдахо. [6] Бурый. 7. Колумбиана, Алабама. [7] Светложелтый. H_2O как потеря при прокаливании.

Испытание. П. п. тр. не плавится. В закр. тр. выделяет нейтральную воду, растрескивается и превращается в порошок. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, часто находится с лимонитом и аллофаном. Первоначально найден на горе Железник близ Сцирка в комитате Гёмёр, Чехословакия. В Венгрии, с варисцитом в Вашеги; красивые образцы найдены в Алзо-Саё и в Верешпатаке и Оффенбанье. В графитовых месторождениях в Гросс-Тресни, Моравия; в Литожице и Нижняя-Слава в Чехии. Во Франции в Эперне, департамент Марна. В различных месторождениях Испании,[6] из которых наиболее замечательное — Тейс около Виго. В трещинах сланцев в Йордейл-Росе, близ Макклесфильда, восточный Чешир, Англия. Встречается в графитовых гнейсах в районе Ватонандри, восточная часть Мадагаскара. На горе Зиихан, Тасмания. В США эвансит был найден в Колумбиане и в Коалвилле в угольном районе Куза, Алабама, и в Гольдбурге, округ Кастер, Айдахо.

Назв. По имени Брука Эванса (Brooke Evans) из Бирмингама, Англия, который привез первый образец из Венгрии в 1855 г. *Forbes* (*Phil. Mag.*, **28**, 341, 1864).

Синоним. Bernonite (?) *Adam* (73, 1869).

Ссылки

1. Frondel, личн. сообщ. (1948).
2. Schaller, *Am. J. Sc.*, **24**, 155 (1907).
3. Forbes (1864).
4. Kovár, цитировано в *Zs. Kr.*, **31**, 524 (1899).
5. Smith, *Proc. Roy. Soc. New South Wales*, **27**, 382 (1893).
6. Iglesias, *Bol. soc. espan. hist. nat.*, **27**, 319 (1927).

РОЗЬЕРЕЗИТ, Rosiérésite. *Lacroix* (*Min. France*, **4**, 532, 1910).

Опаловидные, сталактитообразные массы с концентрическим строением. Уд. в. 2,2. Цвет зеленовато-желтый, желтый и светлобурый. Изотропный. Показатель преломления около 1,50. Водный фосфат алюминия со свинцом и медью. Анализ дал:[1] CuO 3,0, PbO 10,0, Al_2O_3 23,0, P_2O_5 25,5, As_2O_5 следы, H_2O 38,0, сумма 99,5. П. п. тр. не плавится и становится черным. Легко растворяется в HNO_3. Найден в современных отложениях, в заброшенных выработках медного рудника Розьер, около Кармо, Тарн, Франция. Нуждается в проверке.

Ссылка

1. Berthier, *Ann. mines*, **19**, 669 (1841).

42.2.7 **ЛИСКИРДИТ** LISKEARDITE

Ромбический (?). Плотный; тонкие корочки с радиально-волокнистым строением. Мягкий. Цвет белый, переходящий в зеленоватый, синеватый или буровато-белый.

Опт.[1] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X	1,661	Двуосн. положит. (+)
Y	1,675	$2V$ почти 90°
Z удлинение	1,689	

Показатели преломления меняются в пределах ± 0,01; приведенные величины почти отвечают средним значениям.

Хим. Водный основной арсенат алюминия и трехвалентного железа, вероятно, $(Al, Fe)_5(AsO_4)(OH)_8 \cdot 5H_2O$, с Fe : Al = 1 : 6 в единственном известном анализе.

Анал.

	1	2
Fe_2O_3	8,06	7,64
Al_2O_3	30,89	28,23
As_2O_5	27,08	26,96
H_2O	33,97	34,05
Прочие		2,86
Сумма	100,00	99,74

1. $(Al, Fe)_5(AsO_4)(OH)_8 \cdot 5H_2O$, с Fe : Al = 1 : 6. 2. Лискирд.[2] Прочие: CuO 1,03, CaO 0,72, SO_3 1,11; H_2O включает 4,35 удаляющейся над H_2SO_4 10,96 при 100°, 5,55 при 120°, 8,22 при 190°, 4,97 при прокаливании с PbO.

Местонахождение. Найден в виде корочек на скородите, арсенопирите, халькопирите, пирите, кварце в Лискирде, Корнуолл. Возможно, похожий минерал встречается[3] в виде волокнисто-пластинчатых агрегатов, моноклинных (?) кристаллов на мысе Гаронна, около Гиер, Вар, Франция; уд. в. 3,011; цвет зеленовато-белый, спайность параллельна удлинению, перпендикулярному острой биссектрисе (X).

Назв. *Maskelyne* (*Nature*, **18**, 426, 1878).

Ссылки

1. Larsen (101, 1921).
2. Flight, *J. Chem. Soc. London*, **43**, 140 (1883).
3. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **24**, 27 (1901).

ТИП 3. $(AB)_5(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

42.3.1 КОРНВАЛЛИТ $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$ CORNWALLITE

Небольшие натечные корочки с радиально-волокнистым строением, отчасти имеющие сходство с малахитом. Излом раковистый. Не очень хрупкий. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 4,166. Медянково-зеленый до черновато-зеленого.

Опт.[1] В проходящем свете изумрудно-зеленый.

	n	
X	~1,81	Двуосн. положит. (+)
Y	1,815	$2V$ небольшой
Z	~1,85	Удлинение отрицательное, иногда положительное

Хим. Водный основной арсенат двухвалентной меди, $Cu_5(AsO_4)_2 \cdot (OH)_4 \cdot H_2O$. Наблюдается некоторое замещение мышьяка фосфором, с As : P ~ 7 : 1 в анал. 2. Корнваллит может быть изоструктурен с псевдомалахитом и тождественен с эринитом.

Анал.

	CuO	As_2O_5	P_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	59,31	29,98	2,65	8,06	100,00	
2.	59,95	30,47	2,71	8,23	101,36	4,17

1. $Cu_5[(As,P)O_4]_2(OH)_4 \cdot H_2O$ с отношением As : P = 7 : 1. 2. Корнуолл.[2]

Испытание. Плавкость 2 до $2^1/_2$; сплавляется в черное стекло.

Местонахождение. С оливенитом и теноритом из неопределенного месторождения в Корнуолле, Англия.

Назв. *Zippe* (*Böhm. Ges. Abh.* [5], **4**, 649, 1847).

Ссылки

1. Larsen, *U. S. Geol. Sur. Bull.*, *679*, 63 (1921).
2. Church, *J. Chem. Soc. London*, **21**, 276 (1868).

42.3.2 ТИРОЛИТ $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6H_2O$ (?) TYROLITE

Крист.[1] Ромбическая.

Структ. ячейка.[7] Пространственная группа *Pmma*. a_0 10,50 Å, b_0 54,71, c_0 5,59; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}1919 : 1 : 0{,}1022$. Содержание ячейки пока не определено.

Облик. Редко в виде досковидных кристаллов или чешуек, уплощенных по {010} и удлиненных по [100] или [001]. Обычны веерообразные формы и листоватые агрегаты; также в виде корочек и гроздевидных масс с радиально листоватым строением и друзовидной поверхностью; расходящиеся волокна.

Физ. Спайность по {001} совершенная. Тонкие пластинки, гибкие. Легко режется. Тв. ~2. Уд. в. 3,0—3,2, 3,25 (Тинтик). Блеск стеклянный, на {001} перламутровый. Цвет бледный яблочно-зеленый до медянково-зеленого переходит в небесно-голубой. Черта несколько бледнее. Просвечивает.

Опт. В проходящем свете бледнозеленый.

Ориентировка	*n* (Тинтик)[2]	Плеохроизм	
X b	1,694 ± 0,003	Бледный травяно-зеленый	Двуосн. отрицат. (—)
Y c	1,726 ± 0,003	Бледный желтовато-зеленый	$2V$ 36 ± 3° (измер.)
Z a	1,730 ± 0,003	Бурый травяно-зеленый	$r > v$, сильная

Хим. Водный основной арсенат меди и кальция, с неустановленной формулой, вероятно, $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6H_2O$ (анал. 4)[5] или $Cu_9Ca_2(AsO_4)_4OH_{10} \cdot 10H_2O$. В материале из Тинтика, Юта, CO_3 отсутствует, а SO_4 присутствует (анал. 2,3). Около половины воды выделяется при 100°.

Анал.[6]

	1	2	3	4
CaO	6,43	6,78	9,10	6,44
CuO	45,63	45,08	42,60	46,24
As_2O_5	26,36	28,52	27,87	27,07
SO_3		2,23	2,45	
CO_2	5,05			5,05
H_2O	16,53	17,21	16,23	15,68
Прочие		0,24	0,97	
Сумма	100,00	100,06	99,22	100,48
Уд. в.			3,27	

1. $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6H_2O$. 2. Рудник Маммот, Тинтик, Юта.[3] Прочие: Fe_2O_3 0,08, нераств. ост. 0,16. 3. Рудник Маммот.[4] Прочие: $(Fe,Al)_2O_3$. 4. Фалькенштейн, Тироль.[5]

Испытание. П. п. тр. легко плавится в стально-серый шарик. В закр. тр. растрескивается и выделяет кислую воду. Растворяется в кислотах и в аммиаке.

Местонахождение. Вторичный минерал, найден вместе с эритрином, малахитом, азуритом, хризоколлой, аурихальцитом, купритом, лимонитом и другими продуктами окисления в медных месторождениях. Найден в Чехословакии в Либетене, в Пойнике около Нейзоля и в других местах. В Херренгрунде в Венгрии. В Германии в Зааль-фельде, Тюрингия. В Бибере и Рихельсдорфе, Гессен. В Шнееберге, Саксония. В Тироле, Австрия; многочисленные месторождения главным образом в Когеле близ Брикслегга и Фалькенштейна около Шваца и в Раттенбурге. В районе Нерчинска, Забайкалье, СССР. Во Франции, мыс Гаронна, Вар; в Италии, Кампилья; в Испании в Линаресе, в Сьерра-Морене. В Матлоке, Дербишир, Англия. В США найден с халькофиллитом и конихальцитом в районе Тинтик, Юта.

Назв. По месторождению в Тироле.

Синонимы. Kupferschaum *Werner* (Hoffmann, **3**, 180, 1816; 19, 50, 1817). Kupaphrite *Shepard* (**1**, 294, 1835). Tirolit *Haidinger* (509, 1845).

Ссылки

1. E. S. Dana у Гиллебранда и Дэна (Hillebrand и Dana, *Am. J. Sc.*, **39**, 273, 1890) дает грубые измерения для плохо образованных микроскопических кристаллов.
2. Larsen (147, 1921).
3. Анал. Гиллебранда (Hillebrand) у Гиллебранда и Дэна (Hillebrand и Dana, 1890).
4. Анал. Пирса (Pearce) у Гиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, *Am. J. Sc.*, **35**, 301, 1888).
5. Church, *Min. Mag.*, **11**, 5 (1895).
6. Более ранние анализы см. Hintze (**1** [4B], 1078, 1931).
7. Berry, *Am. Min.*, **33**, 193 (1948) [реферат].

42.3.3 АКРОХОРДИТ $MgMn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4H_2O$ (?)
AKROCHORDITE

Моноклинный.[1] Бородавчатые или сферические агрегаты мелких кристаллов. Спайность по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,194. Цвет красно-бурый с желтым оттенком. Просвечивает.

Опт.[2]

Ориентировка	n	
X b	1,672	Двуосн. положит. (+)
$Y \wedge c \sim 45° \pm$	1,676	$2V$ умеренно большой
Z	1,683	$r < v$, довольно сильная

Хим. Водный основной арсенат магния и двухвалентного марганца, вероятно, $(Mn,Mg)_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4H_2O$, с $Mg : Mn = 1 : 3{,}2$ (анал. 2).

Анал.

	1	2
MgO	6,09	6,94
MnO	42,88	38,98
As_2O_5	34,72	33,51
P_2O_5		0,42
H_2O	16,31	16,78
Прочие		3,68
Сумма	100,00	100,31

1. $MgMn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4H_2O$. 2 Лонгбан, Швеция.[3] Прочие: Na_2O 1,18, K_2O 0,55, CaO 0,99, FeO 0,46, Mn_2O_3 0,50. Анализ сделан из небольшой пробы, возможно, с примесью пирохроита.

Испытание. При нагревании теряет воду и становится серо-черным. Легко растворяется в разбавленной H_2SO_4, образуя раствор пурпурного цвета.

Местонахождение. Найден в небольших количествах с пирохроитом и баритом в гаусманнитовой руде в месторождении „Джапан", в Лонгбане, Швеция.

Назв. От ἀκροχορδών — *бородавка, наростообразный*, указание на форму агрегатов.

Синоним. Acrochordite. *Flink* (*Geol. För. Förh.*, **44**, 773, 1922).

Ссылки

1. Определен оптическим методом Квенселом у Флинка (Flink, 1922) и Бартом и Берманом (Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 41, 1930).
2. Barth и Berman (1930).
3. Анал. Альмстрёма (Almström) у Флинка (Flink, 1922); см. также Almström, *Geol. För. Förh.*, **45**, 117 (1923).

42.3.4 Церулеит $CuAl_4(AsO_4)_2(OH)_8 \cdot 4H_2O$ Ceruleite

Плотный, сплошной и глиноподобный, но состоящий из чрезвычайно мелких стеблеобразных кристаллов. Уд. в. 2,803. Цвет бирюзово-голубой.

Хим. Водный основной арсенат меди и алюминия, $CuAl_4(AsO_4)_2 \cdot (OH)_8 \cdot 4H_2O$. Около 1,45% воды выделяется при 180°, остальная часть — при более высоких температурах.

Анал.

	1	2
CuO	12,10	11,80
Al_2O_3	31,01	31,26
As_2O_5	34,96	34,56
H_2O	21,93	22,32
Сумма	100,00	99,94

1. $CuAl_4(AsO_4)_2(OH)_8 \cdot 4H_2O$. 2. Чили.

Испытание. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. В золотом руднике Эмма Луиза, около Гуанако, провинция Талтал, Чили. Название указывает на цвет минерала.

Синонимы. Céruléite *Dufet* (*Bull. soc. min.*, **23**, 147, 1900). Coerulite.

42.3.5 **РЕНАРДИТ** $Pb(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 7H_2O$ RENARDITE

Крист.[1] Ромбическая. $a : c : b = 1{,}209 : 1 : ?$

Формы

a 100 *b* 010 *d* 101

Облик. Друзовидные корочки из мельчайших кристаллов, уплощенных по {100} и слегка удлиненных по [001].

Физ. Спайность по {100} совершенная. Уд. в. > 4. Цвет желтый. Прозрачный.

Опт.

Ориентировка	*n*	Плеохроизм	
X a	1,715 ± 0,003	Желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y c	1,736 ± 0,003	Желтый	$2V$ 41°01′ (вычисл.)
Z b	1,739 ± 0,003	Бесцветный	$r > v$

Хим. Водный основной фосфат свинца и урана, $Pb(UO_2)_4(PO_4)_2 \cdot (OH)_4 \cdot 7H_2O$. Анализ дал:

	PbO	UO_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.	13,16	68,92	8,37	9,55		100,00
2.	12,26	64,82	8,15	8,74	6,53	100,50
3.	13,05	68,98	8,67	9,30		100,00

1. $Pb(UO_2)_4(PO_4)_2(OH) \cdot 7H_2O$. 2. Касоло. Прочие: $(Fe,Al)_2O_3$ 3,68, MoO_3 0,74, нераств. ост. 2,11. H_2O включает H_2O – 4,97. 3. Анал. 2 пересчитан на 100% после исключения остатка.

Испытание. Сплавляется в черную шлаковидную массу. В закр. тр. выделяет воду и становится бурым. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. С девиндтитом, дюмонтитом и торбернитом в руднике Касоло, Катанга, Бельгийское Конго.

Назв. По имени А. Ф. Ренарда (A. F. Renard, 1842—1903) из Гентского университета. *Schoep* (*Bull. soc. min.*, **51**, 247, 1928).

Ссылка

1. См. также Schoep, *Ann. mus. Congo belge*, 1 (1930) и Buttgenbach, *Les Min. de Belgique et du Congo belge*, 457 (1947). $a:c$ вычислено по измеренному углу ρ грани {101}, 39°47′.

42.3.6 **ДЮМОНТИТ** $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3H_2O$ DUMONTITE

Крист. [1] Ромбическая. $a:b:c = ?:1:1{,}327$.

Формы

a 100 *c* 001 *b* 010 *d* 101 *e* 013

В небольших кристаллах, удлиненных по [001] и уплощенных по {010}. Цвет и черта охристо-желтые, флюоресцирует зеленоватым цветом.

Опт.

Ориентировка	n^2	Плеохроизм	
X *a*	1,88	Бледножелтый	Двуосн. положит. (+)
Y *c*			$r < v$
Z *b*	1,89	Темножелтый	$2V$ большой

Хим. Водный основной фосфат свинца и урана, $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2 \cdot (OH)_4 \cdot 3H_2O$. Вода в значительной степени или полностью выделяется ниже 300°. Анализ дал:

	PbO	UO_3	P_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.	29,05	55,85	9,24	5,86		100,00
2.	27,19	56,49	8,65	5,78	1,01	99,12

1. $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3H_2O$. 2. Шинколобве. Прочие: TeO_3.

Испытание. В закр. тр. выделяет воду и становится оранжевым. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. С торбернитом в Шинколобве, Катанга, Бельгийское Конго.

Назв. По имени А. Дюмона (André Dumont, 1809—1857), бельгийского геолога. *Schoep* (*C. R.*, **179**, 693, 1924).

Ссылки

1. Из измерений под микроскопом, с (001) $\wedge$ (011) $\sim$ 53°, (001) $\wedge$ (013) 23°30′, произведенных Шопом (Schoep, 1924), *Ann. mus. Congo belge*, часть 2, **1**, 32 (1930).
2. Billiet, *Bull. soc. min.*, **49**, 136 (1926).

ТИП 4. $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

42.4.1 **БАЙЛДОНИТ** $(Cu,Pb)_2(AsO_4)(OH)$ (?) BAYLDONITE

Вероятно, моноклинный. Мелкие, сосцевидные конкреции с волокнистым строением и друзовидной поверхностью; также плотный, мелкозернистый до порошковатого и в виде корочек. Тв. $4^1/_2$.

Уд. в. 5,5. Блеск сильный смолистый. Цвет чижево-зеленый до яблочно-зеленого и желто-зеленого. Полупросвечивает.

Опт. [1]

Ориентировка	*n* (Корнуолл)	
X b	1,95 ± 0,01	Двуосн. положит. (+)
Y ∧ удлинение ~ 45°		2*V* большой
Z	1,99 ± 0,01	$r < v$

Хим. Основной арсенат меди и свинца. Формула недостоверна, возможно, $(Cu,Pb)_2(AsO_4)(OH)$. Cu и Pb замещаются взаимно в пределах: Pb : Cu = 1 : 2,87 (анал. 2) и Pb : Cu = 1 : 1,08 (анал. 4). Fe″, очевидно, замещает (Cu,Pb) с Fe : (Cu,Pb) = 1 : 5,0 в анал. 4.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO					0,81	0,21
FeO			4,52	5,75	2,38	1,89
CuO	33,03	30,88	23,09	16,51	22,68	29,25
PbO	32,29	30,13	37,76	42,93	43,52	36,44
As_2O_5	32,16	31,76	30,31	29,09	25,60	28,81
H_2O	2,52	4,58	5,15	4,21	3,10	3,27
Прочие		2,65		0,78	2,09	0,46
Сумма	100,00	[100,00]	100,83	99,27	100,18	100,33
Уд. в.		5,35	5,50	5,21	5,44	5,50

1. $(Cu,Pb)_2(AsO_4)(OH)$ с Pb : Cu = 1 : 2,87. 2. Корнуолл. [2] Прочие: Fe_2O_3, CaO и потеря при прокаливании. 3, 4. Тсумеб. [3] Прочие: SiO_2. 5. Тсумеб (*парабайлдонит*, parabayldonite). [3] Прочие: Sb_2O_5. 6. Тсумеб (*купроплюмбит*, cuproplumbite). [3] Прочие: Sb_2O_5.

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. выделяет воду и чернеет. С трудом растворяется в HCl.

Местонахождение. Вторичный минерал, найден с миметизитом, оливенитом и другими арсенатами в окисленной зоне медного месторождения в Тсумебе, Юго-Западная Африка [парабайлдонит, купроплюмбит (частью)]. [4] Первоначально из медных рудников около Сент-Дей, Корнуолл, Англия. Описан из Диу, Алье, Франция. [5]

Изменения. В миметизит (Тсумеб).

Назв. По имени Дж. Байлдона (John Bayldon). *Church* (*J. Chem. Soc. London*, **18**, 265, 1865).

Синонимы. Parabayldonite, Cuproplumbite *Biehl* (Inaug. Diss. Münster, 1919 — *Min. Abs.*, **1**, 202, 1921; *Zs. Kr.*, **62**, 341, 1925).

Ссылки

1. Larsen (45, 1921).
2. Church (1865).
3. Biehl (1919), приведен добавочный анализ.
4. Эти вещества, вероятно, не обнаруживают явного сходства с байлдонитом.
5. Lacroix (**4**, 513, 1910).

42.4.2 **ЛЕЙКОХАЛЬЦИТ** $Cu_2(AsO_4)(OH)\cdot H_2O$ (?) LEUCOCHALCITE

Ромбический (?). Тонкие корочки из игольчатых кристаллов. Цвет белый до зеленовато-белого. Блеск шелковистый.

Опт.[1] В проходящем свете бесцветный.

nX	1,79 $\pm$ 0,01	Двуосн. положит. (+)
nY удлинение	1,807 $\pm$ 0,003	$2V$ большой
nZ	1,84 $\pm$ 0,01	$r < v$, сильная
		Погасание прямое

Хим. Водный основной арсенат меди, вероятно, $Cu_2(AsO_4)(OH)\cdot H_2O$. Небольшие количества P, очевидно, замещают As, а Ca и Mg могут замещать Cu, но чистота исследованного материала сомнительна. Анализ дал: CaO 1,56, MgO 2,28, CuO 47,10, P_2O_5 1,60, As_2O_5 [37,89], H_2O (и CO_2 следы) 9,57, сумма [100,00].

Испытание. В закр. тр. сперва становится зеленым, потом черным и выделяет воду. На угле сплавляется в черное стекло.

Местонахождение. С малахитом и кальцитом в руднике Вильгельмина около Шёлькриппена в Спессарте, Бавария, Германия. Минерал, отнесенный к лейкохальциту, встречается в бледнозеленых волокнистых массах с диоптазом в Миндоули, Бельгийское Конго.[2]

Назв. От λευκός — *белый* и χαλκός — *медь* в соответствии с цветом и составом. *Sandberger*, *Petersen* (*Jb. Min.*, I, 263, 1881).

Синоним. *Нем.* Leukochalcit.

Ссылки

1. Larsen (100, 1921).
2. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **31**, 255 (1908), минерал отличается тем, что Z = удлинению.

42.4.3 **ТАГИЛИТ** $Cu_2(PO_4)(OH)\cdot H_2O$ TAGILITE

Ромбический (?). Пористые, землистые корочки и почковидные конкреции с тонковолокнистым строением. Тв. 3. Уд. в. $\sim$ 3,5. Цвет изумрудно-зеленый до малахитово-зеленого.

Опт.[1] В проходящем свете голубовато-зеленый.

Ориентировка	n (Нижний Тагил)	n (Моравица) тагилит (?)	
X удлинение	1,69 $\pm$ 0,01	1,685 $\pm$ 0,005	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,84 $\pm$ 0,01	1,820 $\pm$ 0,005	$2V$ небольшой
Z	1,85 $\pm$ 0,01	1,820 $\pm$ 0,005	

Хим. Водный основной фосфат меди, $Cu_2(PO_4)(OH)\cdot H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
CuO	61,89	61,29	62,38	61,70
Fe_2O_3		1,50		
P_2O_5	27,60	26,44	26,91	27,42
H_2O	10,51	10,77	10,71	10,25
Сумма	100,00	100,00	100,00	99,37

1. $Cu_2(PO_4)(OH)\cdot H_2O$. 2, 3. Нижний Тагил. No. 2 содержит лимонит. 4. Тагилит (?). Кокимбо, Чили. [2]

Испытание. Подобно либетениту.

Местонахождение. Первоначально найден с либетенитом и псевдомалахитом в Нижнем Тагиле, Урал, СССР. Оптически установлено тождество этого материала с образцами из Моравицы, Венгрия, и химически с образцами из рудника Мерседес, около Кокимбо, Чили. Неисследованные моноклинные кристаллы, имеющие сходство с лироконитом по габитусу, с ясной спайностью по {010} и уд. в. $\sim 4{,}08$, найденные в руднике Арм-Хилф, Уллерсрейт, Саксония, Германия, были отнесены[3] к тагилиту.

Синоним. Tagilith *Hermann* (*J. Pr. Chem.*, **37**, 184, 1846).

Ссылки

1. Larsen (140, 1921).
2. Field, *Gazz. chim. Ital.*, **17**, 225 (1859).
3. Breithaupt, *B. H. Zs.*, **24**, 301 (1865).

42.4.4 СПЕНСЕРИТ $Zn_4(PO_4)_2(OH)_2\cdot 3H_2O$ SPENCERITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$(?).

$a : b : c = 1{,}0125 : 1 : 1{,}0643$; $\beta\ 116°47'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0512 : 0{,}9501 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}0525 : 1{,}1063 : 1$; $\mu\ 63°13'$;

$p_0'\ 1{,}1775$, $q_0'\ 1{,}0643$, $x_0'\ 0{,}5048$

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	26°47′	63°13′	90°00′	.....	63°13′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	63 13	.....
t	120	28 57	90 00	0 00	28 57	77 24	61 03
m	110	47 53½	90 00	0 00	47 53½	70 28	42 06½
l	520	70 07½	90 00	0 00	70 07½	64 55½	19 52½
f	021	13 20½	65 26	63 13	27 45½	62 14½	77 53
k	$\bar{1}02$	90 00	47 33½	42 26½	90 00	20 46½	42 26½
g	$\bar{1}01$	90 00	59 16½	30 43½	90 00	32 29½	30 43½

q	$\bar{2}21$	53	$20^1/_2$	74	20	19	$16^1/_2$	54	$54^1/_2$	31 54	39 26
x	121	38	19	69	46	30	$43^1/_2$	42	36	55 11	54 $25^1/_2$
z	$\bar{2}41$	33	$53^1/_2$	78	58	19	$16^1/_2$	35	26	53 01	56 49
s	346	— 6	45	35	$32^1/_2$	94	48	54	$44^1/_2$	45 $55^1/_2$	93 55
y	$\bar{1}21$	—17	$32^1/_2$	65	52	123	$55^1/_2$	29	31	76 03	105 $57^1/_2$

Менее обычные и редкие:

n 230 *e* 023 *i* $\bar{1}04$ *j* $\bar{3}04$ *h* $\bar{2}01$ *p* $\bar{1}11$

Облик. Кристаллы таблитчатые по {100} и вытянутые по [001], обычно тупо срезаются прямоугольными гранями {$\bar{1}02$}, {001} и {$\bar{1}01$}; иногда копьеобразные с крупными гранями {$\bar{1}21$} и {$\bar{2}21$}. {*h*0*l*} исштрихованы по [010], что вызывается двойникованием. Обычно плотный, сталактитовидный, со столбчатым до пластинчатого строением.

Двойники. Двойниковая плоскость и поверхность срастания {100}. Полисинтетические двойники.

Фигуры травления. Ямки, получающиеся при травлении HNO_3, на {100} показывают вертикальную плоскость симметрии.

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {010} хорошая, по {001} ясная. Тв. 3. Уд. в. 3,14. Цвет чисто белый. Блеск перламутровый, на плоскостях спайности до смолистого.

Опт.[3] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n*	
X почти *a*	1,586	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,602	$2V$ 49, $2E$ 83° (измер.)
Z b	1,606	$r > v$, средняя

Сечения перпендикулярно {100} показывают полисинтетические двойники с максимальным угасанием около 6°.

Хим. Водный основной фосфат цинка, $Zn_4(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 3H_2O$ При нагревании[4] $3H_2O$ выделяются ниже 140°, оставшаяся вода выделяется только около 500°.

Анал.

	1	2	3
ZnO	60,33	60,18	60,39
P_2O_5	26,31	26,19	26,13
H_2O+	13,36	3,50	13,44
H_2O-		9,81	
Сумма	100,00	99,68	99,96
Уд. в.		3,145	3,123

1. $Zn_4(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 3H_2O$. 2. Салмо, Британская Колумбия.[2] Среднее из двух анализов. 3. Салмо, Британская Колумбия.[5]

Испытание. Нагретый в закр. тр. растрескивается и выделяет много воды, остаток желто-белого цвета в горячем состоянии и белый в холодном виде. П. п. тр. легко плавится. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден с гемиморфитом, гопеитом, салмоитом и в глине, богатой цинком (*соконит*, *sauconite*?), в пустотах в окисленных рудах цинка, в руднике Гудзон-Бей, Салмо, горный район Нельсон, Британская Колумбия.

Назв. По имени Леонарда Джемса Спенсера (Leonard James Spencer, 1870—), британского минералога и издателя, бывшего хранителя минералов в Британском музее естественной истории. *Walker* (*Min. Mag.*, **18**, 76, 1916).

Ссылки

1. Walker, *Washington Ac. Sc. J.* **7**, 456 (1917); *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 10, 5 (1918). Переход от Валькера к новой: $\bar{1}00/0\bar{1}0/001$.
2. Walker (1916).
3. Larsen и Berman (167, 1934).
4. Уолкер и Парсонс (Walker и Parsons, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, 58, 1921) оптически изучили продукты обезвоживания.
5. Phillips, *Am. J. Sc.*, **42**, 275 (1916).

САЛМОИТ, Salmoite. *Larsen* (*U. S. Geol. Sur. Bull.*, *679*, 135, 1921).

Бесцветный минерал, найден в кристаллах линзовидной формы и в зернах; смешанный со спенсеритом и гопеитом — в руднике Гудзон-Бей, Салмо, Британская Колумбия. Оптически отрицательный (—), с nX 1,645, nY 1,683, nZ 1,695 (все $\pm$ 0,003), $2V$ около 60°, $r > v$, заметная. Спайности нет. Вероятно, основной фосфат цинка.[1]

Ссылка

1. Phillips, *Am. J. Sc.*, **42**, 275 (1916). Ларсен получил образец от Филлипса.

42.4.5 **ИЗОКЛАЗИТ** $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$ ISOCLASITE

Моноклинный.[1] Неясные мелкие кристаллы, призматические по [001] и хлопьевидные волокна. Спайность по {010} ясная. Тв. $1^1/_2$. Уд. в. 2,92. Бесцветный до снежно-белого. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X b	1,565 $\pm$ 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y	1,568 $\pm$ 0,003	$2V$ средний
$Z \wedge c$ небольшой	1,580 $\pm$ 0,003	

Хим. Основной водный фосфат кальция, $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO	49,15	49,51
P_2O_5	31,11	29,90
H_2O+	19,74	18,53
H_2O-		2,06
Сумма	100,00	100,00

1. $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$. 2. Яхимов.[3]

Испытание. П. п. тр. выделяет нейтральную воду и плавится. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. С халцедоном и доломитом в Яхимове, Чехословакия.

Изменения. Белые измененные кристаллы дали при анализе: Na_2O 9,80, CaO 1,00, MgO 17,30, $(Al,Fe)_2O_3$ 0,36, P_2O_5 34,00, H_2O+9,22, H_2O-24,26, нераств. ост. 0,18, сумма 96,12.

Назв. От ἴσος — *равный* и κλάσις — *излом*, что указывает на спайность.

Синонимы. Isoklas *Sandberger* (*J. pr. Chem.*, **2**, 125, 1870; *Jb. Min.*, 306, 1870). Isoclasite *Dana* (835, 1892).

Ссылки

1. Симметрия выведена из оптических свойств. Приблизительные измерения прикладным гониометром на измененных кристаллах дали $110 \wedge 1\bar{1}0 = 136°50'$ и $001 \wedge 110 = 110°$.
2. Larsen (92, 1921).
3. Анал. Кёттнитца (Köttnitz) у Сандбергера (Sandberger, 1870).

42.4.6 **ЭВХРОИТ** $Cu_2(AsO_4)(OH)\cdot 3H_2O$ EUCHROITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2.

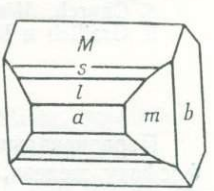
$a : b : c = 0{,}9635 : 1 : 0{,}5866$;[2] $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6088 : 0{,}5866 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9635 : 1{,}6425 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}7047 : 1{,}0379 : 1$

Формы[3]

		φ	$p = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
m	110	46 04	90 00	90 00	43 56	0 00	46 04
e	011	0 00	30 24	30 24	90 00	90 00	69 36
d	021	0 00	49 33½	49 33½	90 00	90 00	40 26½
M	101	90 00	31 20	0 00	58 40	58 40	90 00
s	302	90 00	42 24	0 00	47 36	47 36	90 00
l	201	90 00	50 36	0 00	39 24	39 24	90 00

Структ. ячейка.[4] Пространственная группа $P2_12_12_1$. a_0 10,05 *kX*, b_0 10,50, c_0 6,11; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}957 : 1 : 0{,}582$. Ячейка содержит $Cu_8(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 12H_2O$.



Облик. Короткопризматический по [010] до изометрического, редко толстотаблитчатый по {100}. Грани *m s l* исштрихованы по [010]. Кристаллы обычно имеют по виду кажущуюся ромбодипирамидальную симметрию.

Физ. Спайность по {101} и {110}, следы. Излом неровный до полураковистого. Несколько хрупок. Тв. 3½—4. Уд. в. 3,44 (Либе-

тен),[5] 3,45 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет яркоизумрудный или травяно-зеленый. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете яркий голубовато-зеленый.

Ориентировка[9]	*n* (Либетен)[8]	
X c	1,695 ± 0,003	Двуосн. положит. (+)
Y a	1,698 ± 0,003	$2V$ 29 ± 1° (измер.)[6]
Z b	1,733 ± 0,003	$r > v$, средняя
		Слабо плеохроичен

Хим. Водный основной арсенат меди, $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3H_2O$. Небольшие количества PO_4 замещают AsO_4 в анал. 2.

Анал.[7]

	CuO	As_2O_5	P_2O_5	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	47,21	34,09		18,70	100,00	3,45
2.	47,26	30,90	1,48	19,28	98,92	3,42

1. $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3H_2O$. 2. Либетен.[8] H_2O содержит H_2O — 3,12 и H_2O + 16,16.

Испытание. П. п. тр. плавится. В закр. тр. выделяет воду и становится желто-зеленым. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Из Либетена близ Нейзоля, Венгрия, с оливенитом в виде кристаллов, покрывающих стенки трещин в слюдяном сланце.

Назв. От εὔχροια — *прекрасный цвет*. *Breithaupt* (172, 266, 1823).

Ссылки

1. Ромботетраэдрическая симметрия установлена Берри (Berry, личн. сообщ., 1946).
2. Углы и единичные отрезки по Гайдингеру (Haidinger, *Ann. Phys.*, **5**, 165, 1825 и *Ed. J. Sc.*, **2**, 133, 1825) даны в ориентировке по структурной ячейке. Переход от Гайдингера к новой: 010/001/100.
3. Goldschmidt (**3**, 157, 1916).
4. Berry (1946), методом Вайссенберга на кристаллах из Либетена.
5. Frondel, личн. сообщ. (1946); ранее описанные величины колеблются от 3,34 до 3,42.
6. Larsen (73, 1921). См. также Des Cloizeaux (**2**, 30, 1859).
7. Другие анализы см. у Дэна (Dana, 566, 1868) и Гинтце (Hintze, **1** [4B], 876, 1931).
8. Church, *Min. Mag.*, **11**, 1 (1895).
9. Grailich и Land, *Ak. Wien, Sitzber.*, **27**, 47 (1857).

42.4.7 **Дельвоксит** Delvauxite

Первоначально название относилось к плохо образованному водному фосфату железа, с приблизительным составом $Fe_4(PO_4)_2(OH)_6 \cdot nH_2O$, из Берно, около Визе, в Льеже, Бельгия (анал. 1—3). Цвет желтовато-бурый до буровато-черного или красноватого. Уд. в. 1,85. Затем это название было отнесено к более или менее определенным материалам из других месторождений из Литошице, Чехословакия,[1] в виде изотропных конкреционных масс каштаново-бурого цвета. Уд. в. ~2,00,

тв. $2^1/_2$, $n \sim 1{,}726$ (анал. 4); из Железника, Чехословакия,[1] с n(Na) 1,716; из Пизека, Чехословакия,[2] в виде небольших скорлуповатых красно-бурых корочек с желтой чертой, раковистым изломом и слабо восковым блеском, уд. в. 2,79; из Пайербаха близ Грилленберга, нижняя Австрия, уд. в. 1,845 (анал. 5). Повидимому, является идентичным и пициту (picite). Первоначально найден в руднике Элеонора в Дюнсберге около Гиссен, Нассау, Германия, в виде сталактитов или скорлуповатых гелеподобных оболочек. Тв. 3—4. Уд. в. 2,83. Цвет темнобурый, черта желтая, блеск стеклянный до жирного (анал. 6). Другие месторождения так называемого *пицита*: Хрбек около Сент-Бенигна и Трубин, Чехословакия,[4] и близ Вальдгирмес, Нассау;[10] известен в виде включений (уд. в. 2,38—2,40; n 1,677—1,680) в оолитовых железных рудах на Керченском полуострове, СССР.[11]

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO				2,31		
Fe_2O_3	34,20	36,62	40,44	42,57	34,23	46,50
P_2O_5	16,04	16,57	18,20	20,85	17,38	24,47
H_2O	49,76	46,81	41,13	[23,16]	~50,00	28,03
Прочие				11,11		1,00
Сумма	100,00	100,00	99,77	[100,00]*		100,00

1,2. Визе, Бельгия.[5] Пересчитано после исключения около 10,5% кальцита. Значительное количество воды выделяется ниже 100°.[6] 3. Визе.[7] 4. Литошице, Чехословакия.[8] Прочие: SO_3 0,75, Al_2O_3 6,69, SiO_2 3,67, CaO следы, MgO следы. 5. Пайербах, Австрия.[9] 6. Рудник Элеонора, Нассау.[9] Прочие: Al_2O_3. Пересчитано на 100% после исключения 2,10 нераств. ост.

Назв. По имени Дельво-де-Феф (J. S. P. J. Delvaux de Feuffe, 1782 — ?), бельгийского химика, первого, производившего исследование минерала.

Синонимы. Delvauxene *Dumont* (*L'Institut*, 121, 1839); *Delvaux* (*Ac. Belgique, Bull.*, 147, 1838). Delvauxite *Haidinger* (512, 1845). Picite *Nies* (*Jb. Min.*, 176, 1877; *Ber. Oberhess. Ges.*, **19**, 112, 1880); *Streng* (*Jb. Min.*, I, 116, 1881); Picites resinaceus (?) *Breithaupt* (**3**, 897, 1847).

Ссылки

1. Ulrich, *Rozpr. Ceske Ak.*, **31**, No. 10 (1922).
2. Vrba, *Zs. Kr.*, **15**, 207 (1889).
3. Dittler, *Zs. Chem. Ind. Kolloide*, **4**, 300 (1909).
4. Ulrich (1922); Slavik и Ulrich, *Jb. Min.*, I, 33, 1926; Slavík, *Bull. Intern. Ac. Bohême*, **22**, 32 (1918).
5. Dumont (1839).
6. Church, *Chem. News*, **10**, 157 (1864); и von Hauer, *Jb. geol. Reichsanst., Wien*, **5**, 68 (1854).
7. Delvaux (1838).
8. Veselý, *Rozpr. Ceske Ak.*, **31**, No. 9 (1922).
9. Nies (1880).
10. Streng (1881).
11. Сидоренко, *ДАН СССР*, **43**, 264 (1944).

ТИП 5. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p=2:1$

42.5.1 ЛЕЙКОФОСФИТ LEUCOPHOSPHITE

Мелкозернистые мелоподобные массы. Рыхлый. Уд. в. от 2,30 до 2,65. Цвет белый до зеленоватого. Двупреломляет. Результаты анализа [1] (после исключения кварца 52,75, рутила 0,48, хромита 1,07, углистого материала 1,03%): Na_2O 0,13, K_2O 7,88, $(NH_4)_2O$ 0,09, MgO 0,73, MnO 0,22, CaO следы, Fe_2O_3 32,82, Al_2O_3 12,73, P_2O_5 26,69, CO_2 0,17, H_2O+ 12,28, H_2O- 6,59, сумма 100,33. Приблизительная формула $K_2(Fe, Al)_7(PO_4)_4(OH)_{11} \cdot 6H_2O$. Растворяется в HCl, не растворяется в воде. Найден с варисцитом, халцедоном и опалом в прожилках в серпентине на берегу озера Вильхамби, Нингханбоун-Хиллс, Западная Австралия. Повидимому, образуется при действии растворов, получающихся из птичьего гуано, на серпентин. Название дано в соответствии с цветом и составом. *Simpson* (*J. Roy. Soc. Western Australia*, **18**, 69, 1931—1932).

Ссылка

1 Анал. Муррея (Murray) у Симпсона (Simpson, 1931—1932).

42.5.2 СЕРИЯ ЧИЛЬДРЕНИТА

42.5.2.1 **ЧИЛЬДРЕНИТ** $(Fe'',Mn'')Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ CHILDRENITE

42.5.2.2 **ЭОСФОРИТ** $(Mn'',Fe'')Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ EOSPHORITE

Крист. [1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

ЧИЛЬДРЕНИТ ($Fe:Mn \sim 9:1$)

$a:b:c=0{,}7780:1:0{,}5258$; $p_0:q_0:r_0=0{,}6758:0{,}5258:1$

$q_1:r_1:p_1=0{,}7780:1{,}4798:1$; $r_2:p_2:q_2=1{,}9020:1{,}2853:1$

ЭОСФОРИТ ($Fe:Mn \sim 1:4$)

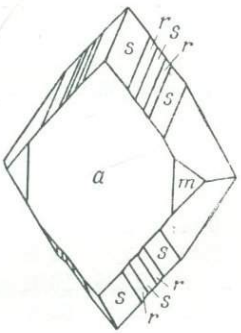
$a:b:c=0{,}7745:1:0{,}5139$; $p_0:q_0:r_0=0{,}6635:0{,}5139:1$

$q_1:r_1:p_1=0{,}7745:1{,}5072:1$; $r_2:p_2:q_2=1{,}9459:1{,}2911:1$

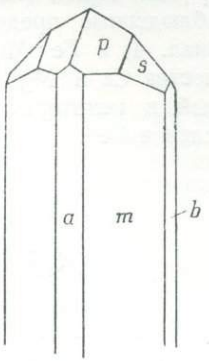
Формы [2]

		Чильдренит	Эосфорит	φ	$\rho=C$	φ_1	$\rho_1=A$	φ_2	$\rho_2=B$
b	010	*	*	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	*	*	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
u	140	*		17 53½	90 00	90 00	72 06½	0 00	17 53½
g	120	*		32 50½	90 00	90 00	57 09½	0 00	32 50½
m	110	*	*	52 14	90 00	90 00	37 46	0 00	52 14
n	320		*	62 41	90 00	90 00	27 19	0 00	62 41
p	111	*	*	52 14	40 00½	27 12	59 27½	56 26	66 48½
q	232		*	40 43	45 29½	37 51	62 17	56 26	57 17
s	121	*	*	32 50½	50 44½	45 47½	65 10½	56 26	49 25
r	131	*		23 17	59 13	57 02	70 09	56 26	37 54

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Bba* 2. a_0 10,38 Å, b_0 13,36, c_0 6,911; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}776 : 1 : 0{,}517$ [Fe : Mn ~ 9 : 1]. Ячейка содержит $(Fe'',Mn)_8Al_8(PO_4)_8(OH)_{16} \cdot 8H_2O$.



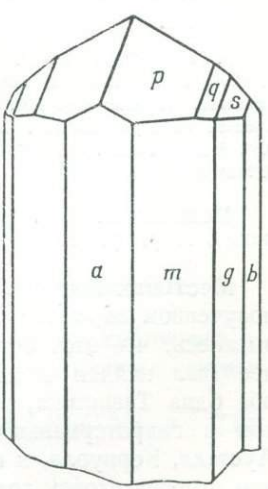
Чильдренит. Корнуолл.



Эосфорит. Поланд, Мэн.

Облик. Кристаллы чильдренита изометричные или пирамидальные до короткопризматических по [001] и толстотаблитчатые по {010}, также таблитчатые по {100}. Кристаллы эосфорита от коротко до длиннопризматических по [001]. Зона призм исштрихована вдоль [001]. Часто в виде радиальных групп отдельных кристаллов, почковидных масс или корок с грубоволокнистой структурой; реже массивные.

Физ. Спайность по {100} плохая. Излом полураковистый до неровного. Тв. 5. Уд. в. 3,25 ± 0,03 (конечный член *чильдренит*) до 3,06 ± 0,02 (конечный член *эосфорит*); [4] 3,18 (вычисл. для *чильдренита*). Блеск стеклянный до несколько смоляного. Цвет коричневый и желтовато-коричневый у чильдренита до розового или красного, как роза у эосфорита. Черта белая. Прозрачный до просвечивающего.



Эосфорит. Бранчвилл.

Опт. [4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (чильдренит, конечный член)	*n* (эосфорит, конечный член)	Плеохроизм	
X b	1,649	1,628	Желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,683	1,648	Розовый	$r < v$, сильная
Z c	1,691	1,657	Бледнорозовый до бесцветного	
2V		~ 50°		

Хим. Водный основной фосфат алюминия с двухвалентным железом и марганцем, $(Fe'',Mn'')Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$. Fe'' и Mn взаимно замещаются, и, вероятно, между этими двумя видами простирается полная изоморфная серия, но приведенные анализы близки к концам серии. Наблюденные пределы замещения $Fe : Mn = 3{,}0 : 1$ у чильдренита (анал. 4) и $Fe : Mn = 1 : 3{,}2$ у эосфорита (анал. 5). Небольшие количества Ca и Mg замещают в некоторых анализах (Fe,Mn). Приведенный в некоторых анализах Fe''', повидимому, происходит из-за окисления Fe''.

Анал. [5]

	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO		0,65			0,54	0,84		
FeO	31,26	28,56	21,69	23,45	7,40	3,74	1,38	
MnO		3,11	4,21	7,74	23,51	27,65	29,94	30,98
Al_2O_3	22,18	21,43	21,11	15,85	22,19	20,51	22,37	22,26
P_2O_5	30,88	29,92	30,70	30,65	31,05	30,38	29,89	31,02
H_2O	15,68	15,80	16,37	17,10	15,60	15,59	15,34	15,74
Прочие		0,37	5,36	4,54	0,33	1,82	0,90	
Сумма	100,00	99,84	99,44	99,33	100,62	100,53	99,82	100,00
Уд. в.			3,05	3,22	3,134	3,067		

1. $Fe''Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$. 2. Чильдренит. 3. Рудник Криннис, Корнуолл. [6] Прочие: Na_2O. 3. Чильдренит? Льяльягуа, Боливия. [7] Прочие: SiO_2 2,63, Fe_2O_3 2,15, MgO 0,58. 4. Чильдренит. Тависток. [8] Прочие: MgO 1,03, Fe_2O_3 3,51. 5. Эосфорит. Бранчвилл, Коннектикут. [9] Прочие: Na_2O. Среднее из двух анализов. 6. Эосфорит. Ньюри, Мэн. [10] Прочие: BeO 0,27, MgO 0,36, Fe_2O_3 0,56, F 0,18, нераств. ост. 0,45. 7. Эосфорит. Бакфилд, Мэн. [11] Прочие: нераств. ост., F следы. 8. $Mn''Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$.

Испытание. П. п. тр. вспучивается и плавится в черный магнитный шарик. В закр. тр. дает нейтральную воду. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Первоначально чильдренит был описан в образце, полученном из месторождения Тависток в Девоншире, Англия. Указывалось, что этот образец был взят из котлована для канала. Позднее был найден в Вил-Креборе и в руднике Джордж и Шарлотта, оба близ Тавистока, вместе с сидеритом, кварцем, пиритом и апатитом в гидротермальных жилах. Также из рудника Криннис, Сан-Аустелл, Корнуолл, и с циннвальдитом, турмалином, апатитом и каолином в пегматитовом граните в Грейфенштейне близ Эренфридерсдорфа в Саксонии, Германия. Из Льяльягуа, Боливия, [12] с паравокситом. Эосфорит впервые был описан из Бранчвилла, округ Фэрфилд, Коннектикут, США, совместно с родохрозитом, литиофилитом, триплоидитом, дикинсонитом в гранитном пегматите. Также вместе с родохрозитом, апатитом и марганцевым фосфатом в пегматите в Ньюри, Поланд, Бакфилд, Маунт-Мика, Блэк-Маунтин и Геброн, — все в Мэне, и в руднике Палермо близ Норд-Гротона, Нью-Гэмпшир. В Хагендорфе близ Плейштейна, Бавария, Германия.

Назв. *Чильдренит* по имени английского химика и минералога Дж. Г. Чильдрена (J. G. Children, 1777—1852). *Brooke* (*Quart. J. Sc. Lit. Arts*, **16**, 274, 1823). *Эосфорит* от ἑωσφορος — *рожденный зарей*, имея в виду розовый цвет. *Brush* и *Dana* (*Am. J. Sc.*, **16**, 35, 1878).

Ссылки

1. Элементы эосфорита вычислены Ла Форжем (La Forge, личн. сообщ., 1937) из средних величин всех углов, приведенных Драгмэном (Drugman, *Min. Mag.*, **17**, 193, 1915) на анализированных кристаллах из Поланда, Мэйн, и Брачем и Дэна (Brush и Dana, 1878) на кристаллах из Бранчвилла (анал. 5). Элементы чильдренита определил Миллер (Miller, 519, 1852) по кристаллам плохого качества из рудника Джордж и Шарлотта.

2. Goldschmidt (**2**, 136, 1913); Drugman (1915); Slavik, *Bull. Ac. Sc. Bohême*, **14**, No. 4 (1914). Здесь формы чильдренита вычислены исходя из отношения осей эосфорита. Также (301), неясная, на чильдрените.

3. Barnes, *Am. Min.*, **34**, 12 (1949), на кристаллах из Тавистока прецезионным методом.

4. Уд. в. и показатели преломления определены путем графической экстраполяции опубликованных значений: Otto, *Min. Mitt.*, **47**, 89 (1935); Drugman (1915); Palache и Shannon, *Am. Min.*, **13**, 392 (1928); Landes, *Am. Min.*, **10**, 384 (1925); Larsen (57, 72, 1921); Mason, *Geol. För. Forh.*, **64**, 335 (1942).

5. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4B], 930, 933, 1931).

6. Otto (1935).

7. Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 349 (1944).

8. Church, *J. Chem. Soc. London*, **26**, 103 (1873).

9. Penfield, *Am. J. Sc.*, **16**, 40 (1878).

10. Анал. Шеннона (Shannon) у Пэлача и Шеннона (Palache и Shannon, 1928).

11. Анал. Вассара (Vassar) у Ландеса (Landes, 1925).

12. Этот материал нельзя сравнивать с другими членами этой серии по удельному весу и показателям преломления; см. также анал. 3.

42.5.3 ДАВИСОНИТ $Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$ (?) DAVISONITE

В виде гроздевидных или сферолитовых корок, состоящих из толстых волокон. Поперечное сечение волокон оказывается гексагональным.

Физ. Совершенная базальная спайность. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 2,85. Цвет белый.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

nO	1,601	Одноосн. отрицат. (—)
nE	1,591	

Хим. Водный основной фосфат кальция и алюминия, вероятно, $Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$. В единственном анализе материала из Фэрфилда щелочи не определены, они могут присутствовать в малых количествах в качестве одних из составляющих.

Анал.

	1	2	3
CaO	36,80	40,30	41,70
MgO		1,38	5,92
Al_2O_3	22,30	11,82	15,15
P_2O_5	31,05	33,10	30,33
H_2O+	9,85	11,60	6,67
Cl			0,22
Сумма	100,00	98,20	99,99

1. $Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[1] Пересчитано из первоначальной суммы после исключения нескольких процентов примеси крандаллита. Щелочи не определены; анализ произведен на образце в 0,1 *г*. 3. Дависонит (?), Диамантина, (Бразилия).[2] Пересчитан после исключения 28,56% нераств. ост.

Местонахождение. В Фэрфилде, округ Юта, Юта, заполняя пустоты в крандаллите и делтаите в включениях варисцита. Минерал, относимый к дависониту, был найден в Дамазио, близ Диамантина, Минас-Жераис, Бразилия (анал. 3).

Назв. По имени Дж. М. Дависона (J. M. Davison, 1840—1915), из университета в Рочестере, который первый описал вардит из Фэрфилда. Ларсен ошибочно написал это имя как *Dennison*.

Синонимы. Dennisonite *Larsen* and *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 322, 1930).

Ссылки

1. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).

2. Анал. Андраде (Andrade) у Гимарэса (Guimarães, *Monog. Serv. Geol. Minas Geraes*, No. 2, 1934).

3. Guimarães (1934); показатели преломления даны (*nO* 1,633, *nE* 1,628, для Na) значительно выше, чем у дависонита.

42.5.4 **ВАРДИТ** $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_8(OH)_{18} \cdot 6H_2O$* WARDITE

Крист.[1] Тетрагональная (пирамидальный — 4?)

$$a : c = 1 : 2{,}682; \quad p_0 : r_0 = 2{,}682 : 1$$

Формы

		φ	ρ	*A*	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
t	012	0 00	53 17	90 00	55 28
u	011	0 00	69 33	90 00	48 30½
b	114	45 00	43 28½	60 53½	90 00

* Эта формула в оригинале отличается от формулы вардита, указанной в классификации фосфатов, см. стр. 37. — *Прим. ред.*

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P4$ или $P4_3$. a_0 7,04 ± 0,02*kX*, c_0 18,88 ± 0,02; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}682$. Содержит $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_8(OH)_{18} \cdot 6H_2O$.

Облик. Пирамидальный по {102} или {114}, с {001}, обычно имеющийся в виде маленькой блестящей грани. {102} имеет горизонтальную штриховку и все формы, кроме {001}, обычно неровные, и дают плохие рефлексы. Также в виде зернистых агрегатов и корок, субпараллельных агрегатов грубых волокон и концентрически зональных сферолитов.

Физ. Спайность по {001} совершенная. Тв. 5. Уд. в. 2,87 (Монтебра),[3] 2,81 (Фэрфилд[4]); 2,87 (вычисл.). Цвет сине-зеленый до бледнозеленого, постепенно переходящий в бесцветный. Блеск стеклянный. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный. Базальные сечения кристаллов из Монтебра (*суманзит*, *soumansite*) разделяются на четыре аномально двуосные сектора с $Y = [101]$, $Z = [001]$ и $2E(+)$, достигающие 70°.

	n (Монтебра)[5]	n (Фэрфилд; анал. 2)[5]	
O	1,586	1,590 ± 0,005	Одноосн. положит. (+)
E	1,595	1,599 ± 0,005	

Хим. Водный основной фосфат натрия, кальция и алюминия, $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_8(OH)_{18} \cdot 6H_2O$. Оказывается, что вардит структурно связан с миллиситом.

Анал.[8]

	1	2	3
Na_2O	7,61	5,98	7,0
K_2O		0,24	0,6
CaO	3,44		3,0
Al_2O_3	37,53	[38,25]	36,6
P_2O_5	34,84	34,46	34,9
H_2O	16,58	17,87	17,9
Прочие		3,20	
Сумма	100,00	[100,00]	100,00
Уд. в.	2,87	2,77	2,81

1. $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_3(OH)_{13} \cdot 6H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[6] Вероятно, анализ был сделан на нечистом образце. Прочие: MgO 2,40, CuO 0,04, FeO 0,76. 3. Фэрфилд, Юта.[7] Анализ пересчитан после исключения 8% миллисита.

Испытание. Плавкость 3 со вспучиванием до пузырчатого стекла. Трудно, но полностью растворяется в кислотах.

Местонахождение. В округлых выделениях варисцита в Фэрфилде, округ Юта, Юта, совместно с миллиситом и крандаллитом. Вардит часто встречается в прорастании с миллиситом или в виде послойно развивающегося продукта изменения последнего минерала. Вардит встре-

чается также как продукт изменения амблигонита в Монтебра в Сумансе, департамент Крёз, Франция (*суманзит*), и был отмечен в варисцитовых залежах в Аматрис-Хилле и Люцине, Юта. В виде больших кристаллов в пегматите в Берил-Маунтине близ Вест-Андовера, Нью-Гэмпшир.[10]

Назв. По имени Генри А. Варда (Henry A. Ward, 1834—1906), американского натуралиста, коллекционера и торговца. *Davison* (*Am. J. Sc.*, **2**, 154, 1896).

Синоним, Soumansite *Lacroix* (**4**, 541, 1910).

СУМАНЗИТ, Soumansite. *Lacroix* (**4**, 541, 1910). Показана тождественность с вардитом.[9]

Ссылки

1. Отношения осей из размеров элементарной ячейки Ларсена (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 292, 1942). Формы по Пау (Pough, *Am. Mus. Nov.*, No. 932, 1937). Переход от Пау к новой: 100/010/002. Рентгенометрическое отношение осей было предпочтено морфологическому ($a:c = 1:2{,}6234$), основанному на кристаллах очень низкого качества. Тождественность некоторых форм неясная; {13.0.24} и {9.0.14} Пау взяты как {102} и {203}. Также сомнительны: 302, 227, 138, 4.9.24, 3.5.15.
2. Larsen (1942), методом Вайссенберга на кристаллах из Фэрфилда.
3. Lacroix (1910).
4. Larsen и Shannon, *Am. Min.*, **15**, 315 (1930); Дависон (Davison, 1896) дал 2,77.
5. Larsen и Shannon (1930).
6. Davison (1896).
7. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).
8. Частичный анализ Пизани (Pisani), цитированный у Лакруа (Lacroix. 1910) на 40 *мг* материала из Монтебра, дал Al_2O_3 36,5, P_2O_5 31,5%.
9. Larsen и Shannon (1930), подтверждено Фронделем (Frondel, личн. сообщ., 1947) посредством рентгеновского метода вращения по [001] на типичном материале.
10. Frondel, личн. сообщ. (1949).

42.5.5 **МИЛЛИСИТ** $(Na,K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3H_2O$ MILLISITE

В виде халцедонообразных корок или сферолитов с тонкой волокнистой структурой. Вероятно, тетрагональный.[1]

Физ. Спайность по {001} (?).[1] Тв. 5½. Уд. в. 2,83; 2,87 (вычисл.).[2] Цвет белый до светлосерого.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

nX	1,584	Двуосн. положит. (+)
nY	1,598	$2V$ умеренный
nZ	1,602	Удлинение отрицательное

Хим. Водный основной фосфат натрия, кальция и алюминия, $(Na,K)CaAl_2(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3H_2O$. В анализируемом образце Na : K = 5 : 2. Повидимому, миллисит изоструктурен с вардитом и по составу сходен с этим видом.

Анал.

	1	2
Na_2O	2,71	2,8
K_2O	1,65	1,7
CaO	6,87	7,1
MgO		0,2
Al_2O_3	37,45	36,3
P_2O_5	34,77	33,8
H_2O	16,55	18,0
Сумма	100,00	99,9

1. $(Na,K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3H_2O$, с Na : K = 5 : 2. 2. Фэрфилд, Юта.[3] Среднее из двух анализов, пересчитано после исключения 5% вардита и 1% дависонита.

Испытание. Плавкость $3^1/_2$, с легким вспучиванием в пузырчатое стекло.

Местонахождение. Найден переслаивающимся с зеленым вардитом в варисцитовых конкрециях в Фэрфилде, округ Юта, Юта.

Назв. По имени Ф. Т. Миллиса из Леи, Юта (F. T. Millis), нашедшего первый образец. *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 329, 1930).

Ссылки

1. Вывод сделан по рентгенометрическим исследованиям Ларсена (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 294, 1942), который показывает, что минерал изоструктурен с вардитом.
2. Вычислено по измеренному объему ячейки вардита и анал. 2.
3. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).

42.5.6 **ЛЕХИИТ** $(Na,K)_2Ca_5Al_8(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 6H_2O$ (?)

LEHIITE

Найден в виде слоев и корок, состоящих из субпараллельных агрегатов волокон. Тв. $5^1/_2$. Уд. в. 2,89. Цвет белый до серого.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

nX	1,600	Двуосн. отрицат. (—)
nY	1,615	$2V$ очень большой
nZ	1,629	Волокна имеют большой угол погасания

Очень тонкий волокнистый материал из Фэрфилда, описанный позднее,[1] имеет приблизительное прямое угасание с nX параллельно удлинению = 1,605, $n \perp$ удлинению = 1,620.

Хим. Основной водный фосфат натрия, калия, кальция и алюминия неопределенной формулы, вероятно, $(Na, K)_2Ca_5Al_8(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 6H_2O$. В единственном приведенном анализе Na : K ~ 2 : 1.

Анал.

	1	2
Na_2O	2,68	3,08
K_2O	2,03	2,25
CaO	18,15	18,10
Al_2O_3	26,39	27,79
P_2O_5	36,76	34,64
H_2O	13,99	14,19
Нераств. ост.		0,58
Сумма	100,00	100,63

1. $(Na,K)_2Ca_5Al_5(PO_4)_5(OH)_{12}\cdot 6H_2O$, с Na : K = 2 : 1. 2. Фэрфилд, Юта.[2] Анализ на 0,2 *г*.

Местонахождение. В Фэрфилде, близ Лехи, округ Юта, Юта, совместно с варидитом, миллиситом, кранделлитом и иногда с гордонитом в наружных частях измененных округлых выделений варисцита.

Назв. По местонахождению близ Лехи, Юта. *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 329, 1930).

Ссылки

1. Larsen, *Am. Min.*, **27**, 294 (1942).
2. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1915).

42.5.7 **МИКСИТ** $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10}\cdot 6H_2O$ MIXITE

Крист.[1] Гексагональная — *P*.

$$a : c = 1 : 0{,}431; \quad p_0 : r_0 = 0{,}497 : 1$$

Структ. ячейка.[2] Симметрия Лауэ $6/m$; пространственная группа не определена. a_0 13,84 ± 0,10 Å, c_0 5,96 ± 0,05, $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}431$. Ячейка содержит $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10}\cdot 6H_2O$.

Облик. Кристаллы в виде волосков, удлиненные по [0001] с глубокой вертикальной штриховкой и под микроскопом кажущиеся шестисторонними. В виде групп, растущих пучками или натеков; также компактные почковидные или сферические массы с частично концентрической волокнистой структурой; в виде поперечно-волокнистых прожилок.

Физ. Тв. 3—4. Уд. в. 3,79 (Юта);[3] 3,77 (вычисл.). Блеск тусклый (у агрегатов) до яркого (у отдельных кристаллов). Цвет изумрудно-зеленый до синевато-зеленого, бледнозеленый или белесоватый. Черта несколько светлее, чем цвет.

Опт.[4] В проходящем свете бледнозеленый до бесцветного.

	n (район Тинтик)	*n* (рудник Маммот, Тинтик)	Плеохроизм	
O	1,743 ± 0,003 (неплеохроичен)	1,730 ± 0,003	Почти бесцветный	Одноосн. положит. (+)
E	1,830 ± 0,003	1,810 ± 0,003	Яркозеленый	

Хим.[5] Водный основной арсенат меди и висмута, вероятно, $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10} \cdot 6H_2O$. Zn, Fe'' и Ca могут заменять Cu, и P может заменять As до определенных пределов. Около половины содержащейся воды теряется при нагревании до 175°.[8]

Анал.[10]

	1	2	3
CuO	46,53	44,23	43,89
ZnO			2,70
FeO		1,52	
CaO		0,83	0,26
Bi_2O_3	12,39	12,25	11,18
As_2O_5	30,54	29,51	28,79
P_2O_5		1,05	0,06
H_2O	10,54	11,06	11,04
Прочие			1,39
Сумма	100,00	100,45	99,31
Уд. в.	3,77		3,79

1. $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10} \cdot 6H_2O$. 2. Яхимов, Чехословакия.[6] 3. Область Тинтик, Юта.[7] Прочие Fe_2O_3 0,97, SiO_2 0,42.

Местонахождение. Впервые описан из Яхимова, Чехословакия, где он встречается с висмутином, смальтином и самородным висмутом. Найден с эритрином в трещинах в барите в руднике Сант-Антон близ Виттихена и в Фрейденштадте и Булахе в Бадене. Также в Шнееберге, Грауле и Нейштедтле в Саксонии, и в Нейбулахе, Вюртемберг. В США в руднике Маммот и в других местах области Тинтик, Юта. С висмутином в руднике Эль-Кармен, Дуранго, Мексика.

Назв. По имени А. Микса (A. Miха), чиновника горного ведомства в Яхимове. *Schrauf* (*Zs. Kr.*, **4**, 278, 1880).

Синоним. Chlorotile *Frenzel* (*Min. Mitt.*, 42, 1875).

ХЛОРОТИЛ, Chlorotile. *Frenzel* (*Min. Mitt.*, 42, 1875). Первоначально был описан как водный медный арсенат из Шнееберга и Циннвальда, Саксония, но показано,[9] что он идентичен с микситом.

Ссылки

1. Сингония и отношение осей из структурной ячейки Пабста (Pabst, личн. сообщ., 1948).

2. Pabst (1948), на кристаллах из области Тинтик, Юта, методом Вайссенберга.

3. Hillebrand и *Washington*, *Am. J. Sc.*, **35**, 298 (1888), на кристаллах из области Тинтик, Юта. Значение 2,66 Шрауфа (Schrauf, 1880) ошибочно.

4. Larsen, 111 (1921).

5. Формула, первоначально установленная Шрауфом (Schrauf, 1880), лишь немного отличается от той, которая приводится здесь и основывается на подсчете состава ячейки по имеющимся только двум полным анализам. Можно предполагать, что медь и ее заместители занимают двенадцатикратное положение или комбинацию положений и некоторые группы

ионов (OH) занимают положение ионов (AsO_4), как указано в формуле $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_4(OH)_6 \cdot 6H_2O$.

6. Schrauf (1880).

7. Анал. Гиллебранда (Hillebrand) у Гиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, 1888).

8. Schrauf (1880).

9. Gordon, *Ac. Sc. Philadelphia, Proc.*, **77**, 1 (1925), и подтвержден рентгеновским исследованием Фронделя (Frondel, личн. сообщ., 1947).

10. Дополнительные анализы см. у Шрауфа (Schrauf, 1880) и Гиллебранда и Вашингтона (Hillebrand и Washington, 1888).

КЕГЁИТ, Kehoeite. Белые мелоподобные массы. Уд. в. промытого порошка 2,34. Изотропный, с n в пределах от 1,52 до 1,54. Анализ дал: MgO 0,08, CaO 2,70, ZnO 11,64, Al_2O_3 24,84, Fe_2O_3 0,78, P_2O_5 26,76, SO_3 0,50, Cl следы, H_2O 31,06, нераств. ост. 1,76, сумма 100,12 (первоначальная сумма была дана 100,02). Это приближается к $Al_8(Zn,Ca)_3(PO_4)_6(OH)_{12} \cdot 21H_2O$ с Zn : Ca ~ 3 : 1. При нагревании 14,2 весовых процентов теряется при 110°, 3,34% добавочно при 120°, остаток воды выделяется только при красном калении. Не плавится. Не растворяется в воде, но легко растворяется в разведенных кислотах или концентрированном растворе KOH. Найден в виде тонких жилок и скоплений в сфалерит-галенит-пиритовой руде в руднике Меррит, Галена, округ Лауренс, Южная Дакота. Назван по имени Генри Кегё (Henry Kehoe), который первый наблюдал этот минерал. *Headden* (*Am. J. Sc.*, **46**, 22, 1893).

Ссылка

1. Larsen (95, 1921).

ТИП 6. $(AB)_m(XO_4)_p Z_q \cdot xH_2O$, с $m : p = 7 : 4$

42.6.1 САМПЛЕИТ $NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5H_2O$ SAMPLEITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}2526 : 1 : 0{,}2513$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9949 : 0{,}2513 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}2526 : 1{,}0052 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 3{,}9793 : 3{,}9588 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
m	110	75 49½	90 00	90 00	14 10½	0 00	75 49½
d	150	38 22½	90 00	90 00	51 37½	0 00	38 22½
r	021	0 00	26 41	26 41	90 00	90 00	63 19
p	111	75 49½	45 44½	14 06½	46 01½	45 12½	79 54

Структ. ячейка.[2] Ромбическая. a_0 9,70 *kX*, b_0 38,40, c_0 9,65; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}2526 : 1 : 0{,}2513$. Ячейка содержит $Na_8Ca_8Cu_{40}(PO_4)_{32} \cdot Cl_8 \cdot 40H_2O$.

Облик. В виде очень тонких дощатовидных кристаллов, уплощенных по {010} и удлиненных по [001].

Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} и {001} хорошая. Тв. ~4. Уд. в. 3,20; 3,26 (вычисл.). Блеск жемчужный на {010}. Цвет светлосиний до сине-зеленого. Прозрачный.

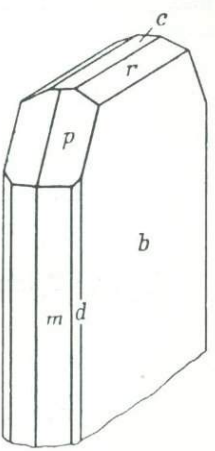
Опт. В проходящем свете синий.

Ориентировка	n (Na)	Плеохроизм	
X b	1,629 ± 0,001	Темносиний	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,677 ± 0,001	Светлосиний	$2V$ 22°34′ (вычисл.)
Z c	1,679 ± 0,001	Бесцветный	$r > v$

Хим. Водный хлоридофосфат натрия, кальция и меди, $(Na, K)CaCu_5 \cdot (PO_4)_4Cl \cdot 5H_2O$.

Анал.

	1	2
Na_2O	3,50	3,11
K_2O		1,49
CaO	6,33	5,83
MgO		0,52
CuO	44,89	44,12
Cl	3,99	4,00
P_2O_5	32,03	32,10
H_2O	10,16	9,74
Сумма	100,90	100,91
O = Cl	0,90	0,91
	100,00	100,00
Уд. в.	3,26	3,20



1. $NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5H_2O$. 2. Чукикамата, Чили. [3]

Испытание. Плавкость 2, в черный шарик. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден в сильно окисленной руде в Чукикамата, Чили, вместе с гипсом, атакамитом, либетенитом, ярозитом и лимонитом.

Назв. По имени Мат Сампля (Mat Sample), в течение многих лет управлявшего рудником Чукикамата. *Hurlbut* (*Am. Min.*, **27**, 586, 1942).

Ссылки

1. Из-за плохого качества кристаллов можно было получить только приблизительные гониометрические измерения, а таблица углов вычислена из элементов структурной ячейки.
2. По фотографиям Вайссенберга при вращении вокруг оси c.
3. Анализ Гонье (Gonyer) у Харлбата (Hurlbut, 1942).

42.6.2 ГРУППА БИРЮЗЫ

ТРИКЛИННАЯ, ПИНАКОИДАЛЬНЫЙ — $\bar{1}$

	a_0	b_0	c_0	α	β	γ
Бирюза, $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$	7,47 *kX*	9,93	7,67	111°39′	115°23′	69°26′
Халькосидерит, $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$	7,66	10,18	7,88	112 29	115 18	69 00

Бирюза и халькосидерит образуют, вероятно, непрерывную серию путем взаимного замещения Fe''' и Al, хотя все анализы очень близки к алюминиевому концу серии. Оба вида образуются при атмосферных условиях: бирюза в измененных алюминистых горных породах, а редкие образцы халькосидерита главным образом в железных шляпах рудных месторождений.

42.6.2.1 **БИРЮЗА** $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$ TURQUOIS

42.6.2.2 **ХАЛЬКОСИДЕРИТ** $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$ CHALCOSIDERITE

Крист.[1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

БИРЮЗА[2]

$a : b : c = 0{,}7523 : 1 : 0{,}7703$; α 111°39′; β 115°23′; γ 69°26′

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0192 : 0{,}7453 : 1$; λ 75°02′; μ 69°54′; ν 103°17′

p'_0 1,1677, q'_0 0,8539, x'_0 0,4744, y'_0 0,2959

Формы

		φ	ρ	A	B	C
c	001	58°03′	29°13′	69°54′	75°02′	.....
b	010	0 00	90 00	103 17	.....	75°02′
a	100	103 17	90 00	.....	103 17	69 54
m	110	62 44	90 00	40 33	62 44	60 53
M	$1\bar{1}0$	134 38	90 00	31 21	134 38	83 29

ХАЛЬКОСИДЕРИТ[3]

$a : b : c = 0{,}7525 : 1 : 0{,}7741$; α 112°29′; β 115°18′; γ 69°00′

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0182 : 0{,}7496 : 1$; λ 74°15′; μ 70°20′; ν 103°29′

p'_0 1,1700, q'_0 0,8614, x'_0 0,4725, y'_0 0,3119

Формы

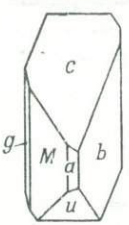
		φ	ρ	A	B	C
c	001	56°34′	29°31′	70°20′	75°15′	.....
b	010	0 00	90 00	103 29	.....	74°15′
a	100	103 29	90 00	.....	103 29	70 20
m	110	62 39	90 00	40 50	62 39	60 40
M	$1\bar{1}0$	134 55	90 00	31 26	134 55	84 17
d	$2\bar{3}0$	143 59	90 00	40 30	143 59	88 44
	$5\bar{9}0$	148 02	90 00	44 33	148 02	90 43
	$3\bar{7}0$	153 30	90 00	50 01	153 30	93 25
g	$1\bar{3}0$	158 17	90 00	54 48	158 17	95 45
u	$\bar{1}\bar{1}1$	—112 47	35 49	118 09	103 06	65 01

Структ. ячейка. [4] Пространственная группа $P\bar{1}$.

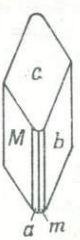
	a_0	b_0	c_0	α	β	γ	$a_0 : b_0 : c_0$
Бирюза	7,47 *kX*	9,93	7,67	111°39′	115°23′	69°26′	0,7523 : 1 : 0,7703
Халькосидерит	7,66	10,18	7,88	112 29	115 18	69 00	0,7525 : 1 : 0,7741

Ячейка содержит $Cu(Al,Fe)_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$.

Облик. Кристаллы бирюзы редки: короткопризматические по [001] с большими гранями c {001}, b {010} и M {$1\bar{1}0$}. Обычно массивный,



Халькосидерит. Корнуолл.



Бирюза.

плотный и скрытокристаллический до тонкозернистого; также в виде прожилок или корок и в форме сталактитов и конкреций. Халькосидерит встречается в виде корок или снопообразных групп кристаллов; короткопризматический по [001] с большими гранями {001}, {010}, {$1\bar{1}0$} и {$\bar{1}\bar{1}1$}.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {010} хорошая. Излом плотной бирюзы — мелкораковистый до гладкого. Тв. 5—6 (бирюза), $4^1/_2$ (халькосидерит). Уд. в. бирюзы 2,6—2,8 (плотная), 2,84 (кристаллы); [4] 2,91 (вычисл.). Блеск кристаллов стеклянный, у плотной бирюзы — несколько восковой, слабый. Цвет плотной бирюзы небесно-голубой, синевато-зеленый до яблочно-зеленого,

зеленовато-серого и от полупрозрачного до непрозрачного, кристаллы яркосиние и прозрачные; халькосидерит светлозелено-желтый и прозрачный. Цвет большей части бирюзы изменяется от обработки кислотами или аммиаком или вследствие воздействия сухой атмосферы. Черта белая или зеленоватая до бледнозеленой.

Опт.[5]

	Бирюза			Халькосидерит		
	φ	ρ	n (Na)	φ	ρ	n(Na)
X	—30°	60°	1,61	107°	57°	1,775
Y	63	83	1,62	—143	68	1,840
Z	163	32	1,65	—32	40	1,844
Знак		+			—	
$2V$		$40 \pm 2°$			$22 \pm 2°$	
Дисперсия		$r < v$, сильная			$r > v$, очень сильная перекрещенная	

Как бирюза, так и халькосидерит слабо плеохроичны в толстых зернах с бесцветным X и бледнозеленым Z.

Хим. Водный основной фосфат окиси железа и алюминия, $Cu(Al,Fe)_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$. Названия *бирюза* и *халькосидерит* даются материалу соответственно с $Al > Fe'''$ и $Fe''' > Al$. Большинство анализов бирюзы близко к алюминиевому концу этой серии. Известны только два анализа халькосидерита. Fe'' замещает Cu в бирюзе, с $Fe'' : Cu = 1 : 1{,}26$ в анал. 5. Анализы бирюзы обычно показывают несколько больше воды, чем это требуется вышеприведенной формулой.

Анал.[8]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CuO	9,78	8,57	9,00	7,70	7,40	7,87	8,15	6,82	8,06
FeO				0,72	5,32				
Al_2O_3	37,60	35,03	36,50	33,42	44,82	20,84	4,45	10,45	
Fe_2O_3		1,44	0,21	4,37		21,29	42,81	34,26	48,56
P_2O_5	34,90	34,18	34,13	34,41	30,38	28,60	29,93	33,82	28,77
H_2O	17,72	19,38	20,12	19,35	11,86	16,45	15,00	13,70	14,61
Прочие		0,93			0,22	4,36	0,61	0,87	
Сумма	100,00	99,53	99,96	99,97	100,00	99,41	100,95	99,92	100,00
Уд. в.	2,91	2,791	2,84	2,76		3,02		3,0	

1. $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4H_2O$. Бирюза, округ Линкольн, Невада.[6] Прочие: нераств. ост. 3. Бирюза. Вирджиния.[7] Пересчитано после исключения 12,57% кварца. 4. Бирюза. Горы Лос-Сериллос.[8] Пересчитано после исключения 2,24% нераств. ост. 5. Бирюза, округ Колумбус, Невада.[9] 6. Бирюза (железистая). Сан-Остелл, Корнуолл (*рашлейгит, rashleighite*).[10] Прочие: As_2O_5 2,11, SiO_2 2,25. 7. Халькосидерит. Виил-Феникс, Корнуолл.[10] Прочие: As_2O_5. 8. Халькосидерит (алюминистый). Шнекенштейн, Германия[12] (*алюмо-халькосидерит, alumo-chalcosiderite*). Прочие: CaO. 9. $CuFe_6(PO_4)_4 \cdot (OH)_8 \cdot 4H_2O$.

Испытание. Бирюза становится коричневой, но не плавится перед паяльной трубкой, и пламя не окрашивается или только слабо окрашивается зеленым. Имитация бирюзы обычно легко плавится и окрашивает пламя определенно зеленым. В закр. тр. растрескивается, выделяет воду и становится коричневой или черной (CuO). С трудом растворяется в HCl, быстрее после медленного прокаливания.

Местонахождение. Бирюза — вторичный минерал — находится с лимонитом, халцедоном и каолином и образуется под действием поверхностных вод, обычно в сухих областях, на глиноземистые изверженные или осадочные породы. Бирюза, найденная в эффузивных породах, таких как трахит, вероятно, получилась вследствие изменения акцессорного апатита и мелковкрапленных медных сульфидов. Бирюза хорошего качества с античных времен получалась из месторождения в Иране на южных склонах горной цепи Али-Мирза-Ку, северо-западнее селения Маден близ Нишапура, Хорасан; этот минерал встречается в виде неправильных включений и узких пропластков в брекчированном трахите и в окружающем глинистом сланце. Находилась она и на полуострове Синай в Вади-Магара, Египет, с лимонитом в линзах в порфире.[13] Зеленовато-синяя разновидность имеется в Каркаралинске в северо-восточном Казахстане; также в горах Каратюбе, южнее Самарканда. В Готе близ Анголола, Абиссиния. Хорошо известно немецкое месторождение в Иордансмюле, Силезия; встречается также в Эльснитце и Месбахе в Фогтланде, Саксония. С вавеллитом в Монтебра, Крёз, Франция, как продукт изменения амблигонита в пегматите. В США найдена близ Линч-Стэйшена, округ Кэмпбелл, Вирджиния, в виде очень маленьких кристаллов, образующих корки или сферические группы. Крупные залежи, ранее разрабатывавшиеся индейцами[14] и мексиканцами и интенсивно разрабатывавшиеся позднее, встречаются в измененном трахите приблизительно в 32 *км* к юго-западу от Санта-Фе в горах Лос-Серильос, Нью-Мексико;[15] в этом же штате в руднике Азюр близ Силвер-Сити, в районе гор Бурро и районе Юрика в округе Грант, и во многих других более мелких месторождениях. В Колорадо близ Ледвилла, округ Лейк; в руднике Холл близ Вильгров, округ Сагуач, и в других местах.[16] В Аризоне в Куртленде, округ Кочис, в Итака-Пике, в районе Минерал-Парк, округ Мохав, в руднике Кастл-Дом в районе Миами, округ Джила, и в других местах. Найдена во многих местах в Неваде, особенно в Колумбусе, округ Эсмеральда. В Калифорнии в Бирюзовых горах в районе Соло и в руднике Гав близ Коттонвуда на границе с железной дорогой Санта-Фе, в округе Сан-Бернардино.

Халькосидерит встречается с дюфренитом, андрюситом и гётитом в качестве вторичного минерала в железной шляпе в руднике Вилфеникс, Корнуолл, Англия. Найден также с фармакосидеритом в Шнекенштейне, Саксония (*алюмо-халькосидерит*), и с дюфренитом (?) в Зигене, Вестфалия. В США в Бисби, Аризона.

Искусств. Получается[11] путем реакции малахита, водной окиси глинозема и фосфорной кислоты при 100°. Имитация бирюзы была изготовлена путем сжатия или сплавления осажденного фосфата алюминия и фосфата меди; также посредством окраски халцедона или других материалов и стекла. Имитацию можно достоверно определить с помощью рентгенограммы порошка. Определение точки плавления и окрашивание пламени также могут быть использованы для этой цели. Натуральная бирюза недостаточно хорошего цвета иногда подвергается искусственной обработке для придания ей желаемого оттенка.

Изменение. Бирюзу часто находят в виде псевдоморфоз по ортоклазу, также по апатиту, костям и зубам. Минерал не теряет конституционной воды ниже 180—200° (хотя небольшие количества неконституционной, капиллярной воды могут выделяться, что иногда сопровождается изменением цвета), но, повидимому, совершенно обезвоживается ниже 600°.

Назв. *Turquois* (бирюза) означает *турецкий* и, вероятно, названа так потому, что первоначально минерал был привезен в Европу из Персии через Турцию. Названия *восточная бирюза* и *западная бирюза* иногда употреблялись для определения источника материала или его качества, так как восточная бирюза считалась выше по качеству. *Костяная бирюза* (*bone-turquois*), также называемая *ископаемой бирюзой* (*fossil-turquois*) или *одонтолитом* (*odontolite*) и включающая в себя большую часть того, что называется *восточной бирюзой*, представляет собой ископаемые органические остатки (кости или зубы) и состоит из микрокристаллического апатита, окрашенного фосфатом железа (вивианитом). Его раствор в соляной кислоте не дает синей окраски при обработке аммиаком, как это делается с настоящей бирюзой. *Каллаис* (*callais*) и *каллаина* (*callaina*) Плиния и *чалчиуитл* (*chalchihuitl*), найденный ацтеками в Мексике, как полагают, были бирюзой.[17]

Синонимы. Callais? Callaina *Pliny* (**37**, 56, 33). *Перс.*: Firuzegi. Turques, Turquois (частью) в XVI в. и позднее. *Нем.*: Türkis (частью). *Итал.*: Turchesa. *Фр.*: Turquoise. Turquoise *Tavernier* (Voy. en Turquie, en Persie, и т. д., Paris, 1678). Turchine *Bocconi* (Museo di Fisica, и т. д., 278, 1697). Orientalischer Türkis *Demetrius Agaphi*, *N. Nordenskiöld* (*Beitr.*, **5**, 261), *Pallas* (там же, 265). Turquois orientale, Calaite, Agaphite, Johnite *Фишер* (*Зап. общ. естеств.*, *Москва*, **1**, 1806); *Onomasticon Min. Mus. Imp. Moscou*, 1811; *Essai sur la Turquoise*,, *Moscou*, 1816 — абстр. в *Ann. Phil.*, **14**, 406, 1819); *John* (*Зап. общ. естеств.*, *Москва*, **1**, 1806, *J. Chemie u. Phys.*, **3**, 93, 1807). Hydrargillite (частью) *Hausmann* (444, 1813). Turquoise de vielle roche (в отличие от одонтолита или Turquoise de nouvelle roche называется также Occidental Turquoise, западная бирюза). *Нем.*: Kallait, Kalait. *Итал.*: Turchesia. *Испан.*: Turquesa. Chalchuite *Blake* (*Am. J. Sc.*, **25**, 197, 1883). Ferri-turquois *Fairbanks* (*The Mineralogist*, *Portland*, *Oregon*, **10**, 44, 1942). Rashleighite *Russel* (*Min. Mag.*, **28**, 353, 1948).

Chalkosiderit *Ullmann* (323, 1824). *Maskelyne* (*J. Chem. Soc. London*, **28**, 586, 1875). Alumochalcosiderite *Jahn* и *Gruner* (*Mitt. Vogtländ. Ges. Naturfor.*, **1**, No. 8, 1, 1933).

Ссылки

1. Триклинная симметрия бирюзы и ее изоструктурное отношение к халькосидериту впервые были установлены Шаллером (Schaller, *Am. J. Sc.*, **33**, 35, 1912; *Zs. Kr.*, **50**, 120, 1912). Кристаллография и соотношения этих двух видов позднее вновь были описаны Грэхэмом (Graham, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 52, 39, 1947).

2. Размеры, ориентировка и углы структурной ячейки Грэхэма (Graham, 1947) на типичном материале Шаллера (Schaller, 1912) из Вирджинии (анал. 3). Переход от Шаллера (Schaller, 1912) к структурной ячейке: $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}/\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$/001; от структурной ячейки к Шаллеру: $\bar{1}10/\bar{1}\bar{1}1$/001. Формы Шаллера (Schaller, 1912), проверенные Грэхэмом (Graham, 1947).

3. Размеры, ориентировка и угол структурной ячейки Грэхэма (Graham, 1947) на кристаллах из Вил-Феникса. Переход от Маскелина (Maskelyne, 1875) к структурной ячейке как для бирюзы. Формы Маскелина.

4. Graham (1947), по методу Вайссенберга.

5. Ориентировка Грэхэма (Graham, 1947), показатели Ларсена (Larsen, 1921).

6. Penfield, *Am. J. Sc.*, **10**, 346 (1900).

7. Schaller, *Am. J. Sc.*, **33**, 35 (1912).

8. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 941, 1931); Pearl, *Gemmologist, London*, **14**, 62 (1945); Davy, *Trans. Roy. Geol. Soc. Cornwall*, **16**, 43 (1929).

9. Carnot, *C. R.*, **118**, 995 (1894).

10. Анал. Флайта (Flight) у Маскелина (Maskelyne, 1875).

11. Hoffmann, *Zbl. Min.*, 429 (1927) и Mayer, *Chem. Erde*, **9**, 311 (1935).

12. Jahn и Gruner, *Mitt. Vogtland, Ges. Naturfor.*, **1**, No. 8, 1 (1933).

13. Davy (1929).

14. О ранней разработке и применении бирюзы в Северной и Южной Америке см. Ball, *Bull. Bur. Am. Ethnology, Smithsonian Inst.*, No. 128 (1941), и Pogue, *The Turquois*, Washington, 1915 (*Mem. Nat. Ac. Sc.*, **12**, часть 2).

15. См. Northrop, *Univ. New Mexico, Bull.* No. **379**, 313 (1942).

16. Pearl, *Econ. Geol.*, **36**, 335 (1941).

17. О ранней истории и синонимах бирюзы см. Dana, 844 (1892), Hintze (1931) и Pogue (1915).

18. Анал. Смайта (Smythe) у Рессела (Russell, *Min. Mag.*, **28**, 353, 1948).

ГАРБОРТИТ, Harbortite. Сферолитовые и октаэдрические массы; последние, вероятно, псевдоморфозы. Цвет от белого до коричневого. Тв. 5—5½. Уд. в. 2,80 (сферолиты). Двуосный со слабым двулучепреломлением и малым показателем преломления около 1,61; волокна имеют прямое погасание и отрицательное удлинение. Водный фосфат алюминия, приближающийся к $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3H_2O$.

Анал.

	Na_2O	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	TiO_2	SiO_2	H_2O	Сумма
1.	3,7	1,2	3,8	33,4	35,7	1,0	2,2	18,0	99,6
2.	4,5	1,2	5,1	32,7	34,1	1,2	0,8	18,6	98,2
3.	4,7	1,6	4,5	32,7	35,4	1,3	0,6	18,6	99,4

1,2. Белые сферолиты. 3. Белые октаэдры.

Найден с дюфренитом (?) в фосфатизированном латерите близ побережья северной Бразилии в Марангао. Назван по имени Эриха Герборта (Erich Harbort, 1879—1929) из Берлина-Шарлоттенбурга (Berlin-Charlottenburg). *Brandt* (*Chem. Erde*, **7**, 383, 1932). [1]

Требует уточнения.[2]

Ссылки

1. Приводится дополнительно девять анализов.
2. Рентгенограммы порошка похожи на рентгенограммы порошка бирюзы (Jung, *Chem. Erde*, **9**, 320, 1935).

ГЕНВУДИТ, Henwoodite. Натечные массы со слабым указанием на радиально-волокнистую структуру. Излом раковистый. Тв. 4—4½. Уд. в. 2,67. Цвет бирюзово-синий. Черта белая с синевато-зеленым оттенком.

Хим. Водный основной фосфат меди и алюминия неопределенной формулы. Анализы показали (среднее из двух):

CuO	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	SiO_2	H_2O	Не опр.	Сумма
7,10	0,54	2,74	18,24	48,94	1,37	17,10	[3,97]	[100,00]

Испытание.[1] В закр. тр. слегка растрескивается, становится коричневато-зеленым и выделяет воду. П. п. тр. не плавится. С трудом растворяется в теплой HNO_3.

Местонахождение. Найден с лимонитом и халькосидеритом в руднике Западный Феникс, Корнуолл, Англия. Назван по имени Вильяма Дж. Генвуда (William J. Henwood, 1805—1875), горного инженера в Корнуолле. *Collins* (*Min. Mag.*, **1**, 11, 1876).

Ссылка

1. Foster, *Min. Mag.*, **1**, 8 (1876) и Ross, *Chem. News*, Oct., 13 (1876) — *Min. Mag.*, **1**, 59 (1876).

42.6.2 **ЛУДЛАМИТ** $(Fe'',Mg,Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ LUDLAMITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 2{,}2527 : 1 : 1{,}9820$; β 100°33′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8798 : 1{,}9845 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}5132 : 0{,}4515 : 1$; μ 79°27′;

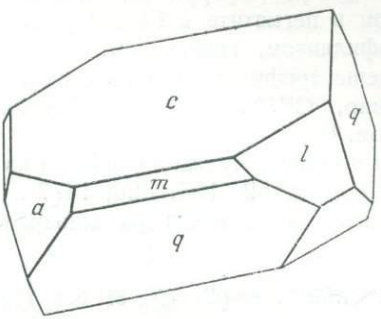
p_0' 0,8950, q_0' 1,9820, x_0' 0,1862

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	10°33′	79°27′	90°00′	.....	79°27′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	79°27′	.....
m	110	24 18	90 00	0 00	24 18	85 15½	65 42
l	011	5 22	63 19½	79 27	27 10	62 50	85 12½
t	201	90 00	63 09½	26 50½	90 00	52 36½	26 50½
d	$\bar{1}01$	—90 00	35 19½	125 19½	90 00	45 52½	125 19½
k	$\bar{2}01$	—90 00	58 03½	148 03½	90 00	68 36½	148 03½
r	112	32 36	49 38	57 39	50 04	44 36½	65 46
p	111	28 37	66 06½	42 46	36 37	61 25½	64 02
q	$\bar{1}11$	—19 40	64 35½	125 19	31 44	68 31½	107 42½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P2_1/a$. a_0 10,48 ± ± 0,06 *kX*, b_0 4,63 ± 0,05, c_0 9,16 ± 0,06; β 100°36′; $a_0 : b_0 : c_0 = 2{,}26 : 1 : 1{,}98$. Ячейка содержит $(Fe'',Mg,Mn)_6(PO_4)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Таблитчатый по {001}, иногда в виде параллельных агрегатов. Также массивный зернистый.



Корнуолл.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {100} неясная. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 3,12—3,19; 3,24 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет от ярко-зеленого до яблочно-зеленого. Черта бледная зеленовато-белая. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете почти бесцветный.

Ориентировка	*n* (Корнуолл) [4]	*n* (Гагендорф) [3]	*n* (Палермо) [2]	
X	1,653	1,650	1,650	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,675	1,669	1,667	$r > v$, заметная
$Z \wedge c$ —67°	1,697	1,689	1,688	
$2V$	82°	Большой		

Хим. Водный фосфат железа, $(Fe'', Mg, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Mg и Mn″ замещают Fe″ в небольших количествах с отношением Mn : Mg : Fe ~ 4 : 5 : 64 в анал. 3.

Анал.

	1	2	3	4
MgO			2,21	0,96
MnO			3,10	
FeO	50,17	52,76	45,91	49,22
P_2O_5	33,06	30,11	33,87	32,95
H_2O	16,77	16,98	14,91	16,12
Нераств. ост.				0,57
Сумма	100,00	99,85	100,00	99,82
Уд. в.	3,24	3,12	[3,19]	3,14

1. $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. 2. Корнуолл. [5] 3. Хагендорф. [6] Пересчитано на 100% после исключения Al и нераств. ост. 4. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир. [7] В оригинале сумма дана 99,85.

Испытание. В закр. тр. растрескивается, становится темносиним и выделяет воду. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Впервые найден в руднике Уил-Джен около Труро, Корнуолл, Англия. Описан из Стесгена близ Линца в Рейнской области, Германия. С фосфоферритом, триплоидитом, триплитом, трифилином, апатитом в пегматите в Гагендорфе, Бавария (*ленерит, lehnerite*).[8] С файрфилдитом, вивианитом, сидеритом, витлокитом в виде продукта изменения трифилина в пегматитах из Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир, США. В районе Блэкбирд, округ Лемхи, Айдахо, с вивианитом.[9]

Назв. *Лудламит* по имени Лудлама (Ludlam) из Лондона. *Moskelyne* и *Field* (*Phil. Mag.*, **3**, 52, 135, 525, 1877). *Ленерит* по имени Ф. Ленера (F. Lehner), коллекционера минералов в Плейштейне, Бавария.

Синоним. Lehnerite *Müllbauer* (*Zs. Kr.*, **61**, 318, 1925).

Ссылки

1. Элементы кристалла и формы по Маскелину и Фильду (Maskelyne и Field, 1877), также по Гольдшмидту (Goldschmidt, **5**, 171, 1918).
2. Wolfe, *Am. Min.*, **34**, 94 (1949).
3. Berman, *Am. Min.*, **10**, 428 (1925).
4. Larsen и Berman (124, 1934).
5. Анал. Флайта (Flight) у Маскелина и Фильда (Maskelyne и Field, 1877).
6. Müllbauer (1925), *Jb. Min.*, I, 54 (1926); уд. в. по Берману (Berman, 1925).
7. Анал. Гонье (Gonyer) у Вольфа (Wolfe, 1949).
8. Берман (Berman, 1925) и Вольф (Wolfe, 1949) доказывают тождественность с лудламитом.
9. Glass и Vhay, *Am. Min.*, **34**, 35 (1949).

42.6.4 АРСЕНИОСИДЕРИТ $Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4H_2O$ (?)
ARSENIOSIDERITE

Гексагональный или тетрагональный (?).[1] Плотный; образует радиально волокнистые агрегаты, волокна, уплощенные по {001} и легко отделимые; также в виде зернистых псевдоморфоз.

Физ. Спайность по {001}. Тв. $4^1/_2$ у зернистых разностей, уменьшается до $1^1/_2$ или такая же у волокнистого вещества. Уд. в. 3,60.[2] Блеск полуметаллический до шелковистого. Цвет золотисто-желтый до желтовато-коричневого и красновато-коричневого (волокнистые разности); также черный или коричневато-черный (плотнозернистые массы). Черта охристо-желтая. Непрозрачный, за исключением мелких зерен.

Опт. В проходящем свете красновато-коричневый до коричневато-желтого.

	n (Романеш)[3]	*n* (Мацапил)[3]	Дихроизм	
O	1,870 ± 0,005	1,898 ± 0,005	Красновато-коричневый	Двуосн. отрицат. (—)
E	1,792 ± 0,005	1,815 ± 0,005	Почти бесцветный	

Хим. Водный основной арсенат кальция и железа, вероятно, $Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO	15,94	12,53	15,53	14,82	14,44	10,00
Fe_2O_3	30,26	39,37	35,75	30,53	32,71	35,72
As_2O_5	43,56	38,74	39,86	43,60	42,67	34,06
H_2O	10,24	9,36	7,87	9,83	9,34	20,28
Прочие			0,65	0,39	1,41	
Сумма	100,00	100,00	99,66	99,17	100,57	100,06
		3,88	3,36	3,58		2,86

1. $Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4H_2O$. 2. Романеш, Франция.[4] 3. Романеш, Франция.[5] Среднее из двух анализов. Прочие: MgO 0,18, K_2O 0,47. 4. Мацапил, Мексика[6] (*мацапилит, mazapilite*). Прочие: Sb_2O_5 0,25, P_2O_5 0,14. 5. Мапими, Мексика.[7] Прочие: PbO 0,28, FeO 0,12, MgO 0,61, нераств. ост. 0,40. 6. Юкон[10] (*юконит, yukonite*).

Испытание. П. п. тр. становится красноватым и сплавляется в черную магнитную массу. В закр. тр. выделяет воду, которая дает нейтральную реакцию. Легко растворяется в горячих кислотах.

Местонахождение. Первоначально найден в марганцовом месторождении в Романеш, Сона-и-Луара, Франция, с кварцем, гематитом, гетитом, романешитом и псиломеланом. Описаны образцы из Шнееберга, Германия, Саксония, с эритрином и розелитом; в Ауербахе, Гессен; встречается с фармакосидеритом в Булахе, Вюртемберг; с эритрином в Виттихене, Баден. В виде войлоковидных масс со скородитом, симплезитом, питтицитом и фармакосидеритом на лёллингите в Гюттенберге, Каринтия, Австрия. Найден в Мексике в руднике Хесус-Мария, район Мацапил, Сакатекас, с фармаколитом, хризоколлой, кальцитом в виде псевдоморфоз по скородиту (*мацапилит*);[8] в руднике Охуэла, Мапими, Дуранго, с карминитом в виде псевдоморфоз по скородиту. Во Франклине, Нью-Джерси; возможно, встречается в районе Тинтик, Юта. Гелеподобный минерал в виде конкреций с озера Тагиш, Юкон, Канада (*юконит*)[10], повидимому, относится сюда; он коричневато-черного цвета, изотропный, с тв. 2—3, чрезвычайно хрупкий с раковистым изломом, в воде распадается на кусочки.

Изменения. Найден в виде псевдоморфоз по сидериту[9] и скородиту.

Назв. От слова *мышьяк* и σίδηρος — *железо*.

Синонимы. Arseniosiderite *Dufrénoy* (*Ann. mines*, **2**, 343, 1842; *C. R.*, **16**, 22, 1843). [Не арсеносидерит *Glocker* (321, 1839) = лёллингиту.] Arsenokrokite, Arsenocrocites *Glocker* (226, 1847). Mazapilite *Koenig* (*Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, 192, 1888; *Zs. Kr.*, **17**, 85, 1889). Yukonite *Tyrrell* и *Graham* (*Trans. Roy. Soc. Canada*, **7**, часть IV, 3, 1913).

Ссылки

1. Сингония предполагается на основании оптических свойств. Предполагаемые ромбические кристаллы мацапилита (= арсениосидериту) являются псевдоморфозами по скородиту описал Фошаг (Foshag, *Am. Min.*, **22**, 483, 1937).

2. Mrose, личн. сообщ. (1947), определение уд. в. на микровесах материала из Мацапил. Кёниг (Koenig, 1888) дает 3,58 для материала из Мацапил; для материала из Романеш, Дюфренуа (Dufrénoy, *Ann. mines*, **2**, 346, 1842) дает 3,52, а Раммельсберг (Rammelsberg, *Ann. Phys.*, **68**, 508, 1846) приводит, повидимому, ошибочное значение 3,88.

3. Larsen (42, 1921).

4. Rammelsberg (1846); другие анализы для этого месторождения см. Dufrénoy (1842) и Barthoux, *Bull. soc. min.*, **48**, 104 (1925). Кроме того, см. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **9**, 3 (1886).

5. Church, *J. Chem. Soc. London*, **26**, 102 (1873).

6. Koenig (1888).

7. Foshag (1937).

8. Ларсен (Larsen, *Am. Min.*, **3**, 12, 1918) и Фошаг (Foshag, 1937) показывают тождественность с арсениосидеритом.

9. Sandberger, *Jb. Min.*, I, 251 (1886).

10. Tyrrell и Graham (1913).

42.6.5 **Эгейит** Eguëite

Garde (*C. R.*, **148**, 1618, 1909).

Образует маленькие желваки с волокнисто-пластинчатой структурой, встречается в виде крошечных моноклинных (?) кристаллов в пустотах. Очень хрупкий. Уд. в. 2,60. Цвет коричнево-желтый. Черта желтая. Блеск стеклянный, слегка жирный. Изотропный, с изредка встречающимися двупреломляющими участками. Средний показатель преломления n 1,65. Водный фосфат окиси железа с незначительным содержанием кальция и алюминия. Анализ дал:[1] CaO 2,28, Al_2O_3 1,50, Fe_2O_3 44,20, P_2O_5 30,30, H_2O 20,47, нераств. ост. 0,75, сумма 99,50. Приблизительная формула $CaFe_{14}(PO_4)_{10}(OH)_{14} \cdot 21H_2O$. В закр. тр. чернеет и выделяет много воды. На древесном угле плавкость 1 и, вздуваясь, образует черный королек. Растворяется в холодной HCl. Эгейит был найден вкрапленным в глину с троной и тенардитом в Кукурдейсе (Бир-Саладо) около Хангара в Эгай (Эгей), территория Чад, Судан, Африка.

Синоним. Eguéïite *Lacroix* (**4**, 536, 1910).

Ссылка

1. Анал. Пизани (Pisani) у Гарде (Garde, 1909), исправленный Лакруа (Lacroix, 1910).

42.6.6 **Митридатит** Mitridatite

Название (*Попов*, 1910) дано плохо определенным кальциевым ферри-фосфатам, найденным в различных местах Керченского и Таманского полуостровов, СССР. Плотный, в виде желваков, корочек и прожилок. Землистый и пылеобразный или хрупкий до плотного и похожий на смолу. Тв. $2^1/_2$ для плотных разностей. Цвет зеленовато-желтый до зеленого и темнозеленого; также коричневато-зеленый, желтовато-коричневый до коричневато-черного. Блеск тусклый и землистый до смолистого. Изотропный.

Хим. По составу основной фосфат кальция и железа, содержащий много воды, часть которой, несомненно, является неконституционной. Не доказано, представляют ли описанные анализы один или несколько минералов. Присутствие CO_2, повидимому, обусловлено примесью кальцита и SO_3 гипса или, возможно, сульфато-фосфата. Анализы большей частью приближаются к отношению $CaO : Fe_2O_3 : P_2O_5 = 1 : 1 : 1$, давая формулу $CaFe_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot nH_2O$ (ср. *кальциоферрит* и *ксантоксенит*).

Анал.

	1	2	3	4	5	6
CaO	12,43	16,05	12,28	15,85	10,69	12,70
MgO	следы	0,96	1,04	0,98	следы	
MnO					0,27	0,78
FeO	0,29	0,52	1,86	0,62	0,97	3,08
Fe_2O_3	37,81	36,69	31,57	36,19	43,27	33,68
Mn_2O_3	2,34	0,51	0,53	0,94		
P_2O_5	30,09	30,61	22,16	29,84	29,88	22,98
CO_2	5,28	0,65	2,06	не опр.		не опр.
SO_3		0,08	0,47	0,58		
$H_2O +$	11,83	8,82	7,19	8,51	14,92	26,78
$H_2O -$		4,26	7,57	6,33		
Прочие		0,32	12,61	0,44		
Сумма	100,07	99,47	99,34	100,28	100,00	100,00

1. Камыш-Бурун, Керчь.[1] 2. Камыш-Бурун.[2] Желваки. Прочие: нераств. ост. 3. Камыш-Бурун.[2] Прожилки. Прочие: нераств. ост. 4. Камыш-Бурун.[2] В раковинах. Прочие: нераств. ост. 5. Камыш-Бурун.[3] Пересчитано на 100% после исключения 4,92 нераств. ост. и 1,29 CO_2 в виде $CaCO_3$. 6. Железный Рог, Тамань[3]. Пересчитано на 100% после исключения 15,24 нераств. ост.

	7	8	9	10
CaO	8,20	9,25	12,36	4,30
MgO	0,62	1,03	0,73	0,58
MnO	0,12			
FeO	0,53		0,78	
Fe_2O_3	28,96	34,73	31,54	35,67
Mn_2O_3		0,25	0,88	0,25
P_2O_5	22,70	17,15	24,48	7,87
SO_3		4,99	2,66	0,25
$H_2O +$	13,46	26,80	7,38	4,39
$H_2O -$	20,89		11,55	11,15
Прочие	4,07	6,49	8,19	35,08
Сумма	99,55	100,69	100,55	99,54

7. Железный Рог.[4] Прочие: Al_2O_3 2,65, SiO_2 1,42. 8. Рудник Ново-Карантинный, Керчь.[4] Коричневый, гелеподобный. Прочие: нераств. ост. 9. Рудник Ново-Карантинный.[4] Зеленый, землистый. Прочие: нераств. ост. 10. Рудник Ново-Карантинный.[4] Зеленый, землистый. Прочие: нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. становится буро-красным, но не плавится. Растворяется в горячих кислотах.

Местонахождение. Метаколлоидный минерал, найден в оолитовых осадочных железных рудах на Таманском и Керченском полуостровах, южная часть СССР. Частично образуется при изменении анапаита (анал. 8—10) и вивианита.

Синонимы. Митридатит *Двойченко* (*Зап. Крым. Общ. Естествоиспыт.* **4**, 114, 1914); *Чухров* (*Изв. Ломоносовского инст. АН СССР, серия мин.*, № 10, 139, 1937); *Сидоренко* (*ДАН СССР*, **48**, 53 1945). Кальциевый феррифосфат *Ефремов* (*Зап. Мин. общ.*, **65**, 225, 1936). Mithridatite.

Ссылки

1. Попов (1910) [точная ссылка не известна].
2. Чухров (1937).
3. Сидоренко (1945).
4. Чухров, *Изв. Ломоносовского инст. АН СССР* **10**, 131 (1937).

42.6.7 **Ришеллит** Richellite

Плотный, сплошной или листоватый, также радиально-волокнистые шарики. Тв. 2—3. Уд. в. ~2. Цвет и черта красноватые до желтовато-коричневого. Блеск жирный до рогового.

Хим. Основной водный фосфат кальция и железа, с неопределенной формулой, возможно, $Ca_3Fe_{10}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot nH_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
CaO	5,76	5,53	6,18	7,19
Al_2O_3	1,81	1,79	2,82	3,64
Fe_2O_3	28,71		29,63	29,67
P_2O_5	28,78	28,55	27,23	25,49
HF	6,11		1,22	0,96
H_2O-	23,33		6,90	9,47
H_2O+	6,10		25,64	23,63
Сумма	100,60		99,62	100,05

1, 2. Визе, Бельгия.[1] H_2O- при 100°, H_2O+ при красном калении. 3. Визе. Плотная разность. [2] H_2O- гигроскопическая. 4. Визе. Листоватая разность. [2] H_2O- гигроскопическая.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в слабомагнитную эмаль. Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. В Ришелле около Визе в Льеже, Бельгия, вместе с галлуазитом, аллофаном и конинкитом.

Назв. По местонахождению. *Cesàro* и *Desprets* (*Soc. géol. Belgique, Ann., Mém.*, **10**, 36, 1883); *Cesàro* (*там же*, **11**, 257, 1884).

Ссылки

1. Cesàro и Desprets (1883).
2. Cesàro (1884).

42.6.8 **ЭНГЛИШИТ** $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_6(OH)_{10} \cdot 9H_2O$ ENGLISHITE

Вероятно, моноклинный.[1] Встречается в виде слоев и агрегатов из субпараллельных табличек.

Физ. Спайность по {001} совершенная, как у слюды. Спайные таблички искривлены и сложны. Хрупкий. Тв. ~3. Уд. в. ~2,65. Бесцветный и прозрачный. Блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X c	1,570 ± 0,005	Двуосн. отрицат. (—)
Y почти a		$2V$ небольшой
Z почти b	1,572 ± 0,005	

Хим. Водный основной фосфат калия, кальция и алюминия по недостоверной формуле, возможно $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 9H_2O$.

Анал.

	1	2
Na_2O		1,6
K_2O	6,09	5,4
CaO	14,50	14,1
Al_2O_3	26,42	24,7
P_2O_5	35,71	37,8
H_2O+	16,28	16,5
Сумма	100,00	100,1

1. $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_6(OH)_{10} \cdot 9H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[2] Анализ из 100 *мг* пересчитан после исключения 7% варисцита и 2% вардита.

Местонахождение. Найден с монтгомеритом, вардитом, миллиситом и крандаллитом в варисцитовых желваках в Фэрфилде, округ Юта, Юта.

Назв. По имени Георга Л. Энглиш (George L. English, 1864—1944), американского торговца минералами и коллекционера. *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 328, 1930).

Ссылки

1. Ларсен (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 296, 1942) определил на основании рентгеновского снимка, полученного методом Лауэ на спайной чешуйке.
2. Анал. Шеннона (Shannon) у Ларсена и Шеннона (Larsen и Shannon, 1930).

ТИП 7. $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

42.7.1 **ЛЕГРАНДИТ** $Zn_{14}(OH)(AsO_4)_9 \cdot 12H_2O$ LEGRANDITE

Крист.[1] Моноклинная.

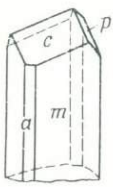
$a : b : c = 1{,}6076 : 1 : 1{,}2886$; β 104°25′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}8016 : 1{,}2480 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}8013 : 0{,}6422 : 1$; μ 75°35′;

p_0' 0,8276, q_0' 1,2886, x_0' 0,2571

Формы

	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c 001	0°00′	14°25′	75°35′	90°00′	.....	75°35′
a 100	90 00	90 00	0 00	90 00	75°35′	.....
m 110	32 43	90 00	0 00	32 43	82 17	57 17
p $\bar{1}11$	—23 53	35 38½	119 42½	41 47	61 25½	109 17



Структ. ячейка.[2] a_0 12,70 *kX*, b_0 7,90, c_0 10,18; β 75°35′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}607 : 1 : 1{,}288$. Ячейка содержит $Zn_{14}(OH)(AsO_4)_9 \cdot 12H_2O$.

Облик. Радиальные агрегаты из призматических по [001] кристаллов.

Физ. Спайность по {100} ясная.[3] Тв. ~5.[3] Уд. в. 4,01 ± 0,05; 4,00 (вычисл.). Бесцветный до канареечно-желтого. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный до бледножелтого.

Ориентировка	n (Na)[4]	n^3	Плеохроизм	
X b	1,675 ± 0,005	1,702	Бесцветный до желтого	Двуосн. полож. (+)
Y	1,690 ± 0,005	1,709	Бесцветный до желтого	$2V$ 36° ± $r < v$, ясная
$Z \wedge c$ +36 до 40°	1,735 ± 0,005	1,741	Желтый	

Хим. Водный основной арсенат цинка, $Zn_{14}(OH)(AsO_4)_9 \cdot 12H_2O$.

Анал.

	1	2
ZnO	47,49	46,68
MnO		0,05
Fe_2O_3		2,14
As_2O_5	43,11	42,02
H_2O	9,40	9,36
Сумма	100,00	100,25
Уд. в.		4,01

1. $Zn_{14}(OH)(AsO_4)_9 \cdot 12H_2O$. 2. Лампасос, Мексика.[5] Сумма железа определена для Fe_2O_3.

Местонахождение. Найден с сидеритом, миметитом (?) и пиритом на плотном сфалерите из рудника Флер-де-Пен, Лампасос, Нуево-Леон, Мексика.

Назв. По имени Леграна (Legrand), бельгийского горного директора, имевшего единственный образец. *Drugman* и *Hey* (*Min. Mag.*, **23**, 175, 1932).

Ссылки

1. Могли быть получены только приблизительные морфологические измерения благодаря плохому качеству кристаллов; элементы здесь вычислены на основании рентгеновских данных.

2. Bannister у Другмана и Гея (Drugman и Hey, 1932).
3. Berman, личн. сообщ. (1933).
4. Drugman и Hey (1932).
5. Анал. Гея (Hey) у Другмана и Гея (Drugman и Hey, 1932).

42.7.2 **БЕРАУНИТ** Fe'', $Fe'''_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3H_2O$ (?) BERAUNITE

Крист. [1] Моноклинная.

$a : b : c = 2{,}7550 : 1 : 4{,}0157$; β 131°27′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}4576 : 3{,}0099 : 1$

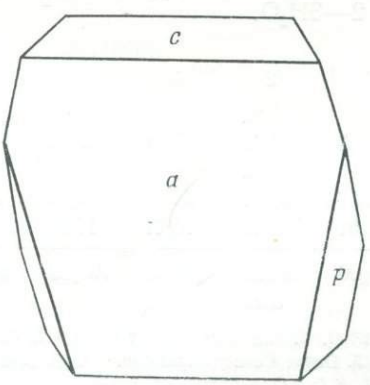
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}3322 : 0{,}4843 : 1$; μ 48°33′;

p'_0 1,9447, q'_0 4,0157, x'_0 0,8832

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	41°27′	131°27′	90°00′	.....	48°33′
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	48°33′	.....
f	111	35 09	78 29½	19 28½	36 45½	58 28	55 39
p	$\bar{1}11$	—14 48½	76 28	136 42½	19 57½	89 22½	104 23

Облик. Таблитчатый по {100} и более или менее удлиненный по [010]; грани {100} исштрихованы по [010]. Кристаллы встречаются



Гиссен.

редко и небольшие. Обычно в радиально-листоватых шариках и корках или в радиально-волокнистых агрегатах; в виде дискоидальных конкреций с грубоволокнистым строением.

Двойники. По {100}, иногда двойники прорастания.

Физ. Спайность по {100} хорошая. Тв. 3½—4. Уд. в. 2,8—2,99; 3,08 (Мидлтаун). [3] Блеск стеклянный, переходящий в перламутровый на плоскостях спайности. Цвет красновато-бурый до темного гиацинтово-красного и кроваво-красный; редко темнозеленовато-бурый или

грязно-зеленый. Черта желтая до оливково-желтовато-серой. Просвечивает.

Ориентировка	n (Гиссен) [2]	n (Мидлтаун) [3], анал. 2	n (рудник Палермо, Нью-Гэмпшир) [9] грязно-зеленый
X	1,775	1,775	1,707
$Y \wedge c$ $1^1/_2$ до 5°	1,786		1,735
Z b	1,815	1,820	1,738
Плеохроизм			
X	Бледный мясо-красный	Совсем бледно-желтый	Сине-зеленый
Y	Бледный мясо-красный	Бледножелтый	Бледный оливково-зеленый
Z	Сердоликово-красный	Красновато-бурый	Оливково-зеленый
$2V$	Умеренно большой	Большой	$\sim 25°$
Дисперсия	$r > v$, заметная	$r > v$, заметная	$r < v$, заметная
Знак	+	+	−

Хим. Водный основной фосфат закисного и окисного железа. Формула [3] недостоверная, возможно $Fe''F_4'''(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3H_2O$. Минерал обычно находят полностью окисленным и состав тогда очень близок к $Fe_5'''(PO_4)_3(OH)_6 \cdot 2—3H_2O$.

Анал. [8]

	1	2	3	4	5	6
FeO		1,92				
Fe_2O_3	55,43	54,41	55,98	52,05	49,60	54,11
Al_2O_3		0,02			4,50	0,43
P_2O_5	29,56	30,17	28,99	31,78	30,93	27,24
H_2O	15,01	13,45	14,41	16,56	14,81	15,60
Сумма	100,00	99,97	99,38	100,39	99,84	99,99
Уд. в.		3,08				2,95

1. $Fe_5'''(PO_4)_3(OH)_6 \cdot 3H_2O$. 2. Мидлтаун, Нью-Джерси. [4] 3. Сант-Бенигна, Чехословакия. [5] 4. Вальдгирмес, Гессен. [6] 5. Округ Севиер, Арканзас. [7] 6. Дандараган, Западная Австралия. [10] Сумма содержит Na_2O 0,58, K_2O 0,12, нераств. ост. 1,91.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в черный королек. Легко растворяется в HCl.

Местонахождение. Встречается в железорудных осадочных месторождениях и как продукт изменения трифилина или других первичных фосфатов в пегматитах. Вместе с минералами, такими как вивианит, дюфренит, рокбриджеит, штренгит, какоксенит, вавеллит, лимонит. Первоначально найден в руднике Хрбек в Сант-Бенигна, около Бероуна, Чехословакия. Также из железного рудника Элеонора на Дюнсберге, близ Гиссена, Гессен, Германия; в руднике Ротхлауфхен, около Вальдгримеса, в той же области. В Шейбенберге, Саксония;

в руднике Нитцельбух в железорудном районе Амберг; в пегматитах Хюнеркобеля, Вильденау и Креуцберга, Плейштейн, Бавария. Из Кирунавара, Швеция. В железном и марганцовом рудниках Роури-Глен, округ Корк, Ирландия. Описан с Керченского полуострова, СССР. В США из Мидлтаун, Нью-Джерси; Хеллертаун, округ Нортамптон и Мурс-Милл, округ Камберленд, Пенсильвания. В округе Севиер, Арканзас. В измененном трифилите в пегматитах рудника Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир.

Изменения. В лимонит; также найден в виде продукта изменения вивианита.

Назв. *Breithaupt* (156, 1841; *B. H. Ztg.*, 402, 1853).

Синонимы. Eleonorite *Nies* (*Ber. Oberhess. Ges.*, **19**, 111, 1880); *Streng* (*Jb. Min.*, I, 102, 1881). Dufreniberaunite Wherry (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, **47**, 509, 1914).

Ссылки

1. Streng, *Jb. Min.*, I, 102 (1881) на кристаллах из Вальдгримеса; см. также Bořický, *Ak. Wien, Sitzber.*, 56 (1867) на кристаллах из Сант-Бенигна.
2. Larsen (46, 1921).
3. Frondel, *Am. Min.* **34**, 536 (1949).
4. Анал. Холлоуэлла (Hallowell) у Фронделя (Frondel, 1949).
5. Bořický (1867).
6. Streng (1881).
7. Koenig, *Zs. Kr.*, **17**, 85 (1890).
8. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 898, 1931) и Wherry, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **47**, 501 (1914).
9. Mrose, личн. сообщ. (1949).
10. Le Mesurier, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **27**, 133 (1943).

42.7.3 **Церулеолактит** Coeruleolactite

В скрытокристаллических до микрокристаллических или волокнистых прожилках, корках и скорлуповатых агрегатах. Излом неровный до раковистого. Тв. 5. Уд. в. 2,57 (Нассау); 2,69 (Пенсильвания). Цвет молочно-белый, переходящий в светлоголубой. Черта белая.

Опт. Почти или совсем одноосный. Оптически положительный (+). Удлинение положительное (+).

	n (Пенсильвания) [1]
O	$1{,}580 \pm 0{,}005$
E	$1{,}588 \pm 0{,}005$

Хим. Водный основной фосфат алюминия с недостоверной формулой, вероятно $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 4H_2O$. Присутствующие CaO и CuO могут быть нормальными составными частями.

Анал.

	1	2	3
CaO		2,41	
CuO		1,40	4,25
Al_2O_3	38,81	35,11	38,27
Fe_2O_3		0,93	
P_2O_5	36,04	36,33	36,31
H_2O	25,15	21,23	21,70
Прочие		2,02	0,54
Сумма	100,00	99,43	101,07
Уд. в.		2,57	2,696

1. $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 4H_2O$. 2. Рудник Риндсберг, Нассау. Прочие: SiO_2 1,82, ZnO следы, MgO 0,20, F следы. Присутствие CaO, MgO, CuO и SiO_2 химики объясняют наличием примеси. 3. Округ Честер, Пенсильвания. [3] Прочие: нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. растрескивается, но не плавится. Растворяется в кислотах и в щелочах.

Местонахождение. Первоначально найден в лимоните в руднике Риндсберг, близ Катценелльнбогена, Нассау, Германия. Повидимому, тождественный минерал [4] встречается с вавеллитом в руднике Генерал Тримблес, восточный Уайтленд, округ Честер, Пенсильвания.

Назв. От *coerules — голубой* и *lac, lactis — молоко*, указание на цвет.

Синоним. Coeruleolactin *Petersen* (*Jb. Min.*, 353, 1871).

Ссылки

1. Larsen (59, 1921).
2. Petersen (1871).
3. Genth, *Min. Rept. Penn.*, 143 (1875).
4. Эталон порошкограммы этого минерала отличается от эталона варисцита, метаварисцита и вавеллита (Frondel, личн. сообщ., 1949).

42.7.4 **ВАВЕЛЛИТ** $Al_3(OH)_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$ WAVELLITE

Крист. Ромбическая. [1]

$$a : b : c = 0{,}5577 : 1 : 0{,}4061; \quad p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}7282 : 0{,}4061 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}5577 : 1{,}3733 : 1; \quad r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}4624 : 1{,}7931 : 1$$

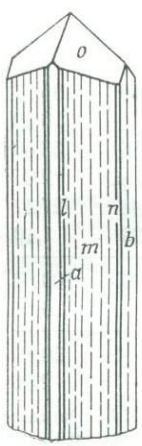
Формы [2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00

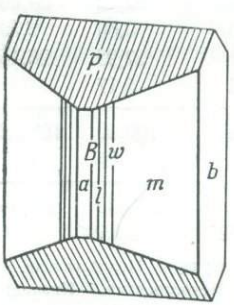
n	340	53 22	90 00	90 00	36 38	0 00	53 22
m	110	60 51	90 00	90 00	29 09	0 00	60 51
l	430	67 18	90 00	90 00	22 42	0 00	67 18
N	210	74 25	90 00	90 00	15 35	0 00	74 25
h	310	79 28	90 00	90 00	10 32	0 00	79 28
p	101	90 00	36 03$^1/_2$	0 00	53 56$^1/_2$	53 56$^1/_2$	90 00
s	111	60 51	39 49	22 06	55 59$^1/_2$	53 56$^1/_2$	71 49$^1/_2$
o	121	41 52$^1/_2$	47 29$^1/_2$	39 05	60 31$^1/_2$	53 56$^1/_2$	56 42$^1/_2$

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа *Pcmn*. a_0 9,60 *kX*, b_0 17,31, c_0 6,98; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}555 : 1 : 0{,}403$. Ячейка содержит $Al_{12}(OH)_{12}(PO_4)_8 \cdot 20H_2O$.

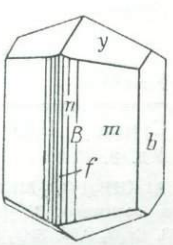
Облик. Кристаллы редки; от короткостолбчатого до длиннопризматических по [001], с {110}, исштрихованной [001]. Обычно



Хеллертаун, Пенсильвания.



Льяльягуа.



Рудник Тримбр, Пенсильвания.

в виде полусферических или шаровидных агрегатов с радиально-волокнистым или звездчатым строением; также корки или сталактиты; редко халцедоновидные или опаловидные массы.

Физ. Спайность по {110} совершенная, по {101} хорошая, по {010} ясная.[4] Излом неровный до полураковистого. Хрупкий. Тв. 3$^1/_4$—4. Уд. в. 2,36;[5] 2,37 (вычисл.). Блеск стеклянный, переходящий в перламутровый и смолистый. Цвет зеленовато-белый и зеленый до желтого, также желтовато-бурый, бурый, буровато-черный, голубой, белый, бесцветный. Черта белая. Просвечивает.

Опт.[6] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Черновице, анал. 3)[7]	*n* (Хеллертаун, анал. 2)[8]	*n* (Тренис)[9]	
X b	1,535	1,525	1,520	Двуосн. положит. (+)
Y a	1,543	1,535	1,526	$2V \sim 71°$
Z c	1,561	1,550	1,545	$r > v$, слабая
				Слабо плеохроичен, с *X* зеленоватым и *Y* желтоватым; абсорбция $X > Z$

Показатели, повидимому, возрастают с увеличением замещения Fe''' на Al и F на (OH).

Хим. Водный основной фосфат алюминия, $Al_3(OH)_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$. OH часто замещает F в небольшом количестве с отношением $F : OH = 1 : 20$ в анал. 4. Очень небольшие количества Fe''' замещаются Al с отношением $Fe : Al = 1 : 15$ в анал. 3. Очевидно Fe'', Ca, Mg и Cr''' могут входить в состав, но в малых количествах (анал. 3). Вода в значительной степени выделяется ниже 200°.[7]

Анал.[10]

	1	2	3	4	5	6
Al_2O_3	37,11	36,5	31,01	37,44	35,89	35,77
Fe_2O_3			3,18	0,64		0,30
P_2O_5	34,47	33,4	32,72	33,40	34,16	33,65
F		0,8	0,60	2,79	не опр.	2,05
H_2O	28,42	28,6	27,92	26,45	28,46	27,47
Прочие		1,1	5,17		1,39	1,40
	100,00	100,4	100,60	100,72	99,90	100,64
F = O		0,3	0,25	1,17		0,86
Сумма	100,00	100,1	100,35	99,55		99,78
Уд. в.		3,325	2,358			2,36

1. $Al_3(OH)_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$. 2. Хеллертаун, Пенсильвания.[11] Прочие: SiO_2. Определение F, вероятно, занижено. 3. Черновице, Чехословакия.[7] Прочие: CuO 0,06, MgO 0,32, CaO 0,68, FeO 2,63, Cr_2O_3 0,52, SiO_2 0,96, H_2O содержит H_2O— 1,59. 4. Клонмель, Ирландия.[12] 5. Амберг-Ауербах, Бавария.[13] Прочие: содержит F и Al. 6. Льяльягуа, Боливия.[14] Прочие: CaO 0,80, SiO_2 0,56, MgO 0,04. H_2O содержит H_2— 1,00.

Испытание. П. п. тр. не плавится. В закр. тр. становится непрозрачным и выделяет много воды, которая дает кислую реакцию (F). Легко растворяется в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, широко распространен в небольших количествах в трещинах бокситовых отложений, в низкотемпературных метаморфических горных породах, в рудных залежах лимонита и отложениях фосфорита; редко встречается как минерал более позднего образования в гидротермальных жилах (Боливия). Среди наиболее значительных месторождений могут быть упомянуты следующие: Черновице, Збиров, Железник и сосёдние месторождения в Чехословакии. Капник, Румыния. С амблигонитом в оловянных

жилах в Монтебра, Крёз, Франция. В Германии в Лангенштргисе и Франкенберге в Саксонии. В Вальдгирмесе и фосфатовых отложениях из области Лан-Дилл, Гессен, Нассау; в Амберг-Ауербахе и Оберпфальце, Бавария. Первоначально вавеллит был описан из глинистого сланца около Барнстебля, Девоншир, Англия; также в Корнуолле. В Ирландии в Клонмеле, округ Типперери, и в Трактона и Кинсале, округ Корк. В значительных количествах встречается в оловянных жилах в Льяльягуа, Боливия,[14] с апатитом, вокситом, паравокситом, марказитом; также в Оруро и Потоси.

В США найден в Пенсильвании в руднике Дженерал-Тримбл (восточный Уайтленд), округ Честер; в Мурс-Милле, округ Камберленд; в Хеллертауне, округ Нортхамптон. В Арканзасе около Хот-Спринга, округ Гарленд; в Магнет-Кове, округ Хот-Спринг, в новакулитовых слоях; в области Сильвер-Сити и в соседних районах округа Монтгомери. Близ округа Кол и округа Сант-Клэр, Алабама. В месторождениях фосфорита в Дьюнллене, округ Марион, Флорида.

Назв. По имени Виллиама Вавелля (William Wavell, ?—1829), доктора из Хорвуд-Периш, Девоншир, открывшего этот минерал. *Babington* (*Phil. Trans.*, 162, 1805).

Синонимы. Hydrargillite *Davy* (*Phil. Trans.*, 155, 162, 1805). Devonite *Thomson*; *von Moll* (*Jahrb. Efem.*, **5**, 148, 1809). Strahliger Hydrargillit [= столбчатой разновидности диаспора] *Hausmann* (443, 1813). Lasionit *Fuchs* (*J. Chem. Phys.*, **62**, 379, 1831). *Нем.*: Thonerdephosphat. *Фр.*: Alumine phosphatée. Subphosphate of Alumina. Kapnicit *Kenngott* (Uebers., 1855, 1856).

Ссылки

1. Угловые измерения, описанные различными исследователями, значительно расходятся, большей частью по причине плохого качества кристаллов и, вероятно, также вследствие изоморфного замещения F — OH и F‴ — Al. Приведенные элементы кристалла являются средним значением из описанных Гордоном (Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **74**, 113, 1922), Уэрри (Wherry, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **54**, 379, 1919), Цезаро (Cesàro, *Zs. Kr.*, 31, 90, 1899) и Унгемахом (Ungemach, *Bull. soc. min.*, **35**, 536, 1912), хотя они расходятся с более ранними измерениями Сенфа (*Senff*, *Ann. Phys.*, **18**, 474, 1830) [$a:b:c = 0{,}50489:1:0{,}37514$]. Структурную ячейку определил Янсен (Jansen, *Zs. Kr.*, **85**, 239, 1933); она находится в близком соответствии с отношением Сенфа с удвоенным c, но здесь не приводится, т. к. исследованное вещество нуждается в уточнении.

2. Gordon (1922) и Shannon, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **62**, часть 9 (1922). Менее обычные, редкие и недостоверные формы:

w	650	B	10·7·0	z	850	k	510	q	13·1·0	y	122
R	970	i	320	f	520	t	710	g	270	r	5·11·6

3. Gordon, личн. сообщ. (1949), на кристаллах из Льяльягуа. Калиоти (Caglioti, *Atti V° congr. naz. chim.*, часть 1, 310, 1936; *Min. Abs.*, **7**, 88, 1938) дает a_0 9,7, kX, b_0 17,4, c_0 7,07. См. также Jansen (1933).

4. Орлов, *Zs. Kr.*, **77**, 317 (1931) обнаружил также грани {101} и {100}; Сенф (Senff, 1830) приводит {101} и единственную грань {010}; Де Клуазо (Des Cloizeaux, **2**, 455, 1874) приводит {110} и {010}; Гордон (Gordon, 1922) — только {110}.

5. Другие описанные величины ряда имеют значение ниже 2,32.

6. Добавочные оптические данные приводят: Орлов (1931), Шеннон (Shannon, 1922), Креннер (Krennер, *Cbl. Min.*, 163, 1930). Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. chim., phys.*, **27**, 405, 1872), Ульрих (Ulrich, *Věst. Stát. Geol. Úst. Československ. Rep.*, **6**, 108, 1930).
7. Орлов (1931).
8. Wherry (1919).
9. Slavík, *Ac. sc. Bohême*, *Bull.*, **22**, 32 (1918).
10. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4B], 908, 1931).
11. Анал. Уинкупа (Wynkoop) у Уэрри (Wherry, 1919).
12. Carnot, *C. R.*, **118**, 995 (1894).
13. Laubmann, *Geognost. Jahresh*, **35**, 193 (1922).
14. Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 279 (1944).

ЦЕФАРОВИЧИТ. Zepharovichite. *Bořicky* (*Ak. Wien, Sitzber.*, **59**, 593, 1869). Кристаллический до плотного, по виду похож на рог. Излом раковистый. Тв. $5^1/_2$. Уд. в. 2,37. Цвет зеленоватый, желтоватый или серовато-белый. Просвечивает. Анализ загрязненного вещества дал:

	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O	SiO_2	Сумма
1.	1,07	0,41		29,77	35,56	26,70	5,46	98,97
2.	0,54	следы		28,44	37,46	26,57	6,05	99,06
3.	1,38		0,86	29,60	37,80	28,98	0,46	99,08

Найден с какоксенитом, лимонитом, штренгитом и пицитом в Тренисе около Чергович, юго-западнее Берауна, Чехословакия. Назван по имени австрийского минералога Виктора Л. Цефаровича (Victor L. von Zepharovich, 1830—1890). Этот минерал, вероятно, является смесью, состоящей главным образом из микрокристаллического вавеллита.[1]

Ссылка

1. Pearl, личн. сообщ. (1947).

42.7.5 СТЕРРЕТТИТ $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$ STERRETTITE

Крист.[1] Ромбическая; аксиальный — 2 2 2.

$$a : b : c = 0{,}8662 : 1 : 0{,}5325;\ p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6147 : 0{,}5325 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}8663 : 1{,}6268 : 1;\ r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}8779 : 1{,}1545 : 1$$

Формы[2]

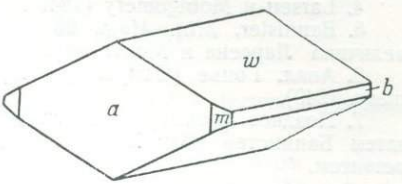
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
m	110	49 06	90 00	90 00	40 54	0 00	49 06
w	011	0 00	28 02	28 02	90 00	90 00	61 58
d	101	90 00	31 $34^1/_2$	0 00	58 $25^1/_2$	58 $25^1/_2$	90 00

Менее обычные:

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P2_12_12_1$. a_0 8,90 *kX*, b_0 10,20, c_0 5,43 (все $\pm 0{,}02$); $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}872 : 1 : 0{,}532$. Ячейка содержит $Al_{12}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 10H_2O$.

Облик. Призматический по [100]. {100} могут быть исштрихованы, с диагональными швами, указывающими, повидимому, на двойникование.

Двойники. [4] Очевидно двойникование происходит по одной или нескольким (полярным) кристаллографическим осям, с {001} как главной плоскостью срастания, и, возможно, {031} является подчиненной плоскостью срастания.



Физ. Спайность по {110} ясная, по {100} и {001} плохая. Тв. 5. Уд. в. 2,44; [5] 2,47 (вычисл.). Блеск стеклянный. Бесцветный, иногда желтоватый. Прозрачный.

Опт. [4] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X a	1,572	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,590	$2V$ 60°
Z c	1,601	$r > v$, едва заметная

Хим. Водный основной фосфат алюминия, $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$.

Анал.

	1	2
Al_2O_3	41,67	39,07
P_2O_5	38,69	40,10
H_2O	19,64	20,36
Сумма	100,00	99,53

1. $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта. [6] CaO и MgO отсутствуют, щелочи не определены.

Испытание. При нагревании в закр. тр. легко плавится, выделяет воду и образует темную неплавкую массу. Почти нерастворим в горячих кислотах.

Местонахождение. Первоначально встречен на образце серебряной руды из Фельшебаньи, Румыния (первым месторождением ранее считался Альтенберг, Моренсе, Бельгия) и ошибочно описан как силикат кадмия (*эггонит*, *eggonite*). [7] Позднее был найден вместе с вардитом в пористой массе крандаллита, образованного при изменении варисцитовых включений в Фэрфилде, округ Юта, Юта.

Назв. По имени Дугласа В. Стерретта (Douglas B. Sterrett), геолога из Геологической службы США, первого, описавшего месторождение варисцита в Юте и Неваде.

Синонимы. Eggonite *Schrauf* (*Zs. Kr.*, **3**, 352, 1879). Sterrettite *Larsen* и *Montgomery* (*Am. Min.*, **25**, 513, 1940).

Ссылки

1. Larsen и Montgomery (1940), на кристаллах из Фэрфилда. Креннер (Krenner, *Cbl. Min.*, 27, 1929) на материале из Фельшебаньи получил для элементов кристалла близкие, но менее точные данные.
2. Larsen и Montgomery (1940). {451} по Креннеру (Krenner, 1929).
3. Larsen у Ларсена и Монтгомери (Larsen и Montgomery, 1940), методом Вайссенберга на кристаллах из Фэрфилда.
4. Larsen и Montgomery (1940).
5. Bannister, *Min. Mag.*, **26**, 131 (1941) на кристаллах из Фельшебаньи: величина Ларсена и Монтгомери (Larsen и Montgomery, 1940) 4,36 низкая.
6. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена и Монтгомери (Larsen и Montgomery, 1940).
7. Позднее Креннер (Krenner, 1929) открыл водный фосфат алюминия и затем Баннистер (Bannister, 1941) доказал тождественность его со стеретитом.

42.7.6 **ТРЁГЕРИТ** $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$ TROEGERITE

Крист.[1] Тетрагональная (?).

$$a : c = 1 : 2{,}16; \quad p_0 : r_0 = 2{,}16 : 1$$

Формы

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
l	120	26 34	90 00	63 26	71 34
e	012	0 00	47 12	90 00	58 44½
d	011	0 00	65 09½	90 00	50 05
i	021	0 00	76 58	90 00	46 27½
p	111	45 00	71 52½	47 46½	90 00

Менее обычные:

h 032 u 331

Облик. Тонкопластинчатый по {001}. Не пинакоидальные формы часто асимметрично развиты, и тогда кристаллы имеют вид моноклинных, с {001} тетрагональной установки как {010}. {001} часто сложные и неровные, другие грани небольшие и с горизонтальной штриховкой. В виде субпараллельных агрегатов.

Физ. Спайность по {001} совершенная, как у слюды; по {100} хорошая и, вероятно, также раскалывающийся по {011}. Тв. 2—3. Цвет лимонно-желтый. Блеск перламутровый на {001}.

Ориентированные срастания. Очень часто в параллельном срастании с трёгеритом находят кристаллы цейнерита.

Опт.[2] В проходящем свете бледный лимонно-желтый. Не плеохроичен.

Ориентировка	n	n	
X c	1,585 ± 0,005	1,580	Одноосн. или двуосн. отрицат. (—)
Y	1,630 ± 0,005		
$Z \wedge a$ 12—14°	1,630 ± 0,005	1,624	
$2V$	Очень небольшой	0°	

Хим. Водный арсенат урана, повидимому $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Описанный анализ может быть ошибочным, и состав может быть $H_2(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10H_2O$ (аналогично искусственному водород-отуниту). ***Анал.***

	UO_3	As_2O_5	H_2O	Сумма
1.	65,81	17,62	16,57	100,00
2.	63,76	19,64	14,81	98,21

1. $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12H_2O$. 2. Шнееберг.[3]

Испытание. В закр. тр. выделяет воду и становится золотисто-бурым. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден с вальпургитом и цейнеритом в жиле Вальпургис из рудника Вейссер-Хирш в Нейштедте, Шнееберг, Саксония. Описан из района Болд-Маунтин, округ Пеннингтон, Южная Дакота.

Назв. По имени Р. Трёгера (Tröger), горного инженера в Шнееберге.

Синоним. Trögerite *Weisbach* (*Jb. Min.*, 870, 1871).

Ссылки

1. Гольдшмидт (Goldschmidt, *Zs. Kr.*, **31**, 468, 1899) считает этот минерал тетрагональным на основании геометрических данных, хотя оптические свойства дают моноклинную симметрию. В моноклинной установке $a : b : c = 0{,}463 : 1 : 0{,}463$, β 90°; переход от тетрагональной установки к моноклинной: 100/001/010. Шрауф (Schrauf, 1871, *Min. Mitt.*, 185, 1872) ранее считал этот минерал моноклинным, он имел в виду в другой установке показать предполагаемую аналогию его с гипсом.

2. Ориентировка Гольдшмидта (Goldschmidt, 1899). Показатели по Ларсену (Larsen, 145, 1921) на кристаллах в ассоциации с цейнеритом из Вейссер-Хирша (двуосных); достоверно неизвестно, является ли одноосный или двуосный материал трёгеритом. Содержание воды, вероятно, непостоянное и оптические свойства могут меняться как в отуните.

3. Winkler, *J. pr. Chem.*, **7**, 7 (1873).

ТИП 8. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m : p = 3 : 2$

42.8.1 **БЕРМАНИТ** $(Mn, Mg)_5(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15H_2O$ (?) BERMANITE.

Крист. Ромбическая; планаксиальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

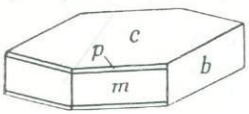
$a : b : c = 0{,}6890 : 1 : 2{,}2018$; $p_0 : q_0 : r_0 = 3{,}1956 : 2{,}2018 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}6890 : 0{,}3038 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}4542 : 1{,}4514 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
m	110	55 26	90 00	90 00	34 34	0 00	55 26
r	116	55 26	32 53½	20 09	63 26	61 57½	72 03
n	113	55 26	52 17½	36 16½	49 21	43 11½	63 19½
o	112	55 26	62 44	47 45	42 57	32 02½	59 43
p	111	55 26	75 33	65 34½	37 07	17 22½	56 40½

Структ. ячейка. [1] a_0 6,25 *kX*, b_0 8,92, c_0 19,61; $a_0 : b_0 : c_0 =$ $= 0{,}701 : 1 : 2{,}198$. Содержание ячейки не определено.



Облик. Таблитчатый по {001}. Веерообразные формы или розеткоподобные агрегаты в кристаллах и пластинчатые массы.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {110} несовершенная. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,84; 2,83 (вычисл.). Блеск стеклянный до слегка смолистого. Цвет красновато-бурый, темнеющий с поверхности.

Опт. В проходящем свете красновато-желтый до буровато-красного.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X c	$1{,}687 \pm 0{,}003$	Светлокрасный	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	$1{,}725 \pm 0{,}003$	Бледножелтый	$2V$ 74°
Z a	$1{,}748 \pm 0{,}003$	Темнокрасный	$r < v$

Хим. По составу водный основной фосфат двух- и трехвалентного марганца. Небольшие количества Fe''' замещаются Mn''', а Mg, Ca, Na замещаются Mn''. Единственный имеющийся анализ [2] дает: $(Mn, Mg, Ca, Na)_5(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15H_2O$ с отношением $Mn'' :$ $: Mg : (Ca, Na) = 19 : 6 : 2$ и $Mn''' : Fe''' = 9 : 1$.

Na_2O	CaO	MgO	MnO	Mn_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	H_2O	Сумма
0,32	0,72	2,39	13,79	28,76	3,03	31,39	19,33	99,73

Испытание. П. п. тр. вспучивается, разделяется на чешуйки и тогда легко сплавляется в шарик. В закр. тр. вспучивается и выделяет значительное количество нейтральной воды. Растворяется в азотной кислоте.

Местонахождение. Встречается как вторичный минерал в узких прожилках и в друзовых пустотах в триплите в пегматитах на 7U7 Ренч около медного рудника Багдад, 40 *км* западнее Хилсайда, Аризона. Несколько неустановленных фосфатов встречаются с бермanитом.

Назв. По имени Гарри Бермана (Harry Berman, 1902—1944), американского минералога. *Hurlbut* (*Am. Min.*, **21**, 656, 1936).

Ссылки

1. Методом вращения.
2. Анал. Гонье (Gonyer) у Харлбата (Hurlbut, 1936).

42.8.2 РОШЕРИТ $(Ca, Mn, Fe)_2Al(PO_4)_2(OH) \cdot 2H_2O$ ROSCHERITE

Крист. [1] Моноклинная.

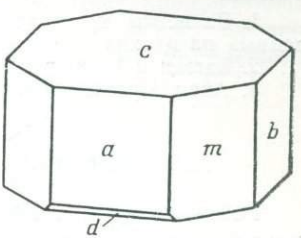
$a : b : c = 0{,}94 : 1 : 0{,}88$; β 99°50′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}94 : 0{,}87 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}15 : 1{,}08 : 1$; μ 08° 10′; p_0' 0,95, q_0' 0,88, x_0' 0,17

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	9°50′	80°10′	90°00′	.....	80°10′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	80 10	.....
m	110	47 11	90 00	0 00	47 11	82 48	42 48
d	$\bar{1}01$	—90 00	37 50	127 50	90 00	47 40	127 50

Облик. Короткопризматический по [001], с восемью или шестьюсторонним поперечным сечением; также тонкотаблитчатый по {001} и вытянутый по [010]; с прямоугольным очертанием, обусловленным большими гранями {100} и {010}; {110} подчиненная. Также в виде червеобразных агрегатов, состоящих из тонких табличек.



Грейфенштейн.

Физ. Спайность по {001} хорошая, по {010} ясная. Тв. $4^1/_2$. Уд. в. 2,92. Цвет темнобурый до оливково-зеленого.

Опт. [2] В проходящем свете желтовато-зеленый до бурого.

Ориентировка	n	Плеохроизм
X b	1,624	Желтый до оливково-зеленого
$Y \wedge c$ —15°	1,639	Желто-бурый, зеленоватый
Z	1,643	Каштаново-бурый

Двуосн. отрицат. (—)
$2V$ большой
Перекрещенная дисперсия; $r > v$, очень сильная
Сбнаруживает аномальную интерференционную окраску

Хим. Водный основной фосфат алюминия, кальция и двухвалентного марганца и железа, $(Ca, Mn, Fe)_2Al(PO_4)_2(OH) \cdot 2H_2O$. В единственном имеющемся анализе Ca : Mn : Fe = 10 : 10 : 7.

Анал.

	1	2
CaO	11,25	11,48
MnO	14,23	14,47
FeO	10,09	10,13
Al_2O_3	13,80	13,74
P_2O_5	38,44	38,01
H_2O	12,19	12,17
Сумма	100,00	100,00
Уд. в.		2,916

1. $(Ca,Mn,Fe)_2Al(PO_4)_2(OH)\cdot 2H_2O$ с Ca : Mn : Fe = 10 : 10 : 7. 2. Грейфенштейн. [3] Пересчитано на 100% после исключения 4,58% нераств. ост.

Испытание. В закр. тр. выделяет воду. П. п. тр. плавится в черный магнитный шлак. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Встречен с ежекитом, лакруаитом, чильдренитом, апатитом и турмалином в друзовых пустотах гранита в Грейфенштейне, около Эренфридерсдорфа, Саксония. В США в пегматитах в Неври и горы Блэк, Майн.

Назв. По имени Вальтера Рошера (Walter Roscher), коллекционера минералов в Эренфридерсдорфе. *Slavík* (*Ak. Ceská, Bull. — Bull. intern. ac. sc. Bohême*, No. 4, 1914).

Ссылки

1. Элементы кристалла основаны на приблизительных измерениях, сделанных на плохих кристаллах.
2. Larsen и Berman (174, 1934) и Slavík (1914).
3. Анал. Прайса (Preis) у Славика (Slavík, 1914).

42.8.3 **МИНИЮЛИТ** $KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3^1/_2H_2O$ (?) MINYULITE

Ромбический (?). Радиальные агрегаты из иголочек, по виду очень похожие на вавеллит.

Физ. Вероятна спайность параллельно удлинению. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,45. Бесцветный до белого. Блеск шелковистый. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X удлинение	1,531	Двуосн. положит. (+)
Y	1,534	
Z	1,538	

Хим. Водный основной фосфат калия и алюминия, вероятно, $KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3^1/_2H_2O$.

Анал.

	1	2
K_2O	12,97	12,30
Na_2O		0,45
Al_2O_3	28,08	29,98
P_2O_5	39,10	35,58
H_2O+ 200°	19,85	2,79
H_2O- 200°		17,84
Сумма	100,00	98,94

1. $KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3^1/_2H_2O$. 2. Западная Австралия. [1] Fe_2O_3 и F следы.

Испытание. В закр. тр. растрескивается и выделяет большое количество воды, показывающей кислую реакцию. Плавится в белый шарик. Растворяется в горячих концентрированных кислотах и в теплом разбавленном NaOH.

Местонахождение. Близ Миниюло-Уэлл, Дандараган, Западная Австралия, с дюфренитом, в выветрившихся обнажениях глауконитофосфатовых отложениях мелового периода.

Назв. *Simpson* и *Le Mesurier* (*J. Roy. Soc. Western Australia*, **19**, 13, 1933).

Ссылка

1. Анализ производил Le Mesurier.

42.8.4 **Тинтикит** $Fe^{'''}_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3^1/_2H_2O$ TINTICITE

Плотный, землистый до фарфоровидных масс, состоящих из субмикроскопических ромбических (?) кристаллов. Цвет кремово-белый с желтовато-зеленым оттенком. Тв. $\sim 2^1/_2$. Уд. в. $\sim 2{,}8$. Средний показатель преломления около 1,745. Водный основной фосфат трехвалентного железа, $Fe_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3^1/_2H_2O$. Анализы дали:[1]

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2
1.	0,45	0,32	0,36	0,24	48,84	0,18	0,04
2.					49,28		

	SiO_2	P_2O_5	SO_3	H_2O+	H_2O-	Сумма
1.	0,19	28,40	1,07	18,42	1,32	98,83
2.		30,21	0,71	17,21	1,72	99,13

Найден с ярозитом и лимонитом в известняковой пещере около рудника Тинтик-Стандард, район Тинтик, Юта. Образуется при реакции растворов, содержащих фосфор, происходящих из гуано летучих мышей с железом, образованным при изменении пирита.

Назв. *Stringham* (*Am. Min.*, **31**, 395, 1946).

Ссылка

1. Анализы см. Peck [1] и Hamm [2].

42.8.5 **МЕТАВОКСИТ** $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ METAVAUXITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

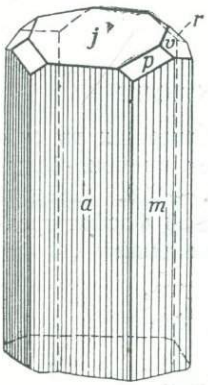
$a : b : c = 1{,}0671 : 1 : 0{,}7272$; β 98°02′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6815 : 0{,}7201 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}3888 : 0{,}9464 : 1$; μ 81°58′; p'_0 0,6882, q'_0 0,7272, x'_0 0,1411

Формы

	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
a 100	90°00′	90°00′	0°00′	90°00′	81°58′	.....
m 110	43 25$^1/_2$	90 00	0 00	43 25$^1/_2$	84 29	46°34$^1/_2$′
n 210	62 09	90 00	0 00	62 09	82 54	27 51
j $\bar{1}01$	—90 00	28 14$^1/_2$	118 14$^1/_2$	90 00	36 16$^1/_2$	118 14$^1/_2$
r 111	48 45	47 48	50 20	60 45$^1/_2$	42 01	56 09
v $\bar{1}11$	—36 27	42 07	118 14$^1/_2$	57 21$^1/_2$	47 15	113 29
p $\bar{2}11$	—59 31	55 06	141 00$^1/_2$	65 25	62 06$^1/_2$	134 58$^1/_2$

Менее обычные: o 120 l 320 k 310 s 211

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $P2_1/c$. a_0 10,21 *kX*, b_0 9,57, c_0 6,93; β 98°02′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}067 : 1 : 0{,}724$. Ячейка содержит $Fe_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 16H_2O$.



Льяльягуа. Вид сзади.

Облик. Призматический до игольчатого по [001], в виде субпараллельных до радиальных агрегатов.

Физ. Хрупкий. Тв. 3. Уд. в. 2,345; 2,35 (вычисл.). Блеск стеклянный переходит в шелковистый в волокнистых агрегатах. Бесцветный, белый или бледнозеленый. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n(Na)	
X b	1,550 ± 0,001	Двуосн. положит. (+)
Y	1,561 ± 0,001	$2V$ большой
$Z \wedge c$ ~—17°	1,577 ± 0,001	

Хим. Водный основной фосфат алюминия и двухвалентного железа, $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Fe замещается очень небольшими количествами Ca и Mg.

Анал.

	1	2	3
CaO		0,27	0,80
MgO		0,55	0,57
FeO	15,03	1,457	17,00
Fe_2O_3		0,35	следы
Al_2O_3	21,33	21,01	17,38
SiO_2		0,05	0,60
P_2O_5	29,71	29,55	28,53
H_2O+	33,93	14,00	14,50
H_2O-		19,22	20,50
Сумма	100,00	99,57	99,88
Уд. в.		2,345	

1. $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Льяльягуа.[5] 3. Льяльягуа.[3]

Местонахождение. Найден с вокситом, паравокситом и вавеллитом как супергенный минерал в Льяльягуа, Боливия. Также встречен в Тасна, близ Урхуни, Боливия.[4]

Назв. Указание на химическую связь с вокситом. *Gordon* (*Am. Min.*, **12**, 264, 1927; *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 348, 1944).

Ссылки

1. Углы и формы по Гордону (Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 348, 1944); ориентировка и отношение осей по структурной ячейке по Нуффильду (Nuffield, личн. сообщ., 1948). Переход от Гордона к новой: $\bar{1}01/0\bar{1}0/001$.

2. Nuffield (1948), методом Вайссенберга.
3. Анал. Шеннона (Shannon) у Гордона (Gordon, 1944).
4. Peacock, *Zs. Kr.*, **86**, 203 (1933).
5. Gordon (1944).

42.8.6 ПАРАВОКСИТ $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ PARAVAUXITE

Крист. [1] Триклинная; центральный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}4963 : 1 : 0{,}6613$; $\alpha\ 106°45'$, $\beta\ 110°43'$, $\gamma\ 72°06\frac{1}{2}'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}3409 : 0{,}6500 : 1$; $\lambda\ 78°22'$, $\mu\ 73°05'$, $\nu\ 103°15'$

$p'_0\ 1{,}4636$, $q'_0\ 0{,}7095$, $x'_0\ 0{,}3781$, $y'_0\ 0{,}2201$

Формы [2]

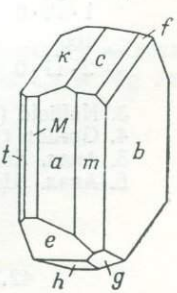
		φ	ρ	A	B'	C
c	001	$59°47\frac{1}{2}'$	$23°38'$	$73°05'$	$78°22'$	.....
b	010	0 00	90 00	103 15	.....	$78°22'$
a	100	103 15	90 00	.....	103 15	73 05
m	110	75 $17\frac{1}{2}$	90 00	27 $57\frac{1}{2}$	75 $17\frac{1}{2}$	67 17
M	$1\bar{1}0$	126 $15\frac{1}{2}$	90 00	23 $00\frac{1}{2}$	126 $15\frac{1}{2}$	80 $47\frac{1}{2}$
k	$0\bar{1}1$	142 $03\frac{1}{2}$	31 35	65 $54\frac{1}{2}$	114 24	36 02
z	$0\bar{5}4$	150 $26\frac{1}{2}$	37 $28\frac{1}{2}$	65 35	121 57	43 35
K	$\bar{1}11$	—39 36	58 $39\frac{1}{2}$	132 54	48 51	65 07
s	$\bar{2}\bar{1}1$	—94 12	68 $01\frac{1}{2}$	152 $12\frac{1}{2}$	93 54	89 $29\frac{1}{2}$

Менее обычные:

t $1\bar{2}0$ f 011 e $\bar{1}01$ h $\bar{1}\bar{1}2$ g $\bar{1}\bar{2}2$ H $\bar{1}\bar{3}2$

Структ. ячейка. [3] $a_0\ 5{,}23\ kX$, $b_0\ 10{,}52$, $c_0\ 6{,}955$; $\alpha\ 107°16\frac{1}{2}'$ $\beta\ 111°24'$, $\lambda\ 72°29'$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4971 : 1 : 0{,}6611$. Ячейка содержит $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$.

Облик. Короткопризматический по [001] до толстотаблитчатого по {010}. Редко субпараллельные или радиальные агрегаты. Обычные формы: *b a m c k z s*.



Физ. Спайность по {010} совершенная. Излом раковистый. Хрупкий. Тв. 3. Уд. в. 2,36; 2,38 (вычисл.). Блеск стеклянный, на гранях {010} перламутровый. Бесцветный до бледного зеленовато-белого. Черта белая. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	n(Na)	
X	$1{,}554 \pm 0{,}003$	Двуосн. положит. (+)
Y	$1{,}558 \pm 0{,}003$	$2V$ средний
Z	$1{,}573 \pm 0{,}003$	

Хим. Водный основной фосфат алюминия и двухвалентного железа, $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Очень небольшие количества Ca и Mg замещают Fe.

Анал.

	1	2	3	4
CaO		0,02		0,28
MgO		0,56		0,22
FeO	15,03	13,71	13,59	13,60
Fe_2O_3		0,47	0,60	1,52
Al_2O_3	21,33	21,26	21,48	21,00
SiO_2		0,07	0,02	1,20
P_2O_5	29,71	29,81	29,58	27,64
H_2O+	33,93	17,77	18,07	18,99
H_2O-		16,38	16,08	16,06
Сумма	100,00	100,05	99,42	100,51
Уд. в.	2,38	2,358		

1. $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Льяльягуа. [4] 3. Льяльягуа. [5] 4. Льяльягуа. [6]

Местонахождение. В Льяльягуа, Боливия, где встречается в оловянных жилах с вокситом, метавокситом и вавеллитом; паравоксит образовался позже, чем указанные минералы.

Назв. Указание на химическую связь с вокситом. *Gordon* (*Science*, **56**, 50, 1922; *Proc. Ac. Sc., Philadelphia*, **75**, 261, 1923).

Ссылки

1. Углы по Гордону (Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **96**, 345, 1944); ориентировка и отношение осей по структурной ячейке Нуффильда (Nuffield, личн. сообщ., 1948). Переход от Гордона к новой: 100/110/001.
2. Gordon (1923, 1944). Недостоверные формы:

$1 \cdot \bar{1}\bar{2} \cdot 0$ $1\bar{5}0$ $3 \cdot \bar{1}\bar{1} \cdot 0$ $4 \cdot \bar{1}\bar{3} \cdot 0$ $4 \cdot \bar{1}\bar{1} \cdot 0$ $2\bar{5}0$ $9 \cdot \bar{1}\bar{6} \cdot 0$
$1\bar{6}0$ $3 \cdot \bar{1}\bar{4} \cdot 0$ $2\bar{7}0$ $5 \cdot \bar{1}\bar{6} \cdot 0$ $3\bar{8}0$ $5 \cdot \bar{1}\bar{2} \cdot 0$
$2 \cdot \bar{1}\bar{1} \cdot 0$ $4 \cdot \bar{1}\bar{5} \cdot 0$ $3 \cdot \bar{1}\bar{0} \cdot 0$ $6 \cdot \bar{1}\bar{7} \cdot 0$ $5 \cdot \bar{1}\bar{3} \cdot 0$ $8 \cdot \bar{1}\bar{7} \cdot 0$

3. Nuffield (1948), методом Вайссенберга.
4. Gordon (1944).
5. Анал. Холлоуэлла (Hallowell) у Гордона (Gordon, 1944).
6. Анал. Шеннона (Shannon) у Гордона (Gordon, 1944).

42.8.7 **ВОКСИТ** $Fe''Al_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$ VAUXITE

Крист. [1] Триклинная; пинакоидальный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}7878 : 1 : 0{,}5247$; $\alpha\ 98°34'$, $\beta\ 91°21\frac{1}{2}'$, $\gamma\ 109°09'$

$p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6972 : 0{,}5553 : 1$; $\lambda\ 80°27'$, $\mu\ 85°32\frac{1}{2}'$, $\nu\ 70°24'$

$p_0'\ 0{,}7072$, $q_0'\ 0{,}5632$, $x_0'\ 0{,}0240$, $y_0'\ 0{,}1683$

Формы[2]

		φ	ρ	*A*	*B*	*C*
b	010	0°00′	90°00′	70°24′	.....	80°27′
M	$1\bar{1}0$	116 04½	90 00	45 40½	116°04½′	92 57½
h	$1\bar{4}0$	161 42½	90 00	91 18½	161 42½	98 38
d	101	59 34	38 40½	52 08	71 32½	33 24½
u	$\bar{1}01$	—83 52½	32 51	119 15½	86 41	33 43
s	$1\bar{1}1$	102 52	35 18	60 49½	97 24	37 11½
e	$\bar{1}\bar{1}1$	—134 33	42 01½	127 22	118 00½	49 58½

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа $P\bar{1}$. a_0 9,07 *kX*, b_0 11,55, c_0 6,14; α 98°52′, β 92°22′, γ 107°42½′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}7853 : 1 : 0{,}5316$. Ячейка содержит $Fe_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 14H_2O$.

Облик. Мелкие кристаллы таблитчатые по {010} и вытянутые по [001] или менее обычно по [101]. Порядок форм по значительности: *b M e d s u h*. В виде субпараллельных до радиальных агрегатов и желваков.

Двойники.[3] Двойниковая плоскость {010}, с плоскостью срастания {010}.

Физ. Спайности нет. Хрупкий. Тв. 3½. Уд. в. 2,39; 2,52 (вычисл.). Блеск стеклянный. Цвет небесно-голубой до венецианской сини, с поверхности становится зеленоватым. Черта белая. Прозрачный.

Опт.[2] В проходящем свете бледноголубой.

	n (Na)	Плеохроизм	
X	1,551 ± 0,003	Бесцветный	Двуосн. положит. (+)
Y	1,555 ± 0,003	Голубой	$2V$ 32°
Z	1,562 ± 0,003	Бесцветный	$r > v$, заметная *Z* почти ⊥ к {010}

Хим. Водный основной фосфат алюминия и двухвалентного железа, $Fe''Al_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$. Очень небольшие количества Ca и Mg замещают Fe″.

Анал.[4]

	1	2	3
CaO		0,77	0,08
MgO		0,28	0,28
FeO	15,62	15,54	14,96
Fe_2O_3		0,60	следы
Al_2O_3	22,17	21,42	23,80
P_2O_5	30,87	30,52	30,40
H_2O+		22,92	23,37
H_2O-	31,34	8,49	7,22
Прочие			0,20
Сумма	100,00	100,54	100,31
Уд. в.		2,389	

1. $Fe''Al_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$. 2. Льяльягуа.[5] 3. Льяльягуа.[6] Прочие: SiO_2.

Местонахождение. Найден вместе с вавеллитом и паравокситом в оловянных жилах из Льяльягуа, Боливия. Воксит, паравоксит, метаворсит и чильдренит являются вторичными минералами, они образовались при растворении апатита супергенными водами и обычно отлагаются на вавеллите.

Назв. По имени Жоржа Во (George Vaux, 1863—1927), частного коллекционера минералов в Брин Мор, Пенсильвания. *Gordon* (*Science*, **56**, 50, 1922; *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **75**, 261, 1923).

Ссылки

1. Элементы кристалла пересчитаны из новых значений углов Гордона (Gordon, *Proc. Ac. Sc. Philadelphia*, **46**, 344, 1944); ячейка и ориентировка в структурных осях по Нуффильду: (Nuffield, личн. сообщ., 1948). Переход от Гордона к Нуффильду: $\bar{2}0\bar{1}/230/00\bar{1}$.
2. Gordon (1944).
3. Gordon (1923, 1944).
4. Более ранние анализы см. Gordon (1923).
5. Gordon (1944).
6. Shannon см. Gordon (1944).
7. Nuffield (1948), методом Вайссенберга.

42.8.8 ГОРДОНИТ $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$ GORDONITE

Крист.[1] Триклинная; центральный — $\bar{1}$.

$a : b : c = 0{,}4990 : 1 : 0{,}6635$; $\alpha\ 107°25'$, $\beta\ 111°04'$, $\gamma\ 72°22'$[2]

$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}3315 : 0{,}6498 : 1$; $\lambda\ 77°38'$, $\mu\ 72°48^1/_2'$, $\nu\ 102°40^1/_2'$

$p'_0\ 1{,}4607$, $q'_0\ 0{,}7129$, $x'_0\ 0{,}3852$, $y'_0\ 0{,}2350$

Формы[2]

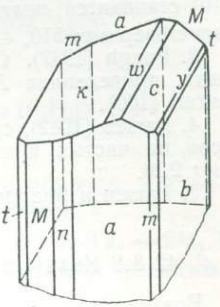
		φ	ρ	*A*	*B*	*C*	*Z*
c	001	58°37′	24°17′	72°48½′	77°38′	.....	68°56′
b	010	0 00	90 00	102 40½	.....	77°38′	0 00
a	100	102 40½	90 00	.....	102 40½	72 48½	0 00
m	110	74 29	90 00	28 11½	74 29	66 41½	0 00
M	$1\bar{1}0$	125 57	90 00	23 16½	125 57	80 53	0 00
y	011	22 07	45 39½	83 16	48 30½	29 07½	68 56
k	$0\bar{1}1$	141 08	31 32½	65 49	114 02	36 24	68 56
s	$\bar{2}1\bar{1}$	—86 13	67 58	156 19	86 29½	88 15½	157 55

Менее обычные:

j	$5\bar{1}0$	*i*	$3\bar{1}0$	*l*	$3\bar{2}0$	*t*	$1\bar{2}0$	*f*	$1\bar{5}0$	*x*	013
p	$4\bar{1}0$	*n*	$2\bar{1}0$	*r*	$2\bar{3}0$	*d*	$1\bar{3}0$	*e*	$1\bar{7}0$	*w*	$0\bar{5}6$

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа $P\bar{1}$. $a_0\ 5{,}235$ *kX*, $b_0\ 10{,}49$, $c_0\ 6{,}96$; $\alpha\ 107°25'$, $\beta\ 111°04'$, $\gamma\ 72°22'$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4990 : : 1 : 0{,}6635$. Ячейка содержит $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Гордонит изоструктурен с паравокситом.

Облик. Обычно в пучках, радиально лучистые в сноповидных агрегатах, причем все концы кристаллов одинаково ограничены. Кристаллы призматические по [001] до пластинчатых по {010}; сильно исштрихованы по [001], менее заметно по [100]. Преобладающие формы: *b a M k c*. Грань {001} иногда отсутствует и тогда кристаллы оканчиваются исключительно гранями $\{0\bar{1}1\}$; реже двуконечные кристаллы.



Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} ясная, по {001} плохая.[3] Излом раковистый. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$. Уд. в. 2,23;[4] 2,22 (вычисл.). Блеск стеклянный, перламутровый на {010}. Цвет обычно дымчато-белый до бесцветного; редко встречаются кристаллы с концами, окрашенными в бледнорозовый или бледнозеленый цвет. Черта белая. Прозрачный.

Опт.[5] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n	
X почти $\perp$ {100}	1,534	Двуосн. положит. (+)
Y	1,543	$2V$ 73°
Z	1,558	$r > v$, легко заметная

Хим. Водный основной фосфат магния и алюминия, $MgAl_2(PO_4)_2 \cdot (OH)_2 \cdot 8H_2O$.

Анал.

	MgO	Al_2O_3	P_2O_5	H_2O+	H_2O-	Сумма
1.	9,03	22,84	31,80	36,33		100,00
2.	10,01	20,68	32,80	16,80	18,20	98,49

1. $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[5]

Испытание. Плавкость 3. В закр. тр. выделяет воду, которая показывает нейтральную реакцию. Растворяется в кислотах.

Местонахождение. Найден с варисцитом в фосфатовых желваках в Фэрфилде, округ Юта, Юта. Обычно в трещинах между следующих один за другим тонкими слоями варисцита и крандалита, но часто прикреплен к корочкам вардита.

Назв. По имени Самуэля Г. Гордона (Samuel G. Gordon, 1897—), американского минералога. *Larsen* и *Shannon* (*Am. Min.*, **15**, 331, 1930).

Ссылки

1. Ячейка и ориентировка Пау (Pough, *Am. Min.*, **22**, 625, 1937); на основании гониометрического изучения кристаллов плохого качества получено отношение: $a:b:c = 0{,}5192:1:0{,}6942$; α 109°27′, β 110°57$^1/_2$′, γ 71°40$^1/_2$′. Переход от Ларсена и Шеннона (1930) к Пау: 100/110/001. Приведенное здесь отношение осей вычислено из средних показателей Ларсена (Larsen, *Am. Min.*, **27**, 295, 1942): a_0 5,25 *kX*, b_0 10,49, c_0 6,97; α 107°20′, β 111°12′, γ 72°12′,

и Нуффильда (Nuffield, личн. сообщ., 1948): a_0 5,22, b_0 10,49, c_0 6,95; α 107°29½′, β 110°55½′, γ 72°32½′.

2. Larsen и Shannon (1930); Pough (1937). Z обозначает угол „фи" формы, когда (010) становится полярной и азимут (100) находится в нулевом положении. Недостоверные: 510, 4$\bar{7}$0, 1$\bar{4}$0, 1$\bar{0}$1.

3. Pough (1937). Совершенная спайность по {110} в структурной установке, приведенная Ларсеном и Шенноном (Larsen и Shannon, 1930), вероятно {100}.

4. Larsen (1942), среднее из 7 определений Бермана с помощью микровесов, на чистых кристаллах. Ларсен и Шеннон (Larsen и Shannon, 1930) дают 2,26.

5. Larsen и Shannon (1930).

42.8.9 **Кальциоферрит** $Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8H_2O$ (?) Calcioferrite

Возможно, гексагональный. В расслаивающихся желваках или почковидных массах.

Физ. Спайность совершенная, параллельная листоватости; также следы спайности по другому направлению под прямым углом к совершенной; следы спайности по третьему направлению, расположенные косо к совершенной спайности. Хрупкий. Тв. 2½. Уд. в. 2,53. Цвет серно-желтый, зеленовато-желтый до чижиково-зеленого и желтовато-белого. Черта серно-желтая до белой. Блеск перламутровый на плоскостях спайности. Тонкие пластинки просвечивают.

Опт. [2] В проходящем свете желтый. Одноосный отрицательный (—); частично очень мелкозернистый и почти изотропный. nO 1,57—1,58 непостоянный.

Хим. По существу водный основной фосфат кальция и железа с неустановленной формулой, возможно $Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO	19,50	14,81
MgO		2,65
Al_2O_3		2,90
Fe_2O_3	27,76	24,34
P_2O_5	32,90	34,01
H_2O	19,84	20,56
Сумма	100,00	99,27

1. $Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8H_2O$. 2. Баттенберг, Бавария. [1]

Испытание. Легко плавится в черный магнитный королек. Растворяется легко в HCl.

Местонахождение. Найден в желваках, в подстилающей третичной глине в Баттенберге в Рейнской Баварии. Снаружи желваки нечистого кальциоферрита желтоватого или красновато-коричневого цвета.

Назв. Указание на состав.

Синонимы. Calcoferrit *Blum* (*Jb. Min.*, 287, 1858). Calcioferrite *Dana* (578, 1868).

Ссылки

1. Рейссиг (Reissig) у Раммельсберга (Rammelsberg, 316, 1875).
2. Larsen (52, 1921).

42.8.10 КСАНТОКСЕНИТ $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH) \cdot 1^1/_2H_2O$
XANTHOXENITE

Моноклинный или триклинный. В виде масс или корочек, состоящих из неясных пластинок или щепковидных кристаллов. [1]

Физ. Совершенная спайность по одному направлению. Тв. $\sim 2^1/_2$. [2] Уд. в. 2,8 (Хюнеркобел), 2,97 (Палермо). [2] Блеск тусклый до воскового. Цвет бледножелтый до буровато-желтого.

Опт. В проходящем свете бледножелтый до бледного лимонно-желтого цвета.

	n (Палермо) [2]	
X	1,704 ± 0,003	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,715 ± 0,003	$2V$ большой
Z	1,724 ± 0,003	$r < v$, сильная
		Слабо плеохроичен

Хим. Водный основной фосфат кальция и трехвалентного железа, $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH) \cdot 1^1/_2H_2O$. Небольшие количества Mn″ и Mg замещают Ca с отношением Ca : Mn : Mg = 19,7 : 2,84 : 1, в единственном описанном анализе. [3]

Анал.	CaO	MgO	MnO	Fe_2O_3	P_2O_5	H_2O+	H_2O-	Прочие	Сумма
1.	30,31			21,58	38,37	9,74			100,00
2.	24,99	0,91	4,55	21,68	37,62	9,13	0,86	0,79	100,53

1. $Ca_2Fe_2(PO_4)_2(OH) \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$. 2. Рудник Палермо, Нью-Гэмпшир. [4] Прочие: нераств. ост. 0,78, Al_2O_3 0,01.

Местонахождение. Первоначально найден в пегматитах Хюнеркобеля, около Рабенштейна, Бавария, вместе с какоксенитом и дюфренитом (?) в виде продукта изменения трифилина. Значительное количество найдено с витлокитом, эосфоритом, рокбриджеитом и другими фосфатами в пегматитах, богатых трифилином, в руднике Палермо, Северный Гротон, Нью-Гэмпшир.

Назв. Указание на окраску минерала и предполагаемое химическое сходство с какоксенитом. *Laubmann* и *Steinmetz* (*Zs. Kr.*, **55**, 579, 1920).

Ссылки

1. Недостаточно определенно известно, является ли первоначальный ксантоксенит из Хюнеркобеля, описанный Лаубманном и Штейнметцем (Laubmann и Steinmetz, 1920), тождественным с так называемым *ксантоксенитом из Палермо*, описанным Фронделем (Frondel, *Am. Min.*, **34**, 692,

1949), и на каком материале настоящее описание больше основано. Минерал из Хюнеркобеля встречается в виде несовершенных гипсоподобных кристаллов с гранью призмы, образующей угол с [001] около 41°. Спайность по {010}. Двуосный отрицательный (—), с $Z \wedge c = +36°$.

2. Frondel (1949).

3. Первоначальный минерал из Хюнеркобеля Лаубманн и Штейнметц (Laubmann и Steinmetz, 1920) считали на основании качественных опытов и неполного анализа водным фосфатом железа с незначительным содержанием Mg, Ca, Mn, Al, P_2O_5 32,61%, H_2O 16,10% (потеря при прокаливании).

4. Анал. Холлоуэлла (Hallowell) у Фронделя (Frondel, 1949).

42.8.11 МОНТГОМЕРИИТ $Ca_4Al_5(PO_4)_6(OH)_5 \cdot 11H_2O$
MONTGOMERYITE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}4145 : 1 : 0{,}2580$; $\beta\ 91°34'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6224 : 0{,}2579 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 3{,}8775 : 2{,}4133 : 1$; $\mu\ 88°26'$; $p_0'\ 0{,}6224$, $q_0'\ 0{,}2579$, $x_0'\ 0{,}0275$

Формы [1]

		φ	ρ	φ_2	$p_2 = B$	C	A
a	100	90°00′	90°00′	0°00′	90°00′	88°26′	.....
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90 00	90°00′
f	170	19 01	90 00	0 00	19 01	89 29½	70 59
g	150	25 46	90 00	00 00	25 46	89 19	64 14
h	290	28 12	90 00	00 00	28 12	89 15½	61 48
i	140	31 06	90 00	00 00	31 06	89 11½	58 54
j	270	34 35	90 00	00 00	34 35	89 06½	55 25
k	130	38 48½	90 00	00 00	38 48½	89 01	51 11½
m	110	67 29½	90 00	00 00	67 29½	88 33	22 30½
q	151	26 44½	55 18½	56 59	42 45½	54 37	68 17½

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $C2/c$. a_0 9,99±0,02 *kX*, b_0 24,10±0,02, c_0 6,25±0,05; $\beta\ 91°28'$; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4145 : 1 : 0{,}2593$. Ячейка содержит $Ca_8Al_{10}(PO_4)_{12}(OH)_{10} \cdot 22H_2O$.

Облик. Доскообразный, уплощенный по {010} и удлиненный по [001]. Штриховка параллельно [001] с многочисленными вицинальными формами призм. Кристаллы часто встречаются в субпараллельных сростках по {010}. Также плотный, в виде субпараллельных агрегатов из грубых пластинок.

Физ. Спайность по {010} совершенная; по {100} плохая. Тв. 4. Уд. в. 2,53±0,05; 2,51 (вычисл.). Цвет обычно интенсивно зеленый, редко бледнозеленый до бесцветного. Блеск стеклянный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	n (Na)	Плеохроизм	
$X \wedge c$ $+60°$	$1{,}572 \pm 0{,}002$	Бесцветный до бледно-зеленого	Двуосн. отрицат. (—)
Y	$1{,}578 \pm 0{,}002$	Бесцветный	$2V$ $75 \pm 10°$
Z b	$1{,}582 \pm 0{,}002$	Бесцветный	$r < v$, заметная

Хим. Основной водный фосфат кальция и алюминия, $Ca_4Al_5(PO_4)_6 \cdot (OH)_5 \cdot 11H_2O$.

Анал.

	1	2	3
CaO	19,53	19,07	18,89
Al_2O_3	22,19	21,32	21,56
P_2O_5	37,10	37,70	37,63
H_2O	21,18	21,65	21,71
Сумма	100,00	99,74	99,79

1. $Cu_4Al_5(PO_4)_6(OH)_5 \cdot 11H_2O$. 2, 3. Фэрфилд, Юта. [3] В пробе 2 около 99% чистого материала, в пробе 3 около 95%.

Местонахождение. В варисцитовых желваках в Фэрфилде, округ Юта, Юта; вместе с крандаллитом, энглишитом, вардитом, миллиситом, гордонитом и минералами группы апатита.

Назв. По имени Артура Монтгомери (1900—), который вместе с Эдвином Овером (Edwin Over) разрабатывал фэрфилдское месторождение и первый определил настоящий вид как новый. *Larsen* (*Am. Min.*, **25**, 315, 1940).

Ссылки

1. Менее обычные и недостоверные формы: 190, *l* 120, 350, 230, 340, 450, *x* 021, *y* 041, *p* 111, *P* $\bar{1}11$, *R* $\bar{1}31$, *Q* $\bar{1}51$.
2. Методом Вайссенберга у Ларсена (Larsen, 1940).
3. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена (Larsen, 1940).

42.8.12 **ОВЕРИТ** $Ca_3Al_8(PO_4)_8(OH)_6 \cdot 15H_2O$ OVERITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m$ $2/m$ $2/m$.

$a : b : c = 0{,}7864 : 1 : 0{,}3795$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}4826 : 0{,}3795 : 1$

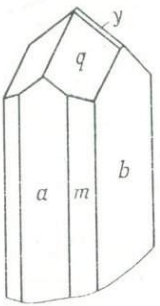
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7864 : 2{,}0721 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}6350 : 1{,}2717 : 1$

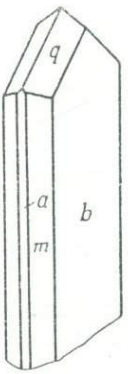
Формы [1]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
b	010	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′	.....	0°00′
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0°00′	90 00
f	130	22 58½	90 00	90 00	67 01½	0 00	22 58½
m	110	51 49	90 00	90 00	38 11	0 00	51 49
y	021	0 00	37 12	37 12	90 00	90 00	52 48
q	121	32 27	41 58	37 12	68 58½	64 14½	55 38½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа *Bmam*. a_0 14,75 *kX*, b_0 18,74, c_0 7,12; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}7871 : 1 : 0{,}3799$. Ячейка содержит $Ca_6Al_{16}(PO_4)_{16}(OH)_{12} \cdot 30H_2O$.

Облик. Уплощенный по {010} и удлиненный по [001], в пластинках, имеющих досковидную форму. Часто образует субпараллельные сростки по {010}; также плотный, в виде субпараллельных агрегатов из грубых пластинок.





Физ. Спайность по {010} совершенная, по {100} плохая. Тв. $3^1/_2$—4. Уд. в. 2,53; 2,47 (вычисл.). Цвет светлый яблочно-зеленый до бесцветного. Блеск стеклянный.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Na)	
X c	1,568 ± 0,002	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,574 ± 0,002	$2V$ 75 ± 10°
Z b	1,580 ± 0,002	$r > v$, слабая

Хим. Основной водный фосфат алюминия и кальция, $Ca_3Al_8(PO_4)_8 \cdot (OH)_6 \cdot 15H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO	11,67	11,62
Al_2O_3	28,11	27,99
P_2O_5	38,08	37,91
H_2O	22,14	22,04
Нераств. ост.		0,11
Сумма	100,00	99,67

1. $Ca_3Al_8(PO_4)_8(OH)_6 \cdot 15H_2O$. 2. Фэрфилд, Юта.[3]

Испытание. П. п. тр. плавкость 2, вспучивается и оставляет белую мелоподобную массу. В закр. тр. выделяет значительное количество нейтральной воды. Легко растворяется в горячей азотной кислоте.

Местонахождение. Встречен в пустотах желваков варисцита в Фэрфилде, округ Юта, Юта, вместе с крандаллитом, дельтаитом и апатитоподобными минералами.

Назв. По имени Эдвина Овера (Edwin Over, 1903—), коллекционера минералов в Колорадо-Спрингсе, Колорадо, который работал вместе с Артуром Монтгомери в Фэрфилде и определил настоящий минерал как новый вид. *Larsen* (*Am. Min.*, **25**, 315, 1940).

Ссылки

1. Менее обычные и недостоверные формы: *e* 150, *g* 250, *h* 120, *i* 350, *j* 430, *k* 320, *l* 310, *n* 410.
2. Методом Вайссенберга у Ларсена (Larsen, 1940).
3. Анал. Гонье (Gonyer) у Ларсена (Larsen, 1940).

42.8.13 и 42.8.14 ГРУППЫ ТОРБЕРНИТА И МЕТАТОРБЕРНИТА

ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ; ДИТЕТРАГОНАЛЬНО-ДИПИРАМИДАЛЬНЫЙ — 4/m 2/m 2/m

Группа торбернита	a_0	c_0
Торбернит, $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8—12H_2O$	7,05 *kX*	20,5
Отунит, $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10—12H_2O$	6,989	20,63
Ураноцирцит, $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ (?)		
Салеит, $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$	6,980	19,813
Цейнерит, $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10—16H_2O$		
Ураноспинит, $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$		
Группа метаторбернита		
Метаторбернит, $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	6,95 *kX*	8,60
Мета-отунит, $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 2—6H_2O$	6,98	8,42
Метацейнерит, $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	7,13	8,83

Члены группы торбернита и метаторбернита соответствуют формуле $A(UO_2)_2(XO_4)_2 \cdot nH_2O$, где A есть Cu, Ca, Ba, или Mg, а X—P, или As. Обе группы имеют весьма близкие структуры[1] слоистого типа. В структуре отунита, с которым другие члены группы торбернита изоструктурны, имеются слои, параллельные {001} и построенные из тетраэдров (PO_4) с ионами U^6, находящимися в искаженной октаэдрической координации с O; два кислорода расположены к U^6 ближе других и образуют линейную группу уранила (UO_2). Ca и другие ионы A вместе с молекулами H_2O занимают относительно открытые пустоты между вертикально упакованными слоями. Структура отунитового типа устойчива при числе молекул H_2O 8 и более, увеличивается за счет цеолитной воды до максимального числа 12 (?) молекул. Структура мета-отунитового типа[1] (или типа мета-отунит I) устойчива при количествах H_2O, находящихся в пределах от 6—8 до 5 (метацейнерит) или $2^1/_2$ (мета-отунит). Температура перехода

варьирует в зависимости от природы атомов A и X и от давления пара, но в общем близка к комнатной температуре при низкой влажности и имеет значение ниже 100° в водном растворе.[3] В структуре мета-отунита слои {001}, содержащие атомы U^6 и P в кислородной координации, идентичны слоям отунита, но сдвинуты относительно друг друга в горизонтальной плоскости на расстояние $a/2$, образуя более плотную вертикальную упаковку и сокращая период c наполовину. Содержание воды в этой структуре изменяется между крайними пределами плавно (как в цеолитах). Изоструктурные соединения с формулой $A_2(UO_2)_2(XO_4)_2 \cdot nH_2O$, где A — Na, K, NH_4 или H, были искусственно приготовлены; эти вещества обратимо меняют поглощенные основания[2] на Ca или другие двухвалентные катионы. При более высокой температуре образуется менее водный гидрат (мета-отунит II и др.), не известный в природе и имеющий иной тип структуры. Переход между мета-I и мета-II гидратами необратимый. Переход между мета-I и вполне гидратированной структурой обратим, по крайней мере, в случае отунита, хотя у торбернита и цейнерита не без труда и не полно. Поэтому, учитывая эти связи и наличие перехода при комнатной температуре или близко к ней, становится неясным, являются ли образцы, хранящиеся в музеях, первично образованными или вторично обезвоженными продуктами.

Ссылки

1. Beintema, *Rec. trav. chim. Pays-Bas*, **57**, 155 (1938).
2. Fairchild, *Am. Min.*, **14**, 265 (1929) и Beintema (1938).
3. Hallimond, *Min. Mag.*, **17**, 326 (1916); **19**, 43 (1920); Beintema (1938); Weiss-Frondel, *Am. Min.*, **36**, 249 (1951).

42.8.13.1 **ТОРБЕРНИТ** $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8—12H_2O$ TORBERNITE

Крист.[1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

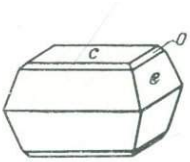
$$a : c = 1 : 2{,}974; \quad p_0 : r_0 = 2{,}974 : 1$$

Формы[2]

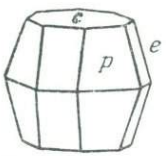
		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
o	013	0 00	44 45	90 00	60 08½
e	011	0 00	71 25	90 00	47 55
l	112	45 00	64 34	50 19	90 00
p	111	45 00	76 37½	46 32	90 00

Облик. От тонко до толстотаблитчатого по {001}, обычно с квадратным очертанием; реже дипирамидальный. Субпараллельные сростки встречаются часто. Также листоватый, слюдоподобный или в виде чешуйчатых агрегатов.

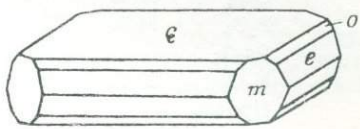
Структ. ячейка[13] Пространственная группа $I4/mmm$. a_0 7,05 *kX*, c_0 20,5; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}90$. Ячейка содержит $Cu_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 16—24H_2O$



Корнуолл.



Корнуолл.



Корнуолл.

Двойники. По {110}, редкие.

Ориентированные срастания. Параллельные сростки с отунитом обычны; также с ураноспинитом, цейнеритом и бассетитом.

Физ. Спайность по {001} совершенная, слюдоподобная; по {100} неясная. Пластинки довольно хрупкие, более чем у отунита. Тв. 2—$2^1/_2$. Уд. в. 3,22.[3] Блеск стеклянный до полуалмазного, перламутровый на {001}. Цвет изумрудно- и травяно-зеленый, иногда зеленый цвета порея, яблочно-зеленый или светлозелено-желтый. Черта бледнее, чем цвет. Прозрачный до просвечивающего. Не флюоресцирует в ультрафиолетовых лучах.[11]

Опт.

	n (Корнуолл)[4]	Дихроизм	
O	1,592	Небесно-голубой	Одноосн. отрицат. (—)
E	1,582	Зеленый	

Показатели преломления и удельный вес колеблются при изменении содержания воды от 8 до $12H_2O$, но кореллятивных данных недостаточно. Большинство опубликованных оптических данных на так называемом торберните является недостаточно надежным и должно быть отнесено к метаторбернту (см.).

Хим. Водный фосфат меди и урана, $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8—12H_2O$. Небольшие количества As иногда замещают P с отношением $As : P = 1 : 6{,}8$ в анал. 4. Pb, повидимому, замещает Cu в материале анал. 5, с отношением $Pb : Cu = 1 : 6{,}8$. Достаточных данных о наличии изоморфной серии с отунитом не имеется. V, Ba, Mn и другие элементы найдены в спектрографических количествах.[12] Содержание воды в торберните варьирует от влажности и температуры между 8 и $12H_2O$. $4H_2O$ удаляется при температуре от 55 до 75° или при комнатной температуре и малой влажности, и, необратимо (?) образуется метаторбернит, $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Торбернит является продуктом отложения из водных растворов при температуре до 75°; выше этой температуры при прямой кристаллизации должен образоваться метаторбернит.[5]

Анал.[6]

	1	2	3	4	5	6
CuO	7,88	8,49	7,73	8,13	7,15	8,58
PbO					2,95	0,11
UO_3	56,65	61,00	57,03	60,71	60,35	60,54
P_2O_5	14,06	15,14	14,50	13,54	14,42	14,40
As_2O_5				3,24		
H_2O	21,41	15,37	20,30	15,36	14,31	14,62
Прочие			0,59		1,69	0,76
Сумма	100,00	100,00	100,15	100,98	100,87	99,01
Уд. в.					~3,9	3,68

1. $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12H_2O$. 2. $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 3. Леопольдсдорф, Бавария.[7] Прочие: SiO_2. 4. Корнуолл (*метаторбернит, metatorbernit?*).[9] 5. Катанга (*метаторбернит?*).[9] Прочие: $(Fe, Al)_2O_3$ 0,88, Te 0,63, нераств. ост. 0,18, MoO_3 следы. Среднее из 8 частичных анализов. 6. Рудник Тинкрофт, Редрут (*метаторбернит?*).[10] Прочие: $(Fe, Al)_2O_3$ 0,61, нераств. ост. 0,15. Среднее из 6 частичных анализов.

Испытание. П. п. тр. легко плавится в черную массу. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Торбернит является вторичным минералом и найден вместе с отунитом и другими вторичными урановыми минералами как продукт окисления уранинита, особенно в зоне окисления жил, содержащих как медные сульфиды, так и уранинит (Корнуолл). Во многих отмеченных месторождениях не различались торбернит и метаторбернит. Среди наиболее важных месторождений этих минералов находятся Яхимов, Циннвальд, Шлаггенвальд в Чехии и Иоганнгеоргенштадт и Шнееберг в Саксонии, Германия. Найден в большом количестве и иногда в виде очень хороших образцов в Корнуолле, Англия, именно в рудниках по соседству с Редрутом, Сан-Аустел, Сан-Джаст и Сан-Эгнес. В целом ряде более мелких месторождений во Франции. В Испании в провинции Касерес, Эстрамадура, и в северо-западной Португалии близ Визеу и Сабугала. Найден в большом количестве в Казоло, Чинколобве, и повсюду в районе Катанги, Бельгийское Конго, Африка. На горе Пентер, хребет Флиндерс, южная Австралия. В США найден в небольших количествах в немногих местах. Как продукт изменения уранинита в пегматитах в Хаддам-Неке, Коннектикут, и в немногих других пегматитах в штате Новая Англия. Для этих месторождений более обычен отунит. В Южной Дакоте — в руднике Ганнибал около Терри, округ Лауренс, и около Кейстона в округе Пеннингтон. В Юте в Ла-Саль-Маунтенс, в округе Сан-Хуан, и, вероятно, широко распространен в едва заметных количествах в карнотитовых песчаниках в районе плато в Колорадо и Юте. Найден в Нью-Мексико в районе Уайт-Сигнал в округе Грант и в районе Сан-Лоренцо в округе Сокорро.

Назв. По имени Торберна Бергманна (Torbern Bergmann, 1735—1784), шведского химика.

Синонимы. Mica viridis cryst. (из Яхимова) *von Born* (**1**, 42, 1772). Grüner Glimmer (из Саксонии) *Werner* (*Cronstedt*, 217, 1780). Torberit *Werner*; *Karsten* (43, 1793) [позднее произносилось *torbernite*, как у Людвига, *Werner* (**1**, 308, 1803)]. Chalkolith *Werner* (*Bergm. J.*, 376, 1789); Urankalk durch Kupfer gefärbt, Uranites spathosus (частью) *Klaproth* (*Schrift. Ges. Nat. Berlin.*, **9**, 273, 1789; Beitr., **2**, 217, 1797). Uranglimmer *Werner* (1800; *Ludwig's Werner* **1**, 55, 1803). Urane oxydé *Haüy* (**4**, 319, 1801). Uranite *Aikin* (1814). Uran-Mica *Jaméson* (1820). Uranphyllit *Breithaupt* (1820). Phosphate of Uranium containing Phosphate of Copper *R. Phillips* (*Ann. Phil.*, **5**, 57, 1823). Phosphate of Uranium and Copper *Berzelius* (Jahresber., 1823). *Нем.*: Kupfer-Uranit. Copper-Uranite. Torberite *Brooke* и *Miller* (517, 1852). Cuprouranit *Breithaupt* (*Berg.-H. Ztg.*, **24**, 302, 1865).

Ссылки

1. Углы по Халлимонду (Hallimond, *Min. Mag.*, **17**, 326, 1916), ячейка и ориентировка по Халлимонду (Hallimond, 1916), Шрауфу (Schrauf, *Min. Mitt.*, 181 (1872), Дэна (Dana, 856, 1892). Переход от Гольдшмидта (Goldschmidt, **5**, 101, 1918) к настоящей ячейке: 100/010/002. Ряд отмеченных измерений (см. Hallimond) плохо совпадают вследствие низкого качества кристаллов; некоторые из ранних наблюдений, повидимому, сделаны на цейнерите, метаторберните или на других сходных минералах. Морфологически торбернит тетрагональный голоэдрический, но минерал считался моноклинным или ромбическим на основании часто наблюдающегося оптически двуосного характера, явной неравнозначимости качества спайности по вертикальным плоскостям и моносимметричности фигур травления, полученных на грани (001) — см. Walker, *Am. J. Cs.*, **6**, 41 (1898). Двуосный характер, повидимому, является следствием деформации, вызванным колебанием в содержании воды или в составе; большая часть материала является одноосным. Симметрия фигур травления иногда тетрагональная и зависит от условий травления — см. Rinne, *Cbl. Min.*, 618 (1901).

2. Hallimond (1916); другие отмеченные формы сомнительного качества — см. Goldschmidt (1918).

3. Hallimond, *Min. Mag.*, **19**, 43 (1920); ранее отмеченные цифры для торбернита, несколько более высокие, относятся, несомненно, к материалам, содержащим и метаторбернит.

4. Цитировано по Ларсену (Larsen, 195, 1921). Милозевич (Millosevich, *Acc. Linc., Rend.*, **21**, 594, 1912) дает *nO* 1,590, *nE* 1,581 (Na) для кристаллов из рудника Гуннис-Лейк, Корнуолл.

5. См. Hallimond, *Min. Mag.*, **17**, 326 (1916); **19**, 43 (1920); Rinne, *Cbl. Min.*, 618 (1901); Buchholz, *Cbl. Min.*, 362 (1903).

6. Дополнительные анализы приведены у Гинтце (Hintze,**1** [4B], 993, 1931). Из-за отсутствия полных данных не ясно, являются ли некоторые из этих анализов анализами, относящимися к торбернитy или к метаторбернитy.

7. Henrich, *J. pr. Chem.*, **96**, 73 (1917).
8. Winkler, *J. pr. Chem.*, **7**, 10 (1873).
9. Steinkuhler, *Bull. soc. chim. Belgique*, **32**, 270 (1923).
10. Steinkuhler, *Bull. soc. chim. Belgique*, **32**, 253 (1923).
11. См. Meixner, *Chem. Erde*, **12**, 433 (1940).
12. Forjaz, *C. R.*, **164**, 102 (1917).
13. Goldsztaub, *Bull. soc. min.*, **55**, 7 (1932), на кристаллах из Лашо, Пюи-де-Дом, Франция.

ФРИТЦШЕИТ, Fritzscheite. *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **24**, 302, 1865).

Являясь по своему качественному составу фосфатом марганца и урана, минерал относится к группе торбернита. Найден в виде прямоугольных (или почти таких) пластинок с совершенной базальной спайностью и стеклянным

до перламутрового блеском. Тв. 2—3. Уд. в. 3,50 (?). Цвет красновато-коричневый или гиацинтово-красный. Прозрачный. Известно, что встречается в Отуне, Франция, в Нейхаммере около Нейдека, Чехия, и в Иоганнгеоргенштадте и Штейниге в Саксонии, Германия.

42.8.13.2 **ОТУНИТ** $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10—12H_2O$ AUTUNITE

Крист.[1] Тетрагональная, дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

$$a : c = 1 : 2{,}952; \quad p_0 : r_0 = 2{,}952 : 1$$

Формы[2]

		φ	ρ	A	$\bar{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
l	120	26 34	90 00	63 26	71 34
d	011	0 00	71 17	90 00	47 57½
p	111	45 00	76 32	46 33½	90 00
q	112	26 34	64 24	50 23	90 00

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $I4/mmm$. a_0 6,989 kX, c_0 20,63; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}952$. Ячейка содержит $Ca_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 20—24H_2O$.

Облик. Тонкотаблитчатый по {001}, сильно приближается к торбернитy по формам и углам. Кристаллы обычно слегка уклоняются по углам от тетрагональной сингонии, повидимому вследствие искажения кристаллов. Субпараллельные сростки обычны. Также в виде листоватых или чешуйчатых агрегатов; в виде толстых корок с зубчатой поверхностью, сложенных из кристаллов, стоящих на ребрах.

Двойники. По {110}.

Ориентированные срастания. С торбернитом, обычны.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {100} неясная. Не хрупкий. Тв. 2—2½. Уд. в. 3,1—3,2, колеблющийся от содержания воды (?); 3,14 (вычисл. для $10½H_2O$). Блеск стеклянный, перламутровый на {001}. Цвет лимонно-желтый до серно-желтого, иногда зеленовато-желтый до бледнозеленого. Черта желтоватая. Прозрачный до просвечивающего. Сильно флюоресцирует желтовато-зеленым цветом в ультрафиолетовых лучах;[12] продукт обезвоживания мета-отунит I слабее флюоресцирует.

Опт.

	Ориентировка	n (Отунь)[5]	n (Мэриленд)[6]	n[13]	Дихроизм
(E)	X c	1,553	1,555		Бесцветный до бледножелтого
	Y	1,575	1,575	1,58—1,59	Желтый до темножелтого
(O)	Z	1,577	1,578	1,59—1,60	Желтый до темножелтого

Природный отунит иногда одноосный отрицательный, но обычно является аномально двуосным отрицательным. Двуосность зависит от содержания воды,[4] и $2V$ уменьшается с уменьшением содержания воды. В двуосном материале $2V$ увеличивается от 0 до 53°, обычно 10—30° с $r > v$, сильной; $Z = c$ и Y параллельно одной из диагоналей квадратных табличек. Тетрагональный обезвоженный продукт мета-отунит I также проявляет секторально, двуосный характер с $2V$, уменьшающимся до 0° при уменьшении количества воды; $Z = c$ и Y перпендикулярно ребру таблички. Показатели преломления в обоих гидратах увеличиваются с уменьшением содержания воды. Некоторые из известных описаний отунита, повидимому, относятся к мета-отуниту I.

Хим. Водный фосфат кальция и урана, $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10—12H_2O$. Небольшие количества Ba и Mg замещают Ca (анал. 3, 6). Cu, повидимому, не замещает Ca с образованием изоморфической серии к торберниту. V, Pb и другие элементы были отмечены в спектрографических количествах.[14] Содержание воды в отуните, очевидно, колеблется между 10 и $12H_2O$. При высушивании или легком нагреве отунит обратимо переходит в мета-отунит I (тетрагональная фаза с $6^1/_2—2^1/_2H_2O$ и a_0 6,98 *kX*, c_0 8,42), и этот минерал при нагревании до ~ 80° переходит необратимо в мета-отунит II (ромбическая фаза с $0—6H_2O$ и a_0 6,45 *kX*, b_0 6,97, c_0 8,65).[3] Ни мета-I, ни мета-II гидраты не встречаются в виде первичных отложений в природе, хотя большинство музейных образцов отунита, если они подвергались явлению тепла и сухой атмосферы, быстро изменяются в мета-отунит I (*метакалькуранит*; *нем.*: *metakalkuranite*).

Отунит охотно обменивает основания; H замещает Ca в кислых растворах, образуя изоструктурное соединение, и Na может замещать Ca в концентрированных солевых растворах, образуя неизоструктурный натриевый отунит.[3]

Анал.[11]

	1	2	3	4	5	6
CaO	5,69	5,31	6,09	6,01	6,06	6,56
UO_3	58,00	60,84	61,70	60,62	60,95	58,85
P_2O_5	14,39	13,40	15,21	14,52	14,61	14,80
H_2O	21,92	20,33	14,90	18,47	18,32	19,60
Прочие			1,57			0,26
Сумма	100,00	99,88	99,47	99,62	99,94	100,07
Уд. в.						3,198

1. $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12H_2O$. 2. Отунь, Франция.[7] 3. Отунь, Франция.[8] Прочие: BaO. Мета-отунит? 4. Леопольдсдорф, Бавария.[9] 5. Провинция Бейра-Альта, Португалия.[9] 6. Гора Пентер, южная Австралия.[10] Прочие: MgO.

Испытание. П. п. тр. плавится. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Отунит является вторичным минералом, находится главным образом в зоне окисления и выветривания гидротермальных жил и пегматитов, и образуется за счет изменения уранинита или других урансодержащих минералов. Среди наиболее известных

месторождений находятся Сант-Симфориен и другие места около Отуни в департаменте Сона-и-Луара, Франция. В Португалии в Сабугале, к юго-востоку от Гуарда, и в Визеу. В Германии в районе Иоганнгеоргенштадта, в Фалькенштейне в Саксонии, и в пегматитах в пределах Хагендорфа и Плейштейна в Баварии. В Корнуолле, Англия, в Редруте, Сан-Аустель, и других местах в зоне окисления уранинитсодержащих жил. В районе Катанги, Бельгийское Конго, Африка. На горе Пентер хребта Флиндерс, южная Австралия. В торфяном аллювии к югу от Антзираба, Мадагаскар. В США найден в большом количестве мелких месторождений. В Новой Англии найден в пегматитах в ряде мест; особенно в руднике Рагглес около Графтон-Сентер, Нью-Гэмпшир. В Нью-Йорке в пегматитах в Бедфорде, округ Вестчестер. В пегматитах около Кейстона в Блек-Хиллсе, Юта. В Северной Каролине в пегматитах в Спрус-Пайне, Пенланд, рудник Флат-Рок, и повсюду в округе Митчелл. В районе Уайт-Сигнал, округ Грант, Нью-Мексико.

Искусств.[3] При реакции растворов монокальциевого фосфата и уранилового нитрата при низких температурах.

Изменения. В фосфуранилит.

Синонимы. A variety of Uranoglimmer, Uranкalk, или Chalcolite [Torbernite] до 1819. Sel à base de chaux, où l'oxide d'urane joue le rôle d'acide *Berzeilius* (295, 1819). Uranit *Berzelius* (**4**, 46, 1823). *Нем.*: Kalk-Uranit, Kalk-Uranglimmer. Lime-Uranite. Autunite *Brooke* и *Miller*, 519, 1852). Calcouranit *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **24**, 302, 1865).

Ссылки

1. Тетрагональная сингония установлена рентгенометрическим изучением Бейнтема (Beintema, *Rec. trav. chim. Pays-Bas*, **57**, 155, 1938) на кристаллах из Лиможа и искусственном материале. Элементы рентгенометрической ячейки по Бейнтему. Отунит рассматривается как ромбический или моноклинный с заметной тетрагональной псевдосимметрией на основании морфологических измерений (на кристаллах очень плохого качества) и двуосного характера — см. особенно Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. mines.*, **11**, 261, 1854; **14**, 339, 1858), который дает $a:b:c = 0{,}9875:1:2{,}8517$; Брезина (Brezina, *Zs. Kr.*, **3**, 273, 1879), который дает $a:b:c = 0{,}3463:1:0{,}3525$ и β 90°30′, и Халлимонд (Hallimond, *Min. Mag.*, **17**, 221, 1916).

2. Goldschmidt (**5**, 5, 1918) и Дана (857, 1892), в тетрагональной интерпретации.

3. Beintema (1938).

4. Бейнтема (Beintema, 1938), который также дает оптические данные для мета-отунита I и мета-отунита II (неизвестного в природе).

5. Michel-Lévy и Lacroix, *Les Minéraux des Roches*, 157 (1888).

6. Shannon, *Am. Min.*, **11**, 35 (1926).

7. Church, *J. Chem. Soc. London*, **28**, 109 (1875).

8. Berzelius, *Ann. Phys.*, **1**, 379 (1844).

9. Ewald, приведенный Генрихом (Henrich, *Ber.*, **55**, 1212, 1922).

10. Greig, приведенный Смитом (Smith, *Rec. Australian Mus.*, **15**, 69, 1926).

11. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4B], 982, 1931).

12. См. Iimori и Iwase, *Sc. Pap. Inst. Phys. Chem. Res. Tokyo*, **34**, 372 (1938), и Meixner, *Chem. Erde*, **12**, 433 (1940).

13. Meixner (1940).

14. Forjaz, *C. R.*, **164**, 102 (1917).

42.8.13.3 **УРАНОЦИРЦИТ** $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ URANOCIRCITE

Тетрагональная (?). В кристаллах, напоминающих отунит. Спайность по {001} совершенная, по {100} и {010} ясная. Тв. 2—$2^1/_2$. Уд. в. 3,53. Блеск перламутровый на {001}. Цвет желтовато-зеленый. Прозрачный до просвечивающего. Найден в виде параллельных сростков с отунитом и торбернитом; также с бариевым хлоридом (искусств.).[1]

Опт. В проходящем свете бледный канареечно-желтый. Слабо плеохроичен.

Ориентировка	*n* (Фалькенштейн)[2]	*n* (искусств.)[3]	Плеохроизм	
X c	1,610 ± 0,003	1,604	Почти бесцветный	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,623 ± 0,003		Бледный канареечно-желтый	Обнаруживает группу пластинчатых двойников, параллельных {100} и {010}
Z	1,623 ± 0,003	1,613	Бледный канареечно-желтый	
2*V*	Малый	0°		

При нагревании двуосный материал становится одноосным при 100—150°, сопровождая потерю воды до дигидрата.

Хим. Водный фосфат бария и уранила, $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. $6H_2O$ теряется над H_2SO_4 или при нагревании ниже 100°.[4] Анализ дал:

	BaO	UO_3	P_2O_5	H_2O	Сумма
1.	15,16	56,56	14,04	14,24	100,00
2.	14,57	56,86	15,06	13,99	100,48

1. $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Фалькенштейн.[5]

Испытание. Растворим в кислотах. П. п. тр. плавится.

Местонахождение. Первоначально найден в Бергене около Фалькенштейна в Фойгтланде, Саксония, как вторичный минерал в кварцевых жилах; также в Шнееберге в Саксонии. С парсонситом и другими вторичными урановыми минералами в флюоритовом месторождении в Фёльзендорфе, Бавария. Отмечен в Срдния-Гора в Банате, Венгрия, и в Росманейре, Испания.

Искусств.[6] Кристаллы, содержащие $10H_2O$ и изоструктурные с отунитом, были получены при реакции фосфорной кислоты со смешанным раствором бариевого хлорида и уранил нитрата. При нагревании был получен гидрат с малым содержанием воды $2—6H_2O$; изоструктурный с мета-отунитом; a_0 6,952 *kX*, c_0 8,515.

Назв. От урана и κίρκος — *сокол* (*Falce*), потому что это урановый минерал из Фалькенштейна. *Weisbach* (*Berg.-u. hütten, Jb., Abh.*, 48, 1877; *Jb. Min.*, 185, 404, 1877). [Ранее смешивался с отунитом.]

Ссылки

1. Gaubert, *Bull. soc. min.*, **27**, 222 (1904).
2. Larsen (149, 1921).

3. Fairchild, *Am. Min.*, **14**, 265 (1926), на материале, полученном из отунита путем катионного обмена.
4. О данных обезвоживания см. Church, *Min. Mag.*, **1**, 234 (1877), и Gaubert, *Bull. soc. min.*, **27**, 222 (1904).
5. Анал. Винклера (Winkler) у Вейсбаха (Weisbach, 1877). О частичных анализах см. также Church (1877) и Fairchild (1929).
6. Beintema, *Rec. trav. chim. Pays-Bas*, **57**, 155 (1938).

42.8.13.4 **САЛЕИТ** $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$ SALÉEITE

Крист.[1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$ (?).

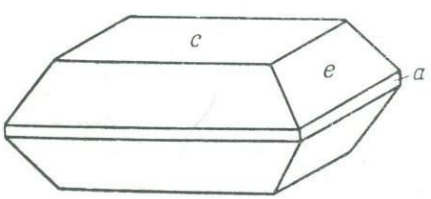
$$a : c = 1 : 2{,}839; \quad p_0 : r_0 = 2{,}839 : 1$$

Формы[2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
d	120	26 34	90 00	63 26	71 34
e	012	0 00	54 50	90 00	54 41

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $I4/mmm$, голоэдрическая. a_0 6,980 Å, c_0 19,813; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}839$. Ячейка содержит $Mg_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 20H_2O$.

Облик. Таблички, уплощенные по {001}.



Шнееберг.

Ориентированные срастания. На торберните, с параллельными осями.

Физ. Спайность по {001} совершенная; также по {010} и {110} несовершенная. Тв. 2—3. Уд. в. 3,27; 3,27 (вычисл.; обе величины на материале из Шнееберга, анал. 4). Цвет желтый до лимонно-желтого. Прозрачный; просвечивает, когда частично обезвожен.

Опт.

Ориентировка	n (Шнееберг)[3]	n (Катанга)[4]	
E (или X)	1,559 ± 0,002 (бесцветный)	1,559	Одноосн. отрицат. (—), иногда аномально двуосный
Y		1,570	
O (или Z)	1,574 ± 0,002 (бледный зеленовато-желтый)	1,574	

Материал из Шнееберга (с $10H_2O$) одноосный. Кристаллы из Катанги двуосны с $2V$ 61° и с сильной дисперсией $r > v$, показывают разделение на два или четыре сектора с $Z = c$ и с Y в каждом секторе, перпендикулярно к ребру пластинки.

Хим. Водный фосфат магния и урана, $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$. В материале анал. 4 As замещает P с отношением $As : P = 1 : 4{,}5$. Материал из Шнееберга с $10H_2O$ полностью гидратирован и изоструктурен[3] с отунитом, $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$. Материал из Катанги с $8H_2O$ двуосен, с секторальными кристаллами, вероятно, изоструктурен с мета-I гидратом отунита и должен быть поэтому выделен как образец под названием *мета-салеит*.

Анал.

	1	2	3	4
MgO	4,49	4,31	5,01	4,31
UO_3	63,67	61,23	64,07	60,32
P_2O_5	15,80	15,19	14,44	11,98
As_2O_5				4,50
H_2O	16,04	19,27	16,48	[18,89]
Сумма	100,00	100,00	[100,00]	[100,00]
Уд. в.			$< 3{,}3$	3,27

1. $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$. 3. Катанга.[5] Пересчитано на 100 после исключения 2,79% нераств. ост. 4. Шнееберг, Саксония.[6]

Местонахождение. Вторичный минерал, впервые найденный с торбернитом и девиндтитом в Чинколобве, Катанга, в Бельгийском Конго; также в Шнееберге, Саксония, с уранофаном и цейнеритом.

Назв. По имени А. Сале (A. Salée). *Thoreau* и *Vaes* (*Soc. géol. Belgique*, *Bull.*, **42**, 96, 1932).

Синоним. Saléite.

Ссылки

1. Тетрагональная симметрия установлена Мрозом (Mrose, *Am. Min.*, **35**, 525, 1950). Ранее рассматривался Торо и Везом (Thoreau и Vaes, 1932) как ромбический, псевдотетрагональный, и Шопом (Schoep, *Med. Kl. Wetens. Kon. Vlaam. Ac.*, 65, 1939) как моноклинный. Отношение осей по структурной ячейке.
2. Мрозе (Mrose, 1950) на кристаллах из Шнееберга.
3. Mrose (1950).
4. Schoep (1939).
5. Анал. Молле (Mollet) у Торо и Веза (Thoreau и Vaes, 1932).
6. Анал. Гонье (Gonyer) у Мрозе (Mrose, 1950).

42.8.13.5 **Цейнерит** $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10{-}16H_2O$ Zeunerite

Все образцы природного, так называемого *цейнерита*, которые были исследованы рентгенометрически, показали, что они являются мета-I гидратами, содержащими от 5 до $8H_2O$, и что они изоструктурны с мета-отунитом и метаторбернитом. Полностью гидратированный

материал с $10-16H_2O$ и изоструктурный с отунитом и торбернитом не был еще обнаружен в природе. Для того чтобы сохранить единство и параллелизм в номенклатуре, название *метацейнерит* здесь дается для этих образцов, а название *цейнерит* предлагается для вида, у которого $10-16H_2O$ и который пока в природе еще не встречен, но весьма вероятно может быть найден.

Искусственный[1] $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10-16H_2O$ является тетрагональным. Оптически одноосный отрицательный (—) с nO 1,602 до 1,610. Содержание воды колеблется плавно (как у цеолитов) в пределах устойчивости фазы, и при этом показатели преломления тоже меняются. Нагретая до 65° на воздухе, эта фаза переходит в метацейнерит с содержанием воды, меняющимся как у цеолитов между 5 и $8H_2O$.

Ссылка

1. Weiss-Frondel, *Am, Min.*, **36**, 249 (1951).

УРАНОШПАТИТ, Uranospathite.

Повидимому, ромбический; псевдотетрагональный. Вееpоподобные группы из прямоугольных пластинок и плоских кристаллов, уплощенных по {001} и штрихованных параллельно удлинению [010]. Края пластинок часто одинаково ограничены узкими гранями под углом приблизительно 45°. Спайность по {001} совершенная, по {100} хорошая, по {010} (?) волокнистая. Уд. в. 2,50. Цвет желтый до бледнозеленого. Иногда сдвойникован по {110} в крестообразные группы.

Опт.

Ориентировка	n (Na)	Плеохроизм	
X c	[$\sim$ 1,49]	Бледножелтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	1,510	Темножелтый	$2V$ 69° (Na)
Z b	1,521	Темножелтый	

Водное соединение уранила, возможно арсенат или фосфат, относится к группе отунита, но полный состав неизвестен. Теряет H_2O в эксикаторе при комнатной температуре и становится одноосным. Растворим в кислотах. В ориентированных сростках с бассетитом, последний имеет грань {010} и ось [001], параллельные грани {001} и оси [010] ураношпатита. Найден в Редруте, Корнуолл, Англия. Назван по *урану* и σπάθη — *широкий лист*, в соответствии с обликом кристалла. *Hallimond* (*Min. Mag.*, **17**, 230, 1915).

Синоним. *Нем.*: Uranspat.

42.8.13.6 **УРАНОСПИНИТ** $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ URANOSPINITE

Крист.[1] Тетрагональная.

$$a : c = 1 : 1{,}4561; \quad p_0 : r_0 = 1{,}4561 : 1$$

Формы

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
q	015	0°00′	16 14	90 00	78 36
d	011	0 00	55 31	90 00	54 21
r	021	0 00	71 03	90 00	48 01

Облик. Тонкотаблитчатый по {001}.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {100} ясная. Тв. 2—3. Уд. в. 3,45. Цвет лимонно-желтый до светлого зелено-желтого. Блеск перламутровый на {010}.

Опт.[2] Обычно аномально двуосный отрицательный (—), но иногда одноосный отрицательный; искусственный материал одноосный. В двуосном материале $X = c$ с $r > v$, умеренной. Кристаллы часто зональные с одноосными и двуосными частями и могут иметь параллельные оболочки из цейнерита.

Ориентировка	*n* (Шнееберг)	*n* (Шнееберг)	*n* (Шнееберг)	Плеохроизм
X или *E*	1,560	1,56	1,55	Почти бесцветный
Y	1,582		1,567	Бледножелтый
Z или *O*	1,587	1,586	1,572	Бледножелтый
2*V*	46°	0°	62°	

Хим. Водный арсенат кальция и урана, $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot nH_2O$. В природном материале анал. 2 содержание воды $\sim 10H_2O$. Искусственный материал анал. 3 имеет $\sim 8H_2O$. Содержание воды (и оптические свойства) при обыкновенной температуре несомненно колеблется от влажности, как и в торберните.

Анал.

	1	2	3
CaO	5,40	5,47	5,62
UO_3	55,11	59,18	59,01
As_2O_5	22,14	19,37	23,01
H_2O	17,35	16,19	14,27
Сумма	100,00	100,21	101,91

1. $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10H_2O$. 2. Шнееберг.[3] 3. Искусственный.[3]

Местонахождение. Вторичный минерал, найден вместе с цейнеритом, ураноцирцитом, трёгиритом и вальпургитом в руднике Вейсер-Хирш в Нейштедте около Шнееберга, Саксония, Германия. Отмечен[4] в окрестностях Пареа, округ Кейн, Юта.

Искусств.[3] Получен в кристаллах при добавлении раствора нитрата уранила к раствору извести в избытке мышьяковой кислоты.

Назв. По *урану* и ὀπίνος — *светлозелено-желтый*, в соответствии с его составом и цветом. *Weisbach* (*Jb. Min.*, 315, 1873).

Ссылки

1. Элементы, формы и симметрия по Гольдшмидту (Goldschmidt, **9**, 41, 1923). Первоначально рассматривался Вейсбахом (Weisbach, 1873) как ромбический, псевдотетрагональный на основе оптического двуосного характера.
2. Larsen (151, 1921); Goldschmidt, *Zs. Kr.*, **31**, 468 (1899).
3. Winkler, *J. pr. Chem.*, **7**, 11 (1873).
4. Butler, *U. S. geol. Sur. Prof. Paper 80*, 115 (1913).

42.8.14 ГРУППА МЕТАТОРБЕРНИТА

42.8.14.1 МЕТАТОРБЕРНИТ $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$
METATORBERNITE

Крист. Тетрагональная;[1] дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

$$a : c = 1 : 1{,}14; \quad p_0 : r_0 = 1{,}14 : 1$$

Формы

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
d	011	0°00′	48 44½	90 00	57 53½

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P4/nmm$. a_0 6,95±0,03 *kX*, c_0 8,60±0,04; $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}238$. Ячейка содержит $Cu(UO_2)_2 \cdot (PO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Облик. Таблички по {001}; часто в виде розеток или сноповидных агрегатов из неправильных, искривленных и сложных кристаллов.

Физ. Спайность по {001} совершенная. Довольно хрупкий. Тв. 2½. Уд. в. 3,5—3,7, 3,70 (Гуннис-Лейк);[3] 3,76 (вычисл.). Блеск стеклянный до полуалмазного, перламутровый на {001}. Цвет бледнозеленый до темнозеленого. Прозрачный до просвечивающего. Не флюоресцирует.[4]

Опт.[6]

λ	640 mμ	515 mμ	440 mμ	Белый свет[7]
nO	1,618	1,633	1,649	1,610—1,628
nE	1,622		1,646	
Знак	+	Изотропный	—	+

Оптически одноосный; иногда двуосный благодаря деформациям с малым $2V$. Плеохроирует O небесно-голубым и E зеленым. Метаторбернит и в меньшей степени торбернит дают аномальные интерференционные цвета.

Хим. Водный фосфат меди и урана, $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Метаторбернит устойчив в растворе выше 75° (см. *торбернит*). При нагревании[8] $4H_2O$ удаляются выше 100°, образуется ромбический метаторбернит II и около 125° образуется ромбический моногидрат, который устойчив при более высокой температуре. Неясно, относятся ли следующие анализы к метаторбернит или к торберниту.

	CuO	UO_3	P_2O_5	As_2O_5	H_2O	SiO_2	Сумма	Уд. в.
1.	8,48	61,01	15,14		15,37		100,00	
2.	11,39	58,77	13,43	2,83	13,55		99,97	3,7
3.	8,50	59,67	14,00		15,00	0,40	97,57	

1. $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Лурисия, Пьемонт.[9] 3. Рудник Гуннис-Лейк, Корнуолл.[10]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Вторичный или, возможно, низкотемпературный (> 75°) гидротермальный минерал. Рассматривается как продукт прямой кристаллизации в природе (на основании отсутствия трещин и мутности, обнаруженных на искусственном материале, полученном при обезвоживании торбернита) в виде кристаллов в руднике Гуннис-Лейк, Кальсток, Корнуолл, Англия. Материал, определяемый как метаторбернит по содержанию воды, оптическим свойствам, уд. в. или рентгенометрическим исследованиям, был отмечен в ряде месторождений, но неясно, образовался ли прямо, или является продуктом изменения торбернита. Среди этих месторождений должны быть упомянуты Лурисия в Пьемонте, Италия; Уил-Бассет в Корнуолле; в районе Катанги в Бельгийском Конго; гора Темпл[5] в Сан-Рафаэль-Свеле, Юта, и Спрус-Пайне в Северной Каролине в США; в Вильберфорсе, Онтарио, Канада.

Искусств.[11] Метаторбернит (вероятно, торбернит) был получен при обработке искусственного отунита в горячем растворе медного хлорида.

Синонимы. Metakupferuranit *Rinne* (*Cbl. Min.*, 618, 1901). Metatorbernite *Hallimond* (*Min. Mag.*, **17**, 326, 1916). Meta-chalcolite. Meta-torbernite I.

Ссылки

1. Углы и формы по Халлимонду (Hallimond, *Min. Mag.*, **19**, 43, 1920) на кристаллах из рудника Гуннис-Лейк, Корнуолл, ячейка в структурной установке. Переход от Халлимонда к новой: 100/010/00 $\frac{1}{2}$. Морфологические данные на материале (точно не установленном метаторберните) приведены по Пеллу (Pelloux, *Atti Soc. Ligustica Sc. Lett. Genova*, **13**, 137 (1934), Buttgenbach, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **47** (дополнение) 31C (1924).

2. Berry, личн. сообщ. (1946), на материале из Корнуолла методом Вайссенберга.

3. Hallimond (1920).

4. R. H. Lund, личн. сообщ. (1949), на кристаллах Гуннис-Лейка.

5. Hess, *U. S. Geol. Sur., Bull. 750 D*, 70 (1924).

6. Данные о дисперсии по Боуену (Bowen, *Am. J. Sc.*, **48**, 195, 1919) показатели преломления установлены по кривым.

7. Пределы величин, приведенных Пеллу (Pelloux, 1934) и Сточесом (Stočes, *Rozpr. Česká Ak.*, **27**, No. 27, 1918), для метаторбернита (?).

8. См. Rinne, *Cbl. Min.*, 618 (1901) и Buchholz, *Cbl. Min.*, 362 (1903).

9. Анал. Бруна (Brunа) у Пеллу (Pelloux, 1934).

10. Pisani, *C. R.*, **52**, 817 (1861).

11. Fairchild, *Am. Min.*, **14**, 265 (1929).

42.8.14.2 **МЕТАЦЕЙНЕРИТ** $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$
METAZEUNERITE

Крист.[1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

$$a : c = 1 : 1{,}250; \quad p_0 : r_0 = 1{,}250 : 1$$

Формы [2]

		φ	ρ	*A*	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
n	013	0 00	22 37	90 00	74 13
f	043	0 00	59 02	90 00	52 40½
P	021	0 00	68 12	90 00	48 58
i	041	0 00	78 41½	90 00	46 06

Сомнительные:

m 110 *g* 012 *s* 023 *y* 011 *v* 111

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $P4/nmm$. a_0 7,13 Å, c_0 8,83; $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}238$. Ячейка содержит $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Облик. Таблитчатый по {001} и напоминает торбернит; также остродипирамидальный. Формы, кроме {001}, обычно неровные и с горизонтальной штриховкой.

Ориентированные срастания. На трёгерите [4] и ураноспините, [6] с параллельными осями.

Физ. Спайность по {001} совершенная, по {100} ясная. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 2—2½. Уд. в. 3,64; [5] 3,79 (вычисл.). Блеск стеклянный, перламутровый на {001}. Цвет травяно-зеленый до изумрудно-зеленого. Флюоресцирует желто-зеленым как в коротко-, так и в длинноволновых ультрафиолетовых лучах.

Опт. В проходящем свете приобретает зеленую окраску и слабо дихроичен. Одноосный отрицательный (—).

	n (Шнееберг) [6]	*n* (Тинтик) [7]	*n* (Шнееберг) [8]	Дихроизм
O	1,643	1,647	1,651	Травяно-зеленый
E	1,623	1,630	1,635	Бледнозеленый

Показатели преломления меняются непрерывно с содержанием цеолитной воды в пределах устойчивости данной фазы. Искусственный материал [7] с $8H_2O$ имеет *nO* 1,645—1,648 и с $5H_2O$ имеет *nO* 1,654.

Хим. Водный арсенат меди и урана, $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. ($PO_4$), несомненно, может замещать (AsO_4), но аналитических данных для такого природного материала недостаточно. Содержание воды может изменяться как у цеолитов в пределах от $8H_2O$ до $5H_2O$. При нагревании до 110° метацейнерит переходит в гидрат с $2^1/_2H_2O$ (?), изоструктурный с искусственным мета-отунитом II.

Анал.

	CuO	UO_3	As_2O_5	H_2O	Сумма
1.	7,76	55,78	22,41	14,05	100,00
2.	7,49	55,86	20,94	15,68	99,97

1. $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$. 2. Шнееберг. [8]

Испытание. П. п. тр. плавится. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится вместе с торбернитом, трёгеритом, ураноспинитом, вальпургитом, эритрином, миметизитом и др. Первоначально в руднике Вейссер-Хирш около Шнееберга, Саксония. Также в Яхимове и Циннвальде, Чехия, и в Виттихене в Шварцвальде, Бавария. С халькофиллитом, оливенитом и фармакосидеритом в Кап-Гаронне, Вар, Франция. В Уил-Гарленде, Корнуолл, Англия, и в Кала-Мёстре на острове Монте-Кристо, Италия. В США найден со вторичными медными арсенатами в руднике Центенниал-Юрика, Тинтик, Юта, и в Маджуба-Хилле, Невада.

Искусств.[8] Получен в виде мелких кристаллов при добавлении раствора нитрата уранила к горячему раствору осажденного медного карбоната в мышьяковой кислоте. Когда осаждается при комнатной температуре или ниже, получается гидрат с содержанием $\sim 16H_2O$ (свеже приготовленный), но он теряет постепенно воду до количества $\sim 10H_2O$ при стоянии на сухом воздухе (см. *цейнерит*). Эта фаза разрушается в метацейнерит при нагревании до 65° на воздухе.[7] Метацейнерит, повидимому, не превращается вновь в цейнерит, когда препарат погружен в воду.

Назв. По имени Густава А. Цейнера (Gustav A. Zeuner, 1828—?), гражданского инженера и директора Горной школы во Фрейберге.

Синонимы. Zeunerit *Weisbach* (*Jb. Min.*, 207, 1872; 315, 1873; *Berg.-u hütten., Jb.*, **42**, 53, 1877). Kupferuranit, Kupfer-Uranglimmer (частью).

Ссылки

1. Элементы по Шрауфу (Schrauf, *Min. Mitt.*, **2**, 181, 1872) на кристаллах из Шнееберга. Кристаллы, описанные Ёжеком (Ježek, *Rozpr. České Ak.*, **31**, Cl. 2, No. 15, 1922), имеют относительно низкий уд. в. и показатели преломления и могут быть торбернитом.
2. Goldschmidt (**9**, 106, 1923).
3. Weiss-Frondel, *Am. Min.*, **36**, 249 (1951), методом Вайссенберга на неанализированном кристалле из Тинтика.
4. Goldschmidt, *Zs. Kr.*, **31**, 468 (1899).
5. Weiss-Frondel (1951), величина, повидимому, занижена.
6. Larsen (151, 158, 1921).
7. Вейсс-Фрондель (Weiss-Frondel, 1951), который свел достоверные данные.
8. Winkler, *J. pr. Chem.*, **7**, 115 (1873).

42.8.15 БАССЕТИТ BASSETITE

Крист. Моноклинная (псевдоромбический).

$a : b : c = 0{,}3472 : 1 : 0{,}3456$; $\beta\ 90°43'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9951 : 0{,}3456 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}8935 : 2{,}8805 : 1$; $\mu\ 89°17'$;

$p'_0\ 0{,}9951$, $q'_0\ 0{,}3456$, $x'_0\ 0{,}0125$

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
n	120	55 13	90 00	0°00′	55 13	89 24½	34 47
m	110	70 51	90 00	0 00	70 51	89 19½	19 09
d	011	2 04½	19 04½	89 17	70 56	19 04	89 19½
f	$\bar{1}01$	—90 00	44 30	134 30	90 00	45 13	134 30
p	111	71 04	46 48½	44 47	76 19	46 48½	46 24
o	121	55 33	50 42½	44 47	64 02½	50 42	50 20½
r	$\bar{1}21$	—54 52½	50 13½	134 30	65 45½	50 14	128 57
s	$\bar{1}41$	—35 24½	59 28½	134 30	45 24	59 28½	119 56½

Облик. В виде веерообразных агрегатов или сростков с шахматным расположением из тонких табличек с почти прямоугольными очертаниями и уплощенных по {010}.

Двойники. Часто сдвойникован, с двумя или более индивидами, располагающимися приблизительно под 90° и с общей гранью {010}. [001] одного индивида параллельна [100] другого, причем в одних случаях плоскость срастания (010), а в других (110) срастается с (011).

Физ. Спайность по {010} совершенная, также по {100} и по {001} ясная. Уд. в. 3,10. Цвет желтый. Прозрачный. Не флюоресцирует.

Опт.

Ориентировка		n (Na)	Плеохроизм	
X b		[~1,56]	Бледножелтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y		1,574	Темножелтый	$2V$ ~62°
$Z \wedge c$	—4°	1,580	Темножелтый	

Между скрещенными николями некоторые пластинки разделяются на четыре квадранта довольно широкими темными полосами, вследствие компенсации колебаний в перекрывающихся частях соседних сдвойникованных кристаллов. Полосы приблизительно параллельны направлению погасания и не параллельны ребрам пластинок.

Хим. Анализы отсутствуют. Повидимому, водный фосфат уранила, содержащий двухвалентное железо.[1] Теряет H_2O в эксикаторе при комнатной температуре; пластинки при этом разделяются на четыре сектора с плоскостями оптических осей, расположенными под прямым углом, и угол погасания увеличивается почти до 20°. Растворим в кислотах.

Найден в группе рудников Бассет, Редрут, Корнуолл, Англия. Частью в виде ориентированных сростков с ураношпатитом и торбернитом. Бассетит должен быть железистым аналогом отунита или мета-отунита. *Hallimond* (*Min. Mag.*, **17**, 221, 1915).

Ссылка

1. Как показал Халлимонд (Hallimond, 1915), формула должна быть $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8(?)H_2O$ на основании предполагаемого сходства с материалом, исследованным ранее Чёрчем (Church, *J. Chem. Soc. London*, **12**, 109

1875). Микрохимическое испытание на бассетите (?) по Мейкснеру (Meixner, *Chem. Erde*, **12**, 433, 1940; *Naturwiss.*, **27**, 454, 1939) указывает отсутствие Ca и присутствие Fe.

ТИП 9. $(AB)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$, с $m:p<3:2$

42.9.1 ФАРМАКОСИДЕРИТ $Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$
PHARMACOSIDERITE

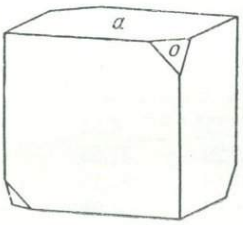
Крист. Кубическая, гекстетраэдрический — 4 3 *m*.

Формы [1]

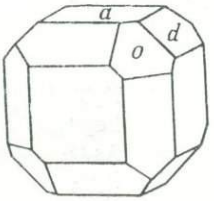
a 001 *d* 011 *o* 111 —*o* $\bar{1}11$ *u* 122

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $P\bar{4}3m$. a_0 7,94 *kX*. Ячейка содержит $1^1/_2$ $[Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O]$.

Облик. Обычно в кубах, у которых грани имеют диагональную штриховку, или же они усложнены вициналь ными тригонтритетраэдрами,



Корнуолл.



Корнуолл.

близкими {1.1.40}; также тетраэдрический; реже зернистый или землистый.

Физ. Спайность по {001} несовершенная до хорошей. Излом неровный. Довольно легко режется. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. 2,797 (Корнуолл); [10] 2,90 (вычисл.). Блеск алмазный до жирного. Цвет оливково-зеленый, переходящий в восково-желтый, желтовато-коричневый и темнокоричневый; также гиацинтово-красный, коричневато-красный, травяно-зеленый или изумрудно-зеленый. Прозрачный до просвечивающего. Слабо пьезоэлектричен [9] и пироэлектричен.

Опт. В проходящем свете зеленый, желтовато-коричневый и др. Повидимому, всегда обнаруживает оптические аномалии [4] деформационного происхождения. Кристаллы состоят из шести двуосных секторов, имеющих основаниями грани {001}. Оптическая ориентировка секторов меняется в различных образцах, повидимому, в зависимости от состава, а также и от температуры. В разрезах по (001) кристаллов из Вольри плоскость оптических осей параллельна [001] в краевых частях и параллельна [011] в центральной части с острой биссектрисой *X*, перпендикулярной (001). Пластинчатые двойники могут присутствовать

параллельно сторонам краевых секторов. Различаются двуосные положительные (+) с сильной дисперсией $r < v$ и двуосные отрицательные (—) с сильной дисперсией $r > v$; $2V$ обычно большой. Двупреломление очень слабое. Показатели преломления изменяются с окраской, т. е., с изменением химического состава:

	Заубах, бледножелтый [5]	Заубах, зеленоватый [5]	Корнуолл [6]	Корнуолл [7]
n или nY (Na)	1,687	1,704	1,693	1,676

Хим. Водный основной железный арсенат, $Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$. Небольшие количества P могут замещать As с отношением P : As = = 1 : 11 в анал. 2. При нагревании [5] $5H_2O$, повидимому, цеолитного характера, выделяются до 233°. Полностью конституционная вода удаляется при 390°. Кристаллы поглощают из растворов ионы K и (NH_4) и становятся коричневыми или красновато-коричневыми; эти основания могут обменяться при последующей обработке кислотами, что возвращает кристаллам первоначальный зеленый цвет. [5] Небольшие и колеблющиеся количества калия в природных кристаллах как раз этого характера. [3]

Анал.

	1	2	3
K_2O		[1,51]	4,54
Fe_2O_3	40,84	39,29	37,58
As_2O_5	39,19	37,53	37,16
P_2O_5		2,04	1,20
H_2O	19,97	19,63	18,85
Сумма	100,00	[100,00]	99,33
Уд. в.		2,798	

1. $Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$. 2, 3. Корнуолл. [8]

Испытание. П. п. тр. плавится легко с образованием магнитного шарика. В закр. тр. выделяет нейтральную воду. Растворим в HCl. Кристаллы, помещенные в аммиак, становятся красными, а при погружении их в раствор разбавленной HCl первоначальная зеленая окраска восстанавливается.

Местонахождение. Находится как в гидротермальных месторождениях (Заубах), [5] так, и более обычно, в виде продукта окисления арсенопирита и других мышьяковых минералов. В последних месторождениях фармакосидерит встречается вместе со скородитом, эритрином, бедантитом, симплезитом, арсениосидеритом, питтицитом, лимонитом. Здесь упоминается небольшое число из массы известных месторождений. В Германии в Бёзенбрюнне, Пёла, и около Шварценберга в Саксонии; в Кале и Ашаффенберге в Спессарте, Бавария; в Заубахе в Фоигтланде со скородитом в измененном кварцевом порфире; в Булахе в Вюртемберге. В Кенигсберге к юго-западу от Шемница в Чехословакии. Во Франции в Вольри и в Пюи-ле-Винь около Сант-Леонарда, От-Вьенн. Найден в ряде месторождений Корнуолла, Англия, включая

рудники в Сант-Дэй, Лискёрде, Редруте и Кальстоке. В Капо-Бианко, Эльба, и Мозайя в Алжире. В США найден со скородитом и различными медными арсенатами, происшедшими за счет энаргита в районе Тинтик, Юта.

Изменения. В лимонит и в вад; также в виде псевдоморфоз по сидериту.

Искусств. [2] Алюминиевый аналог фармакосидерита *алюмофармакосидерит* (*alumopharmacosiderite*) был получен при реакции растворов алюминиевого сульфата и калиевого одноводородного арсената в закр. тр. при 250°.

Назв. *φάρμακος — яд* (в соответствии с присутствием мышьяка) и *σίδηρος — железо*.

Синонимы. Fer minéralisé par l'acide arsenique? *Proust* (*Ann. Chem.*, **1**, 195, 1790). Arsenicated Iron Ore *Kirwan* (**2**, 189, 1796). Olivenerz, Arseniksaures Eisen в кристаллах из Вюрфельна [из Кархаррака] *Klaproth* (*Ges. nat. Freunde Berlin, Schr.*, **1**, 161, 1786; *Beitr.*, **3**, 194, 1802). Würfelerz, разнов. Olivenerz *Lenz* (**2**, 18, 151, 1794). Würfelerz *Karsten* (66, 1808). Cube Ore. Pharmakosiderit *Hausmann* (1065, 1813).

Ссылки

1. Goldschmidt (**6**, 137, 1920).
2. Hägele и Machatschki, *Fortschr. Min.*, **21**, 77 (1937).
3. См. также Земанна (Zemann, *Min. Mitt.*, **1**, серия 3, 1, 1948), который предложил формулу $KFe_4(OH)_4(AsO_4)_3 \cdot 6—7H_2O$.
4. См. Lacroix (**4**, 520, 1910); Hocart, *Bull. soc. min.*, **57**, 5 (1934); Brauns (349, 1891); Larsen (118, 1921) и, особенно, Heide, *Zs. Kr.*, **67**, 60 (1928).
5. Heide (1928).
6. Larsen (1921).
7. Gaubert, *Bull. soc. min.*, **30**, 108 (1907).
8. Hartley, *Min. Mag.*, **12**, 152 (1899).
9. Frondel, личн. сообщ. (1949), испытаниями на осциллоскопе.
10. Среднее из близко совпадающих данных Гартлея (Hartley, 1899) и Мрозе (Mrose, личн. сообщ., 1949).

42.9.2 КАКОКСЕНИТ $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$ CACOXENITE

Крист. [1] Гексагональная. $a : c = 1 : 1{,}325$.

Формы

c 0001 a $11\bar{2}0$ o $11\bar{2}2$ (?)

Структ. ячейка. [2] Гексагональная. a_0 7,92 Å, c_0 10,5; $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}325$. Ячейка содержит $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$.

Облик. Мелкие кристаллы, игольчатые по [0001], иногда с гексагональным поперечным сечением и неясными пирамидальными гранями. В виде пучков или радиальных агрегатов или волокнистых налетов; сферолитовый.

Физ. Спайность не наблюдается. Тв. 3—4. Уд. в. 2,2—2,4; 2,26 (Хеллертаун); [3] 2,26 (вычисл.). Блеск шелковистый. Цвет желтый до коричневато-желтого, золотисто-желтого, красновато-желтого, реже зеленоватый.

Опт. В проходящем свете желтый.

	n (Хеллертаун)[3]	*n* (Тренич)[4]	*n* (Тонопах, Невада)[4]	Дихроизм	
O	1,575	1,580	1,585	Бледножелтый	Одноосн. положит. (+)
E	1,635	1,640	1,656	Канареечно-желтый до оранжево-желтого	

Хим. Водный основной фосфат окисного железа, $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$. Все известные анализы плохо согласуются с этой формулой. В некоторых материалах небольшие количества Fe''' замещаются на Al. Наблюдающийся иногда зеленый цвет наводит на мысль, что минерал мог содержать в своем первоначальном состоянии закисное железо, аналогично дюфрениту.

Анал.

	1	2	3	4	5
Fe_2O_3	41,18	40,50	40,37	41,46	48,57
Al_2O_3			2,89		
P_2O_5	27,46	26,78	26,18	25,71	19,76
H_2O	31,36	32,43	30,59	32,81	31,80
Прочие			0,14		
Сумма	100,00	99,71	100,17	99,98	100,13
Уд. в.		2,26			

1. $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12H_2O$. 2. Хеллертаун, Пенсильвания.[3] 3. Рудник Элеонора, Гиссен, Германия.[5] Прочие: нераств. ост. 4. Сан-Бенигна, Чехия.[6] 5. Рудник Элеонора, Гиссен.[7]

Испытание. П. п. тр. становится коричневым и плавится в черный магнитный шарик. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится с дюфренитом, рокбриджеитом, бераунитом, штренгитом, вавеллитом и лимонитом. В Германии в руднике Элеонора около Гиссена и в руднике Ротлауфхен в Вальдгирмесе в провинции Рине; в Баварии в лимонитовых рудах в районе Амберг-Ауербаха в Вейльбурге и как продукт изменения железно-марганцовых фосфатов в пегматитах Хагендорфа и Рабенштейна. В Чехии в руднике Хрбек в Сан-Бенигна и в Трениче, Збиров, и в Черховике. В Рошфоре, Морбиан, Франция. В магнетитовых рудах Кирунаваара, Швеция. Найден в США в Геллертауне, округ Нортамптон, Мурс-Милл, округ Камберленд, и в руднике Нобле, округ Ланкастер в Пенсильвании. На землистом гематите в Антверпе, Нью-Йорк. В Тонопахе, Невада.

Назв. От κακός и ξένος — *плохой гость*, потому что содержание фосфора портит качество железа, полученного из лимонитовых руд, в которых содержится этот минерал.

Синонимы. Какоксен *Steinmann* (*Vortr. Böhm. Ges., Prague*, 1825). Сасохепе.

Ссылки

1. Элементы по структурной ячейке; формы по приблизительным измерениям на микроскопических кристаллах по Гордону (Gordon, личн. сообщ., 1949). Луквер (Luquer, *Am. J. Sc.*, **46**, 154 (1893) также отмечает пирамидальные формы и {0001} на кристаллах из Лобенштейна.
2. Gordon (1949), методом вращения.
3. Gordon (1949).
4. Larsen (51, 1921), иногда наблюдалось косое погасание, происходящее, вероятно, вследствие субпараллельного роста.
5. Niess, *Jb. Min.*, I, 101 (1881).
6. Von Hauer, *Jb. Min.*, 191 (1854).
7. Church, *Min. Mag.*, **11**, 1 (1895).
8. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [4B], 915, 1931).

42.9.3 **Вашегиит** $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot nH_2O$ (?) Vashegyite

Массивный, плотный до пористого; микрокристаллический с волокнистой структурой. Тв. 2—3. Уд. в. 1,96 (Вашеги). Блеск тусклый. Цвет белый, также бледнозеленый до желтого и коричневатого. Непрозрачный до полупросвечивающего.

Опт. [1] Встречается в виде мелких волокон с положительным удлинением и двупреломлением около 0,02, $nY = 1{,}48 \pm 0{,}01$ (Вашеги).

Хим. Водный основной фосфат алюминия. Формула не установлена, возможно $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot nH_2O$.

Анал.

	1	2	3
Al_2O_3	30,07	28,33	26,48
Fe_2O_3		1,19	1,28
P_2O_5	31,40	31,32	26,55
H_2O	38,53	38,97	44,68
Прочие		0,57	1,04
Сумма	100,00	100,38	100,03
Уд. в.		1,964	2,0

1. $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 13H_2O$. 2. Вашеги. [2] Прочие: K_2O 0,16, Na_2O 0,05, CO_2 0,12, нераствост. 0,24. 3. Вашегиит (?) Плауен. [3] Прочие: CuO.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Из железного рудника в Вашеги около Сцирка, комитат Гёмёр, Венгрия, с варисцитом и эванситом. Минералы, относимые в вашегииту, были найдены в Тиргартене, около Плауена в Фойгтланде, Германия (анал. 3), и в Чехии, в Литожице, и Железнике. [4] Сходный минерал также встречается с варисцитом в прожилках в измененных сланцах около Манхаттана, округ Най, Невада. [5]

Назв. *Zimányi* (*Zs. Kr.*, **47**, 53, 1909; *Mat. Termés, Ért.*, **27**, 64, 1909).

Ссылки

1. Larsen (153, 1921).
2. Анал. Ложка (Loczka) у Зимяного (Zimányi, 1909).

3. Jahn и Gruner, *Mitt. Vogtland. Ges. Naturfor.*, **1**, No. 8, 20 (1933); тонкие волокна с положительным удлинением и средним показателем преломления 1,505.

4. Ulrich, *Rozpr. Česká Ak.*, **31**, 2 (1922); большей частью изотропен с $n \sim 1{,}504$.

5. Wherry, *Washington Ac. Sc., J.*, **6**, 105 (1916); Clinton, *Am. Min.*, **14**, 434 (1929). Материал из этого месторождения также известен под названием *траинит* и *сабалит* (см. Schaller, *U. S. Geol. Sur., Min. Res.*, часть II, 163, 1918).

42.9.4 **ТАРАНАКИТ** $K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18H_2O$ (?) TARANAKITE

Массивный, глиноподобный, порошкообразный до плотного. Цвет белый; также серый или желтовато-белый. Очень мягкий, жирный на ощупь. Уд. в. 2,15.[1] Под микроскопом различаются мелкие двупреломляющие частички и досковидные кристаллы. Средний показатель преломления[2] 1,49—1,51.

Хим. Водный основной фосфат калия и алюминия неустановленной формулы, вероятно $K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18H_2O$. Различия между известными анализами, несомненно, за счет примесей. Rb присутствует в спектрографических количествах в материале из Минерва-Гротто.[6] Около половины воды выделяется при 100°, а остаток — при красном калении.

Анал.[9]

	1	2	3	4
K_2O	8,06	4,20	8,28	8,04
$(NH_4)_2O$			0,52	0,90
CaO		0,55	1,40	следы
Fe_2O_3			0,83	1,17
Al_2O_3	26,18	21,43	18,59	22,89
P_2O_5	36,46	35,05	37,28	37,10
H_2O	29,30	33,06	28,20	29,16
Прочие		5,71	4,68	0,38
Сумма	100,00	100,00	99,78	99,64
Уд. в.[1]	2,15	2,15		2,15
n[1]		1,502	1,50	1,507

1. $K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18H_2O$. 2. Сугарлоувс, Новая Зеландия (*тараиакит, taranakite*).[3] Прочие: нераств. ост. 0,80, Cl 0,46, SO_3 следы, FeO 4,45. Содержит примесь вашегиита. 3. Минерва-Гротто, Франция (*минервит, minervite*).[4] Прочие: MgO 0,33, нераств. ост. 4,35, следы F, Cl, SO_3. 4. Монте-Альбурно, Италия (*пальмерит, palmerite*).[5] Прочие: нераств. ост. 0,36, Na_2O 0,02, MgO следы.

Испытание. П. п. тр. плавится легко. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден в виде отложений в пустотах или участками вдоль берега моря как продукт воздействия фосфатных растворов, образующихся из гуано морских птиц и летучих мышей, на глины или алюминистые породы; в птичьих базарах Сугарлоувса,

Таранаки, Новая Зеландия (*таранакит*), и на Ислас-Леонесе, Патагония; в пустотах в Гротте-де-Минерве, долина Од, Эро, Франция (*минервит*); Монте-Альбурно, Салерно, Италия (*пальмерит*); Миссергин, Оран, Алжир; Дженолан, Новый Южный Уэльс; остров Реунион, Индийский океан.

Назв. *Таранакит* и *минервит* — по местонахождению; *пальмерит* — по имени Париде Пальмери (Paride Palmeri). Минервит считался ранее[7] идентичным с пальмеритом, а оба минерала, как было показано позднее[8], идентичны с таранакитом. *Hector* и *Skey* (*Rpts. of Jurors, New Zealand Exped.*, 423, 1865), *Cox* (*Trans. New Zealand Inst.*, **15**, 385, 1882).

Синонимы. Minervite *Gautier* (*Ann. mines*, **5**, 23, 1894; *C. R.*, **116**, 928, 1022, 1171, 1271, 1893). Palmerite *Casorio* (*Acc. Georgofili, Att.*, **1**, July 3, 1904).

Ссылки

1. Bannister у Баннистера и Хатчинсона (Bannister и Hutchinson, *Min. Mag.*, **28**, 31 (1947).
2. Пределы величин, приведенных Бартом и Берманом (Barth и Berman, *Chem. Erde*, **5**, 114, 1912) и Баннистером (Bannister, ссылка 1).
3. Hector и Skey (1865).
4. Carnot, *Ann. Min.*, **8**, 319 (1895).
5. Casoria (1904).
6. Hutchinson, у Баннистера и Хатчинсона (Bannister и Hutchinson, 1947).
7. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **33**, 36 (1910); **35**, 114 (1912).
8. Bannister и Hutchinson (1947).
9. См. также анализ Пизани (Pisani) у Лакруа (Lacroix, 1910) на материале из Реуниона с очень малым количеством K_2O, вероятно, относящемуся к этому же минералу.

43 СЛОЖНЫЕ ФОСФАТЫ И ДР.

ТИП 1. $AB(XO_4)Z_q$

43.1.1 ГРУППА БЕДАНТИТА

ТРИГОНАЛЬНАЯ — R; СКАЛЕНОЭДРИЧЕСКИЙ — $\bar{3}$ 2/m

		c/a	a_0	c_0
Бедантит,	$PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$			
Коркит,	$PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$	1,1842		
Гинсдалит,	$(Pb, Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$	1,2677		
Сванбергит,	$SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$	2,439	6,99 Å	16,75
Вудхаузеит,	$CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$	2,340	6,96	16,27

Члены этой группы изоструктурны с группой плюмбогуммита и группой алунита (см.). Размеры ячейки коркита, гинсдалита и бедантита неизвестны. Старая морфологическая ячейка этих минералов сохранена, хотя, вероятно, ее следовало бы удвоить, чтобы согласовать со структурной ячейкой сванбергита и группы алунита. Двухвалентные катионы дают в небольших пределах твердые растворы замещения и в некоторых анализах имеется небольшое отклонение от отношения 1 : 1 между (SO_4) и (PO_4). Членам этой группы присущ аномальный двуосный характер.

43.1.1.1 БЕДАНТИТ $PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$ BEUDANTITE

Крист. [1] Тригональная.

Облик. Ромбоэдрические кристаллы, часто псевдокубические.

Физ. Спайность по {0001} ясная. Тв. 3½—4½. Уд. в. 4—4,3. Цвет черный, темнозеленый или коричневый. Черта серовато-желтая или зеленоватая. Блеск от стеклянного до смолистого. Прозрачный до просвечивающего.

Опт. Одноосный отрицательный (—). Обычны оптические аномалии. Кристаллы из Лавриума обнаруживают три двуосных сектора вокруг одноосного ядра. [2]

Хим. Основной сульфат-арсенат свинца и окисного железа, $PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$. Малые количества Al замещают Fe''' в анал. 2. P замещает As в малых количествах и, по крайней мере, частичная серия простирается по направлению к коркиту.

Анал. [3]

	PbO	Fe_2O_3	As_2O_5	SO_3	H_2O	Прочие	Сумма
1.	31,35	33,68	16,14	11,24	7,59		100,00
2.	30,65	33,09	13,36	12,30	7,95	2,63	99,98
3.	24,80	39,57	10,34	14,82	7,76	2,71	100,00

1. $PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$. 2. Лавриум, Греция. [4] Прочие: Al_2O_3. 3. Рудник Бельведер, гора Мак-Грат, западная Австралия. [5] Прочие: Na_2O 0,34, K_2O 0,50, Al_2O_3 0,44, SiO_2 1,43.

Испытание. П. п. тр. плавится в серый шлак. Растворяется в соляной кислоте.

Местонахождение. С фармакосидеритом и гематитом в Хорхаузене Рейнской области, Германия. В пустотах кварцевых жил в Блонде, близ Вольри, От-Вьенн, Франция. Группы чистых кристаллов со скородитом в Лавриуме, Греция. В окисленной руде золотого и свинцового рудника Бельведер, близ горы Мак-Грот, западная Австралия.

Назв. По имени французского минералога Франсуа Сюльпис Бедана (François Sulpice Beudant, 1787—1850). В то время как это название было дано материалу из Хорхаузена, приведены были только неполные химические исследования. Позже его применяли к аналогичному материалу из округа Корк, Ирландия, и из Дернбаха, близ Монтабаура, Гессен-Нассау,[6] но химические исследования[7] вскоре показали, что материал из Хорхаузена в основном был сульфат-арсенатом, тогда как материал из двух других местностей в основном был сульфат-фосфатом. Позднее были предложены[8] названия *коркит* и *дернбахит* для разновидностей Корка и Дернбаха, и в конце концов название *коркит* было принято для сульфат-фосфата.[9] В более старой литературе название *бедантит* охватывает оба вещества. *Lévy* (*Ann. Phil.*, **11**; 194, 1826) [не Beudantina *Covelli* (*Acc. Napoli*, *Att.*, **4**, 17, 1839)].

МИРИКВИДИТ. Miriquidite. Найден с пироморфитом в Шнееберге, Саксония. Хрупкий. Тв. 4. Черновато-коричневого цвета с охристой чертой. Стеклянный. Просвечивающий. Дает реакцию на Pb, Fe, As, P и H_2O и п. п. тр. плавится. Кристаллы ромбоэдрические. Это вещество может быть бедантитом или коркитом (*Frensel*, *Jb. Min.*, 673, 1874).

Ссылки

1. Кристаллографические измерения бедантита относятся к тому времени, когда этот вид еще не отличали от коркита. Лучшие измерения, повидимому, были произведены на веществе, которое теперь признается коркитом. Отношения осей обоих минералов не имеют больших различий.
2. См. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **38**, 35 (1915).
3. Сводку более старых анализов см. Hintze, **1** [4A], 729 (1931).
4. Lacroix (1915).
5. Simpson, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **24**, 110 (1938). Указанные автором составы бедантита-плюмбоярозита обнаруживают отклонение от идеального состава бедантита в сторону группы ярозита.
6. Dauber, *Ann. Phys.*, **100**, 579 (1857).
7. Percy, *Phil. Mag.*, **37**, 161 (1850), Rammelsberg, *Ann. Phys.*, **100**, 581 (1857), Sandberger, *Ann. Phys.*, **100**, 611 (1857).
8. Adam (1869).
9. Lacroix (1910).

43.1.1.2 **КОРКИТ** $PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ CORKITE

Крист.[1] Тригональная.

$a : c = 1 : 1{,}1842$; α 91°16′; $p_0 : r_0 = 1{,}3674 : 1$; λ 88°42′

Формы

c	0001		111	*o*	$50\bar{5}1$	$11\cdot\bar{4}\cdot\bar{4}$	*e*	$02\bar{2}1$	$11\bar{1}$	*r*	$04\bar{4}1$	$55\bar{7}$
s	$10\bar{1}1$		100	*q*	$01\bar{1}1$	$22\bar{1}$	*w*	$05\bar{5}2$	$77\bar{8}$	*v*	$05\bar{5}1$	$22\bar{3}$

Облик. Ромбоэдрические кристаллы, обычно псевдокубические с {10$\bar{1}$1}, как у бедантита.

Физ. Спайность по {0001} совершенная. Тв. 3½—4½. Уд. в. 4,295. Цвет темнозеленый, желтовато-зеленый до бледножелтого. Блеск стеклянный до смоляного.

Опт. Одноосный отрицательный (—). Большей частью обнаруживает аномальный двуосный характер и пластинчатое строение [2]. Средний показатель преломления 1,96±0,01 (Дернбах)[3] и 1,930±0,01 (Юта); двупреломление слабое.

Хим. Основной сульфат-фосфат свинца и окисного железа, $PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$. Анализы показывают некоторое замещение Pb на Cu и некоторое преобладание (SO_4) над (PO_4).

Анал.

	PbO	CuO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	33,41		35,89	10,63	11,98	8,09		100,00	
2.	24,05	2,45	40,69	8,97	13,76	9,77	0,24	99,93	4 295
3.	32,33	1,35	34,61	9,35	12,72	8,45	0,56	99,37	

1. $PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$. 2. Железный рудник Глендор, Корк, Ирландия. [4] Прочие: As_2O_5. 3. Вероятно, из Дернбаха, близ Монтабаура, Гессен-Нассау. [5] Прочие: нераств. ост.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом. Легко растворяется в теплой соляной кислоте.

Местонахождение. С лимонитом на кремнистом сланце в железном руднике Глендор, округ Корк, Ирландия. В Дернбахе близ Монтабаура, Гессен-Нассау, с пироморфитом и лимонитом. Покрывает стенки трещин в ячеистом лимоните в железном месторождении близ Любия, Босния. Мелкие темные кристаллы в жиле близ Сант-Антонио-ди-Дженнемари, Сардиния. Коркит имеется в изобилии по близости от Майкаина, Казахстан, совместно с галоидами серебра, в связи с выветриванием галенита в пустотах кварца и барита.[6] В США в рудниках Харрингтон-Хикори в Уайлд-Булл, округ Бивер, Юта.[7]

Назв. По округу Корк, Ирландия.[8] *Adam* (49, 1869).

Синонимы. Dernbachite, Bieirosite *Adam* (49, 1869). *Нем.*: Korkit.

Ссылки

1. Отношения осей у Даубера (Dauber, *Ann. Phys.*, **100**, 579, 1857) на кристаллах из Дернбаха, которые он относил к бедантиту, но которые оказались, как было доказано, сульфат-фосфатом, называемым теперь *коркитом.*

2. Miers, *Min. Mag.*, **12**, 242 (1900).

3. Ларсен (Larsen, 1921) приводит оптические свойства материала из Дернбаха как для бедантита, но все результаты химического исследования материала из этого месторождения указывают на то, что это коркит.

4. Rammelsberg, *Ann. Phys.*, **100**, 581 (1857).

5. Hartley, *Min. Mag.*, **12**, 234 (1900). Анализировавшийся материал был взят из коллекций Британского музея естественной истории. Хотя на нем и была этикетка о происхождении из Корка, но, судя по анализам образца,

вероятнее, что он был из Дернбаха. Более ранний анализ коркита из Дернбаха был приведен Зандбергером (Sandberger, *Ann. Phys.*, **100**, 611, 1857).

6. Чухров, *ДАН СССР, Ленинград*, **27**, 246 (1940).

7. Butler и Schaller, *Am. J. Sc.*, **32**, 418 (1911).

8. Название *коркит*, так же как *дернбахит* и *бийрозит*, первоначально должно было обозначать разновидности бедантита. См. также дискуссию о названии *бедантит*.

43.1.1.3 ГИНСДАЛИТ $(Pb,Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ HINSDALITE

Крист.[1] Тригональная.

$a : c = 1:1{,}2677$; α 88°40′; $p_0 : r_0 = 1{,}4638 : 1$; λ 91°18′

Формы

c 0001 s $10\bar{1}1$

Облик. Кристаллы псевдокубические с $\{10\bar{1}1\}$ или таблитчатые по {0001}, с грубыми или тусклыми гранями. Также массивный, зернистый.

Физ. Спайность по {0001} совершенная. Тв. 4½. Уд. в. 3,65. Почти бесцветный, с зеленоватым оттенком. Блеск стеклянный до жирного.

Опт. Наблюдаются оптические аномалии,[2] свойственные группе бедантита. Одноосное ядро может быть окружено шестью двуосными сегментами, в которых плоскости оптических осей расположены радиально к ядру под углом около 60° друг к другу. Показатели преломления и угол оптических осей ($2E$ от 0 до 40°) двуосного сегмента меняются вследствие зонального роста кристаллов в зависимости от изменения состава.

	n^3	
O	1,671	Одноосн. положит. (+)
E	1,689	

Хим. Основной сульфат-фосфат свинца и алюминия, $(Pb,Sr) \cdot Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$. Sr замещается Pb с Pb : Sr ~ 5 : 1 в отмеченном анализе.

Анал.

	PbO	SrO	Al_2O_3	P_2O_5	SO_3	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	33,14	3,08	27,24	12,65	14,26	9,63	100,00	
2.	31,75	3,11	26,47	14,50	14,13	10,25	100,21	3,65

1. $(Pb,Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ с Pb : Sr = 5 : 1. 2. Рудник Голден-Флис, близ Лейк-Сити, округ Хинсдейл, Колорадо.

Испытание. Неплавкий. Практически нерастворим в кислотах, но разлагается при сплавлении с углекислым натрием.

Местонахождение. Найден в изобилии в жиле с кварцем, баритом, родохрозитом и сульфидами, секущей вулканические породы, в руднике Голден-Флис, близ Лейк-Сити, округ Хинсдейл, Колорадо.

Назв. По округу Хинсдейл, Колорадо, где этот минерал был обнаружен. *Larsen* и *Schaller* (*Washington Ac. Sc. J.*, **1**, 25, 1911; *Am. J. Sc.*, **32**, 251, 1911; *Zs. Kr.*, **50**, 106, 1911).

Ссылки

1. Отношение осей у Ларсена и Шаллера (Larsen и Schaller, 1911). Для нескольких сходных минералов определение структурной ячейки привело к удваиванию отношения осей.
2. Larsen и Schaller (1911).
3. Показатели преломления для одноосного материала, которые даны Ларсеном и Берманом (Larsen и Berman, 1934). В двуосных частях nZ меняется от 1,678 до 1,700.

43.1.1.4 СВАНБЕРГИТ $SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ SVANBERGITE

Крист. [1] Тригональная; скаленоэдрический — $\bar{3}\ 2/m$ (?).

$a : c = 1 : 2{,}3565$; α 61°44′; $p_0 : r_0 = 2{,}7210 : 1$; λ 108°45′

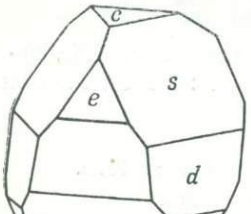
Формы

			φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c	0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
e	$10\bar{1}1$	100	30°00′	69 49	35 57½	90 00
s	$01\bar{1}2$	110	—30 00	53 41	90 00	45 35
d	$02\bar{2}1$	$11\bar{1}$	—30 00	79 35	90 00	31 36

Менее обычные:

m $10\bar{1}0$ $2\bar{1}\bar{1}$ t $10\bar{1}7$ 322 u $10\bar{1}4$ 211 p $01\bar{1}5$ 221 o $05\bar{5}2$ $77\bar{8}$

Структ. ячейка. [2] Пространственная группа $R\bar{3}m$, a_{rh} 6,91 ± ± 0,05, α 60°58½′; a_0 6,99 ± 0,05 Å, c_0 16,75 ± 0,05; $c_0 : a_0 =$ =2,3963 : 1. Ромбоэдрическая ячейка содержит $SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$.



Облик. Ромбоэдрический, иногда псевдокубический по $\{10\bar{1}2\}$. Также зернистый.

Физ. Спайность по {0001} ясная. Тв. 5. Уд. в. 3,22; 3,24 (вычисл.). Бесцветный до желтого, розового или красновато-коричневого. Блеск стеклянный до алмазного. Просвечивающий.

Опт. В проходящем свете бесцветный. Оптические аномалии, свойственные группе бедантита, у сванбергита как будто отсутствуют. [3]

	n (Na) (Хоррсъёберг) [3]	n (Хоторн) [4]	
O	1,631	1,635 ± 0,002	Одноосн. положит. (+)
E	1,646	1,649 ± 0,002	

Хим. Основной сульфат-фосфат стронция и алюминия, $SrAl_3 \cdot (PO_4)(SO_4)(OH)_6$. Немногие хорошие анализы показывают некоторое

замещение Sr на Ca и преобладание (PO_4) над (SO_4). Отмечалось также слабое замещение Sr на Pb.

Анал.

	SrO	CaO	Al_2O_3	P_2O_5	SO_3	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	22,44		33,13	15,38	17,34	11,71		100,00	3,24
2.	17,99	1,75	32,68	17,55	15,66	11,59	2,81	100,03	3,20
3.	16,80	2,14	33,66	21,17	11,53	12,53	2,44	100,27	3,21
4.	12,84	3,25	36,91	16,70	17,34	12,51	0,24	99,79	3,22

1. $SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$. 2. Хоррсьёберг, Вермланд, Швеция.[5] Прочие: $(Na, K)_2O$ 0,40, MgO 0,44, Fe_2O_3 0,55, SiO_2 1,42. 3. Парагуассу, Баиа, Бразилия (*гарттит, harttite*).[6] Прочие: CeO 1,02, TiO_2 1,42. В подлиннике из-за опечатки цифра для CaO дана 2,80. 4. Близ Хоторна, округ Минерал, Невада.[7] Прочие: Fe_2O_3.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом. В кислотах не растворяется В закр. тр. обильно выделяет кислую воду.

Местонахождение. Первоначально найден в Хоррсьёберге, Вермланд, Швеция, в виде эвгедральных кристаллов в кварците с кианитом, пирофиллитом и другими глиноземистыми минералами. В заброшенном железном руднике Вестана в Скане, Швеция; в кварце с гематитом. В качестве так называемого „фосфат-фавас" („phosphate favas") в алмазоносных галечниках Рио-Сан-Жозе, близ Парагуассу, Баиа, Бразилия (*гарттит*). С каолинитом, диаспором и пирофиллитом вблизи контакта гранита с кварцитом в Шизейле, близ Шальму, департамент Соны и Луары, Франция.[8] В США с пирофиллитом в андалузитовом руднике Довер, 19 *км* северо-западнее Хоторна, округ Минерал, Невада.

Назв. По имени шведского химика Ларса Фредерика Сванберга (Lars Fredrik Svanberg, 1805—1878), профессора университета в Упсале. Гарттит, которому приписывали другую формулу, как доказано, лучше соответствует формуле сванбергита.[9] *Igelström* (*Ak. Stockholm Öfv.*, **11**, 156, 1854).

Синоним. Harttite *Hussak* (*Min. Mitt.*, **25**, 339, 1906).

ТИХВИНИТ, Tikhvinite. *Аншелесс* и *Владовец* (*Зап. Росс. мин. общ.*, [2] **56**, 53, 1927). Описывается как новый основной сульфат-фосфат стронция и алюминия. Найден выполняющим трещины в бокситах в районе Тихвина, СССР. Он очень близок по составу к сванбергиту.

МУНКФОРСИТ, Munkforssite. *Igelström* (*Zs. Kr.*, **27**, 601, 1897). Описан по образцам из Диксберга, Рансетер, Вермланд, Швеция, как минерал, сходный со сванбергитом, но содержащий немного воды. Обоснованность сомнительная.[3]

МУНКРУДИТ, Munkrudite. *Igelström* (*Zs. Kr.*, **23**, 311, 1897). Название было применено к неанализированному минералу, предположительно связанному со сванбергитом, из окрестностей Диксберга, Рансетер, Вермланд, Швеция. Его самостоятельность весьма сомнительна.[3]

Ссылки

1. Осевые элементы и перечень форм по Свитцеру (Switzer, *Am. Min.*, **34**, 104, 1949). Симметрия по структурной ячейке. Установка, соответствующая ромбоэдрической ячейке. Переход от первоначальной установки Даубера (Dauber, *Ann. Phys.*, **100**, 579, 1857) к новой: $0\bar{1}00/0\bar{1}10/\bar{1}000/0002$. Изменение в отношении осей с изменением отношения Sr : Ca неизвестно.
2. Метод вращения Вайссенберга на кристаллах из Невады, Switzer (1949). Игберг (Ygberg, *Ark. Kemi*, **20**, (4), 1945), нашел a_0 6,96, c_0 16,8 на материале из Хоррсьёберга, Швеция. По поводу дискуссии о пространственной группе см. Switzer (1949) и Pabst, *Am. Min.*, **32**, 16 (1947).
3. Ygberg (1945).
4. Switzer (1949).
5. Анал. Бликса (Blix) у Игберга (Ygberg, 1945), который также дает таблицу более старых ошибочных анализов материала из Хоррсьёберга и из Вестана.
6. Hussak (1906).
7. Анал. Гонье (Gonyer) у Свитцера (Switzer, 1949).
8. Lacroix, *Bull. soc. min.*, **41**, 14 (1918).
9. Schaller, *Am. J. Sc.*, **32**, 363 (1911).

43.1.1.5 **ВУДХАУЗЕИТ** $CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$ WOODHOUSEITE

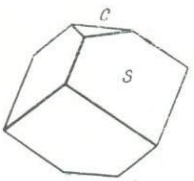
Крист.[1] Тригональная; скаленоэдрический — $\bar{3}\,2/m$.

$a : c = 1 : 2{,}340$; α 62°01′; $p_0 : r_0 = 2{,}703 : 1$; λ 108°38′

Формы

		φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c 0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
e $10\bar{1}1$	100	30°00′	69 42	35 41	90 00
s $01\bar{1}2$	110	—30 00	53 30	90 00	45 52½
d $02\bar{2}1$	$11\bar{1}$	—30 00	79 31	90 00	31 37
o $05\bar{5}2$	$77\bar{8}$	—30 00	81 35	90 00	31 03

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $R\bar{3}m$. a_{rh} 6,75, α 62°04′; a_0 6,961 *kX*, c_0 16,27; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}338$. Ромбоэдрическая ячейка содержит $CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$.



Облик. Мелкие кристаллы, большей частью псевдокубические с $\{10\bar{1}2\}$, также таблитчатые по {0001}. Грани часто изогнутые, штрихованные или грубые.

Физ. Спайность по {0001} весьма совершенная. Тв. 4½. Уд. в. 3,012; 3,001 (вычисл.). Бесцветный до телесного цвета или белый. Блеск стеклянный, перламутровый на {0001}. Просвечивающий или прозрачный.

Опт. Базальные части более крупных кристаллов обнаруживают шесть радиальных двуосных сегментов с $2V$ до 20°, как и у многих других членов бедантитовой группы. Часто обнаруживает зональное строение.

nO	1,636 ± 0,003	Одноосн. положит. (+)
nE	1,647 ± 0,003	

Хим. Основной сульфат-фосфат кальция и алюминия, $CaAl_3(PO_4) \cdot (SO_4)(OH)_6$. Ba замещает Ca в небольших пределах.

Анал.

	BaO	CaO	Al_2O_3	P_2O_5	SO_3	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.		13,54	36,93	17,15	19,33	13,05		100,00	3,001
2.	1,00	12,31	36,63	18,13	17,59	13,45	0,76	99,87	3,012

1. $CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$. 2. Уайт-Маунтин, округ Моно, Калифорния. Прочие: Na_2O 0,08, K_2O 0,02, SrO 0,25, MgO 0,11, SiO_2 0,30.

Испытание. Растворяется в кислоте после того, как вода удалена нагреванием в закр. тр.

Местонахождение. Заполняет жеоды в кварцевых жилах, прорезывающих андалузитовые залежи на Уайт-Маунтин, округ Моно, Калифорния. Обычно совместно с топазом, аугелитом, лазулитом и пирофиллитом, которые все образуются раньше вудхаузеита.

Назв. По имени К. Д. Вудхауза (C. D. Woodhouse), коллекционера минералов в Барбара, Калифорния. *Lemmon* (*Am. Min.*, **22**, 939, 1937).

Ссылки

1. Переориентирован в соответствии с ромбоэдрической решеткой. Переход от Леммона (Lemmon) к новой: $01\bar{1}00/00\bar{1}0/\bar{1}000/0002$.
2. Pabst, *Am. Min.*, **32**, 16 (1947).

43.1.2 **Линдакерит** $Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5H_2O$ Lindackerite

Моноклинный.[1] В виде мелких доскообразных кристаллов, сгруппированных в розетки и корки.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 2—2½. Уд. в. 2,0—2,5. Блеск стеклянный. Цвет яблочно-зеленый. Черта от бледнозеленой до белой.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный до бледнозеленого.

Ориентировка	n	
$X \wedge$ удлинение 26°	$1{,}629 \pm 0{,}003$	Двуосн. положит. (+)
Y b	1,662	$2V$ $73 \pm 5°$ (вычисл.)
Z	1,727	$r < v$, сильная

Хим. Основной водный арсенат и сульфат меди и никеля, вероятно, $Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5H_2O$.

Анал.

	CuO	NiO	As_2O_5	SO_3	H_2O	Прочие	Сумма
1.	34,91	16,39	33,62	5,86	9,22		100,00
2.	36,34	16,15	28,58	6,44	9,32	2,90	99,73

1. $Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5H_2O$. 2. Яхимов, Чехословакия. Прочие: FeO.

Местонахождение. В Яхимове, Чехословакия, где он сопровождается эритрином, питтицитом, аннабергитом и другими вторичными минералами.

Назв.[3] По имени австрийского химика Иосифа Линдакера (Joseph Lindacker), сделавшего анализ. *Haidinger*; *Vogl* (*Geol. Reichsanst., Jb.*, **4**, 552, 1853).

Требует дальнейшего исследования.

Ссылки

1. Первоначально описан как ромбический, но оптические свойства указывают, что, вероятно, он моноклинный.
2. Larsen, 101 (1921).
3. Название было предложено Гайдингером в редакторском примечании, опровождающем описание Фогля (Vogl, 1893).

ТИП 2. РАЗНЫЕ

43.2.1 ХАЛЬКОФИЛЛИТ $Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33H_2O$
CHALCOPHYLLITE

Крист.[1] Тригональная; скаленоэдрический — $\bar{3}\ 2/m$ (?).

$a : c = 1 : 5{,}342$; α 30°59′; $p_0 : r_0 = 6{,}168 : 1$; λ 116°89½′

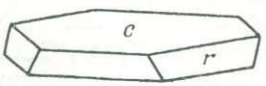
Формы[2]

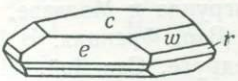
		φ	$\rho = C$	A_1	A_2
c 0001	111	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m $10\bar{1}0$	$2\bar{1}\bar{1}$	30°00′	90 00	30 00	90 00
e $10\bar{1}4$	211	30 00	57 02	43 24	90 00
y $10\bar{1}1$	100	30 00	80 47½	31 15½	90 00
n $70\bar{7}4$	$6\bar{1}\bar{1}$	30 00	84 42½	30 25	90 00
w $0 \cdot 1 \cdot \bar{1} \cdot 12$	$13 \cdot 13 \cdot 11$	—30 00	78 59½	90 00	31 46½
x $01\bar{1}8$	332	—30 00	37 38	90 00	58 04½
d $01\bar{1}6$	774	—30 00	45 47½	90 00	51 37½
s $01\bar{1}5$	221	—30 00	50 58	90 00	47 43
v $01\bar{1}4$	552	—30 00	57 02	90 00	43 24
t $01\bar{1}3$	441	—30 30	64 04	90 00	38 51
r $01\bar{1}2$	110	—30 30	72 02	90 00	34 32

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $R\bar{3}m$ (?). a_{rh} 20,49, α 30°40′; a_0 10,75 *kX*, c_0 57,40; $a_0 : c_0 = 1 : 5{,}341$. Ячейка содержит $Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33H_2O$.

Облик. Таблитчатый по {0001}, в виде шестисторонних кристаллов ромбоэдрического габитуса. {0001} иногда с треугольной штриховкой. Также листоватый, массивный; в друзах; в виде розетковидных агрегатов.

Физ. Спайность по {0001} совершенная, слюдоподобная, по {10$\bar{1}$1} следы. Не хрупкий. Тв. 2. Уд. в. 2,67 в материале, полностью гидратированном,[1] понижается с потерей воды; 2,64 (вычисл.). Блеск





стеклянный до полуалмазного, становящийся перламутровым, особенно на грани {0001}, при частичной дегидратации. Цвет изумрудно-зеленый; также травянисто-зеленый до синевато-зеленого. Черта бледнее, чем цвет. Прозрачный до просвечивающего.

Опт.[4] В проходящем свете зеленый.

	n (полностью гидратированный)	*n* (высушенный при 110°)	Дихроизм	
O	1,618	1,680	Синевато-зеленый	Одноосн. отрицат. (—)
E	1,552	1,618	Почти бесцветный	

Содержание воды меняется при комнатной температуре в зависимости от относительной влажности, и вместе с этим показатели преломления заметно меняются.

Хим. Водный основной сульфат-арсенат меди и алюминия. Формула не установлена, вероятно $Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33H_2O$. В ранних анализах[5] (SO_4) была пропущена. Малые количества (PO_4) иногда замещают (AsO_4). Отношение (AsO_4) к (SO_4), повидимому, меняется и в приведенных анализах имеется в избытке против 1 : 1.[6] При нагревании[7] около 14% H_2O теряется при 110° (которые могут быть вновь приобретены от пребывания во влажной атмосфере), и остаток удаляется при красном калении.

Анал.

	1	2	3	4
CuO	48,44	45,93	46,54	46,56
Al_2O_3	3,45	4,74	3,49	3,48
As_2O_5	11,66	14,46	13,23	13,26
P_2O_5			0,67	0,64
SO_3	8,12	7,04	6,67	7,98
H_2O+	28,33	10,33	14,04	28,21
H_2O-		17,93	14,40	
SiO_2			1,33	
Сумма	100,00	100,43	100,37	100,13

1. $Cu_{18}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33H_2O$. 2. Корнуолл.[8] Среднее из двух анализов. 3. Рудник Теньенте, Ранкагуа, Чили.[9] 4. Корнуолл.[10]

Испытание. В закр. тр. растрескивается, выделяет много воды и дает остаток оливково-зеленых изотропных хлопьев. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в кислотах и в аммиаке.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится с купритом, тенорито́м, малахитом, азуритом, коннеллитом, фармакосидеритом, клиноклазом в зоне окисления медных месторождений. Найден в Германии у Шмидеберга и в Мордельгрунде близ Саида, Саксония. В Венгрии в Герренгрунде и Молдаве. В Шварце, в Тироле, Австрия, и на мысе Гаронна, Вар, Франция. В Нижнем Тагиле на Урале, СССР. Находят его в Редруте, Сан-Дэй, Лискерд, и в других местностях в Корнуолле, Англия. В руднике Теньенте, близ Ранкагуа, Чили. В США халькофиллит встречается в Бисби, Аризона, и округе Тинтик, Юта. Также в Содавилле, округ Минерал, и со спанголитом и цианотрихитом в Маджуба-Хилле, Невада.

Изменения. В хризоколлу.

Назв. От χαλκός — *медь* и φύλλον — *лист*, имея в виду слюдяную структуру.

Синонимы. Cuivre arseniaté lamelliforme *Haüy* (**3**, 509, 1801); *Vauquelin* (*J. mines*, **10**, 562, 1801). Blättriges Olivenerz, Kupferglimmer *Karsten* (у Hoffmann, **1**, 543, 1801; *Ludwig's Werner*, 180, 1803). Copper Mica *Jameson* (1820). Kupferphyllit *Breithaupt* (42, 1832). Erinite *Beudant* (**2**, 598, 1832); *Des Cloizeaux* (*Ann. chim. phys.*, **13**, 420, 1845). Chalkophyllit *Breithaupt* (149, 1847). Tamarite *Brooke* и *Miller* (512, 1852). Métachalcophyllite *Gaubert* (*Bull. soc. min.*, **27**, 224, 1904).

Ссылки

1. Углы по Пэлачу и Мервину (Palache и Merwin, *Am. J. Sc.*, **28**, 537, 1909) на кристаллах из Бисби; ячейка по структурной ячейке. Переход от Пэлача и Мервина и Дэна (Dana, 840, 1892) к новой: $0\bar{1}00/00\bar{1}0/\bar{1}000/0002$.
2. Goldschmidt (**5**, 68, 1918) и Piazza, *Per. Min.*, **2**, 104 (1931).
3. Berry, личн. сообщ. (1946), на регидратированных кристаллах по методу Вайссенберга. Частично дегидратированный минерал, найденный как обычно, имеет отличающуюся псевдоячейку с $c' = c/2$ и $a' = a$ и совершенно иной порядок интенсивностей от (000*l*).
4. Показатели преломления по Шеннону (Shannon, *Am. J. Sc.*, **7**, 31, 1924); см. также Gaubert, *Bull. soc. min.*, **27**, 223 (1904).
5. Цитирован у Дэна (Dana, 840, 1892).
6. Дискуссию см. Piazza (1931).
7. Термические данные см. у Шеннона (Shannon, 1924), Пиацца (Piazza, 1931), Гобера (Gaubert, 1904), Гартлея (Hartley, *Min. Mag.*, **12**, 120, 1898).
8. Hartley (1898).
9. Schannon (1924).
10. Piazza (1931).

43.2.2 **АРДЕАЛИТ** $Ca_2H(PO_4)(SO_4) \cdot 4H_2O$ ARDEALITE

В виде очень тонкозернистой порошковатой массы. Повидимому, моноклинный и изоструктурный[1] с гипсом и брушитом. Цвет светло-желтый. Уд. в. 2,300; 2,38 (вычисл.).

Структ. ячейка.[2] a_0 5,67 *kX*, b_0 14,64, c_0 6,28; [β 113°50′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}387 : 1 : 0{,}429$. Ячейка содержит $Ca_4H_2(PO_4)_2(SO_4)_2 \cdot 8H_2O$.

Хим. Водный кислый сульфат-фосфат кальция, $Ca_2H(PO_4)(SO_4) \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2	3
CaO	32,59	31,61	32,13
SO_3	23,24	21,25	23,08
P_2O_5	20,62	21,85	23,53
H_2O	23,55	25,14	Не опр.
Нераств. ост.		0,39	
Сумма	100,00	100,24	

1. $Ca_2H(PO_4)(SO_4)\cdot 4H_2O$. 2. Пещера Чиокловина, Трансильвания. 3. Трансильвания. [3]

Местонахождение. Найден тесно смешанным с мелкими кристаллами брушита и гипса в залежах фосфата в пещере в известняке Чиокловины. Трансильвания.

Назв. По старому румынскому названию Трансильвании — Ардеаль. *Schadler* (*Cbl. Min.*, 40, 1932).

Ссылки

1. Галла (Halla, *Zs. Kr.*, **80**, 349, 1931) применил метод порошка на естественном материале. Его работа показывает, что это вещество не является механической смесью брушита и гипса.

2. Halla (1931). Переход от Галла к новой (гипсовой ячейке): $\frac{\bar{1}}{2}0\frac{\bar{1}}{2}/0\bar{1}0/001$. β взята по гипсу.

3. Анал. Риста (Rist) у Хилла и Гендрикса (Hill и Hendricks, *Ind. Eng. Chem.*, **28**, 440, 1936).

43.2.3 **Крибергит** Kribergite

Белый, плотный, мелоподобный, обнаруживает под микроскопом войлочно-чешуйчатую до сферолитовой структуру. Уд. в. 1,92. Средний показатель преломления 1,484, двойное преломление около 0,002. Анализ показал:[1] MgO 0,02, Al_2O_3 38,45, V 0,003, SO_3 13,05, P_2O_5 31,27, H_2O 17,22, сумма 100,013. Это приближается к $Al_{16}(PO_4)_8\cdot(SO_4)_3(OH)_{18}\cdot 10H_2O$. Найден заполняющим мелкие трещины в медистом пирите в руднике Кристинеберг, Вестерботтен, Швеция. *Du Rietz* (*Geol. För. Förh.*, **67**, 78, 1945).

Ссылка

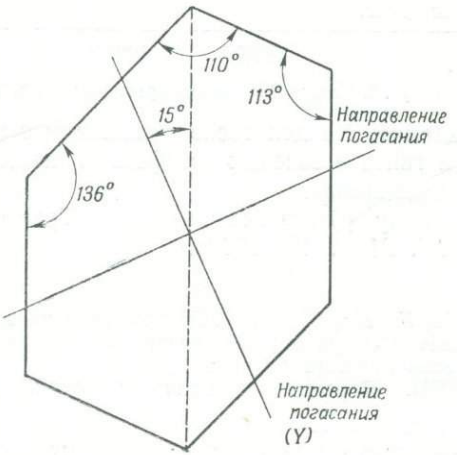
1. Анал. Гельгера (Helger) у Дю Ритца (Du Rietz, 1945).

43.2.4 **ДИАДОХИТ** $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH)\cdot 5H_2O$ DIADOCHITE

Вероятно, триклинный, микрокристаллический, почковидный, игольчатый или в виде землистой массы, частично состоящий из микроскопических шестисторонних пластинок различного вида (см. фиг.);[1] также гелеподобный и аморфный, гроздевидный, сталактитовые или в виде колломорфных корок или масс.

Физ. Излом землистый или неровный до раковистого. Порошковатый до хрупкого. Тв. меняющаяся от 3 до 4 в стекловатых

образцах, меньше в землистом материале. Уд. в. меняется в зависимости от агрегатного состояния и содержания воды; обычно 2,0—2,4. Цвет желтый до желтовато-коричневого и коричневого; также красновато-коричневый, зеленовато-желтый, бледнозеленоватый или желтовато-белый. Тусклый и непрозрачный в землистых типах; почти



Визе. Общий тип шлифа под микроскопом.

прозрачный с восковым, роговиковым или полустеклянным блеском у гелевых масс.

Опт. В проходящем свете бледножелтый до желтовато-коричневого. Стекловатые разновидности изотропны[2] с переменным n 1,60—1,61.

	n (кристаллы; Визе)[2]	n (кристаллы; Кипр)[3]	n (кристаллы; Хвалетис)[4]	
X	1,615 ± 0,005	~1,618		Двуосн. положит. (+)
Y	1,625 ± 0,005	~1,618	1,6380 (Y')	$2V$ малый
Z	1,665 ± 0,005	1,670	1,6658 (Z')	$r > v$, довольно сильная

У кристаллов из Визе X почти нормально к уплощенности кристалла, Z' образует угол около 16° с направлением длинного ребра; на грани угол Z' с удлинением составляет 14°;[2] см. также фигуры.[5]

Хим. Водный основной сульфат-фосфат железа, $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$. Гелевые разновидности содержат значительное количество неконституционной воды свыше требований этой формулы. Сермиентит, повидимому, является мышьяковым аналогом диадохита, и оба эти минерала могут быть изоструктурными. Нет уверенности в том, что все приведенные[6] анализы действительно относятся к этому виду, и некоторые, несомненно, представляют смеси.

Анал.

	1	2	3	4	5	6	7
CaO			0,19	0,30		0,17	
Fe_2O_3	38,97	37,60	37,66	36,63	35,09	32,91	39,69
P_2O_5	17,32	16,76	16,50	16,70	16,07	19,17	14,82
SO_3	19,53	18,85	19,32	13,37	17,25	10,85	15,14
H_2O	24,18	25,65	26,47	32,43	30,12	34,45	30,35
Прочие		1,40	0,04	0,45	1,60	2,22	
Сумма	100,00	100,26	100,18	99,88	100,13	99,77	100,00

1. $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH)\cdot 5H_2O$. 2. Визе, Бельгия [7] (*дестинезит, destinezite*). H_2O включает 0,30 гигроскопической H_2O; прочие: нераств. ост. 3. Хвалетис, Чехословакия [8] (*дестинезит*). Прочие: нераств. ост. 4. Пейшаньяр, Франция [9] (*диадохит, diadochite*). Прочие: As_2O_5. 5. Хредл, Чехословакия [10] (*диадохит*). H_2O включает 2,00 гигроскопической H_2O; прочие: силикат алюминия. 6. Фенгротте, Заальфельд, Тюрингия [11] (*диадохит*). H_2O включает 14,67 потерь при прокаливании, 19,78 H_2O при 100°; прочие: Al_2O_3. 7. Ансбах, Тюрингия [12] (*диадохит*).

Испытание. П. п. тр. плавится в черную массу. В закр. тр. дает много кислой воды и становится коричнево-красным. Легко растворяется в кислотах. Немного или совсем нет потери сульфата при извлечении водной вытяжкой. [13]

Местонахождение. Лежащий близко к поверхности вторичный минерал находится в железной шляпе пиритовых залежей, иногда образующийся под воздействием сульфатных растворов на ранее образовавшиеся вторичные фосфаты, такие, как дельвоксит [14] или пироморфит; также в виде современных отложений в горных выработках. Совместно с лимонитом, дельвокситом, фушеритом, борицкитом, вашегиитом и другими водными алюминиевыми фосфатами, вивианитом, питтицитом, мелантеритом. В квасцовом сланце в Ансбахе близ Грефенталя, Заальфельд, Тюрингия (первоначальное местонахождение для диадохита); подобные же месторождения были найдены в том же районе, [14] а именно в руднике Гарнсдорф (называемом Феенгротте) близ Заальфельда. Во Франции в Иэльгоа, Финистер, и в антрацитовом руднике Пейшаньяр, Изер. В многочисленных местностях в Чехии, именно в Литошице, Хвалетице, Нучике и Хредле близ Ракониц. В Леобене, Штирия, в Вашеги, комитат Гёмёр, и Эйзенбахе в Венгрии. В Бельгии в Визэ, Арханто (первоначальное местонахождение дестинезита), и у Ведрена. Отмечались многочисленные другие местности, включая рудник Нью-Идриа, округ Сан-Бенито, Калифорния. [16]

Назв. *Диадохит* от διάδοχος — *преемник*; это название можно рассматривать как указание на тот факт, что он иногда образуется вследствие изменения ранее образовавшихся фосфатов. *Дестинезит* по имени М. Дестинеза (M. Destinez). Название *дестинезит* первоначально было дано минералу, как известно теперь, являющемуся только относительно грубокристаллической разновидностью диадохита (метаколлоид в первичных местонахождениях); *диадохит* имеет приоритет и употребляется здесь для обозначения этого вида. [15]

Синонимы. Diadochit *Breithaupt* (*J. pr. Chem.*, **10**, 503, 1837). Phosphoreisensinter *Rammelsberg*. Destinezite *Forir* и *Jorissen* (*Bull. soc. belge géol.*, **7**, 117, 1881). Orthodiadochite. Eisensinter (частью). Geldiadochit *Cornu* (*Cbl. Min.*, 330, 1909; *Zs. Chem. Ind. Kolloide*, **4** 17, 1909).

Ссылки

1. Чезаро (Cesàro, *Mém. soc. belge géol.*, **12**, 173, 1885); *Mém. ac. sc. belge*, **53**, 1 (1897), который обращает внимание на некоторые геометрические подобия с гипсом. Предполагаемый образец диадохита из Штирии дал рентгеновский снимок, похожий на ярозитовый; McConnell, *Am. J. Sc.*, **240**, 656 (1942).
2. Larsen (67, 1921).
3. Mélon и Donnay, *Bull. soc. belge géol.*, **59**, B162 (1936).
4. Ulrich, *Rozpr. Česká Ak.*, **31**, No. 10 (1922).
5. Чезаро (Cesàro, 1885, 1897), который, как и Лакруа (Lacroix, **4**, 597, 1910), дал $X \wedge c$ 39° для кристаллов гипсообразного облика. См. также Slavík, *Bull. intern. ac. Bohême*, **22**, 32 (1918).
6. Дополнительные анализы см. Hintze, **1** [4B], 750, 755, 1073 (1931).
7. Cesàro (1885).
8. Veselý, *Bull. intern. ac. Bohême*, **23**, 177 (1923).
9. Carnot, *Bull. soc. min.*, **3**, 40 (1880).
10. Feistmantel, *Lotos*, **23**, 33 (1873).
11. Von Wichdorff, 1911, цитируется у Гинтце (Hintze, 1931, стр. 755).
12. Rammelsberg (331, 1875).
13. Veselý (1933); см. также Rammelsberg (5, Suppl., 1843) и Ulrich, *Rozpr. Česká Ak.*, **31**, No. 10 (1922).
14. См. литературу, цитированную у Гинтце (Hintze, 1931).
15. По Дэна (Dana, 867, 1892).
16. Rogers, *Am. Min.*, **23**, 178 (1938).

43.2.5 САРМИЕНТИТ $Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$ SARMIENTITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$ (?).

$$a : b : c = 0{,}3415 : 1 : 0{,}5242; \ \beta\ 97°39';$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}5345 : 1{,}5195 : 1$$

$$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}9248 : 2{,}9546 : 1; \ \mu\ 82°21'; \ p_0'\ 1{,}5488, \ q_0'\ 0{,}5242, \ x_0'\ 0{,}1343$$

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	110	71 17½	90 00	0°00′	71 17½	82 45½	18 42½
w	011	14 22	28 25	82 21	62 33	27 27	83 13

Облик. Почковидные массы, состоящие из микроскопических кристаллов, призматических по [001] и уплощенных по {010}.

Физ. Данные о спайности и твердости отсутствуют. Уд. в. 2,58. Цвет бледный желто-оранжевый.

Опт.

Ориентировка	n	
X	1,628	Двуосн. положит. (+)
$Y\ b$	1,635	$2V$ 38° (вычисл.)
$Z \wedge c$ 12°	1,698	

Хим. Водный основной сульфат-арсенат окисного железа, $Fe_2(AsO)_4 \cdot (SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO		0,27
Fe_2O_3	35,20	36,57
As_2O_5	25,32	22,68
SO_3	17,64	18,28
H_2O	21,84	22,86
Сумма	100,00	100,66

1. $Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$. 2. Рудник Св. Елены, Алькапарроса, Аргентина.[2]

Местонахождение. Найден в виде желваков, заключенных в фиброферрите вместе с копиапитом, ботриогеном, ссомольнокитом, цинкистым мелантеритом, славикитом, гипсом и эпсомитом в руднике Св. Елены, Ла-Алькапарроса, между Сан-Жуаном и Калингаста, округ Барреаль, Аргентина. Железные сульфаты встречаются в железных шляпах серноколчеданных жил в диабазе.

Назв. По имени Доминго Фаустино Сармиенто (Domingo Faustino Sarmiento, 1811—1888), педагога и государственного деятеля Аргентины. *Angelelli* и *Gordon* (*Ac. Sc. Philadelphia, Not. Nat.*, No. 92, 1941; *Publ. Inst. de Fisiog. y Geol., Univ. Nac. del Litoral, Argentina*, No. XII, 1942).

Ссылки

1. По приблизительным измерениям на кристалле около 25 микрон длиной. Возможно, триклинный.
2. Анализ Коллинса (Collins) у Анжелелли и Гордона (Angelelli и Gordon, 1941).

43.2.6 **Питтицит** Pitticite

Массивный; от почковидного до натечного или сталактитовый; в виде опаловидных корок, также землистый и виде тонких налетов. Тв. и уд. в. колеблются в зависимости от агрегатного состояния и содержания воды; тв. большей частью 2—3; уд. в. обычно 2,2—2,5. Опаловидные массы очень хрупкие. Излом землистый до раковистого и осколчатого. Блеск тусклый до стеклянного, иногда жирный. Цвет желтоватый и красновато-коричневый, коричневато-красный до коричневато-черного, также желтый, серый, почти белый. Черта желтая до белой. Непрозрачный в землистом материале до прозрачного в опаловидных типах. Может обнаружить темнокрасные внутренние рефлексы от трещин.

Опт. В проходящем свете бледножелтый до красновато-коричневого. Изотропный; $n \sim 1{,}616$ (Манхаттан, Невада),[1] 1,635 (Фрейберг, Саксония).[2]

Хим. Водный сульфат-арсенат окисного железа неустановленной формулы. Приведенные анализы[3] значительно различаются частично

из-за примесей. Некоторые близки к $Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot nH_2O$ и могут соответствовать мышьяковому аналогу диадахита.

Анал.

	1	2	3	4	5
Fe_2O_3	34,85	33,73	34,01	32,54	54,66
As_2O_5	26,70	26,06	14,54	33,99	24,67
SO_3	13,91	10,04	17,97	7,28	5,20
H_2O	24,54	29,25	29,64	24,92	15,47
Прочие			4,24		
Сумма	100,00	99,08	100,40	98,73	100,00

1. Шварценберг, Саксония.[4] 2. Фрейберг, Саксония.[5] 3. Манхаттан, Невада.[1] Прочие: Al_2O_3 3,11, FeO 0,72, нераств. ост. 0,41, MgO и Ca следы. 4. Редрут, Корнуолл.[6] 5. Штиглитц-штоллен, Гаштейн, Австрия.[7]

Местонахождение. Вторичный близповерхностный минерал, часто образующийся при окислении арсенопирита, реальгара или аурипигмента, его находят вместе с лимонитом, гайдингеритом, фармаколитом, эритрином, фармакосидеритом, диадохитом, скородитом, мелантеритом, гипсом, алунитом. Также в виде современных отложений рудничных и родниковых вод. Было отмечено много подобных местонахождений.[3] Найден в Саксонии в старых рудниках во Фрейберге, Шнееберге, и Штамм-Ассере в Грауле близ Швартценберга. В разработках квасцового сланца близ Заальфельда в Тюрингии. В Яхимове и Пршибраме, Чехословакия; в Фальшобанья и Оффенбанья, Румыния. В Редруте, Корнуолл. Как выделение на стенках рудника в Манхаттане, Невада. Вещества, сомнительной принадлежности к питтициту, были описаны из рудника Кларисса, округ Тинтик, Юта,[8] из Джебел-Дебара, Константина,[9] и из Томска, СССР[10] (два последних содержали кальций).

Назв. От πίττα — *смола*, так как вначале назывался *смоляной рудой*. Это название лучше применять как генетический термин для водных железистых сульфат-арсенатов, видовая принадлежность которых неизвестна.

Синонимы. Eisenbranderz *Torber*. Eisenpecherz *Karsten* [не Вернер] (66, 98, 1808). Fer oxydé, resinite *Haüy* (98, 1809). Pittizit *Hausmann* (285, 1813). Eisensinter *Werner* (*Hoffmann*, **3**, *b*, 302, 1816; **4**, *b*, 141, 1817). *Нем.*: Arseneisensinter. Pitch Iron Ore. Diarsenate of Iron. Sideretine *Beudant* (**2**, 609, 1832) [не pittizite *Beudant* (**2**, 484, 1832)]. Pitticit *Breithaupt* (1022, 1847).

Ссылки

1. Foshag и Clinton, *Am. Min.*, **12**, 290 (1927).
2. Larsen (121, 1921).
3. Цитируется у Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1067, 1931).
4. Rammelsberg (384, 1860).
5. Stromeyer, *Ann. Phys.*, **61**, 181 (1843).
6. Church, *Chem. News*, **24**, 136 (1871).
7. Rammelsberg (355, 1875).

8. Genth, *Am. J. Sc.*, **40**, 205 (1890).
9. Barthoux, *Bull. soc. min.*, **48**, 106 (1925).
10. Пилипенко, *Изв. Томского унив.*, **28**, 1 (1907).

43.2.7 **Кольбекит** Kolbeckite

Вероятно, моноклинный, с {110}, {011} и {001}. Двойникование по {100} придает ромбический вид. Кристаллы короткопризматические по [001]. Спайность по {010} ясная. Излом раковистый. Хрупкий. Тв. $3^1/_2$—4. Уд. в. 2,39. Блеск стеклянный до перламутрового. Цвет яркосиний до сине-серого. Сильно плеохроичен.

Хим. Повидимому, водный силикат-фосфат бериллия, алюминия и кальция. Среднее из двух микрохимических анализов показало:[1] CaO 3,22, BeO 8,74, Fe_2O_3 0,29, Al_2O_3 21,35, P_2O_5 33,80, SiO_2 9,25, H_2O 23,45, сумма 100,10.

Испытание. Разлагается в кислотах.

Местонахождение. Найден в виде нескольких мелких кристаллов в кварцево-вольфрамитовой жиле в медном руднике Задиздорф близ Шмидеберга, Саксония, Германия.

Назв. По имени Фридриха Кольбека (Friedrich Kolbeck, 1860—1943), немецкого минералога Горной академии во Фрейберге. *Edelmann* (*Berg.-u. hütten. Sachsen, Jb.*, **100**, 74A, 1926).

Ссылка

1. Thurnwald и Benedetti-Pichler, *Mikrochem.*, **11**, 200 (1932).

АНТИМОНАТЫ; АНТИМОНИТЫ И АРСЕНИТЫ

Класс 44. **Антимонаты**

Тип 1. $A_2X_2O_6(O, OH, F)$

44.1.1	Группа биндгеймита	
44.1.1.1	Биндгеймит	$Pb_2Sb_2O_6(O, OH)$
44.1.1.2	Ромеит	$Ca_2Sb_2O_6(O, OH, F)$
44.1.2	Монимолит	$(Pb, Ca)_3Sb_2O_8$ (?)
44.1.3	Трипугиит	$Fe_2Sb_2O_7$ (?)
44.1.4	Флайолотит	$FeSbO_4 \cdot {}^3/_4H_2O$ (?)

Тип 2. Разные

44.2.1	Дербилит	$Fe''_6Ti_6Sb_2O_{23}$ (?)
44.2.2	Сведенборгит	$NaBe_4SbO_7$
44.2.3	Катоптрит	Mn, Al антимонато-силикат

Класс. 45. **Кислые и нормальные антимониты и арсениты**

Тип 1. Разные

45.1.1	Армангит	$Mn_3(AsO_3)_2$
45.1.2	Тригонит	$MnPb_3H(AsO_3)_3$
45.1.3	Триппкеит	$CuAs_2O_4$
45.1.4	Шафарцикит	$Fe_5Sb_4O_{11}$

Класс 46. **Основные или галоид-содержащие антимониты и арсениты**

Тип 1. Разные

46.1.1	Эждемит	$Pb_6As_2O_7Cl_4$ (?)
46.1.2	Гелиофиллит	$Pb_6As_2O_7Cl_4$ (?)
46.1.3	Финнеманит	$Pb_5(AsO_3)_3Cl$
46.1.4	Надорит	$PbSbO_2Cl$
46.1.5	Меланостибиан	$(Mn, Fe)_6(SbO_3)_2O_3$

44 АНТИМОНАТЫ

ТИП 1. $A_2X_2O_6$(O, OH, F)

44.1.1 ГРУППА БИНДГЕЙМИТА

КУБИЧЕСКАЯ; ГЕКСОКТАЭДРИЧЕСКИЙ — $4/m\ \bar{3}\ 2/m$

		a_0
Биндгеймит,	$Pb_2Sb_2O_6$(O, OH)	10,4 *kX*
Ромеит,	$Ca_2Sb_2O_6$(O, OH, F)	10,25
Монимолит,	$(Pb, Ca)_3Sb_2O_8$ (?)	

Биндгеймит и ромеит имеют кристаллическую структуру[1] типа пирохлора $A_2B_2O_6$(O, OH, F), и их, вероятно, лучше рассматривать как сложные окислы, чем как анизодесмические соединения. Неточно определенный гидромеит, может быть, является связующим звеном между ромеитом и соединением типа пирохлора, стибиконитом Sb_6O_6(OH). Формула монимолита установлена еще не совсем точно, но минерал этот по облику и условиям нахождения подобен ромеиту. Может быть, он является промежуточным членом между ромеитом и биндгеймитом. Было установлено, что целый ряд лишь приближенно определенных минеральных видов очень мало отличается по составу от ромеита, и все они здесь рассматриваются как разновидности этого минерала, что относится к атопиту, шнеебергиту, левизиту, мауцелиту и веслиениту.

Ссылка

1. Natta и Baccaredda, *Zs. Kr.*, **85**, 271 (1933); Machatschki, *Chem. Erde*, **7**, 56 (1932).

44.1.1.1 **БИНДГЕЙМИТ** $Pb_2Sb_2O_6$(O, OH) BINDHEIMITE

Крист.[1] Кубическая; гексоктаэдрический — $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $Fd3m$. a_0 10,4 *kX*. Ячейка содержит $Pb_{16}Sb_{16}O_{56}(H_2O)_8$.

Облик. В виде скрытокристаллических масс, плотных до землистых или в виде корочек. Также в виде желваков или почковидных масс с концентрической слоистостью; иногда опаловидный. В виде псевдоморфоз.

Физ. Излом землистый до раковистого. Тв. 4—$4^1/_2$. Уд. в. 4,6—5,6; 9,14 (вычисл.). Блеск смолистый, тусклый до землистого. Цвет желтый, коричневый, красновато-коричневый, серый, белый, зеленоватый. Черта белая до желтоватой. Непрозрачный до просвечивающего.

Опт. В проходящем свете бесцветный или с желтоватым или коричневатым оттенком. Изотропный, но часто содержит в виде примесей микрокристаллические двупреломляющие включения. Показатели преломления[3] различны, $n = 1{,}84—1{,}87$.

Хим. Пироантимонат свинца $Pb_2Sb_2O_6(O, OH)$. Ca может замещать Pb и, во всяком случае, прослеживаются серии неполного изоморфизма до изоструктурного с ним ромеита. Содержание воды колеблется[4], и обезвоживание не меняет структуру. Большинство анализов проделано для неочищенного материала, и они лишь приблизительно отвечают формуле этого минерала.

Анал.[5]

	PbO	CaO	Sb_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма	Уд. в.	a_0
1.	56,65		41,06	2,29		100,00	9,14	10,4
2.	57,32		41,53	1,15		[100,00]		
3.	44,12		40,35	5,31	8,85	98,63		
4.	41,02	4,49	34,85	3,86	14,33	98,55	5,45	10,37
5.	51,80	следы	27,59	3,00	17,43	99,82	5,13	10,42

1. $Pb_2Sb_2O_7 \cdot H_2O$. 2. Рудник Гипотик, область Кер-д'Ален, Айдахо.[6] Пересчитано после исключения 4,49% лимонита, 3,64% церуссита и 2,28% кварца. 3. Рудник Вэмсли, округ Минерал, Невада.[7] Прочие: Fe_2O_3 5,22, нераств. ост. 3,63. 4. Камерата-Корнелло, Италия.[8] Прочие: CuO 3,75, Fe_2O_3 1,97, Al_2O_3 1,16, CO_2 3,83, нераств. ост. 3,62. 5. Горно, Италия.[9] Прочие: CuO 2,20, MnO 1,38, Fe_2O_3 4,84, CO_2 5,36, нераств. ост. 3,65.

Испытание. В закр. тр. выделяет воду и темнеет. Растворяется в HNO_3, выделяя осадок окиси сурьмы, и в HCl, выделяя осадок хлорида свинца.

Местонахождение. Широко распространенный минерал в зоне окисления сурьмяно-свинцовых руд, где он обычно тесно связан с другими скрытокристаллическими вторичными минералами и часто образует псевдоморфозы по различным первичным минералам свинцово-сурьмяных руд.[9] Здесь приводятся лишь немногие из известных местонахождений этого минерала. Впервые найден в районе Нерчинска, Сибирь, СССР. Встречается с малахитом в измененном бурнонite в Вайчахе близ Хюттенберга, Каринтия (ранее часто обозначался как *вёльхит*, *wölchite*),[10] и в виде охристых продуктов изменения бурнонита в Оберцайринге, Штирия, в Австрии. В Камерата-Корнелло, Валь-Брембана и в Горно, Валь-Сериана, Ломбардия, в смеси с вторичными корбонатами. Совместно с джемсонитом и надоритом в сурьмяном руднике Боданнон, Сант-Енделион, Корнуолл. С надоритом и церусситом в Хамман-Нбайле и провинции Константина, Алжир. В изобилии, и иногда богатый серебром, в Брокен-Хилле, Новый Южный Уэльс. Совместно с бурнонитом, образуя псевдоморфозы по цинкиту, в Мачакамарка, Потоси, Боливия. На западе США биндгеймит встречается в изобилии в районе свинцовых рудников. Плотные массы биндгеймита или кварца с биндгеймитом образуют жилы на руднике Монтесума, район Арабиа, округ Гумбольдт, и в многих других местах Невады. Обычен для всех окисленных руд в районе Кер-д'Ален, округ Шошон, Айдахо.

Изменения. Биндгеймит может изменяться в массикот,[11] и есть сведения, что он может давать псевдоморфозы по джемсониту,[12] тетраэдриту и галениту,[13] бурнониту[14] и цинкениту.[15]

Искусств. $Pb_2Sb_2O_7$, который является изоструктурным безводным аналогом биндгеймита, был получен осаждением из нейтрального раствора пироантимоната калия при помощи ацетата свинца,[16] а также путем спекания ацетата свинца с сурьмяной кислотой при слабом красном калении и последующей очистке полученного соединения промыванием в кипящей воде.[17]

Назв. По имени Иоганна Якоба Биндгейма (Johann Jacob Bindheim, 1750—1825), немецкого химика, который впервые анализировал биндгеймит из Нерчинска, Сибирь.[18]

Синонимы. Bleiniere *Karsten* (77, 1800). Stibiogalenites *Glocker* (257, 1847). Bleinierite *Nicol* (319, 1849). Moffrasite *Leymerie* (**2**, 283, 1859). Blumit *Fischer* (*Jb. Min.*, 559, 1863) [не blumit = huebnerite *Liebe* (*Jb. Min.*, 652, 1863)]. Bindheimite *Dana* (591, 1868). Pfaffite *Adam* (37, 1869). Antimoniate of Lead. *Нем.*: Antimonbleispath, Antimonsaures Bleioxyd.

Ссылки

1. Сингония и вид симметрии кристаллов из данных о структурной ячейке.

2. Natta и Baccaredda, *Zs. Kr.*, **85**, 271 (1933) и Hägele, *Cbl. Min.*, 45 (1937), по рентгенопорошкограммам. a_0 меняется от 10,37 до 10,43 *kX* для биндгеймита из разных мест; более низкие значения связаны с замещением свинца на кальций. Количество воды, указанное для элементарной ячейки, отвечает заполнению восьмикратных положений в ней. Большинство анализов дает повышенное содержание воды. Искусственный безводный аналог $Pb_2Sb_2O_7$ имеет a_0 10,44 *kX*, по данным Натта и Баккаредда (Natta и Baccaredda, 1933), и 10,68, по данным Баккаредда (Baccaredda, *Gazz. chim. ital.*, **66**, 539, 1936).

3. Larsen, 47 (1921), на неанализированном материале из района Эврика, Невада, и из округа Фресно, Калифорния.

4. Вещество, среднее по составу между биндгеймитом и гидроромеитом, было описано Наттом и Баккаредда (Natta и Baccaredda, 1937); эти авторы также считают, что стибиконит изоструктурен с биндгеймитом.

5. Дополнительные анализы см. Hintze, **1** [4B], 838 (1931); Le Mesurier, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **25**, 137 (1939).

6. Shannon, 438 (1926).

7. Shannon, *Econ. Geol.*, **15**, 88 (1920).

8. Natta и Baccaredda (1933). Уд. в. для анал. 3 и 4 после обезвоживания соответственно равен 6,36 и 6,84. Оба анализа были проделаны на материале, не очищенном от примесей. Карбонаты могли бы быть полностью удалены, хотя они и не изменяют узора на рентгенопорошкограмме.

9. Обсуждение биндгеймита как рудного минерала см. Shannon (1920).

10. Maixner, *Cbl. Min.*, 38 (1937).

11. Lacroix, **4**, 514 (1910).

12. Knopf, *U. S. Geol. Sur., Bull., 660*, 249 (1918).

13. Shannon (1920).

14. Meixner (1937).

15. Prior и Spencer, *Min. Mag.*, **11**, 23 (1895).

16. Natta и Baccaredda (1933).

17. Baccaredda, *Gazz. chim. ital.*, **66**, 539 (1936). Полученный путем спекания $Pb_2Sb_2O_7$ имеет уд. в. 6,72 (измер.), 8,40 (вычисл.).

18. Bindheim, *Ges. nat. Freunde Berlin, Schr.*, **10**, 374 (1792).

44.1.1.2 **РОМЕИТ** $(Ca, Fe, Mn, Na)_2(Sb, Ti)_2O_6(O, OH, F)$ ROMEITE

Крист.[1] Кубическая; гексоктаэдрический — $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Формы[2]

a 001 *d* 011 *o* 111 *m* 113 *n* 112 *g* 133

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $Fd3m$.

a_0	Местонахождение
10,245 *kX*	Сан-Марсель, Пьемонт
10,27	Ouро-Прето, Бразилия (титановый ромеит „левизит“)
10,28	Минас-Жераис, Бразилия (натристый ромеит „атопит“)
10,31	Лонгбан, Швеция (натристый ромеит „атопит“)
10,28	Лонгбан, Швеция („веслиенит“, анал. 4)
10,29	Шнееберг, Саксония (железистый ромеит „шнеебергит“)

Ячейка содержит $Ca_{16}Sb_{16}O_{56}$. Ромеит изоструктурен с пирохлором.

Облик. Мелкие октаэдрические кристаллы, часто в виде прослоек или отдельных групп. Также плотный.

Двойники. По {111} редки.

Физ. Спайность по {111} несовершенная. Излом занозистый до неровного. Отмечались хрупкие и нехрупкие разности. Тв. $5^1/_2$—$6^1/_2$. Уд. в. 4,7—5,4, изменяется согласно изменению состава; 5,326 (вычисл. для $Ca_2Sb_2O_7$ и $a_0 = 10{,}26$ *kX*). Блеск стеклянный, жирный или полуалмазный. Цвет обычно бледножелтый до желтовато-коричневого; также красновато-коричневый, темнокоричневый. Черта почти бесцветная до бледножелтой. Прозрачный до полупросвечивающего.

Опт.[4] Изотропный. Некоторые разновидности обладают слабым до среднего аномальным двупреломлением, которое может распределяться по секторам и зонам. Показатели преломления сильно меняются в зависимости от состава.

	n	Двупреломление
Марганцовистый ромеит (анал. 2)	1,87 ± 0,01	Слабое до среднего
Натристый ромеит (анал. 3)	1,83 ± 0,01	Слабое
Железистый ромеит (анал. 5)	2,09	Низкое
Мигуэль Бурньер (различные кристаллы)	1,817 — 1,854	Изотропный

Хим. По существу пироантимонат кальция с теоретической формулой $Ca_2Sb_2O_7$. В данном минерале встречаются случаи изовалентных и гетеровалентных изоморфических замещений.[5] Сюда относятся главным образом замещения Ca на Na, Mn″, Fe″ и Pb; Sb на Ti; O на OH и F. Общая формула может быть написана следующим образом: $(Ca, Na, Fe, Mn, Pb)_2(Sb, Ti)_2O_6(O, OH, F)$. Пределы различных замещений не достаточно точно установлены.

Анал. [6]

	1	2	3	4	5	6	7
Na_2O		0,81	5,08	2,03	0,10	0,99	2,70
CaO	25,74	15,81	14,81	19,01	17,42	15,93	17,97
PbO				0,51			6,79
MnO		6,27	2,62	0,43		0,38	1,27
FeO		1,12	1,29	2,92	8,51	4,55	0,79
TiO_2				0,30		11,35	7,93
Sb_2O_5	74,26	74,72	74,72	72,17	72,48	67,52	59,25
F				3,50			[3,63]
H_2O		1,39	1,12	0,66	1,67		0,87
Прочие				0,52	0,30		0,33
Сумма	100,00	100,12	99,64	102,05	100,48	100,72	[101,53]
F = O				1,48			1,53
				100,57			100,00
Уд. в.	5,326			4,967	5,41	4,950	5,11

1. $Ca_2Sb_2O_7$. 2. Марганцовистый ромеит, Сан-Марсель, Пьемонт, Италия. [7] 3. Натристый ромеит, Мигель-Бурньер, Минас-Жераис, Бразилия. [7] 4. Лонгбан, Швеция [8] (*веслиенит, weslienite*). Прочие: K_2O 0,17, MgO 0,35. 5. Железистый ромеит. Шнееберг, Тироль [7] (*шнеебергит, schneebergite*). Прочие: нераств. ост. 6. Титановый ромеит. Трипуги, Минас-Жераис, Бразилия [9] (*левизит, lewisite*). 7. Свинцовистый ромеит. Рудник Якобсберг, Швеция [10] (*мауцелиит, mauzeliite*). Прочие: K_2O 0,22, MgO 0,11.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Не изменяется в закр. и откр. тр. Нерастворим в кислотах. При сплавлении с карбонатом натрия разлагается.

Разнов. 1. *Натристый.* Атопит *Норденшильда* (*Nordenskiöld, Geol. För. Förh.*, **3**, 376, 1877). Содержит заметные количества Na, замещающего Ca, и имеет сравнительно низкий показатель преломления и уд. в.

2. *Железистый.* Шнеебергит *Брезина* (*Brezina, Geol. Reichsanst., Verh.*, 313, 1880). Содержит Fe″, замещающее Ca, с отношением Fe : Ca = 1 : 2,6 в анал. 5.

3. *Марганцовистый.* Частично атопит. Содержит Mn″, замещающий Ca, иногда в заметных количествах присутствует также Na.

4. *Титановый.* Левизит *Гуссака* и *Приора* (*Hussak* и *Prior, Min. Mag.*, **11**, 80, 1895). Содержит Ti, замещающий Sb, с отношением Ti : Sb = 1 : 2,9 в анал. 6 и 1 : 3,7 в анал. 7.

5. *Свинцовистый.* Мауцелиит *Сьёгрена* (*Sjögren, Geol. För. Förh.*, **17**, 313, 1895). Содержит Pb, замещающий Ca и, кроме того, присутствует Ti, замещающий Sb, в анал. 7.

6. *Фтористый.* Веслиенит *Флинка* (*Flink, Geol. För. Förh.*, **45**, 567, 1923). Содержит заметные количества F, замещающего O. В других анализах ромеита F, вероятно, был пропущен.

Местонахождение. Первоначально ромеит был найден с эпидотом и окислами марганца на руднике Сант-Марсель, Пьемонт, Италия. Найден также в прожилках гедифана, пересекающих родонит (*amo-*

nim, *atopite*)[11], в Вермланде, Швеция, или гематит и манганофиллит (*веслиенит*)[11] в Лонгбане, и с кальцитом, гаусманнитом и другими содержащими марганец минералами в Якобсберге (*мауцелиит*).[11] С кальцитом, магнетитом, халькопиритом и сфалеритом в Шнееберге в Австрийских Альпах (*шнеебергит*);[11] в Минас-Жераисе, Бразилия, с киноварью в элювиальных песках в Трипуги близ Ouро-Прето (*левизит*)[11] и в марганцовых рудах в Мигель-Бурньере. Есть сведения, что он встречается с надоритом и бинджеймитом в Хамман-Н'байле, Константина, Алжир.[12]

Изменения. Титановый ромеит из Трипуги изменяется с поверхности в порошковидный, серно-желтый материал.

Искусств.[13] $Ca_2Sb_2O_7$ было получено осаждением $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ и H_3SbO_4 при слабом красном калении и очищением полученного продукта промыванием в кипящей воде. Были также получены изоструктурные соединения $Cd_2Sb_2O_7$, $SbSb_2O_6(OH)$ и $Na_2Sb_2O_6$.

Назв. *Ромеит* по имени французского кристаллографа Роме де Лиля (J. B. L. Romé de Lisle, 1736—1790). *Левизит* по имени В. Льюиса (W. J. Lewis, 1847—1926), профессора минералогии в Кембриджском университете. *Мауцелиит* по имени шведского минералога-химика Р. Мауцелиуса (R. Mauzelius, 1864—1921). *Веслиенит* по имени И. Г. Х. Веслиена (J. G. H. Weslien), директора рудников в Лонгбане. *Атопит* от ἄτοπος — *необычный*, так как встречается редко.

Синонимы. Roméine *Damour* (*Ann. mines*, **20**, 247, 1841; **3**, 179, 1853). Atopite *Nordenskiöld* (*Geol. För. Förh.*, **3**, 376, 1877). Schneebergite *Brezina* (*Geol. Reichsanst., Verh.*, 313, 1880). Mauzeliite *Sjögren* (*Geol. För. Förh.*, **17**, 313, 1895). Lewisite *Hussak* и *Prior* (*Min. Mag.*, **11**, 80, 1895); Weslienite, *Flink* (*Geol. För. Förh.*, **45**, 567, 1923).

Ссылки

1. Дюфренуа (Dufrénoy) у Дамура (Damour, 1841) первоначально считал ромеит тетрагональным. Все позднейшие морфологические исследования и рентгеновское изучение членов серии ромеита показали кубическую сингонию.

2. Список форм у Гольдшмидта (Goldschmidt, **1**, 121 [атопит], 1913) и Шаллера (Schaller, *U. S. Geol. Sur., Bull. 610*, 81, 95, 1916). {112} по Пеллу (Pelloux, *Mus. civ. storia nat. Genova, Ann.*, [3], **6**, 22, 1913).

3. Данные рентгеновского анализа см. Machatschki, *Chem. Erde*, **7**, 56 (1932); Aminoff, *Ak. Stockholm, Handl.*, [3] **11**, 14 (1933); Zedlitz, *Zs. Kr.*, **81**, 253 (1932); Machatschki и Zedlitz, *Zs. Kr.*, **82**, 72 (1932); Machatschki, *Zs. Kr.*, **73**, 159 (1930).

4. Показатели преломления Ларсена (Larcen, 128, 130, 1921) и Розе (Rose, *Cbl. Min.*, 268, 1919). Данные о дисперсии натристого и марганцовистого ромеита („атопита") из Бразилии см. Rose (1919). Об оптических аномалиях см. Larsen (1921); Bertrand, *Bull. soc. min.*, **4**, 237 (1881); Schaller (1916).

5. Сведения об изменениях в составе в структурах этого типа см. Pabst, *Am. Min.*, **24**, 575 (1939), и Machatschki (1932).

6. Дополнительные анализы см. Damour (1853); Nordenskiöld (1877); Hussak, *Cbl. Min.*, 240 (1905) [рассмотрено у Шаллера (Schaller, 1916)].

7. Schaller (1916).

8. Aminoff (1933).

9. Hussak и Prior, *Min. Mag.*, **11**, 80 (1895).

10. Sjögren, *Geol. För. Förh.*, **17**, 313 (1895).
11. О тождественности этих недостаточно изученных образцов с роменитом см. Hintze (*Erg.-Bd.*, 571, 1937), Schaller (1916), а также работы, приведенные выше в ссылке 3.
12. Lacroix (**4**, 360, 1910).
13. Baccaredda, *Gazz. chim. ital.*, **66**, 539 (1936); Dihlström и Westgren, *Zs. anorg. Chem.*, **235**, 153 (1937); Schrewelius, *Zs. anorg. Chem.*, **238**, 241 (1938).

ГИДРОРОМЕИТ, Hydroromeite. *Natta* и *Baccaredda* (*Zs. Kr.*, **85**, 271, 1933). Кальцийсодержащие охры сурьмы в виде желтых до коричневых псевдоморфоз по антимониту, найденные в Испании. Один образец из Вильяфранка, Галисия, с уд. в. 3,50 и тв. 3½, имеет следующий состав: CaO 19,19, Fe_2O_3 1,98, Sb_2O_5 62,90, H_2O 13,48, CO_2 3,33, сумма 100,88. Другой образец из Хигуераса, Кордоба, с уд. в. 3,66 и тв. 5, имеет состав: CaO 14,38, Fe_2O_3 1,50, Sb_2O_5 70,01, H_2O 12,27, сумма 98,16. При нагревании вода теряется постепенно, обезвоживание заканчивается около 400°. Узор на рентгенопорошкограмме этого минерала идентичен ромеиту как до, так и после обезвоживания; $a_0 = 10{,}25\,kX$. Сходный минерал из Гроссето, Италия,[1] приближается к формуле $(Sb''', Ca)Sb_4O_{11}(OH)_2$. Анализы белого (и желтого) материала дали: CaO 6,94 (8,93), Sb_2O_5 64,91 (67,39), Sb_2O_3 12,71 (10,10), SiO_2 3,59 (1,55), Al_2O_3 0,01 (0,01), Fe_2O_3 0,70 (0,50), H_2O 10,61 (11,10), сумма 99,47 (99,58); уд. в. 4,34 (4,08); a_0 10,24 Å.

Ссылка

1. Fornaseri, *Per. Min.*, **15**, 47 (1946).

44.1.2 **МОНИМОЛИТ** $(Pb, Ca)_3Sb_2O_8(?)$ MONIMOLITE

Крист.[1] Кубическая; возможно, гексоктаэдрический — $4/m\ \bar{3}\ 2/m$.

Формы

a 001 *d* 011 *o* 111 *m* 113

Облик.[2] Хорошо образованные кристаллы двух типов: I — октаэдрические с *m*, сравнительно обычны; II — кубические с *o* и *d*, редки.

Физ. Спайность по {111} неясная. Излом мелкораковистый, занозистый. Тв. 4½ — 6. Уд. в. 5,9—7,3. Блеск жирный до алмазного. Цвет желтый, серо-зеленый, темнокоричневый. Черта у типа I соломенно-желтая, у типа II корично-коричневая. Просвечивающий в тонких краях. Изотропный или слабо двупреломляющий.

Хим. Антимонат свинца, который содержит также существенные количества кальция и закисного железа. Тип I приближается по составу к $(Pb, Ca)_3Sb_2O_8$ с некоторым избытком FeO (анал. 2). Тип II близок по составу к $(Pb, Fe)_3Sb_2O_8$ (анал. 3). Вероятная структура монимолита типа пирохлора должна была бы привести к следующей формуле этого минерала: $(Pb, Ca, Fe)_2Sb_2O_7$.

Анал.

	PbO	CaO	MnO	FeO	Sb_2O_5	Прочие	Сумма	Тв.	Уд. в.
1.	42,40	7,59	6,20		40,29	3,25	99,73	4½—5	5,94
2.	42,74	9,70	0,41	5,38	40,51	1,10	99,84	5	6,58
3.	55,33		1,16	5,57	38,18		100,24	6	7,29

1. Рудник Харстиг.[3] Прочие: MgO. 2. Рудник Харстиг.[4] Тип I. Прочие: MgO 0,56, Na_2O 0,54. В оригинале сумма дана как 99,24. 3. Рудник Харстиг.[4] Тип II.

Местонахождение. С тефроитом в кальцитовых жилах в руде в железном и марганцевом руднике Харстиг, Пайсберг, Вермланд, Швеция; известен в Лонгбане, Швеция.[5]

Назв. От μόνῖμος — *устойчивый*, так как химически разлагается с большим трудом. *Igelström* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **22**, 227, 1865).

Ссылки

1. Норденшильд (Nordenskiöld, *Ak. Stockholm, Öfv.*, **27**, 550, 1870) и Игельштрём (Igelström, 1865) считали его тетрагональным, но Флинк (Flink, *Ak. Stockholm, Bihang*, **12** Pt. 2, [2], 35, 1887) показал, что он кубический и дал приведенные выше формы. Монимолит гексоктаэдрический, если он изоструктурен с ромеитом и пирохлором.
2. Flink (1887).
3. Igelström (1865).
4. Flink (1887).
5. Nordenskiöld, *Geol. För. Förh.*, **3**, 379 (1877), на основании исследования музейного образца, подлинность которого не совсем достоверна.

44.1.3 **ТРИПУГИИТ** $Fe_2Sb_2O_7$ (?) TRIPUHYITE

В виде микрокристаллических агрегатов. Уд. в. 5,82. Цвет тусклый зеленовато-желтый до темнокоричневого. Черта канареечно-желтая. Просвечивающий.

Опт.[1] Мелкие зерна в проходящем свете имеют яркий канареечно-желтый цвет. Неплеохроичен.

nX	2,19	Двуосн. положит. (+)
nY	2,20	$2V$ малый
nZ	2,33	$r < v$, очень сильная

Хим. Антимонат железа, возможно $Fe'''SbO_4$ или $Fe''_2Sb_2O_7$.

Анал.

	FeO	Sb_2O_5	Прочие	Сумма	Уд. в.
1.	30,75	69,25		100,00	
2.	27,70	66,68	5,62	100,00	5,82

1. $Fe_2Sb_2O_7$. 2. Трипуги, Бразилия. Прочие: CaO 0,82, Al_2O_3 1,40, TiO_2 0,86, SiO_2 1,35, неопр. 1,19. В данном анализе степень окисления железа не была определена.

Испытание. Неплавок. Нерастворим в кислотах.

Местонахождение. Найден в виде отдельных зерен в содержащем киноварь гравии Трипуги, близ Ouро-Прето, Минас-Жераис, Бразилия, совместно с левизитом, монацитом, рутилом, кианитом, магнетитом и другими тяжелыми обломочными минералами; также с опаловым кремнеземом в виде мелких жилок в дацитовых лавах близ Донсельяса, Жуйжуй, Аргентина (*жуйжуит*, *jujuyite*).[2]

Назв. По местности, где впервые был найден. *Hussak* и *Prior* (*Min. Mag.*, **11**, 302, 1897).

Синоним. Jujuyite *Ahlfeld* (*Econ. Geol.*, **43**, 598, 1948).

Ссылки

1. Larsen, 145 (1921).
2. Фрондель (Frondel, личн. сообщ., 1950) показал, что жуйжуит идентичен трипугиниту.

44.1.4 **Флайолотит** Flajolotite

Плотный или землистый, почковидный. Цвет лимонно-желтый. Предположительная формула $4FeSbO_4 \cdot 3H_2O$.

Анал.

	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Sb_2O_5	H_2O	Сумма
1.	31,30			63,41	5,29	100,00
2.	31,4			63,5	5,1	100,00
3.	28,0	6,2	7,7	53,8	5,0	100,7

1. $4FeSbO_4 \cdot 3H_2O$. 2. Алжир.[1] 3. Алжир.[2]

Нерастворим в кислотах. Найден с кальцитом, целестином и надоритом в Хамман-Н'байле на юге Джебель-Надор, Константина, Алжир.

Назв. *Lacroix* (**4**, 509, 1910).

Ссылки

1. Flajolot, *Ann. mines*, **20**, 28 (1871).
2 Pisani у Лакруа (Lacroix, 1910).

Ниже приводятся плохо определенные материалы, требующие дальнейшего изучения для установления некоторых из них как определенных минеральных видов.

АММИОЛИТ, Ammiolite. *Dana* (534, 1850). Землистый порошок темнокрасного до пурпурного цвета. Рассматривается как смесь киновари с антимонатом меди. Найден как продукт изменения ртутного тетраэдрита на рудниках в Чили.[1]

Синонимы. Antimonite de Mercure *Domeyko* (*Ann. mines*, **6**, 183, 1844). Antimoniato de cobre con cinabrio terroso *Domeyko* (129, 1860).

АРЕКВИПИТ, Arequipite. *Raimondi* (167, 1878). Предполагаемый силикоантимонат свинца, найденный с церусситом и хризоколлой в руднике Виктория близ Тибайя, провинция Арекипа, Перу. Плотный воскоподобный с раковистым изломом. Тв. ~6. Цвет медово-желтый. Вероятно представляет собой смесь, главным образом состоящую из биндгеймита.

КОРОНГВИТ, Coronguite. *Raimondi* (88, 1878). Землистый, порошковидный иногда слегка пластинчатый. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 5,05. Цвет серовато-желтый снаружи и черноватый со смоляным блеском внутри образца.

В случае если он гомогенный, то представляет собой антимонат свинца и серебра. Найден в рудниках области Коронго, провинция Пальяска, и в Пасаканча, провинция Помабамба, Перу.

БАРЦЕНИТ, Barcenite. *Mallet* (*Am. J. Sc.*, **16**, 306, 1878). Мелкозернистый, плотный или пористый, иногда столбчатый и в виде псевдоморфоз по ливингстониту. Тв. $5^1/_2$. Уд. в. 5,34. Блеск тусклый до слегка смолистого. Цвет темносерый, почти черный. Из Уитсуко, Герреро, Мексика. Вероятно является антимонатом ртути.

ТАЗНИТ, Taznite. *Domeyko* (*C. R.*, **85**, 977, 1877). Землистый, неясно волокнистый. Цвет желтый. Вероятно, арсенат-антимонат висмута, содержащий H_2O и некоторое количество Cl; найден в Тасне и Чоролоке, Боливия. Возможно, что найденные образцы представляют собой смесь каолинита с арсенатом висмута[2] или висмутита с арсенатом висмута или являются веществом, подобным биндгеймиту.[3]

Ссылки

1. См. также Rivot, *Ann. mines*, **6**, 556 (1854) и Field, *J. Chem. Soc. London*, **12**, 27 (1860).
2. Bannister, *Min. Mag.*, **24**, 55 (1935).
3. Фрондель, личн. сообщ. (1949).

ТИП 2. РАЗНЫЕ

МАГНЕТОСТИБИАН, Magnetostibian. *Igelström* (*Zs. Kr.*, **23**, 212, 1894). В виде зерен в породе и в виде зернистых агрегатов. Блеск металлический. Цвет и черта черные. Магнитный. Вероятно, богатый основаниями антимонат железа и марганца. Анализы дали (после исключения 68,6% примесей): FeO 17,16, MnO 59,11, Fe_2O_3 12,36, As_2O_5 1,54, Sb_2O_5 9,83 = 100,00. Растворим в HCl без выделения хлора. Найден с базилиитом, кальцитом и тефроитом в руднике Шё, Ёребро, Швеция. Доказательства того, что это действительно самостоятельный минеральный вид, отсутствуют.

БАЗИЛИТ, Basiliite. Плотный, листоватый. Блеск металлический. Цвет стально-синий. Черта темнокоричневая. Непрозрачный; в тонких осколках кроваво-красный и прозрачный. Немагнитный. Богатый основаниями водный антимонат трехвалентного марганца. Анализы дали: Mn_2O_3 70,01, Fe_2O_3 1,91, Sb_2O_5 13,09, H_2O 15,00 = 100,01.

В закр. тр. выделяет воду и становится сначала черным, затем красновато-коричневым. Легко растворим в теплой HCl с выделением хлора. На воздухе изменяется и покрывается желтым до коричневого охристым налетом. Найден с гаусманнитом и кальцитом в руднике Шё, Ёребро, Швеция. Назван по имени алхимика Базиля Валентина (Basil Valentine), впервые описавшего свойства сурьмы. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **14**, 307, 1892; *Zs. Kr.*, **22**, 470, 1893).

Требует уточнения.

44.2.1 ДЕРБИЛИТ $Fe''_6Ti_6Sb_2O_{23}$ (?) DERBYLITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}9661 : 1 : 0{,}5502$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}5695 : 0{,}5502 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}9661 : 1{,}7559 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}8175 : 1{,}0351 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
a	100	90°00′	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
m	110	45 59½	90 00	90 00	44 00½	0 00	45 59½

Облик. Призматический по [001]; m ровные, a шероховатые, c редки и неровные.

Двойники. По {011}; обычно в виде крестообразных двойников, пересекающихся под углом 57°38½′; реже в виде тройников.

Физ. Спайность отсутствует. Излом раковистый. Очень хрупкий. Тв. 5. Уд. в. 4,53. Блеск смолистый. Цвет смоляно-черный. Непрозрачный.

Опт.[1] В мелких зернах просвечивает в темнокоричневых тонах. Не плеохроичен.

Ориентировка	n (Li)	
X	2,45	Двуосн. положит. (+)
Y	2,45	$2V$ близкий к 0°
Z	2,51	

Хим. Антимонат титана и двухвалентного железа. Формула не точная, возможно, имеет следующий вид: $Fe''_6Ti_6Sb_2O_{23}$.

Анал.

	Na_2O	K_2O	CaO	FeO	Al_2O_3	TiO_2	Sb_2O_5	SiO_2	Потеря при прокал.	Сумма
1.				34,93		38,85	26,22			100,00
2.	0,76	0,28	0,32	32,10	3,17	34,56	24,19	3,50	0,50	99,38
3.				35,33		38,04	26,63			100,00

1. $Fe''_6Ti_6Sb_2O_{23}$. 2. Трипуги.[2] 3. Анал. 2 пересчитан после исключения окислов, вероятно, не входящих в состав минерала.

Испытание. Неплавок. Нерастворим в кислотах. Разлагается при сплавлении с $KHSO_4$.

Местонахождение. Найден в содержащем киноварь гравии Трипуги близ Оуро-Прето, Минас-Жераис, Бразилия. Совместно с левизитом, трипугиитом, ксенотимом, монацитом, цирконом, рутилом, гематитом, мусковитом.

Назв. По имени американского геолога Орвиля А. Дерби (Orville A. Derby, 1851—1915), бывшего директора Геологической службы Бразилии. *Hussak* и *Prior* (*Min. Mag.*, **11**, 85, 176, 1897).

Ссылки

1. Larsen и Berman (147, 1934).
2. Анал. Прайора (Prior) у Гуссака и Прайора (Hussak и Prior, 1897).

ФЕРРОСТИБИАН, Ferrostibian. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **11**, 389, 1889; *Jb. Min.*, I, 250, 1890). В виде моноклинных (?) кристаллов с {100}, {010} и {001}, последняя грань прямоугольная. Спайность по двум или трем направлениям. Тв. 4. Блеск полуметаллический. Цвет черный до серовато-черного. Черта коричневато-черная, доходящая до красной. Непрозрачный; в тонких осколках кроваво-красный. Слабомагнитный. Вероятно, богатый основаниями водный антимонат двухвалентного железа и марганца. Анализы дали: FeO 22,60, MnO 46,97, $(Mg, Ca)CO_3$ 2,14, Sb_2O_5 14,80, SiO_2 2,24, H_2O 10,34 = 99,09.

П. п. тр. плавится в тонких краях в черное магнитное стекло. Плохо растворяется в кислотах. Найден в сростках с родонитом в руднике Шё, приход Грититт, Ёребро, Швеция. Требует уточнения.

РОДОАРСЕНИАН, Rhodoarsenian. *Igelström* (*Zs. Kr.*, **22**, 469, 1893). Найден в виде мелких розово-красных сферолитов, погруженных в арсенионлеит, в руднике Шё, Ёребро, Швеция. Тв. 4. Блеск стеклянный. Прозрачный. Анализы дали (после исключения $CaCO_3$): CaO 21,53, MgO 5,37, MnO 49,28, As_2O_5 12,17, H_2O 11,65, Pb и Cl сл. = 100. Рассматривается как мышьяковый аналог ферростибиана. Требует уточнения.

МАНГАНОСТИБИТ, Manganostibite. Моноклинный (?). Включенные в породу зерна иногда с кристаллическим очертанием. Излом неровный. Цвет черный. Черта шоколадно-коричневая. Блеск жирный. Непрозрачный.

Опт.[1] В проходящем свете темный красновато-коричневый и почти непрозрачный.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X b	1,92 ± 0,02	Красновато-коричневый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,95 ± 0,02		$2V$ малый
$Z \wedge c$ очень большой	1,96 ± 0,02	Почти непрозрачный	

В виде почти непрозрачных столбиков или волокон с положительным удлинением.

Хим. Богатый основаниями марганцистый антимонат-арсенат, возможно, отвечающий формуле $(Mn, Fe, Mg, Ca)_{10}(Sb, AsO_4)_2O_7$ с отношением As : Sb = = 1 : 2,3. Анализы дали: CaO 4,62, MgO 3,00, FeO 5,00, MnO 55,77, As_2O_5 7,44, Sb_2O_5 24,09, сумма 99,92.

Испытание. П. п. тр. не плавится. Полностью растворяется в HCl, частично в HNO_3.

Местонахождение. Очень редко встречается с гаусманнитом в руднике Мосс, Нордмарк, Швеция.

Назв. В связи с составом. Требует уточнения.

Синоним. Manganostibiite *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **7**, 210, 1884; *Bull. soc. min.*, **7**, 120, 1884).

Ссылка

1. Larsen (104, 1921) и Larsen и Berman (206, 1934); нет достаточной уверенности, что эти данные относятся именно к манганостибиту.

ГЕМАТОСТИБИТ, Hematostibite. Ромбический (?). В виде включенных в породу зерен и пластинчатых образований. Совершенная спайность по одному направлению. Тв. 5. Цвет черный. Черта коричневая. Блеск на плоскостях спайности полуметаллический. Непрозрачный. Двуосный отрицательный (—), с $X \perp$ спайности и очень малым[1] $2V$. В проходящем свете кроваво-красный. В химическом отношении гематостибит является богатым основаниями антимонатом двухвалентного марганца и железа. Анализы дали (после исключения находящегося в виде примесей большого количества кальцита и тефроита): MnO 51,7, FeO 9,5, (Mg, Ca)O 1,6, Sb_2O_5 37,2 = 100,0.

Испытание. На угле не плавится. Легко растворим в HCl.

Местонахождение. В руднике Шё, приход Грититт, Ёребро, Швеция, с тефроитом, кальцитом, баритом, якобситом и хондарсенитом (?).

Назв. От *αἷμα* — *кровь* и *stibium* — сурьма, что подчеркивает его цвет и состав. Требует более полного исследования; возможно, тождественен с манганостибитом или катоптритом.

Синонимы. Hämatostibiite *Igelström* (*Bull. soc. min.*, **8**, 143, 1885). Hematostibiite.

Ссылка

1. Bertrand у Игельстрёма (Igelström, 1885).

44.2.2 СВЕДЕНБОРГИТ $NaBe_4SbO_7$ SWEDENBORGITE

Крист.[1] Гексагональная; дигексагонально-пирамидальный — $6\,m\,m$.

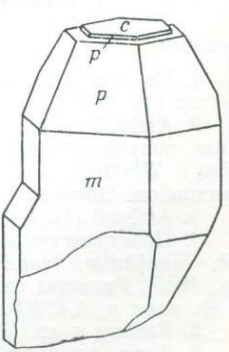
$a : c = 1 : 1{,}6309$;[2] $p_0 : r_0 = 1{,}8832 : 1$

Формы[3]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
q	$10\bar{1}4$	30 00	25 12½	77 42	90 00
o	$10\bar{1}3$	30 00	32 07	74 35	90 00
x	$10\bar{1}2$	30 00	43 16½	69 57½	90 00
p	$10\bar{1}1$	30 00	62 02	63 47½	90 00
y	$20\bar{2}1$	30 00	75 08	61 06	90 00

Структ. ячейка.[4] Пространственная группа $C6mc$. a_0 5,42 *kX*, c_0 8,80. $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}624$. Ячейка содержит $Na_2Be_8Sb_2O_{14}$.

Облик. Коротко призматический по [0001] с преобладанием форм: $c\,p\,m$. Иногда c и p неравномерно развиты на противоположных концах [0001].



Двойники. Наблюдались, но не описывались.[5]

Фигуры травления. Углубления, полученные действием расплавленного карбоната натрия на $\{10\bar{1}0\}$ и $\{10\bar{1}1\}$, указывают на наличие только вертикальных плоскостей симметрии, но на $\{0001\}$ надежные результаты не могли быть получены.

Физ. Спайность по $\{0001\}$ ясная. Излом полураковистый. Тв. ~ 8. Уд. в. 4,285; 4,316 (вычисл.). Бесцветный и прозрачный; также бледный винно-желтый до медово-желтого.

Опт. В проходящем свете бесцветный.

	λ	n (486 mμ)	n (589 mμ)	n (687 mμ)	
O		1,7822	1,7724	1,7684	Одноосн. отрицат. (—)
E		1,7791	1,7700	1,7658	

Хим. Антимонат натрия и бериллия, $NaBe_4SbO_7$. Небольшие количества P, Ca и Mg, вероятно, замещают соответственно Sb и Na,

Анал.

	1	2	3
Na_2O	10,58	8,50	[8,49]
CaO		0,94	0,90
MgO		0,52	0,65
BeO	34,18	34,72	34,92
Sb_2O_5	55,24	54,17	54,41
P_2O_5		0,23	0,63
Прочие		0,60	
Сумма	100,00	99,68	[100,00]
Уд. в.	4,316	4,285	

1. $NaBe_2SbO_7$. 2. Лонгбан. [6] Прочие: K_2O 0,21, H_2O 0,39. Среднее из трех частичных анализов материала, высушенного при 120°. 3. Лонгбан. [7] Образец, прокаленный и промытый кислотой перед анализом.

Испытание. Нерастворим в кислотах. Разлагается под действием расплава Na_2CO_3 или $KHSO_4$.

Местонахождение. В Лонгбане, Швеция, в скарне в виде кристаллов величиной до 8 *мм*, совместно с кальцитом, гематитом, бромеллитом, рихтеритом и манганофиллитом.

Назв. По имени шведского философа Эммануила Сведенборга (Emanuel Swedenborg, 1688—1772). *Aminoff* (*Zs. Kr.*, **60**, 262, 1924).

Ссылки

1. На основании морфологических данных предполагается полярный характер оси [0001], но это предположение нельзя считать доказанным.
2. Aminoff (1924); тождественные элементы ($a : c = 1 : 1{,}6308 \pm 0{,}0003$) были получены морфологически Паулингом, Клугом и Винчеллом (Pauling, Klug и Winchell, *Am. Min.*, **20**, 492, 1935). О морфологическом сходстве с корундом см. Gossner, *Cbl. Min.*, 289 (1925).
3. Aminoff (1924).
4. Пространственная группа по данным Аминова (Aminoff, *Svenska Vet.-Ak. Stockholm, Handl.*, [3], **11**, No. **4**, 3, 1933) и Паулинга и др. (Pauling и др., 1935). Размеры ячейки определены Аминовым методом порошка; Паулинг и др. дают a_0 5,47 *kX*, c_0 8,92, с $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}631$ и уд. в. 4,18 (вычисл.).
5. Pauling и др. (1935).
6. Анал. Альмштрёма (Almström) у Аминова (Aminoff, 1924); Al_2O_3, ошибочно указанная в его анализе, здесь переделана на BeO.
7. Анал. Бликса (Blix) у Аминова (Aminoff, 1933); приведенные в оригинале 55,41% Sb_2O_5, вероятно, даны ошибочно вместо 54,41.

44.2.3 **КАТОПТРИТ** CATOPTRITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

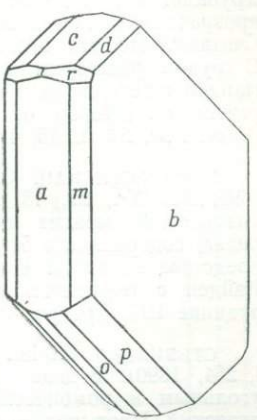
$a : b : c = 0{,}3981 : 1 : 0{,}2450$; $\beta\ 101°13'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}6154 : 0{,}2403 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 4{,}1611 : 2{,}2508 : 1$; $\mu\ 78°47'$; $p_0'\ 0{,}6274$, $q_0'\ 0{,}2450$, $x_0'\ 0{,}1983$

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	11°13′	78°47′	90°00′	.....	78°47′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	78 47	.....
n	140	32 38	90 00	0 00	32 38	83 58½	57 22
M	120	52 01	90 00	0 00	52 01	81 11	37 59
m	110	68 39½	90 00	0 00	68 39½	79 33½	21 20½
d	011	38 59½	17 29½	78 47	76 29½	13 30½	79 06
e	031	15 06	37 16½	78 47	54 13	35 47	80 55
r	111	73 28½	40 44	50 27½	79 18½	30 07½	51 16½
o	$\bar{1}11$	—60 16½	26 17½	113 13½	77 19	36 25½	112 37½
p	$\bar{1}31$	—30 17	40 23½	113 13½	55 58½	46 53	109 04½

Облик. Кристаллы обычно таблитчатые по {010} и несколько вытянутые вдоль [001]; также вытянутые вдоль [101] или изометрические. В виде мелких зерен, образующих скопления до сантиметра величиной; более крупные образцы редко содержат кристаллические грани. Обычные формы: *b a o p c*.



Физ. Спайность по {100} совершенная, слюдоподобная. Хрупкий. Тв. 5½. Уд. в. 4,5. Блеск металлический, алмазный. Цвет железо-черный до смоляно-черного. Непрозрачный; в тонких осколках просвечивающий и огненно-красный.

Опт. [3] В проходящем свете имеет красный цвет.

Ориентировка	*n*	
$X \sim \perp \{100\}$	1,92	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,95	$2V$ малый
$Z \wedge c \sim -3°$	1,95	$r > v$, сильная, наклонная. Сильно плеохроирует от красно-коричневых до красно-желтых тонов

Хим. Силико-антимонат алюминия и двухвалентного марганца; некоторые количества Mg и Fe″ замещают в нем Mn″, а Fe‴ замещает Al. Имеющиеся в литературе анализы приводят к следующему составу катоптрита: $14(Mn, Mg, Fe)O \cdot 2(Al, Fe)_2O_3 \cdot Sb_2O_5 \cdot 2SiO_2$, но такая формула недостаточно надежна. Анализы дали (среднее из четырех частичных анализов): [4] CaO 0,58, MgO 3,06, FeO 2,44, MnO 52,61, Al_2O_3 9,50, Fe_2O_3 3,58, Sb_2O_5 20,76, SiO_2 7,75, H_2O 0,11, сумма 100,39.

Местонахождение. На руднике Браттфорс, близ Нордмарка, Швеция, совместно с магнетитом в кристаллическом известняке.

Назв. От κάτοπτρον — *зеркало*, отвечающее наличию у этого минерала сильного отражения света от плоскостей спайности. *Flink* (*Geol. För. Förh.*, **39**, 426, 1917).

Синоним. Katoptrite.

Ссылки

1. Ориентировка и углы Флинка (Flink, 1917); пересчитаны Ла Форжем (La Forge, личн. сообщ., 1935); элементарная ячейка Пэлача (Palach, личн. сообщ., 1936). Преобразования от Флинка к Пэлачу: $\frac{1}{2}$ 00/010/00 $\frac{1}{2}$.
2. Flink (1917). Неясные: *q* {$\bar{1}71$}.
3. Larsen и Berman (206, 1934).
4. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Флинка (Flink, 1917).

ЛАМПРОСТИБИАН, Lamprostibian. В виде листоватых или чешуйчатых масс. Хрупкий. Тв. 4. Блеск алмазный. Цвет свинцово-серый. Черта красная. Непрозрачный; только в очень тонких осколках кроваво-красный. Немагнитный. Считают, что это безводный антимонат двухвалентного железа и марганца. С трудом растворим в горячей концентрированной HCl без выделения Cl. Найден с тефроитом и кальцитом на руднике Шё, Ёребро, Швеция. Требует уточнения. Назван от λαμπρός — *сияющий* и *stibium* — *сурьма*. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **15**, 471, 1893; *Zs. Kr.*, **22**, 467, 1893).

ХОНДРОСТИБИАН, Chondrostibian. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **15**, 343, 1893; *Zs. Kr.*, **22**, 43, 1893). Цвет желтовато-красный до темнокоричневато-красного. В мелких кусочках прозрачный. Слабомагнитный. Анализ материала, содержащего 51% примесей, указывает, что минерал этот в основном представляет собой водный антимонат трехвалентного железа и марганца. Найден с тефроитом и доломитом в виде зерен, заключенных в барит, на руднике Шё, Ёребро, Швеция.

СТИБИАТИЛ, Stibiatil. *Igelström* (*Geol. För. Förh.*, **11**, 391, 1889; *Ib. Min.*, I, 254, 1890). В виде призматических моноклинных (?) кристаллов с прямоугольным и ромбическим поперечным сечением. Тв. 5—5$^1/_2$. Блеск металлический. Цвет железо-черный. Черта железо-черная, доходящая до коричневой. Не прозрачен. Химически представляет собой антимонат железа и марганца. Приблизительный анализ дал: FeO 26, Mn_2O_3 44, Sb_2O_5 (и H_2O) 30 = = 100. В закр. тр. выделяет воду. П. п. тр. плавится в тонких краях в черный магнитный шарик. Неполностью растворим в кислотах. Найден на руднике Шё, приход Гритит, Ёребро, Швеция. Требует уточнения.

45 КИСЛЫЕ И НОРМАЛЬНЫЕ АНТИМОНИТЫ И АРСЕНИТЫ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

45.1.1 АРМАНГИТ $Mn_3(AsO_3)_2$ ARMANGITE

Крист.[1] Гексагональная — P; гексагонально-скаленоэдрический — $\bar{3}\,2/m$(?).

$a : c = 1 : 0{,}6558$;[2] $p_0 : r_0 = 0{,}7572 : 1$

Формы[3]

		φ	ρ	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
f	$10\bar{1}1$	30 00	37 08	72 26	90 00
p	$20\bar{2}1$	30 00	56 33½	65 20½	90 00

Структ. ячейка.[4] Пространственная группа $R3m$, $R32$ или $R\bar{3}m$(?). c_0 13,44 *kX*, c_0 8,72; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}6596$. В гексагональной элементарной ячейке содержится $Mn_{27}(AlO_3)_{18}$.

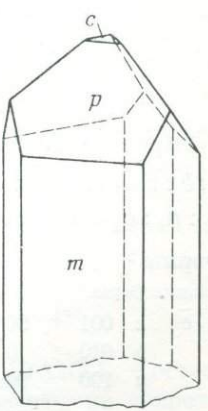
Облик. Кристаллы короткопризматические по [0001].

Двойники. По $\{02\bar{2}1\}$, пластинчатые.

Физ. Спайность по {0001} ясная. Тв. ~ 4. Уд. в. 4,43;[5] 4,47 (вычисл.). Цвет черный. Черта коричневая. Прозрачен в тонких осколках.

Опт.[6] В проходящем свете желтый до коричневого.

nO	2,01	Одноосн. отрицат. (—)
nE	1,99	Не плеохроирует



Лонгбан.

Хим. Арсенит марганца, $Mn_3(AsO_3)_2$. Приведенные в анализах данные о наличии CO_2 совместно с Ca, Mg и Mn, вероятно, обусловлены присутствием примеси карбонатов.

Анал.

	MnO	FeO	PbO	CaO	MgO	As_2O_3	Sb_2O_3	CO_2	H_2O	Нераств. ост.	Сумма
1.	51,82					48,18					100,00
2.	45,06	2,19	0,32	2,83	0,49	42,92	0,40	5,08	0,71	0,20	100,20
3.	47,06	2,49	0,36			48,82	0,46		0,81		100,00

1. $Mn_3(AsO_3)_2$. 2. Лонгбан.[7] FeO включает некоторое количество Fe_2O_3, присутствующего, возможно, в виде примеси лимонита. Среднее из трех анализов. 3. Анал. 2 пересчитан после исключения нераств. ост., CO_2, CaO, MgO и MnO 3,69 в виде $(Ca, Mn, Mg)CO_3$.

Испытание. В закр. тр. становится серым, теряет немного воды, а при более высокой температуре плавится в серовато-черное пористое стекло. Легко растворяется в HCl, выделяя As_2O_3, которая растворяется при разбавлении и нагревании.

Местонахождение. В Лонгбане, Швеция, в кальцито-баритовых жилах с гематитом и другими, точно не определенными минералами.

Назв. В связи с химическим составом от *arsenic* и *manganese*. *Aminoff* и *Mauzelius* (*Geol. För. Förh.*, **42**, 301, 1920).

Ссылки

1. Вид симметрии установлен Аминовым и Мауцелиусом (Aminoff и Mauzelius, 1920), но развитие форм, как это видно из приведенных данных, не ромбоэдрическое, а тригональное. Однако найденные Аминовым (Aminoff, *Svenska Vet. Ak. Stockholm, Handl.*, [3], **11**, No. 4, 19, 1933) возможные пространственные группы ромбоэдрические.
2. Углы и ориентировка Аминова и Мауцелиуса (Aminoff и Mauzelius, 1920); элементы структурной ячейки по данным Аминова (Aminoff, 1933). Преобразования от старой к новой: $1000/0100/0010/000\frac{1}{2}$.
3. Aminoff и Mauzelius (1920).
4. Aminoff (1933).
5. Пересчитан из данных первоначального определения на материале с уд. в. = 4,23, содержащем 12% примесей карбоната.
6. Larsen и Berman (91, 1934).
7. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Аминова и Мауцелиуса (Aminoff и Mauzelius, 1920).

45.1.2 ТРИГОНИТ $MnPb_3H(AsO_3)_3$ TRIGONITE

Крист. [1] Моноклинная; диэдрический безосный — *m*.

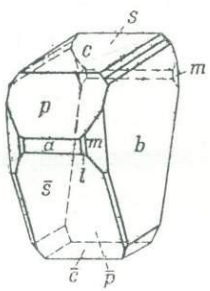
$a : b : c = 1{,}0740 : 1 : 1{,}6590$; β 91°31′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}5447 : 1{,}6584 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}6030 : 0{,}9314 : 1$; μ 88°29′; p_0' 1,5452, q_0' 1,6590, x_0' 0,0265

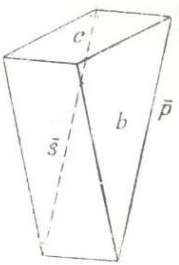
Формы [2]

Нижн.		Верхн.	φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
$\bar{c}$	c	001	90°00′	1°31′	88°29′	90°00′	.....	88°29′
	b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
	a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	88 29	.....
	$-a$	$\bar{1}00$	−90 00	90 00	180 00	90 00	91 31	180 00
	m	110	42 58	90 00	0 00	42 58	88 58	47 02
	$-m$	$\bar{1}10$	−42 58	90 00	180 00	42 58	91 02	132 58
	l	210	61 46½	90 00	0 00	61 46½	88 40	28 13½
	h	014	3 39½	22 34	88 29	67 29	22 31	88 36
	g	012	1 50	39 41½	88 29	50 20	39 40	88 50
$\bar{f}$	f	011	0 55	58 55½	88 29	31 05½	58 54½	89 13
$\bar{p}$	p	101	90 00	57 32	32 28	90 00	56 01	32 28
$\bar{s}$	$-s$	$\bar{1}01$	−90 00	56 38	146 38	90 00	58 09	146 38
	o	111	43 27½	66 22	32 28	48 19	65 19½	50 56½
$\bar{n}$		$\bar{1}11$	−42 28½	66 02	146 38	47 37½	66 22½	128 06

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Pn*. a_0 7,25 ± ± 0,04 *kX*, b_0 6,80 ± 0,04, c_0 11,07 ± 0,04; β 91°49′ ± 15′; $a_0 : b_0 : c_0 =$ = 1,066 : 1 : 1,628. Содержимое ячейки не вполне точно установлено, вероятно $Mn_2Pb_6H_2(AsO_3)_6$ для коричневого материала с уд. в. 6,33 (вычисл.).

Облик. Диэдрический. Толстотаблитчатый по {010} с треугольным очертанием благодаря сильно развитым граням *c*, *s*, *p*; также сильно усложненный. В виде субпараллельных сростков.





Физ. Спайность по {010} совершенная, по {101} хорошая. Излом неровный. Тв. 2—3. Уд. в. изменяется [4] от 6,1 до 7,1. Блеск стеклянный до алмазного. Цвет различный: серно-желтый до желтовато-коричневого и темнокоричневого. Просвечивающий.

Опт. [5] В проходящем свете бледножелтый до коричневато-желтого и неплеохроичен.

Ориентировка	*n*	
X	2,07	Двуосн. отрицат. (—)
Y *b*	2,10	$2V$ очень большой
Z	2,12	$r < v$, заметная
		Угол погасания на $c = 45°$

Хим. Кислый арсенит свинца и марганца, $MnPb_3H(AsO_3)_3$. Состав, видимо, изменяется благодаря изоморфному замещению, но природа изменения неизвестна. Анализы дали:

	CaO	MgO	FeO	MnO	PbO	As_2O_3	H_2O	Cl	Нераств. ост.	Сумма
1.				6,78	64,00	28,36	0,86			100,00
2.	0,23	0,11	0,15	6,79	63,40	28,83	0,81	следы	0,13	100,45

1. $MnPb_3H(AsO_3)_3$. 2. Лонгбан. [6]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. Растворяется в разбавленных кислотах.

Местонахождение. В Лонгбане, Вермланд, Швеция, совместно с самородным свинцом и диксенитом в трещинах в доломито-гаусманнитовой руде.

Назв. От τρίγωνον — *треугольник*, по обычной форме его кристаллов. *Flink* (*Gel. För. Förh.*, **42**, 436, 1920).

Ссылки

1. Flink (1920).
2. Flink (1920); сильно развитый, основной моноэдр сделан верхним. Индексы форм для *o* и *n* в таблице Флинка перевернуты, стр. 439 (см. рисунки и текст стр. 442).
3. Wolfe и Frondel, личн. сообщ. (1946), снимок методом Вайссенберга.
4. Уд. в. и цвет изменяются с изменениями в составе, природа которых неизвестна. Флинк (Flink, 1920) дает уд. в. 8,28.
5. Larsen и Berman (209, 1934).
6. Анал. Мауцелиуса (Mauzelius) у Флинка (Flink, 1920).

45.1.3 **ТРИППКЕИТ** TRIPPKEITE

Крист. [1] Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

$$a : c = 1 : 0{,}6477;\ p_0 : r_0 = 0{,}6477 : 1$$

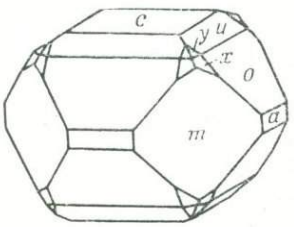
Формы [2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
u	011	0 00	32 56	90 00	67 23
o	021	0 00	52 20	90 00	55 58
y	122	26 34	35 54	74 48	79 19
x	121	26 34	55 22	68 24	74 55

Менее обычные:

e 061 *z* 232

Структ. ячейка. [3] Решетка примитивная тетрагональная. a_0 8,55 ± 0,02 *kX*, c_0 5,65 ± 0,02, $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}661$.



Облик. Короткопризматический по [001], кристаллы часто несколько изогнуты. Преобладающие нормы: *o a c*.

Физ. Спайность по {100} совершенная, по {110} хорошая. Плоскости спайности расчленяют кристаллы на куски или волокна параллельно [001], которые легко изгибаются. Мягкий. Уд. в. [6] 4,8 ± 0,5. Блеск алмазный. Цвет зеленовато-синий.

Опт. [4] В проходящем свете светлый, бледноголубовато-зеленый.

nO	1,90 ± 0,01	Одноосн. положит. (+)
nE	2,12 ± 0,01	Плеохроизм слабо заметен

Хим. Арсенит меди [5] неизвестной формулы. Данные количественного анализа отсутствуют.

Испытание. Легко растворим в HCl и HNO_3.

Местонахождение. Найден с оливенитом в месторождениях меди близ Копиапо, Чили.

Назв. По имени польского минералога Поля Триппке (Paul Trippke ? — 1880), нашедшего этот минерал. *Vom Rath* (*Ber. niederrhein. Ges.*, 209, 1880).

Ссылки

1. Симметрия на основании морфологии кристаллов. Принятая здесь установка Гольдшмидта (Goldschmidt, **3**, 239, 1891) соответствует структурной ячейке. Преобразования от Рата (Rath, 1880) к Гольдшмидту (Goldschmidt, 1891): $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0/\frac{1}{2}\frac{\bar{1}}{2}0/00\frac{1}{2}$.

2. Приведенная у Рата форма *z* с символом {24.5.20} очень близка форме {514}, которая при преобразовании к установке Гольдшмидта становится {232}.

3. Pabst, личн. сообщ. (1948), методом порошка.

4. Larsen, 145 (1921).

5. Damour, *Bull. soc. min.*, **3**, 178 (1880), на основании качественных испытаний. Формула $5CuO \cdot 2As_2O_3$, выведенная из предполагаемого изоморфизма триппкеита с шафарцикитом, не может считаться достаточно точно установленной. См. также ссылку 5 при описании шафарцикита.

6. Pabst (1948), методом микровзвешивания.

45.1.4 **Шафарцикит** $Fe_5Sb_4O_{11}$ Schafarzikite

Крист. Тетрагональная; дитетрагонально-дипирамидальный — $4/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : c = 1 : 0{,}9538$; [1] $p_0 : r_0 = 0{,}9538 : 1$

Формы [2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
e	012	0 00	25 30	90 00	72 17
v	021	0 00	62 20	90 00	51 13½
l	031	0 00	70 44	90 00	48 07½
p	111	45 00	53 27	55 23	90 00
r	132	18 26	56 27	74 43	68 07

Облик. Призматический по [001]. Преобладающие формы: *a e r v c*. {100} покрыты штриховкой, параллельной [001].

Физ. [3] Спайность по {110} совершенная, по {100} очень хорошая, по {001} следы. Тв. 3½. Уд. в. 4,3. Блеск металлический. Цвет красный до красно-коричневого. Черта коричневая. Непрозрачный; в тонких пластинках желтый.

Опт. [3]

	Дихроизм	
nE	Коричнево-желтый	Одноосн. положит. (+)
$nO > 1{,}74$	Соломенно-желтый	Двупреломление слабое

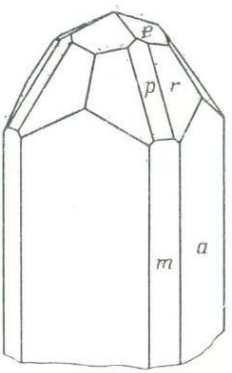
Хим. [5] Антимонит закисного железа, $Fe_5Sb_4O_{11}$.

Анал.

	FeO	Sb_2O_3	Сумма	Уд. в.
1.	38,40	61,60	100,00	
2.	38,2	61,3	99,5	4,3

1. $Fe_5Sb_4O_{11}$. 2. Пернек, Чехословакия. [4]

Местонахождение. В очень небольших количествах найден с кермезитом, валентинитом и сенармонтитом на антимоните в сурьмяном руднике в Пернеке близ Малачка, Чехословакия.



Назв. По имени венгерского минералога Ференца Шафарцика (Ferenc Schafarzik, 1854—1927). *Krenner* (*Zs. Kr.*, **56**, 198, 1921).

Ссылки

1. Tokody, *Zs. Kr.*, **62**, 123 (1925). Креннер (Krenner, 1921) ранее давал $a:c = 1:0{,}9787$; эти данные были несколько уточнены Токоди, который дал $a:c = 1:0{,}9792$. Оба эти автора предполагали, что шафарцикит изоморфен с триппкеитом. Развитие форм обоих минералов, однако, дает лишь незначительное сходство. Отсутствие данных рентгеновского исследования для шафарцикита и количественного химического анализа для триппкеита не позволяет пока с достоверностью установить наличие в этом случае изоморфизма. В связи с этим для шафарцикита здесь не принята новая установка, как для триппкеита.

2. Tokody (1925); Krenner (1921). Форма *e* {101} по Токоди должна быть *e* {102}.

3. Tokody (1925).

4. Hueber, *Cbl. Min.*, 337 (1932). Микроанализы сделаны с навеской в 4,308 *мг*.

5. Цеманн (Zemann, личн. сообщ., 1950) нашел, что шафарцикит имеет формулу $FeSb_2O_4$, с a_0 8,59 *kX*, c_0 5,92 и изоструктурен с триппкеитом ($CuAs_2O_4$).

46 ОСНОВНЫЕ ИЛИ ГАЛОИД-СОДЕРЖАЩИЕ АНТИМОНИТЫ И АРСЕНИТЫ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

46.1.1 ЭКДЕМИТ ECDEMITE

Тетрагональный. В виде налетов, состоящих из мелких таблитчатых кристаллов и в виде груболистоватых масс. Спайность по {001} ясная. Тв. 2½—3. Уд. в. 7,14. Блеск стеклянный на плоскостях спайности, на плоскостях излома — жирный. Цвет зеленовато-желтый до желтого. Просвечивающий.

Опт.[1] Одноосный отрицательный (—)

	n (Li) (Лонгбан)
O	2,32 ± 0,02
E	2,25 ± 0,02

Базальные сечения частично двуосные и могут состоять из системы близко сросшихся двуосных пластинок (см. *гелиофиллит*).

Хим. Оксихлорид свинца и мышьяка. Формула точно не установлена,[2] вероятно $Pb_6As_2O_7Cl_4$. Анализы дали:

	PbO	As_2O_3	Cl	O=Cl	Сумма	Уд. в.
1.	81,32	12,01	8,61	1,94	103,88	
2.	83,45	10,60	8,00	1,81	103,86	7,14

1. $Pb_6As_2O_7Cl_4$. 2. Лонгбан.

Испытание. Легко плавится в желтую массу с выделением паров хлорида свинца. Растворим в азотной кислоте или теплой соляной кислоте и в щелочах.

Местонахождение. Найден в виде кристаллов и плотных масс совместно с гелиофиллитом в марганцовистом кальците в Лонгбане, Вермланд, Швеция. Экдемит, видимо, также составляет одноосную часть срастаний с гелиофиллитом, найденных на руднике Харстиг, Пайсберг, а также в Якобсберге и Лонгбане в Вермланде, Швеция. Известен в виде ярких оранжевых налетов на вульфените в руднике Маммот, округ Пайнал, Аризона.

Искусств.[3] Из расплавов, содержащих $PbCl_2$, PbO и As_2O_3, не получается.

Назв. От ἔκδημος — *необычайный*, в связи с его составом.

Синоним. Ekdemit *A. E. Nordenskiöld* (*Geol. För. Förh.*, **3**, 379, 1877)

Ссылки

1. Larsen (71, 1921).
2. См. Sillén и Melander. *Zs. Kr.*, **103**, 420 (1941) и Hamberg, *Geol. För. Förh.*, **11**, 229 (1889).
3. Sillén и Melander (1941).

46.1.2 **ГЕЛИОФИЛЛИТ** HELIOPHYLLITE

Ромбическая; псевдо-тетрагональный. В виде острых пирамидальных кристаллов с (001) ∧ (111) ~ 53° [Пайсберг][1] и с косыми гранями, сильно исштрихованными в горизонтальном направлении; также таблитчатый по {001} с {011}, {101} и (001) ∧ (011) 65°36′ и (011) ∧ ($01\bar{1}$) 78°48′[Лонгбан].[2] Обычно плотный, грубо листоватый или зернистый.

Физ. Спайность по {011} близка к совершенной. Тв.~2. Уд. в. 6,89 (Харстиг). Блеск стеклянный на плоскостях спайности и жирный в изломе. Цвет желтый до зеленовато-желтого. Просвечивающий.

Опт. Двуосный отрицательный (—) с низким двупреломлением. $2V$ большой. Сильная дисперсия, $r < v$. Плоскость оптических осей перпендикулярна {001}. Не плеохроичен.

Базальные сечения гелиофиллита участками одноосные, а участками двуосные;[3] участки первого типа, может быть, принадлежат эквемиту. Участки второго типа имеют вид системы пластинок, пересекающихся под прямым углом в виде паркета; иногда они ориентированы в направлении дитетрагональной призмы (210). Пластинки погасают под углом 45° по отношению к прямоугольному контуру кристалла, а плоскость оптических осей параллельна их удлинению. При нагревании, по крайней мере, до 200° пластинки остаются неизменными.

Хим. Оксихлорид свинца и мышьяка. Формула неточная, возможно, $Pb_6As_2O_7Cl_4$. Вероятно, диморфен с эквемитом.

Анал.

	1	2	3	4
CaO			0,08	0,11
(Fe, Mn)O		0,54	0,07	0,16
PbO	81,32	80,70	81,03	80,99
As_2O_3	12,01	11,69	10,85	10,49
Sb_2O_3			0,56	1,38
Cl	8,61	8,00	8,05	7,96
	101,94	100,93	100,64	101,09
O = Cl	1,94	1,81	1,82	1,80
Сумма	100,00	99,12	98,82	99,29
Уд. в.		6,886		

1. $Pb_6As_2O_7Cl_4$. 2. Рудник Харстиг, Швеция. 3. Рудник Харстиг (тип I).[1] 4. Рудник Харстиг (тип II).[1]

Испытание. Ведет себя подобно эквемиту.

Местонахождение. Встречается в сростках с эквемитом; в Якобсберге, с инезитом в руднике Харстиг близ Пайсберга и в Лонгбане (частично в виде отдельных кристаллов) в Вермланде, Швеция.

Изменения. Переходит в мелкозернистое серое вещество.

Назв. От ἥλιος — *солнце* и φύλλον — *лист* в связи с его цветом и структурой. *Flink* (*Ak. Stockholm, Öfv.*, **45**, 574, 1888),

Оба эти минерала — гелиофиллит и экдемит — недостаточно точно охарактеризованы и требуют дальнейшего изучения, особенно в связи с их взаимными срастаниями.

Ссылки

1. Hamberg, *Geol. För. Förh.*, **11**, 229 (1889).
2. Как отмечает Флинк (Flink, 1888), Брёггер установил эти данные, вероятно, на ромбических кристаллах, найденных Норденшильдом совместно с экдемитом (Nordenskiöld, *Geol. För. Förh.*, **3**, 379, 1877); кристаллы рассматриваются как сдвойникованные (четверники). Силлен и Меландер (Sillén и Melander, *Zs. Kr.*, **103**, 420, 1941) считают, что материал из Харстига двуосный, но имеет тетрагональную лауэ-симметрию ($4/mmm$) и размеры ячейки $a_0 = b_0 = 10{,}8\ kX$, c_0 25,6. См. также Strunz, *Naturwiss.*, **30**, 89 (1942).
3. См. Hamberg (1889) и Sillén и Melander (1941).
4. Flink (1888).

46.1.3 **ФИННЕМАНИТ** $Pb_5(AsO_3)_3Cl$ FINNEMANITE

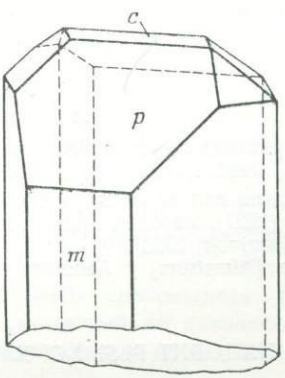
Крист.[1] Гексагональная — P; гексагонально-дипирамидальный — $6\,m$ или гексагонально-пирамидальный — 6.

$$a : c = 1 : 0{,}6880;\quad p_0 : r_0 = 0{,}7945 : 1.$$

Формы[2]

		φ	$\rho = C$	M	A_2
c	0001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
m	$10\bar{1}0$	30°00′	90 00	60 00	90 00
p	$10\bar{1}1$	30 00	38 28	71 52½	90 00

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа не определена. a_0 10,21 kX, c_0 6,975; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}683$. Ячейка содержит $Pb_{10}(AsO_3)_6Cl_2$.



Облик. В виде корочек, состоящих из мелких призматических по [0001] кристаллов.

Физ. Спайность по $\{10\bar{1}1\}$ ясная. Тв. 2½. Уд. в. 7,265;[4] 7,55 (вычисл.). Блеск полуалмазный. Цвет серый до черного, в тонких обломках слегка оливково-зеленый. Просвечивающий до непрозрачного,

Опт. В проходящем свете имеет оливково-зеленый цвет.

	n (486 mμ)	n (589 mμ)	n (687 mμ)	
O	2,3634	2,2949	2,2651	Одноосн. отрицат. (—)
E	2,3449	2,2847	2,2594	

Хим. Хлорарсенит свинца, $Pb_5(AsO_3)_3Cl$. Финнеманит, вероятно, изоструктурен с аналогичным арсенатом — миметизитом.

Анал.

	1	2
Na_2O		0,24
K_2O		0,44
CaO		0,39
PbO	77,49	76,83
As_2O_3	20,61	20,54
Cl	2,46	2,42
Прочие		следы
	100,56	100,86
O = Cl	0,56	0,55
Сумма	100,00	100,31

1. $Pb_5(AsO_3)_3Cl$. 2. Лонгбан. [3] Прочие: FeO следы, Sb_2O_3 следы.

Местонахождение. Найден выстилающим трещины в зернистом гематите в шахте Хинденборг в Лонгбане, Швеция.

Назв. По имени К. И. Финнемана (K. J. Finneman) из Лонгбана, который впервые отметил этот минерал. *Aminoff* (*Geol. För. Förh.*, **45**, 160, 1923).

Ссылки

1. Вид симметрии кристаллов установлен методом Лауэ и по морфологии, Aminoff и Parsons, *Geol. För. Förh.*, **49**, 438 (1927).
2. Aminoff (1923). Редкие или недостоверные формы: $11\bar{2}0$, $20\bar{2}1$.
3. Aminoff и Parsons (1927), методом вращения.
4. Flink у Аминова (Aminoff, 1923).
5. Анал. Альмштрёма (Almström) у Аминова (Aminoff, 1923).

46.1.4 **НАДОРИТ** $PbSbO_2Cl$ NADORITE

Flajolot (*C. R.*, **71**, 237, 406, 1870).

Крист. [1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}4589 : 1 : 0{,}4450$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9697 : 0{,}4450 : 1$

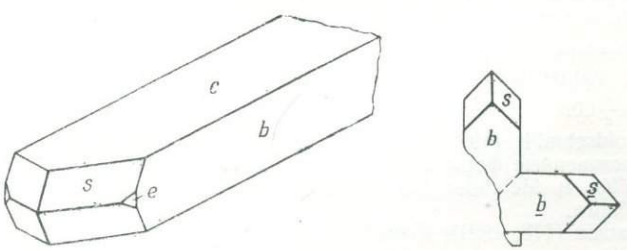
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}4589 : 1{,}0312 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}2472 : 2{,}1791 : 1$

Формы [2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
δ	1·11·0	11 12½	90 00	90 00	78 47½	0 00	11 12½
ε	170	17 17½	90 00	90 00	72 42½	0 00	17 17½
d	160	19 57½	90 00	90 00	70 02½	0 00	19 57½
e	150	23 33	90 00	90 00	66 27	0 00	23 33
η	130	35 59½	90 00	90 00	54 00½	0 00	35 59½
m	110	65 21	90 00	90 00	24 39	0 00	65 21
r	011	0 00	23 59½	23 59½	90 00	90 00	66 00½
q	021	0 00	41 40	41 40	90 00	90 00	48 20
p	041	0 00	60 40½	60 40½	90 00	90 00	29 19½
l	101	90 00	44 07	0 00	45 53	45 53	90 00
s	131	35 59½	58 47	53 10	59 49½	45 53	46 13

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа *Cmcm*. a_0 5,59 *kX*, b_0 12,20, c_0 5,43; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}458 : 1 : 0{,}445$. Ячейка содержит $Pb_4Sb_4O_8Cl_4$.

Облик. Таблитчатый по {010} или призматический по [100], также вытянутый по [010] с прямоугольным или восьмиугольным очертанием. Иногда в виде субпараллельных или разветвляющихся групп.



Двойники. По {101}; двойники срастаются почти под прямым углом (91°45′).

Физ. Спайность по {010} совершенная. Тв. 3½—4. Уд. в. 7,02; 7,06 (вычисл.). Блеск смолистый до алмазного. Цвет дымчато-коричневый, также коричневато-желтый до желтого. Черта желтовато-белая. Просвечивающий.

Опт. [4]

Ориентировка		*n* (Li) Джебель-Надор	*n* (Li) Рудник Харстиг	
X	*b*	2,30 ± 0,01	2,30	Двуосн. положит. (+)
Y	*c*	2,35 ± 0,01	2,34	$2V$ очень большой
Z	*a*	2,40 ± 0,01	2,36	$r > v$, сильная

На спайных выколках видны следы отдельных индивидов двойников, расположенные под углом в 45°.

Хим. Оксихлорид свинца и сурьмы, $PbSbO_2Cl$. Pb 52,27, Sb 30,71, O 8,07, Cl 8,95, сумма 100,00. Приводимые в литературе анализы[5] хорошо согласуются с этой формулой.

Местонахождение. Первоначально найден со смитсонитом и бинднгеймитом в Джебель-Надор, Константина, Алжир. Как продукт изменения джемсонита в руднике Боданнон, Сант-Енделлион, Корнуолл. С миметизитом и гематитом в руднике Харстиг близ Пайсберга, Вермланд, Швеция (*охролит*, *ochrolite*). Из Лонгбана, Швеция.

Изменения. Переходит в церуссит.

Искусств.[6] Получен в виде кристаллов сплавлением PbCl с Sb_2O_3 или PbO с SbOCl.

Синонимы. Ochrolith *Flink* (*Ak. Stockholm*, *Öfv.*, **46**, 5, 1889). Ochrolite.

ОХРОЛИТ, Ochrolite. Желтый минерал, ромбический, из рудника Харстиг, Швеция. Вероятно $Pb_6Sb_2O_7Cl_4$, но анализ, проделанный на очень малом количестве материала, вызывает сомнения. Судя по рентгеновскому исследованию[7], идентичен надориту.

Синоним. Ochrolith *Flink* (*Ak. Stockholm*, *Öfv.*, **46**, 5, 1889).

Ссылки

1. Углы Cesàro, *Bull. Soc. min.*, **11**, 44 (1888), элементы структурной ячейки определены Силленом и Меландером (Sillén и Melander, *Zs. Kr.*, **103**, 420, 1941) с переменой установки так, чтобы $c < a < b$. Преобразования от Чезаро (Cesàro, 1888) к новой: $00\frac{1}{3}/100/0\frac{1}{3}0$; от Силлена и Меландера к новой: 100/001/010; от Гольдшмидта (Goldschmidt, **6**, 66, 1920) к новой: $00\frac{1}{3}/010/\frac{1}{2}00$.

2. Goldschmidt (1920) и Barthoux, *Bull. soc. min.*, **48**, 246 (1925). Редкие или недостоверные формы: 1.15.0, 8.45.0, 0.15.1, 2.45.2, 12.111.17, 4.51.5.

3. Sillén и Melander (1941), на материале из Джебель-Надора, методом Вайссенберга.

4. Larsen (113, 1921); Russell, *Min. Mag.*, **21**, 272 (1927); Larsen и Berman (211, 1934).

5. Приведено у Дэна (Dana, 863, 1892).

6. Cesàro (1888); Sillén и Melander (1941); Bolfa, Pastant и Roubault, *C. R.*, **228**, 1739 (1949).

7. Sillén и Melander (1941), на характерном материале.

46.1.5 **Меланостибиан** Melanostibian

В виде листоватых масс, также в виде очень мелких, покрытых штриховкой кристаллов с призмой и пирамидой; возможно, тетрагональный или ромбический. Иногда в виде двойников. Спайность по призме и по базопинакоиду ясная. Тв. 4. Цвет черный. Черта вишнево-красная. Непрозрачный.

Хим. Антимонит двухвалентного железа и марганца, в основном отвечающий следующей формуле: $(Mn, Fe)_6(SbO_3)_2O_3$. Анализы дали: CaO 1,97, MgO 1,03, FeO 27,30, MnO 29,62, Sb_2O_3 37,50, H_2O 1,06, сумма 98,48. После прокаливания становится слабомагнитным. Растворим в HCl.

Местонахождение. Найден в прожилках в доломите на руднике Шё, приход Гритит, Ёребро, Швеция.

Назван в связи с его цветом и содержанием сурьмы. *Igelström* (*Zs. Kr.*, **21**, 246, 1893). Требует уточнения.

ОКСИСОЛИ ВАНАДИЯ

По химическому характеру оксисолей ванадий имеет большое сходство с фосфором и мышьяком. В ортованадатах V находится в тетраэдрической координации по отношению к кислороду, давая анизодесмические соединения с отдельными группами $(VO_4)^{\equiv}$. Эти соединения обычно изоструктурны с аналогичными по формуле фосфатами и арсенатами, и V может в них замещать в большем или меньшем количестве As и P. В данной работе ванадаты такого рода описываются совместно с фосфатами и арсенатами. Известен, кроме того, ряд других природных ванадиевых оксисолей, в которых природа конфигурации анионов не выяснена. Некоторые из них, вероятно, содержат объединенные комплексы из тетраэдров, а другие содержат V различных валентностей. Эти минералы собраны здесь вместе в связи с удобством объединения их в единый класс и распределены произвольно по возрастающему соотношению количества катионов к V.

Класс 47. Оксисоли ванадия

Тип 1. Разные

47.1. 1	Карнотит	$K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$
47.1. 2	Тюямунит	$Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot nH_2O$
47.1. 3	Сенгиерит	$Cu(UO_2)(VO_4)(OH) \cdot 4—5H_2O$ (?)
47.1. 4	Ферганит	$U_3(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$
47.1. 5	Коловратит	Ni ванадат?
47.1. 6	Ферванит	$Fe_4V_4O_{16} \cdot 5H_2O$
47.1. 7	Штейгерит	$Al_2(VO_4)_2 \cdot 6^1/_2H_2O$
47.1. 8	Пухерит	$Bi(VO_4)$
47.1. 9	Бракебушит	$Pb_4MnFe(VO_4)_4 \cdot 2H_2O$
47.1.10	Пинтадоит	$Ca_2V_2O_7 \cdot 9H_2O$
47.1.11	Россит	$CaV_2O_6 \cdot 4H_2O$
47.1.12	Метароссит	$CaV_2O_6 \cdot 2H_2O$
47.1.13	Паскоит	$Ca_2V_6O_{17} \cdot 11H_2O$
47.1.14	Уванит	$U_2V_6O_{21} \cdot 15H_2O$
47.1.15	Синкозит	$Ca(VO)_2(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$
47.1.16	Раувит	$CaU_2V_{12}O_{36} \cdot 20H_2O$
47.1.17	Меланованадит	$Ca_2V^4_4V^5_6O_{25}$
47.1.18	Хьюэттит	$CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$
47.1.19	Метахьюэттит	$CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$
47.1.20	Фернандинит	$CaO \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5 \cdot 14H_2O$

47 ОКСИСОЛИ ВАНАДИЯ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

КАРНОТИТ И ТЮЯМУНИТ

	a_0	b_0	c_0	β
Карнотит, $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$	6,59 Å	8,40	10,43	104°12′
Тюямунит, $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot nH_2O$	19,41	8,26	10,40	90

Синтетический $K(UO_2)(VO_4)$ представляет собой безводный аналог одного из нескольких минералов, в настоящее время известных под названием *карнотит*. Синтезированное соединение обладает слоистой структурой,[1] состоящей из листов, имеющих состав $(UO_2VO_4)_n^-$, переслаивающихся параллельно {001} со слоями ионов K. Имеющие линейную конфигурацию ураниловые ионы $(UO_2)^{++}$ присутствуют как в отуните, так и во всех других известных оксисолях, содержащих U^6; в карнотите они координируются с группами (VO_4). Слоистая структура дает объяснение легкому обмену оснований и различному содержанию воды в карнотите. Тюямунит, вероятно, имеет сходную слоистую структуру со слоями метал-кислород, соединенными друг с другом ионами Ca; в этом проявляется у данного минерала некоторое сходство с хрупкими слюдами.

Ссылка

1. Sundberg и Sillén, *Ark. Kemi*, **1**, No. 42, 337 (1949).

47.1.1 КАРНОТИТ $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$ CARNOTITE

Ромбический или моноклинный? В виде порошка или слабо связанных микрокристаллических агрегатов, иногда плотный; рассеянный; реже в виде корочек несовершенных пластинчатых кристаллов, уплощенных по {001}. Микроскопические кристаллы[1] уплощены по {001} и имеют форму ромба по {110}, также доскообразные кристаллы по [010] с {100} и {110} или {120}; $(110) \wedge (1\bar{1}0) \sim 78°$.

Структ. ячейка.[8] Искусственный безводный $K(UO_2)(VO_4)$ моноклинный с пространственной группой $P2_1/c$. a_0 6,590 Å, b_0 8,403, c_0 10,430; β 104°12′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}784 : 1 : 1{,}242$. Ячейка содержит $K_4(UO_2)_4(VO_4)_4$. Уд. в. 5,03 (вычисл.). Рентгеновское исследование показало, что это соединение изоструктурно с природными водными соединениями, которые относят к карнотиту.

Физ. Спайность по {001} совершенная. Блеск тусклый до землистого, также перламутровый или шелковистый у крупнокристаллического

вещества. Цвет яркожелтый до лимонно-желтого, также зеленовато-желтый.

Опт.

Ориентировка		n (Лонг-Парк, Колорадо)[2]	n (Na) (анал. 2)[3]	Плеохроизм	
X	c	1,750		Почти бесцветный	Двуосн. отрицат. (—)
Y	b	1,925	2,06	Канареечно-желтый	
Z	a	1,950	2,08	Канареечно-желтый	
$2V$		~40°	~50°		

Показатели преломления изменяются от содержания воды, возрастая при уменьшении количества воды.

Хим. Водный ванадат калия и урана, $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot nH_2O$. Содержащаяся вода частично цеолитная, и количество ее изменяется при обыкновенной температуре [4] в зависимости от влажности воздуха; n, вероятно, доходит до 3 в полностью гидратированном материале и может уменьшаться, по крайней мере, до $\sim 1H_2O$. В большинстве анализов карнотита указываются небольшие количества Ca, Ba, Mg, Fe''', Na и др., обязанные изоморфным замещениям или, более вероятно, присутствию примесей.

Анал. [6]

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	UO_3	V_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.		10,44				63,42	20,16	5,98		100,00
2.	0,35	9,58	0,64	0,22	0,04	65,62	21,12	1,35	0,48	99,40
3.	0,16	10,00	0,66	0,30	0,55	62,26	20,57	4,90	0,37	99,77

1. $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$. 2. Кейн-Спрингс-Пасс, Юта. [5] Прочие: Al_2O_3 0,16, нераств. ост. со следами CuO, PbO, P_2O_5. Высушен на воздухе. 3. Темпль-Маунтин, Юта. [4] Высушен при упругости 16 *мм* паров H_2O. Прочие: CuO 0,07, SO_3 0,26, нераств. ост. 0,04.

Испытание. П. п. тр. не плавится (в отличие от тюямунита). Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Нет уверенности в том, что все находки этого минерала в действительности можно относить к карнотиту. В США найден главным образом в равнинной области юго-западного Колорадо и в прилегающих районах Юты, Нью-Мексико и Аризоны. Минерал этот встречается чаще всего в косослоистых песчаниках триасового и юрского возраста в рассеянном виде или участками в виде мелких, относительно чистых масс, особенно вокруг окаменелых или обугленных древесных стволов или других растительных остатков. Карнотит вторичного происхождения был образован действием атмосферных вод на ранее существовавшие урановые или ванадиевые минералы. Образцы встречаются обычно совместно с тюямунитом, а также с фольбортитом, кальциофольбортитом, росситом, хьюэттитом, ванокситом, пинтадоитом, уранитом, раувитом, асфальтитом. В Колорадо найден в Парадокс-Велли и в бухтах Рок и Ла-Саль в округе Монтроз, вдоль реки Долорес юго-западнее Гейтвей в округе Меза близ Пласервилла и Сиедара в округе Сан-Мигель и близ Микера в округе Рио-Бланко. В Юте отмечен в Сан-Рафаель-Свелл к западу от Гринривер, округ

Имери, в горах Генри в округе Гарфилд, в горах Ла-Саль и близ Ричардсона и Томпсона в округе Гранд и севернее Монтичелло в округе Сан-Хуан. Местонахождения этого минерала известны также в Аризоне, Неваде, Нью-Мексико. Карнотит встречается в конгломератах Потсвилла близ Мок-Чанка, округ Карбон, Пенсильвания; в Радиум-Хилле близ Олари, Южная Австралия, в виде пленок, возникающих на таких содержащих уран минералах, как ильменит, давидит, магнетит, рутил; в красных песчаниках Катанги в Бельгийском Конго.

Искусств.[7] Мельчайшие ромбические желтые чешуйки с составом $K(UO_2)(VO_4)$ были получены путем сплавления метаванадата калия с пироуранатом аммония.

Изменения.[4] Карнотит может превращаться в тюямунит при обработке его раствором бикарбоната кальция.

Назв. По имени Мари-Адольфа Карно (Marie-Adolphe Carnot, 1839—1920), французского горного инженера и химика. *Friedel* и *Cumenge* (*C. R.*, **128**, 532, 1899; *Bull. soc. min.*, **22**, 26, 1899).

Ссылки

1. Crook и Blake, *Min. Mag.*, **15**, 271 (1924) и Larsen (52, 1921).
2. Larsen (1921).
3. Hess и Foshag, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **72**, Art 12 (1927), на материале, высушенном над концентрированной H_2SO_4 (1,32% H_2O); при поглощении воды при упругости в 19 *мм* паров H_2O (1,72% H_2O) показатели преломления были nY 2,04, nZ 2,06.
4. Hillebrand, *Am. J. Sc.*, **8**, 201 (1924).
5. Hess и Foshag (1927).
6. Дополнительные анализы менее чистого материала или материала, содержащего неопределенное количество воды, приведены у Гинтце (Hintze, **1**, [4B], 1002, 1931) и Дёльтера (Doelter, **3**, [I], 844, 1918).
7. Canneri и Pestelli, *Gazz. chim. ital.*, **54**, 641 (1924).
8. Sundberg и Sillén, *Ark. Kemi*, **1**, No. 42, 337 (1949), с описанием структуры этого минерала.

47.1.2 ТЮЯМУНИТ $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot nH_2O$ TYUYAMUNITE

Крист. Ромбическая.

$$a : b : c = 1{,}303 : 1 : 2{,}337; \quad p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}794 : 2{,}337 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 2{,}337 : 0{,}558 : 1; \quad r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}428 : 0{,}767 : 1$$

Формы[1]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
l	120	21 00	90 00	90 00	69 00	0 00	21 00
m	110	37 30½	90 00	90 00	52 29½	0 00	37 30½
d	101	90 00	60 52	0 00	29 08	29 08	90 00
p	111	37 30½	71 15	66 50	54 47	29 08	41 18½

Структ. ячейка.[9] Ромбическая. a_0 10,40 Å, b_0 8,26, c_0 19,41; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}26 : 1 : 2{,}35$.

Облик. В виде чешуек и уплощенных по {001} пластинок; вытянутый по [100]; в виде радиально-лучистых агрегатов. Грани кристаллов тусклые и иногда искривленные. Обычен массивный, плотный до скрытокристаллического; также порошковидный.

Физ. Спайность по {001} совершенная, слюдоподобная; по {010} и {100} ясная. Не хрупок, при шлифовании стремится превратиться в чешуйки. Тв. ~ 2. Уд. в. различный, увеличивающийся с уменьшением содержания воды, 3,67—4,35 (Колорадо);[2] также 3,3—3,4. Блеск кристаллов алмазный, перламутровый на {001}; у плотного материала — восковой. Цвет канареечно-желтый, также лимонно-желтый до зеленовато-желтого вследствие нахождения на воздухе или присутствия примесей солей меди. Просвечивающий до непрозрачного.

Опт. В проходящем свете бесцветный до бледножелтого. Слабо плеохроирует, X почти бесцветный, Y бледноканареечно-желтый, Z канареечно-желтый. Дисперсия $r < v$.

Ориентировка	n (Ред-Крик, Юта)[3]	n (Генри-Маунтинс, Юта)[4]	n (Парадокс-Велли)[5]	n (Парадокс-Велли)[5]
X c	1,670	1,72 ± 0,01	1,75—1,80 (вычисл.)	1,78 (вычисл.)
Y b	1,870	1,868	1,927—1,932	1,895
Z a	1,895	1,953	1,965—1,968	1,92
$2V$	36°	48°	~ 48°	

При обезвоживании оптическая ориентировка, знак и $2V$ остаются неизменными, но показатели преломления возрастают. Двупреломление соответственно уменьшается, когда из минерала под воздействием кислот удаляется Ca.

Хим. Водный основной ванадат урана и кальция, $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot n H_2O$. Содержащаяся вода частично цеолитная, и ее количество заметно изменяется с изменением влажности воздуха при обычных температурах.[6] Обычно n равно 9 или 10, но может при сильном высушивании постепенно уменьшаться, по крайней мере, до ~ $4H_2O$. Анализы тюямунита, карнотита и подобных им соединений должны были бы производиться на образцах, содержание воды в которых соответствует известным условиям, таким, как напр., упругость пара H_2O (~ 16 *мм*), над раствором H_2SO_4 с уд. в. 1,05 при 20°. Во многих анализах тюямунита приведены небольшие количества Ba, Mg, Pb, Cu и K, но до сих пор неизвестно — присутствуют ли они в виде изоморфных замещений или примесей.

Анал.[8]

	Na_2O	K_2O	CaO	BaO	MgO	CuO	UO_3	V_2O_5	H_2O	Прочие	Сумма
1.			5,66				57,78	18,37	18,19		100,00
2.			5,99				63,09	21,00	7,04		97,12
3.			6,75		0,08		57,29	18,49	15,37	1,25	99,23
4.	0,21	0,18	5,01		0,09	0,10	58,34	18,72	17,35		100,00
5.	0,02	0,18	5,63	0,54	0,09	0,04	55,91	18,76	18,83		100,00
6.		0,5	5,9				57,7	19,5	16,3		99,9

1. $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$. 2. Тюя-Муюн. Высушен над P_2O_5. CaO содержит некоторое количество SrO, Ti следы. 3. Тюя-Муюн. Высушен на воздухе. Прочие: PbO 0,14, CO_2 0,91, нераств. ост. 0,20. 4. Тюя-Муюн.[3] Пересчитано на 100 после исключения 3,39 нераств. ост. и Fe_2O_3. Li_2O в Na_2O. 5. Каламити-Крик, округ Меза, Колорадо.[2] Пересчитано на 100 после исключения 1,78 нераств. ост. и Fe_2O_3. 6. Горы Генри, Юта.[7] Пересчитано на 100 после исключения 9,61 нераств. ост. и Fe_2O_3.

Испытание. П. п. тр. плавится легко в темный расплав (в отличие от карнотита). В разбавленной уксусной кислоте не растворим, растворим в HCl, HNO_3, H_2SO_4.

Местонахождение. Встречается в виде прожилков или рассеянным в известняках, или заполняющим карстовые пустоты совместно с малахитом, ферганитом, туранитом, баритом, кальцитом и некоторыми плохо определяемыми ванадиевыми минералами. Широко распространен в карнотитовом районе распространения на западе Колорадо и востоке Юты. В Колорадо отмечен в Парадокс-Валли, округ Монтроз, и Томпсон, округ Гранд; в Юте в Ричардсоне на северо-западном склоне гор Ла-Саль, в горах Генри, округ Гарфилд, и на Рэд-Крике, Браунс-Парк, округ Уинта. Встречается с карнотитом, с которым его легко спутать, в виде темнозернистых агрегатов совместно с ископаемым деревом в песчаниках. Также в районе Бисби, Аризона.

Искусств. Образуется при обработке карнотита раствором бикарбоната кальция; обратное изменение может быть достигнуто при обработке тюямунита раствором калиево-ртутного иодида. Взаимозамещение Ca и K сопровождается изменениями в содержании воды, и оба вещества становятся структурно легко различимы.

Назв. *Ненадкевич* (*Изв. Имп. Акад. Наук, СПб* [6], **6**, 945, 1912).

Синонимы. Calciocarnotite *Hillebrand* (*Am. J. Sc.*, **35**, 440, 1913). Tuyamunite. Tujamunite. Tjuiamunite. Tjujamunite. Tiujamunite. Tyuyamuyunite.

Ссылки

1. Merwin и Hillebrand, *Am. J. Sc.*, **8**, 201 (1924).
2. Hillebrand (1924).
3. Ларсен (Larsen, 148, 1921) дает $nY = 1{,}87 \pm 0{,}01$ и колеблющийся $2V$ для кристаллов из Тюя-Муюна.
4. Ross у Гесса (Hess, *U. S. Geol. Sur., Bull. 750 D*, 73, 1925).
5. Merwin у Гиллебранда (Hillebrand, 1924).
6. Данные обезвоживания см. у Гиллебранда (Hillebrand, 1924).
7. Анал. Шаллера (Schaller) у Гесса (Hess, 1924).
8. Дополнительные анал. см. Hintze (**1**, [4B], 1005, 1931).
9. Weiss-Frondel, личн. сообщ. (1949).

47.1.3 СЕНГИЕРИТ $Cu(UO_2)(VO_4)(OH) \cdot 4—5H_2O$ (?)
SENGIERITE

Крист. Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}762 : 1 : 0{,}739$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}970 : 0{,}739 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}762 : 1{,}031 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}353 : 1{,}312 : 1$

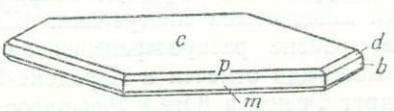
Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
m	110	52 42	90 00	90 00	37 18	0 00	52 42
d	11	0 00	36 28	36 28	90 00	90 00	53 32
p	111	52 42	50 39	36 28	52 02½	45 52½	62 03½

Сомнительные формы:

331 441

Облик. Тонкие пластинки с шестигранными очертаниями, уплощенные по {001}. В виде налетов.



Физ. Спайность по {001} совершенная. Хрупкий. Тв. 2½. Уд. в. ~4. Блеск стеклянный. Цвет желтовато-зеленый. Черта светло-зеленая. Прозрачный.

Опт.

Ориентировка	*n*	Плеохроизм	
X c	1,77	Сине-зеленый	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	1,94	Оливково-зеленый	$2V \sim 38°$
Z a	1,97	Желтовато-зеленый	$r < v$, сильная

Хим. Водный основной ванадат меди и урана, вероятно $Cu(UO_2) \cdot (VO_4)(OH) \cdot 4—5H_2O$. При нагревании сенгиерит теряет 3,94% H_2O при 100°, 10,56% при 300° (на воздухе частично вновь гидратируется, когда содержание воды доходит до 6,48% или $4H_2O$) и переходит далее в безводный остаток.

Анал.

	CuO	UO_3	$(Fe, Al)_2O_3$	V_2O_5	H_2O	Сумма
1.	14,55	52,33		16,64	16,48	100,00
2.	14,82	47,45	1,43	15,96	15,77	95,43

1. $Cu_5(UO_2)_2(VO_4)_2(OH)_2 \cdot 10H_2O$. 2. Катанга.

Испытание. В закр. тр. теряет воду, принимает бронзовый оттенок с металлическим блеском и становится непрозрачным. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится с фольбортитом, ванденбрандитом, малахитом, черной окисью кобальта и прочими минералами в районе Элизабетвилл — Ядотвилл в Катанге в Бельгийском Конго.

Назв. По имени Эдгара Сенгиера (Edgard Sengier), служащего в Юнион Миниер, Верхняя Катанга. *Vaes* и *Kerr* (*Am. Min.*, **34**, 109, 1949).

МИНЕРАЛ БЕЗ НАЗВАНИЯ. *Черник* (*Изв. Росс. Акад. Наук*, [6], **16**, 505, 1922). Цвет темнозеленый. Тв. 4. Уд. в. 4,46. Анализы дали: K_2O 0,80, BaO 0,84, CuO 7,23, U_3O_8 38,27, V_2O_5 38,28, H_2O 7,80, сумма 93,22. Найден в виде кристаллических корочек совместно с тюямунитом.

47.1.4 **ФЕРГАНИТ** $U_3(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$ FERGHANITE

Ромбический (?). В виде чешуек, уплощенных по {001}. Обломки имеют шестиугольное очертание с внутренними углами в 106° (*mm*'?) и 127° (*bm*?). Спайность по {001} совершенная; также имеется вторая спайность по {100} (?), перпендикулярная плоскости оптических осей. Тв. $\sim 2^1/_2$. Уд. в. 3,31. Блеск восковой. Цвет серно-желтый. Просвечивающий. Оптически двуосный с большим $2V$ и $X = c$, $Y = b$, $Z = a$. Показатели преломления и двупреломления низкие. Не плеохроирует.

Хим. В основном, водный ванадат урана, $U_3(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$.

Анал.

	Li_2O	UO	V_2O_5	H_2O	Сумма
1.		72,44	17,31	10,25	100,00
2.	1,22	69,30	17,60	10,75	98,87

1. $U_3(VO_4)_2 \cdot 6H_2O$. 2. УзССР. Другой анализ дал 3,49 Li_2O.

Найден с другими урановыми минералами. Ферганит, может быть, является продуктом выщелачивания или выветривания тюямунита. [1] *Антипов* (*Горный журнал, СПб*, **4**, 259, 1908 — *Jb. Min.*, II, 38, 1909).

Ссылка

1. См. Чирвинский, *Min. Mag.*, **20**, 294 (1925); Ненадкевич, *Изв. Имп. Акад. Наук, СПб*, **6**, 945 (1912); Hillebrand, *Am. J. Sc.*, **8**, 201 (1924).

47.1.5 **Коловратит** Colovratite

В виде инкрустаций или гроздевидных корочек. Цвет желтый до зеленовато-желтого. Ванадат никеля неясного состава. Неполные анализы образцов руды дали: [1]

	1	2	3
NiO	6,50	8,38	12,22
V_2O_5	11,55	5,94	6,20

Назван по имени Л. С. Коловрат-Чирвинского, русского радиолога. *Вернадский* (*Докл. Росс. Акад. Наук*, 37, 1922). Известны несколько искусственных ванадатов никеля. [2]

Ссылки

1. Анал. Преображенского у Чирвинского, *Min. Mag.*, **20**, 290 (1925).
2. Mellor (**9**, 791, 1929).

47.1.6 ФЕРВАНИТ $Fe_4V_4O_{16} \cdot 5H_2O$ FERVANITE

Вероятно, моноклинный. В виде параллельно-волокнистых агрегатов. Спайность неясная. Цвет золотисто-коричневый. Блеск алмазный.

Опт.

nX	2,186 ± 0,005	Двуосн. отрицат. (—)
nY	2,222 ± 0,005	$2V$ очень малый
nZ	2,224 ± 0,005	

Погасание косое под небольшим углом по отношению к удлинению волокон.

Хим. Водный ванадат железа, $Fe_4V_4O_{16} \cdot 5H_2O$.

Анал.

	1	2
Fe_2O_3	41,30	41,89
V_2O_5	47,05	46,10
H_2O—	11,65	12,01
Сумма	100,00	100,00

1. $Fe_4V_4O_{16} \cdot 5H_2O$. 2. Гипсум-Велли, округ Сан-Мигель, Колорадо. [1] Пересчитано на 100 после исключения 9,40% нераств. ост. и 7,34% гипса.

Испытание. Вероятно, нерастворимый в воде.

Местонахождение. Найден в Полар-Меза в горах Ла-Саль, округ Гранд, Юта, и в Гипсум-Велли, округ Сан-Мигель, Колорадо; также в многочисленных других местах в ураново-ванадиевом районе юго-западного Колорадо и юго-восточной Юты; совместно с гипсом, метахьюэттитом, карнотитом и различными другими черными ванадиевыми минералами. Другой материал, вероятно, состоящий главным образом из отличающихся от ферванита ванадатов железа, был описан из Киски, Перу, и из Гипсум-Валли, Колорадо. [2]

Назв. В соответствии с составом — *ferrum* и *vanadium*. *Hess* и *Henderson* (*Am. Min.*, **16**, 273, 1931).

Ссылки

1. Анал. Гендерсона (Henderson) у Гесса и Гендерсона (Hess и Henderson, 1931).
2. См. обсуждение данных химических анализов у Гиллебранда (Hillebrand, *Trans. Am. Inst. Min. Engr.*, **40**, 294, 1909) и Шаллера (Schaller, неопубликованные данные, 1926), у Гесса и Гендерсона (Hess и Henderson, 1931).

47.1.7 **Штейгерит** $Al_2(VO_4)_2 \cdot 6^1/_2H_2O$ Steigerite

Встречается в виде канареечно-желтых порошковатых пленок, которые под микроскопом оказываются состоящими из скрытокристаллического волокнистого материала, напоминающего халцедон, резиноподобной массы и иногда плоских пластинок. Средний показатель преломления $1{,}710 \pm 0{,}005$. Плотные агрегаты имеют слегка восковой блеск.

Хим. Водный ванадат алюминия, $Al_2(VO_4)_2 \cdot 6^1/_2H_2O$. Содержание воды определено недостаточно точно. Судя по рентгенограмме порошка, дифракционная картина штейгерита отличается от дифракционной картины ферванита.

Анал.

	1	2
Al_2O_3	25,42	25,14
Fe_2O_3		1,50
V_2O_5	45,37	44,44
H_2O-	29,21	8,08
H_2O+		21,04
Сумма	100,00	100,20

1. $Al_2(VO_4)_2 \cdot 6^1/_2H_2O$. 2. Округ Сан-Мигель, Колорадо.

Испытание. Легко растворяется в разбавленных минеральных кислотах, образуя темный вишнево-красный раствор. Нерастворим в воде.

Местонахождение. Найден с ферванитом и пленками гипса в трещинах в округлых конкрециях корвузита и вокруг них в песчаниках вдоль северного склона Гипсум-Валли, округ Сан-Мигель, Колорадо.

Искусств. Ванадат алюминия химически тождественный с штейгеритом, но дающий недостаточно полную и слабую рентгеновскую дифракционную картину, был получен при воздействии раствора сульфата алюминия на растворимый ванадат кальция, приготовленный при кипячении хьюэттита или метахьюэттита в насыщенной известковой воде.

Назв. По имени Георга Штейгера (George Steiger, 1869—1944), бывшего главного химика Геологической службы США. *Henderson* (*Am. Min.*, **20**, 769, 1935).

47.1.8 **ПУХЕРИТ** $Bi(VO_4)$ PUCHERITE

Крист.[1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 1{,}0654 : 1 : 2{,}3357$; $p_0 : q_0 : r_0 = 2{,}1923 : 2{,}3357 : 1$

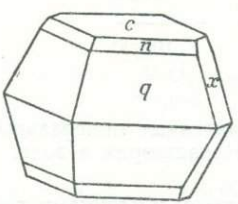
$q_1 : r_1 : p_1 = 1{,}0654 : 0{,}4561 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}4281 : 0{,}9386 : 1$

Формы [2]

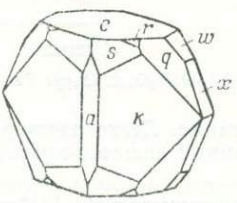
		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
a	100	90°00′	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
k	210	61 57½	90 00	90 00	28 02½	0 00	61 57½
w	012	0 00	49 25½	49 25½	90 00	90 00	40 34½
x	011	0 00	66 49½	66 49½	90 00	90 00	23 10½
n	112	43 11	58 01½	49 25½	54 31	42 22½	51 48
q	111	43 11	72 41	66 49½	49 12½	24 31	45 53½
r	212	61 57½	68 04½	49 25½	35 02½	24 31	64 08½
s	522	66 55	80 28½	66 49½	24 52½	10 20½	67 15½

Структ. ячейка. [3] a_0 5,38 *kX*, b_0 5,04, c_0 11,98; $a_0 : b_0 : c_0 =$ $= 1{,}069 : 1 : 2{,}379$. Ячейка содержит $Bi_4(VO_4)_4$.

Облик. Кристаллы мелкие, часто с закругленными гранями и сложным строением. Обычно таблитчатые по {001}, также игольчатые. {111} покрыты штриховкой параллельно ребру между {001} и



Минас-Жераис.



Шнееберг.

{111}. Также массивный; охристый или в виде пленок, состоящих из мельчайших кристаллов.

Физ. Спайность по {001} совершенная. Излом полураковистый. Хрупкий. Тв. 4. Уд. в. 6,57 (вычисл.). Блеск стеклянный до алмазного. Цвет темнокоричневато-красный до красновато-коричневого и желтовато-коричневого. Черта желтая. От непрозрачного до прозрачного.

Опт. [4] В проходящем свете желто-коричневый.

Ориентировка	n(Li)	
X c	$2{,}41 \pm 0{,}02$	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	$2{,}50 \pm 0{,}02$	$2V$ $19 \pm 5°$ (измер.)
Z b	$2{,}51 \pm 0{,}02$	$r < v$, весьма сильная

Хим. Ванадат висмута, $Bi(VO_4)$. Небольшие количества P и As замещают V с отношением $P : As : V = 1 : 1{,}7 : 12{,}9$ в анал. 3.

Анал.[7]

	1	2	3	4
Bi_2O_3	71,93	73,39	73,16	70,88
P_2O_5		следы	1,34	
As_2O_3			3,66	
V_2O_5	28,07	27,31	22,19	27,65
Прочие				1,47
Сумма	100,00	100,70	100,35	100,00

1. $Bi(VO_4)$. 2,3. Шнееберг, Саксония.[5] 4. Рудник Пала-Чиф, округ Сан-Диего, Калифорния.[6] Желтый охристый материал. Пересчитан на 100 после исключения нераств. ост. 7.37. Прочие: H_2O.

Испытание. В закр. тр. растрескивается. П. п. тр. на угле плавится. Растворим в HCl с выделением Cl и превращением раствора в темнокрасный, который при разбавлении становится зеленым, выделяя осадок желтого основного хлорида.

Местонахождение. Вторичный минерал, найденный совместно с висмутином и бейеритом. Первоначально найден в окисленных участках Bi-Ag-U-Cu- жил в шахте Пухер в руднике Вольфганг в Шнееберге, Саксония. Известен в руднике Арме-Хильфе в Уллерсройте, Тюрингия, и в Зоза, близ Айбенштока, Саксония. В пегматитах Мадагаскара с самородным висмутом у Маунт-Бити и с висмутинитом в Ампангабе. В Сан-Жозе в Брежауба, Минас-Жераис, Бразилия. В виде охристого продукта изменения самородного висмута в пегматитах в Стюарт и на руднике Пала-Чиф близ Пала, округ Сан-Диего, Калифорния.

Искусств.[8] Получен в виде кристаллов при выпаривании смеси растворов нитрата висмута и хлорида ванадия.

Назв. *Frensel* (*J. pr. Chem.*, **4**, 227, 361, 1871).

Ссылки

1. Углы по Вебскому (Websky, *Min. Mitt.*, 245, 1872) на кристаллах из Шнееберга; элементы кристалла из структурной ячейки, определенной Де-Йонгом и Лангом (de Jong и Lange, *Am. Min.*, **21**, 809, 1936). О морфологическом сходстве с брукитом и колумбитом см. Websky (1872) и Brögger, *Vidensk. Skr. Oslo, Mat. nat. Cl. I*, No. 6, 76 (1906). Преобразования от Вебского I (1872) и Дэна (755, 1892) к новой: 200/010/001; от Гольдшмидта (**6**, 179, 1920) к новой: 200/010/002; от Гёргея у Дёльтера (**3**, [1] 843, 1918) к новой: $100/010/00\frac{5}{2}$; от Брёггера (1906) к новой: 100/001/010; от Вебского II (1872) к новой: 010/001/200.
2. Goldschmidt (1920); *n* {112} у Шеннона (Shannon, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **62**, Art. 9, 1923).
3. De Jong и Lange (1936).
4. Larsen (123, 1921) и Cesàro, *Ac. roy. Belgique, Bull.* 142 (1905).
5. Frenzel (1871); *Jb. Min.*, 514 (1872).
6. Schaller, *Zs. Kr.*, **49**, 228 (1911).
7. Дополнительные анализы см. Frenzel (1871) и Schaller (1911).
8. Frenzel, *Jb. Min.*, 680 (1875).

47.1.9 **БРАКЕБУШИТ** $Pb_4MnFe(VO_4)_4 \cdot 2H_2O$ BRACKEBUSCHITE

Крист.[1] Моноклинная.

Структ. ячейка.[2] Пространственная группа $P2_1/m$ (в том случае, если минерал голоэдричен). a_0 8,92 Å, b_0 6,16, c_0 7,69; β 111°47′; $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}448 : 1 : 1{,}248$. Ячейка содержит $Pb_4Mn\,Fe(VO_4)_4 \cdot 2H_2O$.

Облик. Игольчатый по [010] с {100} и {001}, но без граней, образующих головки; кристаллы покрыты штриховкой вдоль [010] и иногда уплощены параллельно удлинению. В виде пучков или групп кристаллов; также в виде дендритов или гроздевидных образований.

Физ. Уд. в. 6,05;[2] 6,07 (вычисл.). Блеск полуметаллический. Цвет темнокоричневый до черного. Черта желтая. Просвечивающий до почти непрозрачного.

Опт.[3] В проходящем свете красновато-коричневый.

	n (Li)	Плеохроизм	
X	2,28 ± 0,02	Почти бесцветный	Двуосн. положит. (+)
Y	2,36 ± 0,02	Темный красновато-коричневый	$2V$ большой
Z	2,48 ± 0,02	Чистый красновато-коричневый	$r > v$, сильная

Хим. Водный ванадат свинца, марганца и железа, $Pb_4MnFe(VO_4)_4 \cdot 2H_2O$.

Анал.

	1	2
PbO	62,20	61,00
FeO	5,01	4,65
MnO	4,94	4,77
ZnO		1,29
CuO		0,42
V_2O_5	25,34	25,32
P_2O_5		0,18
H_2O	2,51	2,03
Сумма	100,00	99,66

1. $Pb_4MnFe(VO_4)_4 \cdot 2H_2O$. 2. Сьерра-де-Кордова, Аргентина.[4]

Местонахождение. Найден с деклуазитом и ванадинитом в зоне окисления свинцово-цинковых жил в западной части Сьерра-де-Кордова, провинция Кордова, Аргентина.

Назв. По имени Людвига Бракебуша (Ludvig Brackebusch, ?—1906), профессора минералогии в Кордовском университете, Аргентина. *Doering* [приведено у Раммельсберга (Rammelsberg, *Zs. deutsch. geol. Ges.*, **32**, 711, 1880; *Bol. ac. cienc. Córdoba*, **5**, 501, 1883)].

Ссылки

1. Симметрия установлена Берри путем рентгеновского исследования (*Berry, Am. Min.*, **33**, 489, 1948). Морфологические измерения отсутствуют.

2. Berry (1948).
3. Larsen и Berman (146, 1934).
4. Doering (1880, 1883).

47.1.10 **ПИНТАДОИТ** $Ca_2V_2O_7 \cdot 9H_2O$ PINTADOITE

В виде тонких налетов, которые при растворении в воде и затем кристаллизации из раствора образуют двойниковые кристаллы дощатого облика. Цвет светлый до темнозеленого. Слегка плеохроирует в желто-зеленых тонах. Двупреломление от умеренного до высокого.

Хим. Водный ванадат кальция, $Ca_2V_2O_7 \cdot 9H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO	24,59	22,6
V_2O_5	39,87	42,4
H_2O	35,54	35,0
Сумма	100,00	100,00

1. $Ca_2V_2O_7 \cdot 9H_2O$. 2. Фриско No. 2 Клайм, каньон Пинтадо, Юта. [1] Пересчитан на 100 после исключения некоторого количества гипса и нераств. ост.

Испытание. Медленно растворяется в холодной воде.

Местонахождение. Найден в виде налетов на защищенных от влаги выходах песчаников Мак-Эльмо в каньоне Пинтадо, округ Сан-Жуан, Юта, и в некоторых местах нахождения ураново-ванадиевых минералов в юго-восточной части Юты.

Назв. По местонахождению в каньоне Пинтадо. *Hess* и *Schaller* (*J. Washington, Ac. Sc.*, **4**, 576, 1914).

Ссылка

1. Анал. Шаллера (Schaller) у Гесса и Шаллера (Hess и Schaller, 1914).

47.1.11 **РОССИТ** $CaV_2O_6 \cdot 4H_2O$ ROSSITE

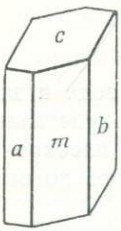
Крист. [1] Триклинная, α 98°17′; β 120°12′; γ 89°34′.

Формы

		φ	ρ
c	001	72°54′	31°31′
a	100	85 38	90 00
m	110	53 48	90 00
y	$\bar{1}01$	—86 38	44 13

Облик. Искусственные кристаллы обычно вытянуты вдоль [001] и более или менее уплощены по {010}; реже таблитчатые по {001};

иногда доскообразные или иглоподобные, будучи вытянутыми по [001]. Природный материал встречается в виде стекловидных кусков, местами окруженных каемками изменения из метароссита.



Двойники. По {100}.

Физ. Спайность по {010} хорошая. Хрупкий. Тв. 2—3. Уд. в. 2,45. Блеск стеклянный до слегка перламутрового. Цвет желтый разных оттенков. Прозрачный.

Опт.[2] В проходящем свете желтый.

Ориентировка	n (искусств.)	
X	1,710	Двуосн. отрицат. (?)
$Y \wedge b \sim 45°$	1,770	$2V$ большой
$Z \sim c$	1,840	Дисперсия очень сильная

Хим. Водный ванадат кальция, $CaV_2O_6 \cdot 4H_2O$. Анализы дали:

	CaO	MgO	V_2O_5	H_2O	Нераств. ост.	Сумма
1.	18,09		58,67	23,24		100,00
2.	18,00	0,14	58,00	22,90	1,60	100,64

1. $CaV_2O_6 \cdot 4H_2O$. 2. Каньон Булл-Пен, округ Сан-Мигель, Колорадо.[2]

Испытание. П. п. тр. легко плавится. В закр. тр. легко плавится и теряет H_2O. Медленно растворим в воде. Вся вода или бóльшая часть ее теряется около 120°.

Местонахождение. Найден в виде мелких стекловидных зерен, заключенных в метароссите, заполняющем мелкие прожилки в песчаниках, содержащих карнотит и гипс, в каньоне Булл-Пен, округ Сан-Мигель, Колорадо.

Искусств. Выделяется в виде кристаллов из водного раствора этого минерала или метароссита.

Изменение. При комнатной температуре теряет воду и переходит в метароссит.

Назв. По имени Кларенса С. Росса (Clarence S. Ross, 1880—), геолога и минералога Геологической службы США. *Foshag* и *Hess* (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, **72**, 1, 1927).

Ссылки

1. Элементы и формы Фошага (Foshag) у Фошага и Гесса (Foshag и Hess, 1927) на искусственных кристаллах; пирамидальные формы отсутствуют. Угол β в оригинале приводится равным 97°24′. Углы, указанные в таблице, являются средними из непосредственных замеров.
2. Анал. Фошага (Foshag) у Фошага и Гесса (Foshag и Hess, 1927).

47.1.12 МЕТАРОССИТ $CaV_2O_6 \cdot 2H_2O$ METAROSSITE

Найден в виде мягких и рыхлых уплощенных до хлопьевидных масс и прожилков. Цвет светложелтый. Блеск тусклый, перламутровый. Тв. и уд. в. неизвестны.

Опт.[1] В проходящем свете бледножелтый до бесцветного.

nX	1,840	Двуосн. положит. (+)
nY	$>1,85$	$2V$ большой
nZ	$>1,85$	Дисперсия сильная

Хим. Водный ванадат кальция, $CaV_2O_6 \cdot 2H_2O$.

Анал.[1]

	1	2	3
CaO	20,47	20,04	19,60
MgO		0,10	0,13
V_2O_5	66,38	64,08	64,20
H_2O	13,15	13,56	14,08
Нераств. ост.		2,72	2,48
Сумма	100,00	100,50	100,49

1. $CaV_2O_6 \cdot 2H_2O$. 2,3. Округ Сан-Мигель, Колорадо.

Испытание. По химическим испытаниям и п. п. тр. тождественен с росситом. Растворим в воде.

Местонахождение. Найден в виде прожилков в содержащих карнотит песчаниках в каньоне Булл-Пен, округ Сан-Мигель, Колорадо. Минерал этот является продуктом обезвоживания россита и иногда содержит стекловидные неизмененные зерна этого минерала.

Искусств. Россит кристаллизуется из водного раствора метароссита, но кристаллы его в сухом воздухе постепенно переходят в метароссит.

Назв. По его родству с росситом. *Foshag* и *Hess* (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, **72**, 9, 1927).

Ссылка

1. Foshag у Фошага и Гесса (Foshag и Hess, 1927).

47.1.13 **ПАСКОИТ** $Ca_2V_6O_{17} \cdot 11H_2O$ PASCOITE

Крист.[1] Триклинная.

$$a : b : c = 0{,}9144 : 1 : 1{,}1189;\ \alpha\ 93°28',\ \beta\ 95°02',\ \gamma\ 104°42'$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}2627 : 1{,}1523 : 1;\ \lambda\ 85°04\tfrac{1}{2}',\ \mu\ 83°52\tfrac{1}{2}',\ \nu\ 74°54'$$

$$p_0'\ 1{,}2723,\ q_0'\ 1{,}1610,\ x_0'\ 0{,}0880,\ y_0'\ 0{,}0865$$

Формы

	φ	ρ	A	B	C
b 010	0°00′	90°00′	74°54′	.....	$85°04\frac{1}{2}'$
m 110	39 $27\frac{1}{2}$	90 00	35 $26\frac{1}{2}$	$39°27\frac{1}{2}'$	83 $00\frac{1}{2}$
M $1\bar{1}0$	124 02	90 00	49 08	124 02	88 $36\frac{1}{2}$

p	111	39 49	64 03½	42 37	46 19	57 03½
q	$\bar{1}1\bar{1}$	—141 01	61 03½	135 08	132 52	68 03
r	131	156 45½	73 19	82 11½	151 39½	70 53

Редкие или недостоверные:

$\bar{5}20$ $1\bar{4}1$ $\bar{1}11$

Структ. ячейка.[2] a_0 8,875 *kX*, b_0 9,706, c_0 10,86; α 93°28′, β 95°02′, γ 104°42′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}9144 : 1 : 1{,}1189$.

Облик. В виде зернистых корочек, реже в виде мельчайших пластинчатых кристаллов со скошенными краями. {1$\bar{1}$0} покрыты штриховкой вдоль [001], а {111} вдоль [10$\bar{1}$].

Физ. Спайность по {010} ясная. Излом раковистый. Тв. ~2½. Уд. в. 1,87; 1,88 (вычисл.). Блеск стеклянный до полуалмазного. Цвет темный красно-оранжевый до желто-оранжевого. Черта кадмиево-желтая. Просвечивающий. При частичном обезвоживании становится грязножелтого цвета.

Опт.

	n	Плеохроизм	
X	1,775 ± 0,005	Светлый кадмиево-желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	1,815 ± 0,005	Кадмиево-желтый	$2V$ 50½° (Na), 56° (Li)
Z	1,825 ± 0,005	Оранжевый	Перекрестная дисперсия, сильная. Абсорбция $Z > Y > X$

Плоскость оптических осей перпендикулярна {010}.

Хим. Водный ванадат кальция, $Ca_2V_6O_{17} \cdot 11H_2O$. Содержание воды точно не установлено. Около двух третей воды теряется при сильном высыхании при комнатной температуре или при нагревании до 100°. Анализы дали:

	CaO	MoO_3	V_2O_5	H_2O+ 100°	H_2O- 100°	Не опр.	Сумма
1.	13,10		63,75	23,15			100,00
2.	12,6	0,3	64,6	7,8	13,8	0,9	100,00

1. $Ca_2V_6O_{17} \cdot 11H_2O$. 2. Минасрагра.[3]

Испытание. Легко плавится в темнокрасный расплав. Растворим в воде.

Местонахождение. Найден в виде налетов современного образования на стенах туннеля в ванадиевых отложениях в Минасрагра, провинция Паско, Перу; в США в Парадокс-Валли, округ Сан-Мигель, Колорадо, и в округе Гранд, Юта, в песчаниках совместно с карнотитом.

Назв. *Hillebrand*, *Merwin* и *Wright* (*Zs. Kr.*, **54**, 226, 1915; *Proc. Am. Phil. Soc.*, **53**, 31, 1914).

Ссылки

1. Морфология по данным Бермана (Berman, личн. сообщ., 1942) на кристаллах из Минасрагра. Элементы приведены для структурной ячейки.

2. Berman (1942), методом Вайссенберга на кристаллах из Минасрагра.
3. Анал. Гиллебранда (Hillebrand) у Гиллебранда, Мервина и Райта (Hillebrand, Mervin и Wright, 1915).

47.1.14 УВАНИТ $U_2V_6O_{21} \cdot 15H_2O$ UVANITE

Вероятно, ромбический. В виде мельчайших кристаллических масс и пленок. Отмечены две пинакоидальные спайности.[1] Цвет коричневато-желтый.

Опт.[1] В проходящем свете бледнокоричневый.

	n	Плеохроизм	
X	1,817	Светлокоричневый	Двуосн. положит. (+)
Y	1,879	Темнокоричневый	$2V$ 52°
Z	2,057	Зеленовато-желтый	

Хим. Водный урановый ванадат, $U_2V_6O_{21} \cdot 15H_2O$ (?).

Анал.

	1	2
CaO		1,73
UO_3	41,22	39,60
V_2O_5	39,31	37,70
H_2O	19,47	18,28
Прочие		1,69
Сумма	100,00	99,00

1. $U_2V_6O_{21} \cdot 15H_2O$. 2. Темпль-Рок, Юта. [2] Прочие: K_2O 0,30, MgO 0,04, P_2O_5 0,06, As_2O_5 0,05, нераств. ост. 1,24.

Испытание. Нерастворим в воде, но растворяется в растворе углекислого аммония.

Местонахождение. Совместно с карнотитом, раувитом, хьюэттитом, метаторбернитом, гиалитом и гипсом в пропитанных асфальтом песчаниках (Шайнарумп) в Темпль-Роке, 72,5 *км* юго-западнее Гринривера, округ Эмери, Юта.

Назв. Вследствие присутствия в минерале урана и ванадия. *Hess* и *Schaller* (*Washington, Ac. Sc., J.*, **4**, 576, 1914).

Ссылки

1. Приведено Фордом (Ford, Добавление III, 81, 1915, к Dana, 1892) как личн. сообщ. автора.
2. Анал. Шаллера (Schaller) у Гесса и Шаллера (Hess и Schaller, 1914).

47.1.15 СИНКОЗИТ $CaV_2O_2(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$ SINCOSITE

Крист.[1] Тетрагональная. Кристаллы имеют вид прямоугольных чешуек или тонких пластинок с {001}, {100} и следами {110} (?). Кристаллы покрыты штриховкой на {001} параллельно [100] и часто

состоят из многочисленных пластинок, наложенных одна на другую в почти параллельном положении. Обычно собраны в компактную, чешуйчатую или бесформенную массу; также в виде загрязненных радиальнолучистых агрегатов и мелких желваков в смеси с гипсом и карбонатами.

Двойники. Редко по {110}.

Физ. Спайность по {001} хорошая, по {100} и {110} плохая. Хрупкий. Тв. низкая. Уд. в. ~2,84. Цвет зеленый, переходящий в оливково-зеленый, коричневато-зеленый и желтовато-зеленый, в зависимости от характера агрегата и степени его изменения. Блеск стеклянный, доходящий до латунного, полуметаллический у измененных кристаллов. Черта зеленая. Мелкие зерна прозрачны.

Опт. В проходящем свете может иметь различную окраску: светло-зеленую, оливково-зеленую, коричневато-зеленую, желтовато-зеленую и голубовато-зеленую. Сравнительно малоизмененный материал одноосный отрицательный (—) с $nO \sim 1{,}680$, $nE \sim 1{,}655$; оба значения n слегка отличаются в различных кристаллах. Местами двуосный отрицательный (—), видимо, вследствие частичного обезвоживания, с образованием участков и полос как одноосного, так и двуосного вещества, присутствующих в большинстве кристаллов. $2E$ изменяется примерно от 10° до максимального значения, примерно равного 83°; иногда изменяется внутри отдельных кристаллов с наименьшими значениями в краевых частях и наибольшим в центре. Дисперсия $r > v$, слабо заметная при малых углах оптических осей и увеличивающаяся до почти сильной при больших углах. Показатели преломления для материала с $2E = 83°$: nX 1,675, nY 1,690 (вычисл.), nZ 1,693. Как одноосный, так и двуосный материал сильно плеохроирует с $E = X$ почти бесцветным до бледножелтого и $O = Z$ серо-зеленым.

Хим. Водный фосфат кальция и четырехвалентного ванадия, $CaV_2O_2(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$. Содержание воды установлено недостаточно точно. Вещество изменяется на дневной поверхности в более бедный водой гидрат с возможно частичными окислениями V^4 в V^5 в материале с латунно-полуметаллическим блеском. Вероятно синкозит изоструктурен с отунитом или мета-отунитом.

Анал.

	1	2	3
CaO	12,35	12,1	13,3
V_2O_4	36,54	36,3	37,8
V_2O_5		0,0	
P_2O_5	31,27	31,7	31,1
H_2O	19,84	19,9	[17,1]
Нераств. ост.		0,3	0,7
Сумма	100,00	100,3	[100,0]

1. $CaV_2O_2(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$. 2. Синкос, Перу. Зеленые кристаллы одного образца. 3. Синкос, Перу, смесь зеленых, оливковых и латунных кристаллов, выделенных из нескольких образцов.

Испытание. В закр. тр. изменяет цвет от зеленого до темнокоричневого и черного, растрескивается, теряет воду и спекается в массу темного цвета. Обычно происходит слабая возгонка Se. Легко растворяется в разбавленных кислотах, образуя синий раствор. Нерастворим в воде.

Местонахождение. Найден в черном известковом сланце мелового возраста близ Синкос, область Джунин, Перу. Синкос находится примерно в 160 *км* восточнее Лимы и на таком же расстоянии юго-восточнее Минасрагра. Синкозит встречается в мелких прожилках, обычно параллельных слоям включающей их породы и в виде неправильной формы масс и в мелких гипссодержащих желваках, особенно в пластах глинистого сланца.

Назв. По местонахождению. *Schaller* (*Washington, Ac. Sc., J.*, **12**, 195, 1922; *Am. J. Sc.*, **8**, 462, 1924).

Ссылка

1. Тетрагональная симметрия установлена на основании того, что неизменный материал по своим оптическим свойствам одноосный.

47.1.16 **РАУВИТ** $CaU_2V_{12}O_{36} \cdot 20H_2O$ RAUVITE

В виде плотных, как будто отшлифованных масс, гроздевидных корочек и пленок. Цвет пурпурный до синевато-черного. Черта желтовато-коричневая до оливковой. Под микроскопом мелкокристаллический со средним показателем преломления около 1,88.

Хим. Водный ванадат кальция и урана, формула для которого точно не установлена; возможно $CaU_2V_{12}O_{36} \cdot 20H_2O$. При стоянии свежие образцы частично обезвоживаются и становятся трещиноватыми.

Анал.

	1	2
CaO	2,72	2,7
UO_3	27,72	28,1
V_2O_4	8,04	2,8
V_2O_5	44,06	49,0
H_2O	17,46	17,5
Сумма	100,00	100,1

1. $CaU_2V_{12}O_{36} \cdot 20H_2O$. 2. Темпль-Рок, Юта [1]. Анализы пересчитаны после того, как было исключено 27,06% примесей.

Местонахождение. Найден выполняющим трещины и пропитывающим песчаник (Шайнарумп) в Темпль-Роке и близ Флет-Топа, Сан-Рафаэль-Суилл, округ Эмери, Юта. Совместно с карнотитом, уранитом, хьюэттитом, гипсом и метаторбернитом.

Назв. От химических символов составляющих его элементов, Ra, U, V. *Hess* (*Eng. Min. J.—Press*, **114**, 274, 1922; *U. S. Geol. Sur. Bull. 750D*, 68, 1924).

Ссылка

1. Анал. Шаллера (Schaller) у Гесса (Hess, 1924).

47.1.17 МЕЛАНОВАНАДИТ $Ca_2V_4^{4}V_6^{5}O_{25}$ MELANOVANADITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}4737 : 1 : 0{,}5815$; $\beta\ 91°22^1/_2'$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}2276 : 0{,}5813 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}7202 : 2{,}1116 : 1$; $\mu\ 88°37^1/_2'$;

$p_0'\ 1{,}2279$, $q_0'\ 0{,}5815$, $x_0'\ 0{,}0240$

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
h	230	54 $36^1/_2$	90 00	0°00′	54 $36^1/_2$	88 $52^1/_2$	35 $23^1/_2$
l	530*	74 $08^1/_2$	90 00	0 00	74 $08^1/_2$	88 $40^1/_2$	15 $51^1/_2$
w	$\bar{1}01$	—90 00	12 $51^1/_2$	102 $51^1/_2$	90 00	14 24	102 $51^1/_2$
g	012	4 43	16 16	88 $37^1/_2$	73 $47^1/_2$	16 $12^1/_2$	88 41
d	032	1 $34^1/_2$	41 $06^1/_2$	88 $37^1/_2$	48 $54^1/_2$	41 $05^1/_2$	88 58
p	111	65 05	54 $04^1/_2$	38 37	70 03	52 50	42 $44^1/_2$
s	$\bar{1}21$	—45 $59^1/_2$	59 $08^1/_2$	140 17	53 23	58 $09^1/_2$	128 08

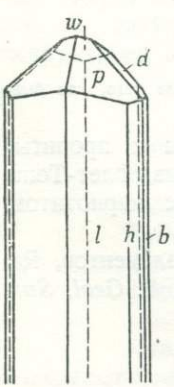
* Неточно, возможно {210}.

Облик. Бархатистые, ветвистые агрегаты кристаллов вытянуты вдоль [001], призматические грани обычно закругленные или покрыты штриховкой.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Хрупкий. Тв. $2\ ^1/_2$. Уд. в. 3,477. Блеск почти полуметаллический. Цвет черный. Черта темная красновато-коричневая. Непрозрачный.

Опт.[2] Очень тонкие зерна просвечивают в темных красновато-коричневых цветах и обладают отчетливым плеохроизмом.

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X	1,73	Светлый красновато-коричневый	Двуосн. отрицат. (—)
$Y \wedge c$ 15°	1,96	Густой красновато-коричневый	$2V$ средний
Z b	1,98	Темный красновато-коричневый	



Хим. Кальциевый ванадиевый ванадат, $Ca_2V_4^{4}V_6^{5}O_{25}$. Первичный минерал, вероятно, безводный[3], но при нахождении во влажном воздухе он поглощает воду, доводя ее содержание, по крайней мере, до $15^0/_0$.

Анал.

	1	2	3
CaO	11,33	9,89	10,65
V_2O_4	33,53	33,34	33,48
V_2O_5	55,14	52,61	49,38
Прочие		3,82	7,29
Сумма	100,00	99,66	100,80

1. $Ca_2V_4V_6O_{25}$. 2. Минасрагра.[4] Прочие: MgO 0,27, $(Al,Fe)_2O_3$ 1,89, SiO_2 1,66. 3. Минасрагра.[4] На материале, высушенном при 105° после нахождения во влажных условиях. Прочие: H_2O 5,90, $(Al,Fe)_2O_3$ 1,39.

Испытание. П. п. тр. плавится очень легко в коричневый расплав. Легко растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден с паскоитом, пиритом, самородной медью, гипсом и „патронитом" в трещинах в черных сланцах Минасрагра близ Серро-де-Паско, Перу. Изменяется в паскоит.

Назв. В соответствии с его цветом и составом. *Lindgren* (*Proc. Nat. Ac. Sc.*, **7**, 249, 1921).

Ссылки

1. Palache у Линдгрена, Гамильтона и Пэлача (Lindgren, Hamilton и Palache, *Am. J. Sc.*, **3**, 195, 1922).
2. Larsen и Berman (206, 1934).
3. См. обсуждение у Линдгрена и др. (Lindgren и др., 1922).
4. Анал. Гамильтона (Hamilton) у Линдгрена и др. (Lindgren и др., 1922).

47.1.18 **ХЬЮЭТТИТ** $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$ HEWETTITE

Вероятно, ромбический. Найден в желваковых агрегатах и пленках из волокон или микроскопических иголок. Уд. в. 2,55 (с $9H_2O$); 2,618 (высушенный на воздухе). Цвет темнокрасный. Блеск слегка шелковистый.

Опт. В проходящем свете красный до оранжевого.

Ориентировка	*n* (Li)	Плеохроизм	
X	1,77	Светлый оранжево-желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y	2,18	Светлый оранжево-желтый	2*V* средний
Z *c*	2,35—2,4	Темнокрасный	

Хим. Водный ванадат кальция, $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$ или, возможно, $CaV_6O_{15}(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Хьюэттит диморфен с метахьюэттитом. В материале анал. 2 присутствуют небольшие количества Mo, вероятно замещающего V. Содержание воды изменяется в сторону ее уменьшения и увеличения в небольших пределах в зависимости от атмосферных условий — влажности и температуры. [1]

Анал.

	1	2	3
Na_2O		0,15	
CaO	7,34	7,38	7,15
V_2O_4		1,21	0,43
V_2O_5	71,43	68,19	71,20
MoO_3		1,56	0,99
H_2O	21,23	21,33	21,04
Прочие		0,28	
Сумма	100,00	100,10	100,81

1. $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$. 2. Минасрагра, Перу. [2] Прочие: Fe_2O_3 0,11, нераств. ост. 0,17; MgO и K_2O отсутствуют. Анализы сделаны на материале, находящемся в равновесии с водяным паром при 21,8 *мм* и 25°. 3. Минасрагра, Перу. [4]

Испытание. При нагревании теряет воду, изменяет цвет, давая различные оттенки от коричневого до бронзового, но, вероятно, при этом до полного обезвоживания изменения структуры не происходит. Обезвоженный образец, помещенный во влажную атмосферу, поглощает лишь часть первоначального количества воды и не меняет цвета.

Местонахождение. Найден в Минасрагра близ Серро-де-Паско, Перу, в зоне окисления ванадийсодержащих отложений как продукт изменения патронита. Редкие находки имеются в содержащих карнотит песчаниках в Парадокс-Валли, округ Монтроз, Колорадо. Алаит[3] из Ферганы, УзССР, возможно идентичен хьюэттиту.

Назв. По имени Д. Фостера Хьюэтта (D. Foster Hewett, 1881—), геолога Геологической службы США. *Hillebrand*, *Merwin* и *Wright* (*Proc. Am. Phil. Soc.*, **53**, 31, 1914; *Zs. Kr.*, **54**, 209, 1914).

Ссылки

1. Частичное изучение особенностей обезвоживания этого минерала приведено в статье Гиллебранда, Мервина и Райта (Hillebrand, Merwin и Wright, *Proc. Am. Phil. Soc.*, **53**, 31, 1914; *Zs. Kr.*, **54**, 209, 1914).

2. Анал. Гиллебранда (Hillebrand, 1914).

3. У Дэна (см. т. I, полутом 2, стр. 146 этого справочника) описан как $V_2O_5 \cdot H_2O(?)$.

4. Schaller, *U. S. Geol. Sur., Bull. 878*, 118 (1937).

47.1.19 МЕТАХЬЮЭТТИТ $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$ METAHEWETTITE

Вероятно, ромбический. Порошковатые массы, состоящие из микроскопических табличек или доскообразных кристаллов и в виде параллельных или радиально-волокнистых до удлиненно-пластинчатых агрегатов или пленок. Таблички уплощены по {001} и с краев ограничены формами {010} и {110}. Угол между гранями призмы равен 57°. Уд. в. 2,51 (при $9H_2O$); 2,94 (при $3H_2O$). Цвет темнокрасный. В порошке от каштаново до коричневато-красного. Блеск от тусклого до несколько шелковистого.

Опт. В проходящем свете от красного до оранжевого.

Ориентировка	n (Li)	Плеохроизм	
X c	1,70	Бледнооранжево-желтый	Двуосн. отрицат. (—)
Y b	2,10	Темнокрасный	$2V$ 52° (вычисл.)
Z a	~2,23	Еще более темнокрасный	

Хим. Водный ванадат кальция, $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$. Диморфен с хьюэттитом. Содержание воды изменяется в небольших пределах в зависимости от изменения влажности атмосферы и температуры.[1]

Анал.

	1	2
CaO	7,34	7,25
V_2O_3		0,35
V_2O_5	71,43	70,01
MoO_3		0,13
H_2O	21,23	21,30
Нераств. ост.		0,80
Прочие		0,39
Сумма	100,00	100,23

1. $CaV_6O_{16} \cdot 9H_2O$. 2. Томпсон, Юта.[2] Прочие: MgO 0,03, K_2O 0,09, Na_2O 0,08, Fe_2O_3 0,19. Анализы произведены на материале, находящемся в равновесии с парами воды при 21,8 *мм* и 25°.

Испытание. При нагревании теряет воду и постепенно становится все более темнокрасным до тех пор, пока не исчезнет последняя молекула воды; после этого становится желто-коричневым. Легко плавится в темнокрасный расплав. Легко растворяется в воде.

Местонахождение. Встречается как материал, включенный в песчаниках, обычно обволакивающий песчинки, но иногда и заполняющий пустоты и трещинки в породе. Найден в Парадокс-Валли, округ Монтроз, Колорадо; в Томпсоне, округ Гранд, Юта, и в других местах в юго-западном Колорадо и юго-восточной Юте. Часто находится совместно с гипсом, самородным селеном и точно не определенным водным силикатом ванадия, алюминия и кальция.

Назв. В связи с его родством с хьюэттитом. *Hillebrand*, *Merwin* и *Wright* (*Proc. Am. Phil. Soc.*, **53**, 31, 1914; *Zs. Kr.*, **54**, 209, 1914).

Ссылки

1. В работе Гиллебранда, Мервина и Райта (Hillebrand, Merwin и Wright, 1914) приводятся данные частичного изучения особенностей обезвоживания этого минерала.
2. Анал. Гиллебранда (Hillebrand, 1914).

47.1.20 **ФЕРНАНДИНИТ** $CaO \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5 \cdot 14H_2O$ FERNANDINITE

Плотный, скрытокристаллический до волокнистого; реже в виде прямоугольных пластинок. Цвет тусклозеленый.

Опт. В проходящем свете от светлозеленого до темнооливково-зеленого и даже коричневато-зеленого и почти непрозрачного. Двупреломление сильное. Средний показатель преломления[1] около 2,05. Не плеохроирует.

Хим. Водный кальциево-ванадиевый ванадат, возможно, $CaO \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5 \cdot 14H_2O$.

Анал.

	1	2
CaO	4,05	3,83
MoO_3		1,58
V_2O_4	11,99	11,63
V_2O_5	65,73	63,33
H_2O	18,23	18,07
Прочие		1,56
Сумма	100,00	100,00

1. $CaO \cdot V_2O_4 \cdot 5V_2O_5 \cdot 14H_2O$. 2. Минасрагра. Прочие: K_2O 0,59, MgO 0,07, Fe_2O_3 0,90. Пересчитано на 100 после исключения 12,18% нераств. ост.

Испытание. Легко растворяется в кислотах, образуя зеленый раствор; растворим в холодной воде, давая желтый раствор.

Местонахождение. Найден в ванадиевых месторождениях Минасрагра, близ Серро-де-Паско, Перу.

Назв. По имени Еулахио Е. Фернандини (Eulagio E. Fernandini), прежнего владельца месторождения. *Shaller* (*J. Washington, Ac. Sc.*, **5**, 7, 1915; *Dana, App.* III, 29, 1915).

Ссылка

1. Larsen (74, 1921).

МОЛИБДАТЫ И ВОЛЬФРАМАТЫ

Молибдаты и вольфраматы являются анизодесмическими оксисолями, содержащими несколько искаженный тетраэдр $(XO_4)^=$, в котором X = Mo или W. Искажение связано с сжатием идеальной тетраэдрической группы вдоль двойной оси. При этом анион приобретает промежуточную форму между симметричным координационным тетраэдром сульфатов и фосфатов и такими плоскостными четырехсторонними координационными группами, как в $K_2(PtCl_4)$. Благодаря искаженной форме тетраэдра и относительно большому размеру аниона в молибдатах и вольфраматах не наблюдаются серии замещения между ними и сульфатами. Частичные или полные серии замещения для анионов найдены между изоструктурными молибдатами и вольфраматами, входящими в группы шеелита и вульфенита.

Класс 48. **Нормальные безводные молибдаты и вольфраматы**

Тип 1. $A(XO_4)$.

48.1.1	Группа вольфрамита	
48.1.1.1	Гюбнерит	$MnWO_4$
48.1.1.2	Вольфрамит	$(Fe, Mn)WO_4$
48.1.1.3	Ферберит	$FeWO_4$
48.1.2	Санмартинит	$(Zn, Fe)WO_4$
48.1.3	Группа шеелита	
48.1.3.1	Шеелит	$CaWO_4$
48.1.3.2	Повеллит	$CaMoO_4$
48.1.4	Группа вульфенита	
48.1.4.1	Вульфенит	$PbMoO_4$
48.1.4.2	Штольцит	$PbWO_4$
48.1.5	Распит	$PbWO_4$

Класс 49. **Основные и водные молибдаты и вольфраматы**

Тип 1. Разные

49.1.1	Купротунгстит	$Cu_2(WO_4)(OH)_2$
49.1.2	Кёхлинит	$(BiO)_2MoO_4$
49.1.3	Ферритунгстит	$Fe_2(WO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ (?)
49.1.4	Линдгренит	$Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$
49.1.5	Ферримолибдит	$Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$ (?)
49.1.6	Торотунгстит	Th, Al вольфрамат (?)
49.1.7	Антоинит	$Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$

48 НОРМАЛЬНЫЕ БЕЗВОДНЫЕ МОЛИБДАТЫ И ВОЛЬФРАМАТЫ

ТИП 1. $A(XO_4)$

48.1.1 СЕРИЯ ВОЛЬФРАМИТА

48.1.1.1 **ГЮБНЕРИТ** $MnWO_4$ HUEBNERITE
48.1.1.2 **ВОЛЬФРАМИТ** $(Fe,Mn)WO_4$ WOLFRAMITE
48.1.1.3 **ФЕРБЕРИТ** $FeWO_4$ FERBERITE

Крист.[1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}8255 : 1 : 0{,}8664$; β 90°28′;[2] $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0495 : 0{,}8664 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1542 : 1{,}2114 : 1$; μ 89°32′; p_0' 1,0496, q_0' 0,8664, x_0' 0,0081

Формы[3]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	0°28′	89°32′	90°00′	.....	89°32′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	89 32	.....
r	120	31 12	90 00	0 00	31 12	89 45½	58 48
m	110	50 27½	90 00	0 00	50 27½	89 38½	39 32½
l	210	67 34	90 00	0 00	67 34	89 34	22 26
h	310	74 37	90 00	0 00	74 37	89 33	15 23
f	011	0 32	40 54½	89 32	49 05½	40 55½	89 39
t	102	90 00	28 03	61 57	90 00	27 35	61 57
y	$\bar{1}02$	—90 00	27 19½	117 19½	90 00	27 47½	117 19½
Δ	112	50 53½	34 28½	61 57	69 04½	34 07	63 56½
ω	111	50 40½	53 49	43 24	59 14	53 27½	51 21½
e	$\bar{1}12$	—50 01½	33 59½	117 19½	68 57	34 21	115 22
o	$\bar{1}11$	—50 14½	53 34	136 10	59 02	53 55½	128 12½
σ	121	31 24	63 46½	43 24	40 02	63 32	62 08
s	$\bar{1}21$	—31 00½	63 41	136 10	39 48	63 55	117 30

Менее обычные, редкие или сомнительные формы:

T	150	M	510	g	103	z	113	τ	321	Ω	10.5.7
P	140	N	11.2.0	χ	101	A	337	U	541		
S	7.11.0	j	610	H	904	ψ	$\bar{5}52$	W	572		
J	320	L	710	γ	$\bar{1}.0.11$	B	123	V	$\bar{1}22$		
R	15.7.0	n	810	δ	$\bar{3}04$	E	5.9.14	α	$\bar{1}32$		
C	940	η	013	λ	$\bar{1}01$	p	214	d	$\bar{2}11$		
F	520	φ	095	β	$\bar{4}03$	D	313	k	$\bar{6}14$		
q	830	w	021	ζ	$\bar{5}02$	X	754	π	012		
G	720	u	104	Γ	$\bar{2}01$	$\varkappa$	211	I	403		

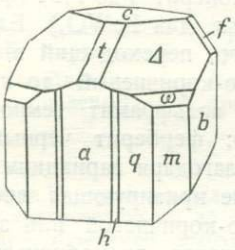
Структ. ячейка[4]. Пространственная группа $P2/c$. Размеры ячейки:

	a_0	b_0	c_0	$a_0 : b_0 : c_0$	β
$MnWO_4$ (искусств.)	4,84 *kX*	5,76	4,97	0,841 : 1 : 0,863	90°53′
Гюбнерит	4,82	5,76	4,97	0,837 : 1 : 0,863	90 53
Вольфрамит	4,78	5,73	4,98	0,835 : 1 : 0,869	90 26
Ферберит	4,71	5,69	4,95	0,828 : 1 : 0,870	90 00
$FeWO_4$ (искусств.)	4,70	5,69	4,93	0,825 : 1 : 0,866	90 00

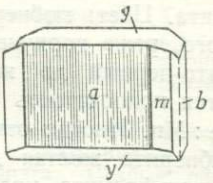
(Гюбнерит из Сильвертона, Колорадо, содержит 0—5% FeO и около 20% MnO; вольфрамит из Циннвальда, Чехия, содержит 5—15% FeO и около 14% MnO; ферберит из Колорадо содержит 15—25% FeO, 2—8% MnO.)

В элементарной ячейке содержится $(Mn,Fe)_2(WO_4)_2$.

Облик. Гюбнерит обычно призматический до длиннопризматического по [001], менее часто короткопризматический и уплощенный или таблитчатый по {100}. Покрыт штриховкой или бороздками



Вольфрамит. Боливия.



Вольфрамит. Боливия. Двойник по {100}.

вдоль [001]. Обычные формы: *b n a q h t f c*. Часто в виде больших групп параллельных или субпараллельных кристаллов; менее часто в виде полусферических радиальных групп кристаллов.

Вольфрамит обычно короткопризматический по [001], менее часто длиннопризматический и несколько уплощенный или таблитчатый по {100}; реже вытянутый вдоль [010] или уплощенный по {001}; иногда таблитчатый по $\{10\bar{2}\}$, $\{\bar{1}02\}$ или {010}; иногда изометрический. Обычные формы: *a l m t f c b*. Часто покрыт штриховкой вдоль [001]; реже {001} покрыты штриховкой вдоль [010]; в виде больших групп субпараллельных кристаллов; также пластинчатый или плотный зернистый; реже в виде переплетенных сростков игольчатых кристаллов.

Ферберит обычно вытянут вдоль [010] и несколько уплощен по {100}. Обычно покрыт штриховкой вдоль [001]; грани {001} часто покрыты штриховкой вдоль [010]. Менее часто короткопризматический по [001] и уплощен по {100}. Обычные формы: *c b a m l t f*. Кристаллы часто имеют клинообразную форму. Также в виде групп удлиненно-пластинчатых кристаллов или массивный.

В кристаллах этой серии грани t {102}, y {$\bar{1}$02} и c {001} обычно грубые, покрыты штриховкой или неровные; t и y, как правило, развиты весьма неясно.

Двойники. 1) У всех членов этой серии[5] обычно наблюдается двойниковая плоскость {100}. Часто в виде простых двойников срастания с двойниковой плоскостью (100) или реже (001); также в виде двойников прорастания, иногда напоминающих карлсбадские двойники ортоклаза; очень редко пластинчатые. 2) Двойниковая плоскость {023} обычна для вольфрамита и ферберита.[6] Обычно в виде простых двойников срастания, реже в виде полисинтетических двойников или двойников прорастания.

Физ. Спайность по {010} совершенная; иногда наблюдается отдельность по {100}, {102}. Кристаллы часто показывают хорошо развитую зональную структуру роста с более или менее четкой отдельностью параллельно внешним граням. Излом неровный. Хрупкий. Тв. 4—4$^1/_2$, наибольшая в образцах с высоким содержанием железа; твердость на {001} больше, чем на {010}.[14] Уд. в. увеличивается с увеличением содержания Fe от 7,12 (гюбнерит[7]) до 7,51 (ферберит[8]); 7,25 (вычисл. для $MnWO_4$), 7,60 (вычисл. для $FeWO_4$). Блеск полуметаллический до металлически-алмазного, переходящий в смолистый у гюбнерита. Цвет: гюбнерит желтовато-коричневый до красновато-коричневого, реже коричневато-черный; вольфрамит темносерый или коричневато-черный до железо-черного; ферберит черный. Иногда наблюдается полосчатость в окраске благодаря вариациям в соотношении Fe : Mn. Иногда отмечается также иризирующая побежалость. Черта гибнерита желтая до красновато-коричневой или зеленовато-серая; у вольфрамита красновато-коричневая до коричневато-черной и черной; у ферберита коричневато-черная до черной. Гюбнерит прозрачен; прозрачность уменьшается с увеличением содержания Fe, и ферберит почти или совсем непрозрачный. Члены этой серии с большим содержанием железа слабо магнитны.

Опт. В проходящем свете желтый, оранжевый, оливково-зеленый, красный, красновато-коричневый или коричневый. Члены серии с высоким содержанием Fe прозрачны лишь в очень мелких зернах. Часто наблюдается плеохроизм,[12] особенно в материале с большим содержанием Mn, с абсорбцией $Z > Y > X$. Показатели преломления возрастают с увеличением содержания Fe как в области инфракрасных,[37] так и в области видимых лучей.

Ориентировка	1	2	3
λ	Li		
X b		2,17 ± 0,01	2,20 ± 0,02
Y		2,22 ± 0,01	
$Z \wedge c$ 17 до 21° в остром углу[9]		2,32 ± 0,01	2,30 ± 0,02
Знак		+	+
$2V$	75°	73 ± 5° (вычисл.)	Большой

1. Искусственный $MnWO_4$.[10] 2. Гюбнерит, рудник Саут-Хомстейк, Уайт-Окс, Нью-Мексико (0,55% FeO).[11] 3. Гюбнерит, Пони, Монтана.[11]

Ориентировка	4	5	6
λ	Li	Li	Li
X b	2,26 ± 0,02	2,31 ± 0,03	
Y	2,32 ± 0,02		2,40 ± 0,03
Z ∧ *c* 17 до 21° в остром углу [9]	2,42 ± 0,02	2,46 ± 0,03	
Знак	+		
2*V*	78°36′ (вычисл.)		

4. Вольфрамит, Корнуолл, Англия.[11] 5. Вольфрамит, округ Марипоза, Калифорния.[11] 6. Ферберит, участок Нуггет, Роллинсвилл, округ Джиплин, Колорадо.[11]

Плеохроизм [12]

Сильвертон, Колорадо (гюбнерит, 2,91 FeO)	Рудник, Пелагатос, Кончукос, Перу (гюбнерит, уд. в. 7,09, в разрезах различной толщины)			Визеу, Португалия (вольфрамит, 5,87 FeO)
X зеленый	Яркожелтый	Оранжево-красный	Оранжево-красный	Светлый красновато-коричневый
Y желтовато-коричневый	Зеленовато-коричневый	Оранжево-красный	Яркий красный	Красновато-коричневый
Z	Оливково-зеленый	Кирпично-красный	Темнокрасный	Темный красно-коричневый почти черный

В аншлифах [13] серый до белого, по цвету напоминающий сфалерит; с густыми коричневато-красными до кроваво-красных внутренними рефлексами, которые более отчетливо выражены у гюбнерита. Слабый плеохроизм отражения. Отчетливо анизотропный. Проценты отражения: зеленого 17, оранжевого 15, красного 14 (вольфрамит).

Хим. Вольфрамит марганца и железа, $(Mn,Fe)WO_4$. Имеется полная серия изоморфного замещения между Mn'' и Fe''. Названия разновидностей, употребляемые [15] при различных пределах соотношений в составе, приведены ниже:

Назв.	Атомные проценты		Весовые проценты	
	Fe	Mn	FeO	MnO
Гюбнерит	0—20	100—80	0—4,8	23,4—18,7
Вольфрамит	20—80	80—20	4,8—18,9	18,7—4,7
Ферберит	80—100	20—0	18,9—23,6	4,7—0

Отклонения в отношении $(Mn,Fe) : W = 1 : 1$, наблюдаемые в некоторых анализах ферберита и других членов этой серии, связаны, вероятно, с неточностями в анализах. Часто отмечается наличие небольших количеств Ca, что, очевидно, связано с присутствием микроскопических включений шеелита.[15] Nb и Ta отмечаются иногда в количествах до 2,2 весовых процентов $(Nb,Ta)_2O_5$ (анал. 7); неизвестно, являются ли эти элементы составной частью минерала,

возможно, замещающей W, или, как это, по крайней мере, имеет место в отдельных случаях,[15] их присутствие связано с включениями колумбита-танталита. Спектроскопически в вольфрамитах были обнаружены[16] следующие элементы: Sc, In, Ti, V, Mo, Al.

Анал.[17]

	1	2	3	4	5
MnO	23,42	23,40	20,54	20,29	12,55
FeO		0,24	3,01	5,33	10,81
CaO		0,13			0,80
MgO					0,12
WO_3	76,58	75,58	75,12	74,78	74,84
$(Nb,Ta)_2O_5$		0,05			0,26
Прочие		0,62			1,00
Сумма	100,00	100,02	98,67	100,40	100,38
Уд. в.	7,25	7,177			7,272

1. $MnWO_4$. 2. Гюбнерит. Область Анкомпагре, округ Урей, Колорадо.[18] Прочие: SiO_2. 3. Гюбнерит. Округ Лоуренс, Южная Дакота.[19] 4. Вольфрамит. Бодиоза, Визеу, Португалия.[2] 5. Вольфрамит. Корнуолл, Англия.[21] Прочие: SiO_2 0,30, Fe_2O_3 0,70.

	6	7	8	9	10
MnO	8,31	3,37	1,41	0,19	
FeO	15,75	18,18	22,54	24,37	23,65
CaO		0,24			
MgO			0,18	следы	
WO_3	75,45	73,74	75,07	75,21	76,35
$(Nb,Ta)_2O_5$	следы	2,20			
Прочие	0,23	2,06	0,88		
Сумма	99,74	99,79	100,08	99,77	100,00
Уд. в.	7,10	7,162	7,283	7,079	7,60

6. Вольфрамит. Бёрнт Хилл-Брук, округ Йорк, Нью-Брансуик, Канада.[22] Прочие: SiO_2 0,23. Среднее из трех близко совпадающих анализов. 7. Ферберит. Каве-Крик, округ Марипоза, Аризона.[21] Прочие: CuO 1,34, SiO_2 0,72. $(Nb,Ta)_2O_5$ содержит Ta_2O_5 1,50, Nb_2O_5 0,70. 8. Ферберит. Риддархиттан, Швеция.[23] Прочие: SiO_2 0,88, MoO_3 следы. 9. Ферберит (*рейнит, reinite*) Курасава, провинция Кай, Япония.[24] 10. $FeWO_4$.

Испытание. Вольфрамит и ферберит легко плавятся (2,5—3), образуя перл, который по охлаждении имеет кристаллическую поверхность. Гюбнерит плавится менее легко. Сплавленный вольфрамит сильно магнитен, а чистый ферберит не магнитен. Члены этой серии более или менее сильно разлагаются при длительной обработке их в горячей концентрированной серной или соляной кислотах; также разлагаются в царской водке с выделением окиси вольфрама.

Местонахождение.[25] Члены серии вольфрамита представляют главную руду на вольфрам. Основные типы месторождений могут быть схематически классифицированы следующим образом: 1) В грейзенах, в богатых кварцем жилах или в пегматитовых жилах, непосредственно связанных с интрузивными породами гранитного типа. Многие из место-

рождений относятся к так называемым *пневматолитическим*. Сопутствующими минералами являются: касситерит, арсенопирит, гематитовая слюдка, турмалин, литиевая слюда, топаз и, менее обычно, берилл, флюорит, данбурит, молибденит, шеелит и самородный висмут. В гранитных пегматитах нормального типа, таких, например, как в Новой Англии, вольфрамит встречается редко. 2) В высокотемпературных гидротермальных жилах, которые часто генетически связаны с месторождениями предыдущего типа. Сопутствующими минералами являются различные сульфиды, в частности пирротин, пирит, халькопирит, арсенопирит и висмутин, совместно с касситеритом, шеелитом, самородным висмутом, молибденитом, гематитом, магнетитом, турмалином, топазом, альбитом, апатитом и данбуритом. В данном и предыдущем типе месторождений часто отмечается изменение боковых пород с развитием там турмалина, слюды, топаза, флюорита, кварца и хлорита. 3) В мезотермальных жилах, обычно непосредственно не связанных с месторождениями предыдущего типа. В данном типе месторождений преобладают сульфиды; иногда может присутствовать касситерит. Среди других минералов, связанных с этим типом, отметим шеелит, самородный висмут, висмутин, тонкозернистый кварц, сидерит и менее часто барит, флюорит, турмалин и адуляр. Вольфрамит и ферберит в данном случае иногда являются почти единственными рудными минералами. 4) Гюбнерит и менее часто вольфрамит иногда встречаются в очень малых количествах в эпитермальных жилах, таких как Тонопа, Невада, и Криппл-Крик, Колорадо. 5) В виде исключения в небольших количествах вольфрамит был встречен в контактово-метаморфических месторождениях, связанных с гранитными интрузиями совместно с шеелитом, диопсидом, аксинитом и другими силикатами. 6) В аллювиальных и элювиальных отложениях.

Здесь могут быть указаны только немногие из наиболее важных рудных районов и местонахождений, имеющих особый интерес. Главные промышленные месторождения ферберита имеются в США, особенно в округе Боулдер, Колорадо. Небольшие количества или отдельные образцы были найдены в Германии в районе Эренфридерсдорф, Саксония, и в Ёльснитце, Фогтланд; во Франции в департаменте От-Вьенн; в месторождении криолита в Ивигтуте, Гренландия; в Калакалани, Колкири, Боливия; в Новом Южном Уэльсе и в Квинсленде. Первоначально ферберит был найден в кварцевых жилах близ Акиласа в Сьерра-Альмагрера в Южной Испании. Гюбнерит является менее важным рудным минералом, чем вольфрамит или ферберит. Он разрабатывается в США, в Перу Морокоча и в районе Кончукос, а также в Новом Южном Уэльсе и в Квинсленде. Также встречен наряду с другими местонахождениями в Шлаггенвальде, Чехия (*мегабазит*, *megabasite*), и во Франции у Валькрозе, Ложер, Центральный французский массив, и в Адервьей, Верхние Пиринеи.

Вольфрамит широко распространен и часто является важной рудой на вольфрам. Главным образом поступает из Китая, США, Португалии,

Корнуолла, Боливии, полуострова Малайя, Бирмы и Австралии. Среди наиболее важных или интересных мастонахождений можно отметить Шнееберг, Циннвальд, Альтенберг и Аннаберг в Саксонии; Нойдорф и Харцгероде в Гарце, Германия; Шлаггенвальд и Циннвальд, Чехия. Во Франции в Бретани и департаменте От-Вьенн. В СССР в районе Нерчинска и кое-где в Забайкалье. Важные месторождения вольфрамита издавна разрабатываются в Корнуолле, Англия, где минерал этот встречается [26] в касситоритовых жилах с турмалином. Найден в провинции Бейра-Баша, Португалия, и в провинциях Оренсе и Кордова, Испания. В Африке, в области Мьюту-Файдс-Ставорен в Трансваале. Многочисленные важные месторождения имеются в Малайе и Бирме, главным образом в районах Тавой и Моучи, и в Австралии. Здесь могут быть отмечены районы Дипуотер, Эммавиль, Барьер Рейндж, и Ардлетан в Новом Южном Уэльсе [28] и район Хебертон в Квинсленде; также в Тасмании. Вольфрамит разрабатывается и в Японии, Бирме, Сиаме и Корее. Богатейшие и наиболее обширные мировые месторождения вольфрамита имеются в Южном Китае в горах Наньлин. [36] Здесь этот минерал найден главным образом в гипотермальных жилах совместно с касситоритом, молибденитом, арсенопиритом и висмутином; также с касситоритом в грейзенах и с шеелитом, молибденитом и касситоритом в пегматитах. Вольфрамит также встречен в многочисленных местах в Боливии [27], в том числе в Чикот-Гранде, Льяльягуа, Тасна, и Чикоте; кроме того, в Аргентине в Сьерра-де-Кордова и в Сьерра-де-Сан-Луис.

В США члены серии вольфрамита найдены в промышленных количествах в целом ряде мест в западных штатах. Основным районом добычи этих минералов является округ Боулдер и прилегающая к нему северная часть округа Гилпин, Колорадо. [29] Здесь ферберит, местами красиво окристаллизованный, встречается как основной рудный минерал в мезотермальных жилах среди рассланцованных и разрушенных участков в гранитах и гнейсах совместно с небольшим количеством тонкозернистого кварца и спорадическими выделениями гематита, магнетита, шеелита, пирита и других сульфидов, адуляра и теллуридов. Другие местонахождения в районе Колорадо включают область Анкомпагре в округе Урей (гюбнерит) и близ Сильвертона и Гладстона в округе Сан-Хуан (гюбнерит). В Айдахо найден в районе Блу-Уинг, округ Лемхи (гюбнерит), совместно с молибденитом и другими сульфидами и серебристым тетраэдритом; также близ Солджер-Маунтин, округ Камас (ферберит). Небольшие количества гюбнерита добывались в районе Бьютт, Монтана. Вольфрамит и незначительные количества гюбнерита и ферберита добывались в Южной Дакоте из жил и пегматитов Хилл-Сити, Оревилл, и Кейстон, округ Пеннингтон, и в окрестностях Дедвуд, округ Кастер. В Нью-Мексико найден в Коппер-Маунтине в районе Пикурис, округ Таоса (вольфрамит), в районе Элизабеттаун, округ Колфакс (ферберит), и в районе Ногаль и Уайт-Окс, округ Линкольн (гюбнерит). Гюбнерит был пер-

воначально описан из жил Эри и Энтерприса близ Элсворта в районе Маммот, юго-западнее Остина, Невада. Также в районе Риган, севернее Осиола, Невада. Члены серии вольфрамита добываются в многочисленных месторождениях в Аризоне,[30] среди которых могут быть отмечены район Каве-Крик, округ Марикопа (ферберит), рудник Бориана, горы Уалпай, округ Мохав, где вольфрамит встречается в кварцевых жилах совместно с шеелитом и халькопиритом; район Юрика в округе Явапаи; и в горах Литль-Драгун в округе Кочис, где кварцевые жилы содержат гюбнерит, шеелит и флюорит.

Изменения. Члены серии вольфрамита химически сравнительно устойчивы и часто встречаются в виде аллювиальных или элювиальных накоплений, но иногда они оказываются разложенными на окислы железа и марганца, ферритунгстит, гидротунгстит или тунгстит. Вольфрамит и ферберит были найдены в виде весьма совершенных псевдоморфоз по шеелиту (Трумбуль, Коннектикут[31] и *рейнит* из района Кимбосан, Япония). Шеелит обычно образуется позднее, чем вольфрамит; часто наблюдается более или менее полное замещение вольфрамита шеелитом. Были отмечены псевдоморфозы по вольфрамиту кварца, гаматита, марказита и каолина и псевдоморфозы кварца по гюбнериту.

Искусств. Члены серии вольфрамита были получены в виде хороших кристаллов из расплава[32] Na_2WO_4, NaCl и $MnCl_2$ или $FeCl_2$; также при сильном нагревании смеси WO_3 и Fe_2O_3 в струе газа HCl, где ферберит, тунгстит и магнетит последозательно кристаллизуются в холодном конце трубки.[33] Искусственные $MgWO_4$, $ZnWO_4$, $NiWO_4$ и $CoWO_4$ изоструктурны с $(Mn,Fe)WO_4$.[34]

Назв. Происхождение названия *вольфрамит* неизвестно. Согласно данным Агриколы, название *вольфрам* происходит от *volf*, *wolf* — *волк* и *rahm*, *ram* — *пена*, *пенка*, *копоть* (*латинск. Lupi spuma*). Это название возникло, вероятно, в связи с тем, что данный элемент образовывался в виде нежелательной накипи при плавке оловянных руд, содержащих вольфрам, а также в связи с тем, что он был ошибочно принят за сурьмяную руду, а *lupus* и *wolf* — это термины алхимиков для обозначения сурьмы. С другой стороны, это название произошло, может быть, от *Wolfrig* или аналогичных других терминов, использовавшихся старыми саксонскими горняками для обозначения вольфрамита, в связи с тем, что он, присутствуя в свинцовых рудах, сокращает — съедает или уничтожает — количество свинца при обогащении или плавлении. Прайс (Pryce) отмечает, что вольфрамит рассматривался старыми Корнуоллскими горняками на оловянных рудниках как нежелательная примесь, имеющая тот же удельный вес, что и касситерит, и которая не может быть механически отделена от него; в настоящее время для этих целей используются методы магнитной сепарации.

Гюбнерит назван по имени Адольфа Гюбнера (Adolf Hübner), металлурга во Фрейберге, Саксония. *Riotte* (*Reese River Reveille*,

Austin, Nevada, 1865); *Credner* (*B. H. Ztg.*, **24**, 370, 1865). *Мегабазит* от μέγας — *больше*, и βάσις — *основание*, в связи с тем, что он всегда содержит большее количество оснований, чем вольфрамит. *Ферберит* по имени Рудольфа Фербера (Rudolph Ferber) в Гера, Германия. *Рейнит* — по имени Рейна (Johannes Justus Rein, 1835 — ?), немецкого географа и путешественника, привезшего первые образцы этого минерала из Японии. *Блюмит* (см. синонимы) (не блюмит Фишера = биндгеймиту) — по имени немецкого минералога Блюма (Johann Reinhard Blum, 1802—1883), профессора минералогии в Гейдельберге.

В более старой литературе и в некоторых современных технических статьях термин *вольфрамит* применяется ко всем членам этой серии.

РЕЙНИТ, Reinite. Это название дано предполагавшейся тетрагональной модификации $FeWO_4$. Было показано,[35] что это псевдоморфоза вольфрамита по шеелиту. *Fritsch* (*Zs. Nat. Halle*, **3**, 864, 1878), *Luedecke* (*Jb. Min.*, 286, 1879).

Синонимы. Гюбнерит. Manganowolframit *Weisbach* (40, 1875). Megabasit *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **11**, 189, 1852). Blumit *Breithaupt*, *Liebe* (*Jb. Min.*, 652, 1863). Manganese tungstate. Hübnerite.

Вольфрамит. Lupi Spuma, Lapis niger ex quo conflatur candidum plumbum (= олово) *Agricola* (*De Natura Fossilium*, 255, 1546). Wolfram *Henckel* (171, 1725). Volfram, Wolffram, Ferrum arsenico mineralisatum, Spuma lupi *Wallerius* (268, 1747; **1**, 484, 1753). Wolf, Wolfart, Wolfort, Wolfrig, Wolffert, Wolfrath, Woolferam (у горняков оловянных рудников Саксонии и Чехии). *Фр.*: Tungstate ferrugineux, Tungstate manganésié, Écume de loup. *Итал.*: Licafro. Lupus jovis, molybdaenum *Linnaeus* (*Natursystem des Mineralreichs*, *Gmelin*, **3**, 78, 1778). Cal, Call, Gal, Mock-lead (корнуоллские горняки) *Pryce* (317, 321, 324, 1778). Wolfram = Tungstic acid, iron and manganese *J. J.* и *F. de Elhuyar* (*A Chemical Examination of Wolfram and Examination of a New Metal Which Enters into its Composition*, London, 1785). Wolframum, Manganesia, parva cum portoine martis et jovis mixta *Cronstedt* (Magellan's ed., 208, 866, 1788, London); см. также *Cronstedt* (107, 1758). Tungstate of Iron and Manganese, Scheelate of Iron and Manganese. Scheeleisenerz. Schéelin ferruginé *Haüy* (**4**, 314, 1801; **4**, 366, 1822). Prismatisches Scheel-Erz *Mohs*. Prismatic scheelium ore *Haidinger* (**2**, 387, 1825). Wolframit *Breithaupt* (227, 1832). Wolfram, Eisenscheel *Beudant* (**2**, 659, 1832). Wolfram *Dana* (373, 1837).

Ферберит. Ferberit *Liebe* (*Jb. Min.*, 641, 1863), (это название используется Брейтгауптом). Ferrowolframit *Weisbach* (43, 1875). Reinit *Fritsch* (*Zs. Nat. Halle*, **3**, 864, 1878); *Luedecke* (*Jb. Min.*, 286, 1879). Iron tungstate. Ferrotungstat.

Ссылки

1. Первоначально рассматривался Аюи (Haüy, **4**, 366, 1822), Розе (Rose, *Ann. Phys.*, **64**, 175, 1845), Миллером (Miller, 473, 1852) и др. как ромбический. Моноклинная симметрия впервые была отмечена Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. chim. phys.*, **28**, 163, 1850).

2. Углы и отношения осей по Гольдшмидту (Goldschmidt, Winkeltabellen, 366, 1897) как среднее из более ранних измерений Креннера (Krenner, *Min. Mitt.*, **5**, 9, 1875), Де Клуазо (Des Cloizeaux, *Ann. chim. phys.*, **28**, 163, 1850; **19**, 168, 1870) и Зелигманна (Seligmann, *Zs. Kr.*, **11**, 347, 1886). Леви (Lévy, **3**, 362, 1837) дает элементы в другой установке; преобразования от Леви к Гольдшмидту: 101/010/002. Заметных изменений в величине углов между гранями в зависимости от состава не наблюдается — см. данные Schaller

у Гесса и Шаллера (Hess и Schaller, *U. S. geol. Sur., Bull. 583*, 40, 1914). Данные о морфологическом сходстве этого минерала с колумбитом см. Brögger, *Zs. Kr.*, **45**, 87 (1908) и Rose (1845).

3. Список простых форм приведен по данным: Dana (982, 1892); Goldschmidt (**9**, 86, 1923); Hess и Schaller (1914); Koch, *Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hungarici*, **22**, 146 (1925) — *Min. Abs.*, **3**, 101 (1926); Jahn, *Vogtländ. Ges. Naturfor. Mitt.*, No. 3, 1 (1926) — *Min. Abs.*, **3**, 154 (1926); Fisher, *Am. Min.*, **15**, 104 (1930); Franzenau и Tokody, *Math. Naturwiss. Ber aus Ungarn*, **38**, 236 (1931) — *Min. Abs.*, **5**, 135 (1934) и Gordon, *Ac. Sc. Philadelphia, Proc.*, **76**, 335 (1924), **96**, 279 (1944).

4. Broch, *Norsk. Ak., Oslo, Mat.-Nat. Kl., Skrifter*, No. 8 (1929), методом порошка. Отмеченные этим автором колебания в величине отношения осей больше колебаний, обнаруживаемых морфологическим методом. См. также данные Бунина, Климова и Уманского, *Журн. физ. хим. АН СССР*, **14**, 844 (1940), которые дают a_0 4,78 *kX*, b_0 5,73, c_0 4,98.

5. См. Dufrénoy (**2**, 636, 1856; *Atlas*, табл. 74, 1856), Breithaupt (**3**, табл. 16, 1847), Des Cloizeaux (1850), Greg и Lettsom (352, 1858), Schneiderhöhn и Ramdohr (**2**, 607, 1931).

6. См. Hess и Schaller (1914); Jahn (1926); Bøggild, *Medd. Grønland.*, No. 32, 179 (1905); Kerndt, *J. pr. Chem.*, **42**, 81 (1847); Rose (1845), Maskelyne (369, 1895), Naumann (**2**, табл. 32, 1830). Пластинчатые двойники неопределенного характера были описаны Purgold, *Isis*, Dresden, 73 (1883).

7. Получен методом микровзвешивания на неанализированных кристаллах из Серро-де-Паско, Перу; кристаллы из Сильвертона, Колорадо, имеют уд. в. 7,17, Mrose (личн. сообщ., 1946). Гиллебранд (Hillebrand, *U. S. Geol. Sur., Bull. 20*, 96, 1885) дает для анализированного материала из Урей, Колорадо, содержащего 0,24 FeO, уд. в. равный 7,177. В литературе для гюбнерита, имеются данные об удельном весе значительно выше, чем 7,12, но они требуют проверки.

8. Kerndt, 1847, на ферберите (Mn : Fe ~ 1 : 4) из Шантелуба, Монтевидео, Эренфриденсдорфа и Нерчинска. Черник, *Zs. Kr.*, **31**, 513 (1899), приводит для почти чистого ферберита из Батуми уд. в. 7,53.

9. Des Cloizeaux [цитировано у Гинтце (Hintze, **1** [3B], 4112, 1929)]; Duparc, *Min. Mitt.*, **38**, 116 (1925); Genth и Penfield, *Am. J. Sc.*, 43, 184 (1892). Грот и Арцруни (Groth и Arzruni, *Ann. Phys.*, **149**, 235, 1873) помещают острую биссектрису в острый угол. Браво (Bravo, *Arch. assoc. peruana Prog. Cienc.*, **1**, 141, 1921 — *Zs. Kr.*, **59**, 487, 1924) сообщает об угле погасания в 3° на плоскости (100) по отношению к [001].

10. Groth и Arzruni (1873).

11. Larsen (157, 1921).

12. См. Tronquoy, *Bull. soc. min.*, **36**, 113 (1913), Larsen (1921), Duparc (1925), Genth и Penfield (1892).

13. Schneiderhöhn и Ramdohr (**2**, 606, 1931) и Short (167, 168, 1940).

14. Tronquoy (1913).

15. Ср. Hess и Schaller (1914, стр. 20, 36, 37) и Van Horn, *Am. Min.*, **15**, 461 (1930). О содержании Nb, Ta см. также Parga, *Anal. soc. espan. fis. quim.* **28**, 905 (1930).

16. См. Eberhard у Гесса и Шаллера (Hess и Schaller, 1914, стр. 18), Дёльтера (Doelter, **4** [2], 846, 1928) и Перейра-Ферраза (Pereira-Ferraz, *C. R.*, **173**, 1170, 1921).

17. Дополнительные анализы см. Hess и Schaller (1914) и Doelter (**4** [2], 825, 1928); также Ahlfeld, *Chem. Erde*, **7**, 121 (1932); Parga (1930); Angelelli и Chaudet, *Rev. Min., Soc. Argentine. Min. Geol.*, **10**, 74 (1939); Ellsworth и Jolliffe, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 40, 71 (1937); Lacroix, *Bull. serv. Geol. Indochine*, **20**, 1933 — *Min. Abs.*, **6**, 21 (1935).

18. Hillebrand, *U. S. Geol. Sur., Bull. 20*, 96 (1885).

19. Headden, *Proc., Colorado Sc. Soc.*, **8**, 175 (1906).

20. Duparc, *Min. Mitt.*, **38**, 117 (1925).
21. Wherry, *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **47**, 501 (1914).
22. Swanson, *Univ. Toronto Stud., Geol. Ser.*, No. 20, 28 (1925).
23. Assarson у Гейера (Geijer, *Geol. För. Förh.*, **45**, 434, 1923).
24. Анал. Кодера (Kodera) у Вада (Wada, *Minerals of Japan*, 76, 1904).
25. См. также Hess, *U. S. Geol. Sur., Bull. 652* (1915); Hintze (**1** [3B], 4103, 4117, 4143, 1929); Lindgren (1933; стр. 596, 659, 761); Kerr, *Geol. Soc. Am., Mem.*, **15** (1946); Li и Wang (*Tungsten*, New-York, 1943).
26. Ср. Dewey и Bromehead (*Mem. Geol. Sur., 1916, Spec. Rpt.*, Tungsten and Manganese Ores).
27. Ср. Ahlfeld и Reyes (1938; стр. 63).
28. Ср. Smith, *Mineralogy of New-South Wales, Dept. of Mines, Min. Res.*, No. 34, 1926, стр. 132.
29. Hess и Schaller (1914); Loomis, *Econ. Geol.*, **32**, 952 (1937); Lovering, *Econ. Geol.*, **36**, 229 (1941).
30. Wilson, *Arizona Bureau of Mines, Geol. Ser., Bull.* No. 148 (1941).
31. Warren, *Am. J. Sc.*, **11**, 369 (1901); также Hintze (**1** [3B], 4067, 4113, 1929).
32. Geuther и Forsberg, *Ann. Chem. Pharm.*, **120**, 270 (1861); Michel, *Bull. soc. min.*, **2**, 142 (1879).
33. Debray, *C. R.*, **55**, 287 (1862); **64**, 603 (1866).
34. Machatschki, *Zs. Kr.*, **67**, 163 (1928) и Broch (1929).
35. Ср. Wada (1904, стр. 76) и Jimbo, *Beitr. Min. Japan*, No. 5, 256 (1915).
36. Ke-Chin Hsu, *Econ. Geol.*, **38**, 431 (1943); Juan, *Econ. Geol.*, **41**, 399 (1946).
37. Bailly, *Soc. géol. Belgique, Ann.*, **65**, B133 (1942).

МИНЕРАЛ БЕЗ НАЗВАНИЯ. *MacGregor* (*Min. Mag.*, **27**, 157, 1945). Вероятно, моноклинный танталат марганца, найденный в виде радиальнолучистых, сдвойникованных игл в грейзенах в Бикита, Южная Родезия.

48.1.2 САНМАРТИНИТ $(Zn,Fe,Ca)WO_4$ SANMARTINITE

Крист. Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}8004 : 1 : 0{,}8499$; β 90°28′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}0618 : 0{,}8499 : 1$

$r_2 : p_2 : q_2 = 1{,}1766 : 1{,}2493 : 1$; μ 89°32′; p_0' 1,0618, q_0' 0,8499, x_0' 0,0082

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	100	90 00	90 00	0°00′	90 00	85 29	.....
m	110	51 19½	90 00	0 00	51 19½	89 38	38 40½
t	102	90 00	28 19½	61 40½	90 00	27 51½	61 40½
Δ	112	51 45	34 28	61 40½	69 29½	34 06	63 36½

Структ. ячейка.[1] Пространственная группа $P2/c$. a_0 4,712 *kX*, b_0 5,738, c_0 4,958; [β 90°28′]; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}8212 : 1 : 0{,}8641$. Ячейка содержит $(Zn,Fe,Ca)_2(WO_4)_2$. Чистый искусственный[2] $ZnWO_4$ имеет a_0 4,68 *kX*, b_0 5,73, c_0 4,95; β 90°30′; уд. в. 7,79 (вычисл.).

Облик. Тонкозернистые массы, частично в виде микроскопических кристаллов, таблитчатых по {001}, и в виде сетчатых волокнистых агрегатов.

Физ. Спайность по {010} совершенная. Блеск смолистый. Цвет темнокоричневый до коричневато-черного в плотных разностях; микроскопические кристаллы красновато-коричневые с красными внутренними отражениями. Уд. в. 6,70; [6] 7,44 (вычисл. из анал. 1).

Хим. В основном, это вольфрамат цинка с формулой $(Zn, Fe, Ca, Mn)WO_4$, указывающей на небольшое содержание Fe″, Ca и Mn″, замещающих Zn.

Анал.

	1	2	3	4
CaO		1,48	1,54	6,32
ZnO	25,98	18,18	15,74	11,70
FeO		7,24	8,28	7,74
MnO		1,73	1,00	0,74
WO_3	74,02	72,62	71,70	71,20
Нерастворимый ост.		0,24	1,10	1,80
Сумма	100,00	101,49	99,36	99,50

1. $ZnWO_4$. 2. Сан-Мартин, Аргентина. [3] В оригинале сумма была дана как 101,25. 3,4. Сан-Мартин. Предварительные анализы. [4]

Местонахождение. Найден с виллемитом как продукт изменения шеелита в кварцевой жиле в Лос-Серрильос, близ Сан-Мартина, департамент Сан-Мартин, провинция Сан-Луис, Аргентина.

Искусств. [5] Получен при нагревании чистых окислов, взятых в стехиометрическом отношении при 800°.

Назв. *Angelell* и *Gordon* (*Ac. Sc. Philadelphia, Not. Nat.*, № 205, апрель, 1948).

Ссылки

1. Методом порошка; пространственная группа выведена по предполагаемой изоструктурности этого минерала с вольфрамитом.
2. Broch, *Norsk, Ak. Skr.*, No. 8 (1929).
3. Анал. Холлоуэлла (Hallowell) у Ангелелли и Гордона (Angelelli и Gordon, 1948).
4. Lab. of Direc. de Minas y Geol., Buenos Aires.
5. Mellor (**11**, 788, 1931).
6. Weiss у Ангелелли и Гордона (Angelelli и Gordon, 1948), пикнометрическим методом.

ГРУППА ШЕЕЛИТА И ВУЛЬФЕНИТА

ТЕТРАГОНАЛЬНЫЕ

	$a_0 : c_0$	a_0	c_0
Группа шеелита			
Шеелит, $CaWO_4$	1 : 2,165	5,246 *kX*	11,349
Повеллит, $CaMoO_4$	1 : 2,187	5,23	11,44
Группа вульфенита			
Штольцит, $PbWO_4$	1 : 2,207	5,452	12,031
Вульфенит, $PbMoO_4$	1 : 2,236	5,401	12,079

Структура типа шеелита возникает в целом ряде оксисолей типа AXO_4 в том случае, когда они содержат крупные ионы X, обычно представленные I, W или Mo, и сравнительно крупные катионы. Шеелит и повеллит, вероятно, принадлежат к тетрагонально-дипирамидальному ($4/m$) виду симметрии. У вульфенита, однако, горизонтальная плоскость симметрии, вероятно, отсутствует и его вид симметрии тетрагонально-пирамидальный (4), хотя его структура[1] и структура более редкого минерала штольцита очень сходны, если не тождественны со структурой шеелита. Распит является моноклинной полиморфической модификацией штольцита. Возможно, что полные серии изоморфизма, включающие взаимное замещение W и Mo, прослеживаются как в серии шеелит — повеллит, так и в серии вульфенит — штольцит. Вульфенит, штольцит и особенно повеллит являются вторичными минералами, в то время как шеелит представляет собой типичный высокотемпературный гидротермальный или скарновый минерал, хотя иногда он встречается как низкотемпературный и как вторичный.

Ссылки

1. См. Sillén и Nylander, *Ark. Kemi*, **17A**, No. 4 (1943).

48.1.3.1 **ШЕЕЛИТ** $CaWO_4$ SCHEELITE

Крист.[1] Тетрагональная; дипирамидальный — $4/m$.

$a : c = 1 : 2{,}1717$; $p_0 : r_0 = 2{,}1717 : 1$

Формы[2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
β	013	0°00′	35 54	90 00	65 30
p	011	0 00	65 16½	90 00	50 02½
o	114	45 00	37 31	64 29½	90 00
e	112	45 00	56 55½	53 40	90 00
g	134	18 26	59 47	74 08½	67 16
h	123	26 34	58 17½	67 38½	74 23½
s	121	26 34	78 22	64 01½	71 57½

Менее обычные:

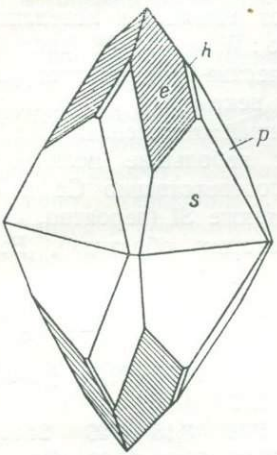
f 014 v 012 d 1·1·10 k 235 δ 132 t 354

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $I4_1/a$. a_0 5,246 kX, c_0 11,349; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}165$. Ячейка содержит $Ca_4(WO_4)_4$.

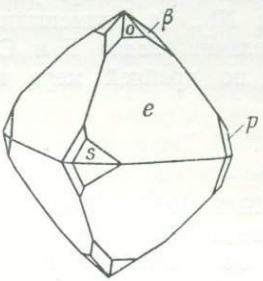
Облик. Октаэдрический с преобладающими гранями {011} или {112}; иногда таблитчатый по {001}. {001} обычно неровные; {112} часто покрыты диагональной штриховкой, обычно параллельной ребру [$\bar{3}$11], то есть пересечению с {121}. Также плотный, зернистый; столбчатый.

Двойники.[4] Обычны по {110}; двойники прорастания более часты, чем двойники срастания. Плоскость срастания обычно (110); также (001).

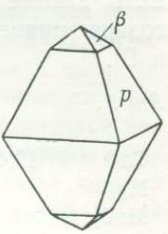
Травление.[5] Фигуры травления отвечают тетрагонально-дипирамидальной симметрии, за исключением тех случаев, когда используются оптически активные растворители.



Фрамонт.



Саннотаке, Япония.



Траверселла.

Ориентированные срастания.[27] На вольфрамите с {001} [110] шеелита параллельно {010} [001] вольфрамита.

Физ. Спайность по {101} ясная, по {112} прерывистая, по {001} обычно неясная.[6] Излом неровный до полураковистого. Тв. $4^1/_2$—5. Уд. в. $6{,}10 \pm 0{,}02$, 6,09 (вычисл.); уд. в. уменьшается с увеличением замещения Mo, с уд. в. 5,9 для материала с MoO_3 примерно $8{,}0\%$ и уд. в. 5,48 для материала с MoO_3 $24{,}0\%$ (анал. 9). Блеск стеклянный, переходящий к алмазному. Бесцветный до белого, обычно желтовато-белый, бледножелтый или коричневатый; также зеленоватый, серый, красноватый, оранжево-желтый. Материал с малым содержанием Mo или без Mo обычно белый или почти белый. Иногда темнозеленый благодаря поверхностному изменению в купротунгстит. Черта белая. Прозрачный. Под воздействием рентгеновских лучей, коротковолновых ультрафиолетовых и катодных лучей флюоресцирует в ярких голубовато-белых тонах. С увеличением содержания Mo[25] флюоресценция переходит в белую до желтовато-белой. Термолюминисцирует.

Опт. В проходящем свете бесцветный. Иногда проявляется слабое аномальное двупреломление. Показатели преломления, вероятно, уменьшаются с увеличением содержания Mo, но точные данные

отсутствуют. Одноосный положительный (+). Показатели преломления:[7]

λ	667	*C*	*D*	570	533	*E*	475
nE	1,9263	1,9281	1,9365	1,9375	1,9442	1,9368	1,9525
nO	1,9107	1,9124	1,9200	1,9208	1,9273	1,9298	1,9344

Хим. Вольфрамат кальция, $CaWO_4$. W может замещаться Mo; наблюдается серия частичного изоморфизма от шеелита к повеллиту, $CaMoO_4$, до соотношения, по крайней мере, Mo : W = 1 : 1,38 (анал. 9). Обычно шеелит содержит небольшие количества Mo, но этот элемент не выявлялся в большинстве старых и некоторых современных анализах. Часто имеются зоны роста с различным отношением W : Mo и различной окраской. Часто присутствуют небольшие количества редких земель[8] и Nb, Ta,[9] замещающие соответственно Ca и W. Есть данные о наличии следов F и Cl;[10] также Si (вероятно, благодаря примесям, по крайней мере, в некоторых образцах), Fe[11] и Bi.[11]

Анал.[12]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CaO	19,47	19,49	19,57	19,43	19,23	18,33	19,73	20,33	[22,43]
MgO		следы	0,05	следы	0,55	1,67			
MoO_3		0,07	0,58	0,72	1,47	2,46	3,15	8,23	24,01
WO_3	80,53	80,17	79,51	79,68	78,75	77,35	77,03	71,08	[53,56]
Прочие			0,25						
Сумма	100,00	99,73	99,96	99,83	100,00	99,81	99,91	99,64	[100,00]
Уд. в.		6,02						5,88	5,484

1. $CaWO_4$. 2. Шварценберг, Саксония.[13] Внешний коричневатый слой, покрывающий белое ядро, содержит лишь следы MoO_3. Первоначальная сумма равна 99,83. 3. Траверселла.[14] Желтый кристалл. Прочие: Nb_2O_5 0,08, Ta_2O_5 0,02, следы. 4-5.6.7. Траверселла.[15] Цвет: 4 — оранжево-желтый; 5 — зеленовато-коричневый; 6 — красновато-коричневый; 7 — бесцветный. 8. Циннвальд, Чехия.[13] 9. Амбондромбе, Мадагаскар (*сейригит, seyrigite*).[17]

Разнов. *Молибденистый.* Молибдошеелит *Штрунца* (*Strunz*, Mineralogische Tabellen, 144, 1941). Сейригит Лакруа (*Lacroix*, *C. R.*, **210**, 273, 1940). Содержит Mo, замещающий W, по крайней мере, до 24 весовых процента MoO_3 (Mo : W = 1 : 1,38). Материал более чем с 2 и 3 весовыми процентами MoO_3 очень редок.

Испытание. П. п. тр. плавится с трудом (плавкость 5) в полупрозрачное стекло. Разлагается в HCl и HNO_3, образуя желтый порошок водного окисла вольфрама, который растворяется в аммиаке.

Местонахождение. Шеелит широко распространен в природе и часто представляет собой важную руду на вольфрам. Подобно вольфрамиту, с которым он часто совместно находится, шеелит является типичным высокотемпературным минералом. Основные типы месторождений включают: 1) Контактово-метаморфические месторождения,

образовавшиеся в известняках, контактирующих с гранитными интрузиями. Совместно находятся гранат, диопсид, тремолит, роговая обманка, эпидот, волластонит, везувиан, сфен, аксинит, молибденит, флюорит, с небольшим количеством сульфидов, главным образом пирита и халькопирита, и реже вольфрамит. Контактово-метаморфические породы обычно относятся к тактитам. Главные промышленные месторождения относятся к этому типу. 2) Высокотемпературные, богатые кварцем гидротермальные жилы и грейзены, обычно непосредственно связанные с гранитными интрузиями и содержащие существенные количества вольфрамита и касситерита. Другие минералы, присутствующие совместно с шеелитом, — это турмалин, апатит, топаз, флюорит, слюда, альбит, арсенопирит, пирит, пирротин, молибденит, халькопирит, самородный висмут и висмутин. Шеелит находится в подчиненном количестве и образуется позднее, чем вольфрамит, и часто является лишь акцессорным минералом. 3) В пегматитах, часто лишь как акцессорный минерал, но иногда в довольно значительных количествах (Ореана, Невада). 4) В сравнительно небольших количествах в гидротермальных жилах, образовавшихся при средних и низких температурах (Ледвилл, Колорадо; Боливия; Аттолия, Калифорния). Ниже приводятся некоторые из наиболее важных или интересных месторождений. В вольфрамит-касситеритовых жилах в Циннвальде, Альтенберге и Шварценберге в Саксонии; также в Нойдорфе и Гарцгероде в Гарце и в Тирперсдорфе, Фогтланд. Найден также в оловянных жилах в Циннвальде и Шлаггенвальде в Чехии. В жилах с кальцитом и эпидотом в гнейсах в Унтер-Зульцбахтале и кое-где в Австрийских Альпах. Находки отмечались в жилах альпийского типа в Хаслитале и в некоторых местах в Швейцарских Альпах. В Италии найден с турмалином, флюоритом и халькопиритом в жилах в диоритах Предаццо в Тироле; в Траверселла, Пьемонт, часто в виде хороших кристаллов, и в Герреи, Сардиния. Во Франции главным образом в Меймаке, Коррез, частично измененный в тунгстит (см. *меймакит*), и в Фрамоне в Вогезах, Эльзас. Шеелит является частым, хотя и второстепенным минералом касситеритовых жил в Корнуолле, Англия; найден также с вольфрамитом в Каррок-Феллсе, Камберленд. В СССР шеелит найден в контактово-метаморфических месторождениях в Нуратинских горах, Узбекистан, в Кузнецком Алатау, в Хакассии и в Боевке на Урале. Месторождения шеелита найдены в Бирме и на полуострове Малайя, главным образом в Кинта, где он встречается с флюоритом в контактной зоне. Найден также в различных местах Японии и как второстепенный минерал совместно с вольфрамитом в вольфрамитовом районе Южного Китая. С антимонитом в Хиллгрове, Новый Южный Уэльс, и в горах Рамзай, Тасмания. С вольфрамитом и касситеритом шеелит найден в небольшом количестве в богатых сульфидами жилах в северной Боливии.[18] Важные месторождения встречаются в северо-восточной Бразилии.[26]

В США шеелит найден в промышленных количествах во многих западных штатах. Одно из наиболее крупных промышленных месторождений находится вблизи Милл-Сити, в горах Гумбольдта, Невада, где шеелит встречается [19] в контактово-метаморфических породах. Добывается также в многочисленных других местах в Неваде, главным образом в Сильвер-Дайке, близ Майна, с альбитом и второстепенными сульфидами в жилах, выполняющих трещины; в Ореане [20] с бериллом, олигоклазом, флогопитом и флюоритом в пегматитах; в горном хребте Парадиз; в Аризоне [21] с вольфрамитом в жильных образованиях на руднике Бориана, [6] горах Уалпай, округ Мохав, и в жилах в горах Хуачука, в горах Литтл-Дрэгон, в округе Кочис, в контактовых месторождениях в районе Гельветия и в других местах в округе Пима; в Нью-Мексико в небольших количествах в округе Идальго и в других местах. Важные месторождения шеелита найдены в Калифорнии, главным образом близ Бишопа, округ Инио, в эпитермальных жилах в Атолии, округ Сан-Бернардино, и в Рандсбурге, округ Кёрн. Найден в Айдахо в Йеллоу-Пайне и в районе Кёр-д'Ален, округ Шошон; в Юте в районе Коттонвуд-Американ-Форк и в Минерал-Рейндже, округ Бивер; в Коннектикуте в Лонг-Хилле, Трамбулл, и на руднике Лейн, западнее Монро.

В Канаде найден в районе Бридж-Ривер, Британская Колумбия, с антимонитом и железистым доломитом в низкотемпературных жилах в серпентине и в районах Карибу и Нельсон, Британская Колумбия. Также в жилах кварца в округе Галифакс, Новая Шотландия, и в приходе Марлоу, округ Фронтенак, Квебек.

Изменение. В зоне выветривания шеелит изменяется в тунгстит, гидротунгстит или в присутствии растворов, содержащих медь, — в купротунгстит. Вольфрамит встречается в виде прекрасных псевдоморфоз по шеелиту, а шеелит чаще встречается более или менее полностью замещающим вольфрамит, [22] в обоих случаях, вероятно, в результате гипогенных процессов. По шеелиту были найдены также псевдоморфозы кварца, тунгстита (?), каолина и висмутина.

Искусств. [23] Получен в виде кристаллов при сплавлении Na_2WO_4 с $CaCl_2$ и NaCl, при нагревании осажденного $CaWO_4$ с Ca в струе газа HCl, при добавлении по каплям раствора Na_2WO_4 к водному раствору $CaCl_2$, подкисленному HCl, и как продукт возгонки при нагревании смеси $CaWO_4$ с NaCl и KCl. В искусственных соединениях были найдены [24] серии частичного изоморфизма между $CaWO_4$ и $BaWO_4$. Получен также в виде отдельных кристаллов из расплавов и по методу Вернейля.

Назв. По имени шведского химика Карла Вильгельма Шееле (Karl Wilhelm Scheele, 1742—1786), который в 1781 г. доказал присутствие окиси вольфрама в шеелите. Получение из него металлического вольфрама (*tungsten* от шведского *tung* — *тяжелый* или *тяжеловесный* и *sten*, *stone* — *камень*) было впервые указано испанскими

химиками Дж. Дж. и Ф. де Эльиар (J. J. и F. de Elhuyar) в 1783 г., но прежде это было выполнено Шееле.

Синонимы. Tennspat, Lapides stanniferi spathecei „lik en huit spat" (из Чехии) *Wallerius* (303, 1747). He Tungsten von Bastnaes [=Cerite] *Cronstedt* (*Ak. Stockholm, Handl.*, 1751; 183, 1758). Stannum spathosum subdiaphanum album *Linnaeus* (1768). Tungsten (=вольфрамовая кислота и глина) *Scheelle* (*Ak. Stockholm, Handl.*, 1781). Schwerstein *Werner* (*Bergm. J.*, 386, 1789), *Karsten* (26, 1791). Scheelerz *Karsten* (56, 1800; 74, 1808). Tungstate of Lime. Tungstein. Scheelin calcaire *Haüy* (**4**, 372, 1801). Scheelspath *Breithaupt* (23, 1820). Scheelit *Leonhard* (594, 1821). Calciumwolframite. Calcium tungstate.

Trimontite *Iwase* (1877) у *Harada* (*J. Fac. Sc. Hokkaido Univ.*, **3** [4], 357, 1936); *Wada* (1904, стр. 75). Seyrigite *Lacroix* (*C. R.*, **210**, 273, 1940). Molybdoscheelite *Strunz* (Mineralogische Tabellen, 144, 1941).

СЕЙРИГИТ. Seyrigite. Молибденистый шеелит с MoO_3 24,01% (Mo : W = = 1 : 1,38), найденный в крупных кристаллах совместно с флогопитом, диопсидом, сфеном и кальцитом в пегматитах в Амбондромбе, южный Мадагаскар. Цвет золотисто-желтый. Уд. в. 5,484. *Lacroix* (*C. R.*, **210**, 273, 1940).

Ссылки

1. Доказательство того, что симметрия более низкая, чем тетрагонально-дипирамидальная (4/*m*) отсутствует — ср. вульфенит. Углы по Дауберу (Dauber, *Ann. Phys.*, **107**, 272, 1859); элементы вычислены по структурной ячейке. Преобразования от Даубера (Dauber, 1859), Дэна (Dana, 985, 1892), Гольдшмидта (Goldschmidt, **8**, 12, 1922) к новой: 1$\bar{1}$0/110/002.

2. Goldschmidt (1922). Четкого подразделения на правые и левые формы сделано не было. Редкие или недостоверные:

010	120	085	3·3·10	332	3·5·12	11·13·24	10·11·11
110	018	115	113	156	154	7·8·13	
170	027	9·9·32	5·5·14	166	255	233	
130	038	227	7·7·16	125	358	344	

3. Пространственную группу и кристаллическую структуру см. у Dickinson, *J. Am. Chem. Soc.*, **42**, 85 (1920); Vegard, *Phil. Mag.*, **1**, 1151 (1926); Sillén и Nylander, *Ark. Kemi*, **17A**, No. 4 (1943). Размеры ячейки у Аанеруда (Aanerud, *Norsk. Ak., Skr.*, No. 13 (1931), на искусственном материале методом порошка.

4. См. Bauer, *Württemberg. Naturwiss. Jahreshefte*, 154 (1874).

5. Traube, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **10**, 457 (1895—1896); Honess (1927); Royer, *C. R.*, **202**, 1346 (1936).

6. См. Colomba, *Acc. Linc., Rend.*, **15**, 281 (1906), на кристаллах с хорошей спайностью по {001} из Траверселла.

7. Zambonini, *C. R.*, **162**, 835 (1916), методом призмы на искусственных кристаллах. См. также Harada, *J. Fac. Sc. Hokkaido Univ.*, **4** [2], 279 (1934).

8. См. de Rohden, *C. R.*, **159**, 318 (1914); Servigne, *C. R.*, **210**, 440 (1940); Carobbi, *Gazz. chim. ital.*, **54**, 59 (1924); Marsh, *J. Chem. Soc. London*, 577 (1943). Об искусственных смешанных кристаллах с Ce см. Zambonini, *Zs. Kr.*, **58**, 226 (1923).

9. См. Карно (Carnot, *C. R.*, **79**, 637, 1874), который в материале из Меймака, Франция, нашел 0,4 Ta_2O_5; также Каробби (Carobbi, 1924), анал. 3.

10. Breithaupt, *J. Chemie u. Phys.*, **54**, 130 (1851) и Plattner-Richter, *Probierkunst m. d. Lothrohr*, 185 (1878).

11. Lindroth и Mauzelius, *Geol. För. Förh.*, **44**, 110 (1922).

12. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 4083, 1929); Doelter (**4** [2], 814 (1928); также Lacroix, *Bull. serv. Geol. Indochine*, **20** (1933) — *Min. Abs.*, **6**, 21 (1935).

13. Traube, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **7**, 238 (1890).
14. Carobbi (1924).
15. Colomba, *Acc. Linc., Rend.*, **15**, 281 (1906).
16. Traube, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **7**, 232 (1890).
17. Lacroix, *C. R.*, **210**, 273 (1940).
18. Ср. Ahlfeld-Reyes (1938, стр. 62).
19. Kerr, *Univ. Nevada Bull.*, **28**, No. 2 (1934).
20. Kerr, *Econ. Geol.*, **33**, 390 (1938).
21. Ср. Wilson, *Arizona Bur. Mines, Geol. Ser., Bull. 148* (1941).
22. Ср. Hintze (**1** [3B], 4067, 4113, 1929); Petterd (1910, стр. 200); Wada (1904, стр. 76).
23. Ср. Mellor (**11**, 783, 1931).
24. Aanerud (1931).
25. Ср. Greenwood, *Econ. Geol.*, **28**, 56 (1943).
26. Johnston и Vasconcellos, *Econ. Geol.*, **40**, 34 (1945).
27. Ramdohr, *Heidelberger Beitr. zur Min.*, **1**, 105 (1949).

48.1.3.2 **ПОВЕЛЛИТ** $Ca(Mo, WO_4)$ POWELLITE

Крист. Тетрагональная; дипирамидальный — $4/m$.

$a : c = 1 : 2{,}1762$; $p_0 : r_0 = 2{,}1762 : 1$ [1]

Формы [2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
p	011	0°00′	65 19	90 00	50 01
e	112	45 00	56 59	53 38	90 00
r	156	11 18½	61 36	80 04	60 48
h	123	26 34	58 21	67 37½	74 23
S	211	63 26	78 23	28 49	108 02½

Менее обычные:

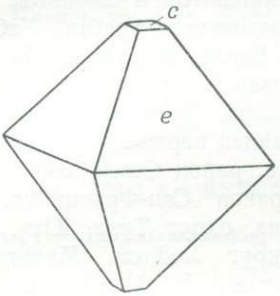
b 013 x 129 u 127 U 217 f 136 F 316 j 4·7·11 W 323

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $I4_1/a$. a_0 5,23 *kX*, c_0 11,44; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}187$. Ячейка содержит $Ca_4(MoO_4)_4$. Изоструктурен с шеелитом.

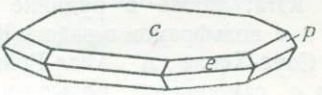
Облик. Обычно дипирамидальный; также тонкотаблитчатый по {001}. Грани формы *e* {112} часто покрыты штриховкой, расположенной параллельно ребру пересечения граней этой формы с вертикальными плоскостями {110}; на гранях форм *e* {112} и *W* {323} наблюдалась диагональная штриховка, параллельная ребру $[\bar{1}3\bar{1}]$. Тетрагонально-дипирамидальная симметрия появляется только в зоне $[\bar{1}\bar{1}1]$. Также плотный; с листоватой структурой в тех случаях, когда встречается в виде псевдоморфоз по молибдениту; порошковатый до охристого. В виде корочек из мельчайших кристаллов.

Физ. Отмечалась [4] неясная спайность по {112}, {011} и {001}. Излом неровный. Тв. 3½—4. Уд. в. 4,23 ± 0,02 [5] для $CaMoO_4$; 4,22 вычисл.); уд. в. заметно возрастает при увеличении содержания W;

у природных образцов, где Mo : W ~ 9,2 : 1 (анал. 5), уд. в. доходит до 4,526, а у искусственных кристаллов [6] при отношении Mo : W ~ ~ 10 : 1 достигает 4,61. Цвет соломенно-желтый, коричневый, зеленовато-желтый, бледный зеленовато-голубой; также грязнобелый до серого, синего и почти черного (в проходящем свете темносинего).



Тонопа.



Тонопа.

Блеск полуметаллический на гранях кристаллов, смолистый на изломах; листоватый материал псевдоморфоз часто обладает перламутровым блеском. Прозрачный. В ультрафиолетовых лучах флюоресцирует от кремово-желтого до золотисто-желтого.

Опт. Одноосный положительный (+).

	n [7]	n (667) [8]	n (570) [8]	n (533) [8]
O	1,967 ± 0,005	1,959	1,974	1,982
E	1,978 ± 0,005	1,967	1,984	1,993

Синевато-зеленые кристаллы из округа Хофтон, Мичиган, дихроичны с *O* синим, *E* зеленым. [13]

Хим. Молибдат кальция, $CaMoO_4$. W замещает Mo до отношения Mo : W = 9 : 1; [9] в природных соединениях, вероятно, отсутствует полная серия до шеелита, $CaWO_4$. В искусственном материале [10] редкие земли замещают Ca.

Анал. [10]

	1	2	3	4	5
CaO	28,48	27,65	28,11	27,30	25,55
MgO		следы		0,16	0,16
MoO_3	71,52	69,84	71,67	67,84	58,58
WO_3			нет	1,65	10,28
Прочие		2,53	0,34	2,48	4,90
Сумма	100,00	100,02	100,12	99,43	99,47
Уд. в.	4,22		4,22	4,349	4,526

1. $CaMoO_4$. 2. Каза-Кескин, Турция. Прочие: Fe_2O_3 0,54, H_2O 0,08, кварц 1,91. [11] 3. Западный Алтай, Сибирь. Прочие: CuO. [12] Медь, вероятно, присутствует в виде примеси малахита. 4. Округ Хофтон, Мичиган. Прочие: Fe_2O_3 0,96, SiO_2 1,52. Другой неполный анализ дает: WO_3 4,50. [13] 5. Округ Хофтон, Мичиган. Прочие: SiO_2 3,25, Fe_2O_3 1,65. [14]

Испытание. Плавкость 5, сплавляется в серую массу. Разлагается HCl и HNO_3.

Местонахождение. Вторичный минерал, часто образующийся при изменении молибденита. Ниже приведено большинство из известных месторождений. В СССР найден с молибденитом и шеелитом в контактово-метаморфических породах Нуратинского хребта, УзССР, и в районе Минусинска, Енисейска и на Урале; в руднике Белоусовском, западный Алтай, и в Нижне-Борзинском руднике, Забайкалье. В Гуссейне, Каза-Кескин, Вилайет-Анкара, Турция. В гранатовых скарнах в Азигуре, Марокко. В США найден первоначально совместно с медными рудами и гранатом в Пикоке, район Севен-Девилс, округ Адамс, Юта; также в руднике ОК, район Сан-Франциско, округ Бивер, и с вольфрамом в районе Клифтона, округ Туэл, Юта. В рудниках Саус-Хекла и Айсл-Ройял, округ Хофтон, Мичиган, совместно с самородной медью и эпидотом. В Неваде в жеодах в измененных риолитах в руднике Тонопа-Дивайд, близ Тонопа и близ Ок-Спрингса, округ Най; известен [15] также в контактово-метаморфических породах с шеелитом в Тунгстене близ Милл-Сити, Ланинг, район Уайт-Пайн, и в других местах. В Баррингер-Хилле, округ Льяно, Техас. Найден в Калифорнии в вольфрамовом руднике Пайн-Крик, западнее Бишопа, округ Инио, и в горах Эль-Пазо северо-западнее Рандсбурга, округ Кёрн. Известен в районе Гельвеция, округ Пима, и в Цербат-Рейндже, округ Мохав, Аризона. В Айрон-Маунтинс, Сьерра-Кучильо, округ Сьерра, Нью-Мексико.

Изменения. Изменяется в ферримолибдит и часто встречается как псевдоморфоза по молибдениту.

Искусств. [16] Получен в кристаллах при плавлении молибдата натрия с хлоридом кальция и хлоридом калия или при нагревании смеси молибдата кальция с хлоридом натрия при 1200°.

Назв. По имени Джона Повелла (John Wesley Powell, 1834—1902), американского исследователя-геолога. *Mellville* (*Am. J. Sc.*, **41**, 138, 1891).

Ссылки

1. Углы см. Pough, *Am. Min.*, **22**, 57 (1937), элементы по структурной ячейке; ячейка объемноцентрированная. Преобразования от Пау к новой: $\frac{1}{2}\,\frac{\bar{1}}{2}\,0/\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0/001$.

2. Pough (1937). Редкие или недостоверные: 010, 1.7.28, 235, 5.6.11.

3. Vegard, *Phil. Mag.*, **1**, 1151 (1926). Маухер (Maucher, *Zs. angew. Min.*, **1**, 103, 1938), дает a_0 5,21 *kX*, c_0 11,40 для материала анал. 2.

4. Пэлач (Palache, *Am. J. Sc.*, **7**, 307, 1899) приводит {112}, а Кёниг и Хаббард (Koenig и Hubbard, *Am. J. Sc.*, **46**, 356, 1893) приводят {011} и {001} на кристаллах из округа Хофтон, Мичиган.

5. Пределы наилучших значений.

6. Michel, *Bull. soc. min.*, **17**, 612 (1894).

7. Larsen (122, 1921), иммерсионным методом на вольфрамистом материале Мельвилля (Melville, 1891), анал. 5.

8. Zambonini, *Zs. Kr.*, **58**, 248 (1923), методом призмы на искусственном $CaMoO_4$.
9. См. анал. 5 на природном материале и анализы Мишеля (Michel, 1894) на искусственном вольфрамистом материале.
10. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 4036, 1929).
11. Maucher (1938).
12. Пилипенко, *Изв. Томского унив.*, № 63 (1915) — *Min. Abs.*, **2**, 109 (1923).
13. Koenig и Hubbard (1893).
14. Melville (1891).
15. Ср. Gianella, *Univ. Nevada Bull.*, **35**, No. 6, 80 (1941).
16. Hiortdahl, *Zs. Kr.*, **12**, 411 (1887); Michel (1894); Zambonini (1923).

48.1.4.1 **ВУЛЬФЕНИТ** $PbMoO_4$ WULFENITE

Крист.[1] Тетрагональная; пирамидальный — 4.

$$a : c = 1 : 2{,}2308;\ ^2\ p_0 : r_0 = 2{,}2308 : 1$$

Формы[3]

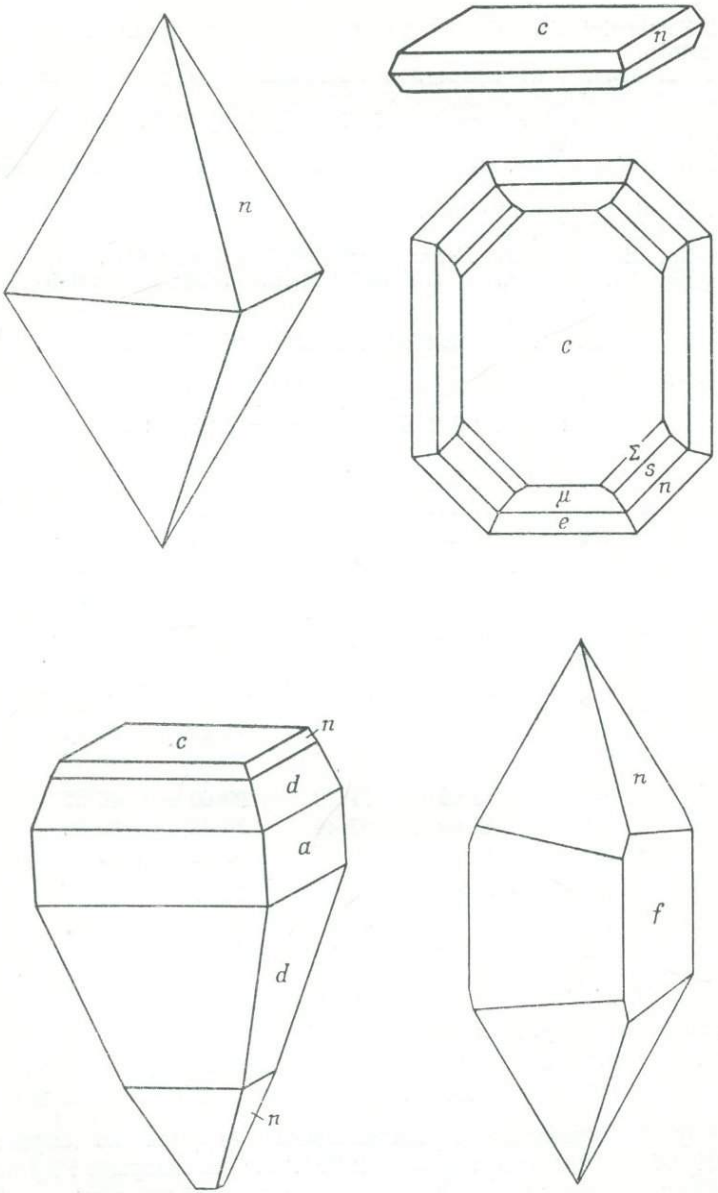
		φ	ρ	*A*	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
μ	170	8 08	90 00	81 52	53 08
f	150	11 18½	90 00	78 41½	56 18½
k	130	18 26	90 00	71 34	63 26
g	120	26 34	90 00	63 26	71 34
s	013	0 00	36 38	90 00	65 02½
n	011	0 00	65 51%	90 00	49 49
d	021	0 00	77 22	90 00	46 22½
t	116	45 00	27 44	70 47	90 00
z	115	45 00	32 15	67 50	90 00
u	114	45 00	38 16	64 02	90 00
y	113	45 00	46 26½	59 10½	90 00
e	112	45 00	48 07½	58 14	90 00
φ	3·4·75	36 52	8 27½	84 55	88 48½

Менее обычные или редкие:

ν 1·11·0 *l* 3·11·0 ρ 017 *Y* 014 *r* 032 σ 3·3·10 ε 111
χ 121 δ 140 Σ 019 *A* 015 Γ 043 *X* 118 *q* 334 π 123

Структ. ячейка.[4] Пространственная группа не определена. a_0 5,401 *kX*, c_0 12,079; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}236$. Ячейка содержит $Pb_4(MoO_4)_4$.

Облик. Кристаллы обычно квадратные, таблитчатые по {001}; иногда очень тонкие или с плоскими вицинальными пирамидами, заменяющими {001}; менее часто имеют октаэдрический облик; редко призматические по [001]; в виде куба. Также массивные, грубо до тонкозернистых. Наиболее обычные формы: *c n a s u e*.



Инвернессшир. Шотландия.

Двойники. Отмечались [5] двойники по {001} на основе того, что ось [001] полярна; если это не так, то они должны рассматриваться как параллельные сростки.

Травление. Фигуры травления обнаруживают тетрагонально-дипирамидальную симметрию. [6]

Физ. Спайность по {011} ясная, по {001} и {013} неясная. Излом полураковистый до неровного. Не очень хрупкий. Тв. $2^3/_4$—3. Уд. в. 6,5—7,0, [7] уменьшается с содержанием Ca и увеличивается с увеличением W (7,5 с W : Mo ~ 1 : 1 в анал. 6); 6,78 ± 0,01; [8] 6,88 (вычисл.). Блеск смолистый до алмазного. Цвет оранжево-желтый до восково-желтого; также желтовато-серый, серовато-белый, чижево- и оливково-зеленый, коричневый, красновато-коричневый, также оранжевый до яркокрасного, вследствие присутствия хрома. [9] Черта белая. Прозрачный. Т. пл. 1065°. [10]

Опт. Одноосный отрицательный (—). Иногда аномально двуосный, [11] с $2V$ до 8°. Оптически неактивный. [14] Слабо плеохроирует в оранжевых и желтых тонах. [12] Показатели преломления: [13]

Рудник Ред-Клауд, округ Юма, Аризона (оранжево-красные кристаллы)

λ	686,7	656,3	589,3	527,0	517,5
nO	2,3620	2,3724	2,4053	2,4542	2,4611
nE	2,2558	2,2635	2,2826	2,3131	2,3162

Хим. Молибдат свинца, $PbMoO_4$. W замещает Mo в материале анал. 6 с отношением W : Mo ~ 1 : 1, что указывает, по крайней мере, на наличие неполной серии изоморфизма в сторону изоструктурного соединения штольцита $PbWO_4$, но в большинстве известных анализов W отсутствует. Ca замещает Pb, по крайней мере, до отношения Ca : Pb = 1 : 1,7 (анал. 4), что указывает на наличие неполной серии к изоструктурному с ним повеллиту, $Ca(Mo, W)O_4$. Роль Fe_2O_3, приводимого в некоторых анализах, неясна. Отмечались также в некоторых случаях малые количества V[15] и следы Cr[16] и As[17], замещающих, вероятно, Mo. В искусственном материале [18] W, Cr и S замещают Mo.

Анал. [19]

	1	2	3	4	5	6
PbO	60,79	60,91	42,47	47,00	60,30	54,25
CaO			2,88	6,88		
MoO_3	39,21	38,87	50,47	46,12	37,47	17,52
WO_3						28,22
V_2O_5					1,28	
Прочие			4,65			
Сумма	100,00	99,78	100,47	100,00	99,05	99,99
Уд. в.	6,88					7,5

1. $PbMoO_4$. 2. Уджида, Марокко. [20] 3. Циннвальд, Чехия. [21] Прочие: Fe_2O_3 3,09, MnO 0,04, MgO 1,52; MoO_3 содержит неопределенное количество WO_3. 4. Кальцистый вульфенит. Чили. [22] 5. Рудник Уитлей, округ Честер, Пенсильвания. [23] 6. Вольфрамистый вульфенит (*чиллагит, chillagite*). Чиллаго, Квинсленд. [24]

Разнов. *Кальцистый.* Содержит Ca, замещающий Pb по крайней мере, до отношения Ca : Pb = 1 : 1,7 (анал. 4). Замещение Ca сопровождается уменьшением удельного веса, размеров ячейки и отношения осей. [25] Материал примерно с 1% CaO имеет уд. в. ~ 6,7.

Ванадиевый. Эозит (?) Шрауфа (*Schrauf, Ak. Wien, Sitzber.*, **63**, 176, 1871). Содержит V, замещающий Mo (анал. 5). Цвет красный. Так называемый *эозит из Ледхиллса*, Шотландия, вероятно, представляет собой вульфенит с высоким содержанием ванадия.

Вольфрамистый. Чиллагит Ульмана (*Ullman, Roy. Soc. New South Wales, J.*, **46**, 186, 1912). Материал из Чиллаго, Квинсленд, (анал. 6), содержит W, замещающий Mo в различных образцах от отношения 3 : 5 до несколько выше чем 1 : 1; [24] цвет соломенно- до охристо-желтого; a_0 5,43 *kX*, c_0 120,08; уд. в. 7,5. Материал с отношением W : Mo > 1 : 1 правильнее называть *молибденистым штольцитом.*

Испытание. П. п. тр. растрескивается, плавкость ниже 2. Разлагается в HCl при выпаривании с выделением хлорида свинца и окиси молибдена; растворяется в концентрированной H_2SO_4 и щелочах; разлагается в HNO_3 с выделением окиси молибдена.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся в зоне окисления минералов, содержащих свинец и молибден. Обычно совместно с пироморфитом, ванадинитом, миметизитом, церусситом, лимонитом, вадом, кальцитом и измененным или корродированным галенитом; менее часто встречается с гемиморфитом, деклуазитом, англезитом, крокоитом. Вульфенит является наиболее распространенным молибден-содержащим минералом после молибденита. Здесь могут быть приведены лишь немногие из известных месторождений.

В Германии найден в Берггисхюбеле, Саксония; в Хаусбадене и в Шапбахтале, Баден; в Австрии, в Аннаберге и в Блейберге. [33] В руднике Миес и местами в Каринтии. В виде хороших кристаллов иногда, видимо, гемиморфных в Пшибраме, Чехия, и в Циннвальде. С баритом в Саррабусе и Дженнемари, Сардиния. В северной Африке в Уджида и Джебель-Мазере, Марокко, и в Сиди-Румане, близ Тебесса, Алжир. В Австралии, в районе Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс; вольфрамистые разновидности (*чиллагит, chillagite*) на руднике Кристмасс-Гифт, Чиллаго, Квинсленд. Хорошие образцы были получены в Мексике в Мапими, Дуранго, в Чигуагуа и в Магдалене, Сонора.

В США вульфенит найден в изобилии в многочисленных местах в западной и юго-западной частях страны. Замечательные месторождения на рудниках Ред-Клауд и Гамбург, в Триго-Маунтинсе, округ Юма, Аризона, где были найдены исключительные оранжево-красные таблички с ребром до 5 *см*; также значительные находки на руднике Маммот, округ Пайнал, в районе Томбстон, округ Кочис, и в горах Патагонии, округ Санта-Крус. В Нью-Мексико найден главным обра-

зом в центральной области, округ Грант, и близ Ла-Круса в Орган-Маунтинс, округ Дона-Ана. В Неваде в Юрике, округ Юрика, и в районе Люцин, округ Элко. В виде крупных кристаллов, иногда тонких как бумага, на руднике Такома и кое-где в районе Люцин, округ Бокс-Элдер, Юта. В небольших количествах раньше был найден в Лудвилле близ Саусгемптона, округ Гэмпшир, Массачусетс, и в руднике у Уитлей, Фениксвилл, округ Честер, Пенсильвания.

Изменения. Есть сведения, что вульфенит изменяется в деклуазит, ильземаннит и ванадинит. Найден также в виде инкрустационных псевдоморфоз по кальциту, церусситу, пироморфиту и миметизиту. В виде инкрустационных псевдоморфоз по вульфениту встречается кварц.

Искусств. Получен в виде кристаллов при сплавлении молибдата аммония или натрия с $PbCl_2$ и NaCl [26] и при длительном кипячении измельченного в порошок $PbMoO_4$ в щелочных растворах. [27] Установлен (с Pb_2MoO_5) в системе $PbO—MoO_3$. [28]

Назв. По имени австрийского минералога Франца Ксавера Вюльфена (Franz Xaver Wülfen, 1728—1805), иезуита, который в 1785 г. написал обширную монографию о свинцовых рудах Каринтии.

Синонимы. Plumbum spatosum flavo-rubrum (из Аннаберга) *von Born* (**1**, 90, 1772). Kärntherischer Bleispath *Jacquin* (*Misc. Austriaca*, **2**, 1781, Vienna); *Wulfen* (*Abhandl. vom Kärnthner Bleispath*, 1875, Vienna). Plomb jaune *de Liste* (**3**, 387, 1783). Gelbbleierz *Werner* (*Bergm. J.*, 384, 1789). Yellow Lead-spar, Molybdenated Lead Ore *Kirwan* (**2**, 212, 1796). Plomb molybdaté *Haüy* (**3**, 353, 1801). Molybdate of Lead. *Нем.*: Molybdänbleispath, Bleimolybdat, Molybdänbleierz. Mélinose *Beudant* (**2**, 664, 1832). Wulfenit *Haidinger* (504, 1841). Chromowulfenite *Schrauf* (*Ak. Wien, Sitzber.*, **63** [1], 184, 1871). Chrom-molybdänbleierz, Chrommolybdänbleispath.

Eosite *Schrauf* (*Ak. Wien, Sitzber.*, **63**, 176, 1871). Achrematite (частью?) *Mallet* (*J. Chem. Soc. London*, **28**, 1141, 1875). Chillagite *Ullman* (*Roy. Soc. New South Wales, J.*, **46**, 186, 1912).

ЭОЗИТ, Eosite. Найден совместно с церусситом и пироморфитом в Ледхиллсе, Шотландия, в виде мельчайших плохо развитых тетрагональных октаэдров. Цвет темный красно-желтый. Данные количественного анализа указывают на то, что минерал этот представляет собой молибдато-ванадат свинца. Возможно, что это ванадиевый вульфенит. [29] Назван соответственно его цвету. (*Schrauf, Ak. Wien Sitzber.*, **63**, 176, 1871).

ЧИЛЛАГИТ, Chillagite (*Ullman, Roy. Soc. New South Wales, J.*, **46**, 186, 1912). Найден в виде таблитчатых тетрагональных [30] кристаллов совместно с церусситом в железной шляпе в руднике Кристмас-Гифт, Чиллаго, Квинсленд, Австралия. Анализы [31] показывают содержание в пределах: PbO от 53,9 до 54,7, WO_3 21,1 до 29,5, MoO_3 16,3 до 22,2, что соответствует $Pb(Mo, W)O_4$. Вольфрамистый вульфенит. [32]

АХРЕМАТИТ, Achrematite. Недостаточно полно определенное тонкозернистое плотное вещество, найденное в смеси с лимонитом в Гуанацере, Чигуагуа, Мексика. Цвет бледный серно-желтый до оранжевого и красного. Блеск смолистый до алмазного. Уд. в. 5,96—6,18. Анализы показывают, что

материал представляет собой хлор-арсенат-молибдат свинца, но однородность материала вызывает сомнение. Возможно, что это смесь миметизита и вульфенита. Назван от ἀχρήματος — *бесполезный*, в связи с тем, что первоначально он был ошибочно принят за серебряную руду. *Mallet* (*J. Chem. Soc., London*, **28**, 1141, 1875).

Ссылки

1. Пирамидальная (4) симметрия выявлена на основании морфологических данных, хотя выражены они не всегда ясно. См. Bach, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **54**, 380 (1926); Koning, *Proc. Kon. Nederl. Ak. Wet.*, **51**, 390 (1948); Russell, *Min. Mag.*, **27**, 151 (1946). Дипирамидальная симметрия ($4/m$) предполагалась по симметрии фигур травления (см. ссылку 6), вероятному отсутствию пьезоэлектричества и возможному наличию в пространственной группе на (001) плоскости скольжения.

2. Углы по Кокшарову (**8**, 394, 1878), ориентировка и элементы по структурной ячейке. Преобразования от Кокшарова (1878), Гольдшмидта (Goldschmidt, **8**, 12, 1922), Гинтце (Hintze, **1** [3B], 4059, 1929) и Дэна (Dana, 989, 1892) к новой: $\frac{1}{2}\,\frac{\bar{1}}{2}\,0/\frac{1}{2}\,\frac{1}{2}\,0/001$. Данные измерения углов у различных исследователей сильно отличаются друг от друга.

3. Bach (1926). Распознавание левых и правых форм невозможно без установления вершины и основания; соответствующего изучения мероэдрического развития сделано не было, и все формы, приведенные здесь, считаются как *верхние правые*. Форма φ {3.4.75} — вициналь и колеблется по своему положению, но присутствует весьма часто. Дополнительные данные о вициналях и неясных формах см. Barthoux, *Bull. soc. min.*, **47**, 36 (1924); Comucci *Acc. Linc., Att.*, **3**, 335 (1926); Shannon, *U. S. Nat. Mus. Bull.*, **131**, 474 (1926); Падурова О. Г., Кристаллы вульфенита из Алмалыка, *Зап. Росс. мин. общ.*, часть 58, № 109 (1929); Barić — *Min. Abs.*, **7**, 360 (1939). Недостоверные или вициналные формы:

1·13·0	0·1·12	029	1·1·32	117	447	2·3·62	187
230	0·2·17	0·6·13	1·1·24	3·3·16	772	9·10·248	132
0·1·44	018	012	1·1·18	3·3·14	1·17·36	9·11·100	4·19·2
0·1·16	017	1 1·528	1·1·16	5·5·22	1·3·32	5·21·44	

4. Vegard, *Phil. Mag.*, **1**, 1151 (1926); Vegard и Refsum, *Norsk Ak., Skr., Mat. — Nat. Kl.*, No. 2 (1927); пространственная группа дается как $I4_1/a$. См. также ссылку 32 и Sillén и Nylander, *Ark. Kemi*, **17A**, No. 4 (1943).

5. Bach (1926); Hlawatsch, *Ann. Mus., Wien*, **38**, 15 (1925).

6. Traube, *Jb. Min., Beil. — Bd.*, **10**, 457 (1896); Honess (92, 1927); см. также Royer, *C. R.*, **202**, 1346 (1936).

7. Обычные пределы известных величин.

8. Mrose, личн. сообщ. (1946), микровзвешиванием на кристаллах из шести месторождений.

9. Haberlandt и Schroll, *Experientia*, **6**, 89 (1950).

10. Jaeger и Germs, *Zs. anorg. Chem.*, **119**, 158 (1921).

11. Ср. de Gramont, *Bull. soc. min.*, **16**, 127 (1893).

12. Frondel, личн. сообщ. (1946).

13. Ites, *Preisschs. Göttingen* (1903), исправлено Эрингхаузом (Ehringhaus, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **43**, 566, 1920); см. также Baumhauer, *Zs. Kr.*, **47**, 7 (1910).

14. Johnsen, *Cbl. Min.*, 712 (1908).

15. Ср. анал. 5; также *Wöhler*, *Ann. Chem. Pharm.*, **102**, 383 (1857) и Schrauf, *Ak. Wien, Sitzber.*, **63**, 176 (1871), на эозите (=*ванадиевый вульфенит*).

16. Ср. Schrauf (1871); Groth, *Zs. Kr.*, **7**, 592 (1882); Haberlandt и Schroll (1950).
17. Regnard, *Bull. soc. min.*, **5**, 2 (1882).
18. Jaeger и Germs (1921); об изоморфизме с редкими землями см. также данные Замбонини (Zambonini, *Zs. Kr.*, **58**, 226, 1923).
19. Дополнительные анализы см. Doelter (**4** [2], 785, 1927).
20. Comucci, *Acc. Linc., Att., Cl. Sc.* [6], **3**, 335 (1926).
21. Jung, *Jb. Min., Beil.-Bd.*, **64A**, 197 (1931).
22. Анал. Домейко у Раммельсберга (Rammelsberg, 283, 1875).
23. J. L. Smith, *Am. J. Sc.*, **20**, 245 (1855).
24. Ullmann, *Roy. Soc. Nav. South Wales, J.*, **46**, 186 (1912); дополнительные анализы см. также Mingaye, *Rec. Geol. Sur. New South Wales*, **9**, 171 (1916).
25. Zepharovich, *Zs. Kr.*, **8**, 583 (1883).
26. Manross, *Ann. Chem. Pharm.*, **82**, 358 (1852); Schultze, *там же*, **49**, 126 (1863).
27. Dittler, *Zs. Kr.*, **53**, 158 (1913); Cesàro, *Ac. roy, Belgique, Bull.*, 327 (1905).
28. Jaeger и Germs (1921).
29. Шрауф (Schrauf, 1871) дает $c = 1{,}378$ (= 1,949 в новой установке); величина не близкая к новой установке у вульфенита, но кристаллы, на которых производились замеры, были плохого качества.
30. Smith и Cotton, *Roy. Soc. New South Wales, J.*, **46** 207 (1912); приведена таблица 23 форм, но измерения не имеют большой цены, так как качество кристаллов плохое.
31. Ср. Mingaye (1916).
32. Рентгеновское изучение первоначального материала у Quodling и Cohen, *Roy. Soc. New South Wales, J.*, **71**, 543 (1938), доказывает, что минерал изоструктурен со штольцитом и вульфенитом с промежуточными размерами ячейки (a_0 5,43 *kX*, c_0 12,08).
33. Schroll, *Min. Mitt.* [3], **1**, 325 (1949).

48.1.4.2 **ШТОЛЬЦИТ** $PbWO_4$ STOLZITE

Крист. [1] Тетрагональная; пирамидальный — 4 (?).

$$a : c = 1 : 2{,}2070; \quad p_0 : r_0 = 2{,}2070 : 1$$

Формы [2]

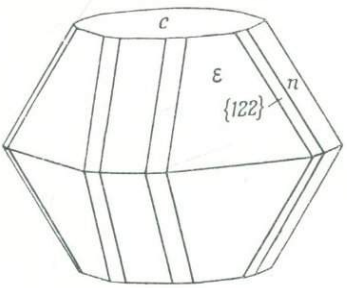
		φ	ρ	*A*	$\overline{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
v	012	0 00	47 49	90 00	58 24
n	011	0 00	65 37½	90 00	49 54
o	021	0 00	71 14	90 00	46 24
u	114	45 00	37 58	64 13	90 00
e	112	45 00	57 21	53 27½	90 00
ε	111	45 00	72 14	47 40½	90 00
π	213	63 26	58 42½	40 09½	74 19½

Менее обычные:

f 150 *N* 210 *δ* 217 *ρ* 516 *y* 134 *z* 312 *s* 311 *A* 321

Структ. ячейка. Пространственная группа не установлена. a_0 5,452 *kX*, c_0 12,031; $a_0 : c_0 = 1 : 2{,}207$. Ячейка содержит $Pb_4(WO_4)_4$.

Облик. Обычно дипирамидальный, с {111}, {101} или другими пирамидальными формами; также толстотаблитчатый по {001}; редко призматический по [001]. Грани призмы покрыты горизонтальной штриховкой; грани пирамиды часто покрыты штриховкой, параллельной ребру {*h*0*l*}, {*hhl*} или по диагонали параллельно ребрам пирамид третьего ряда. Наиболее обычные формы: *n e c*.



Брокен-Хилл.

Физ. Спайность по {001} несовершенная; по {011} неясная. Излом раковистый до неровного. Хрупкий. Тв. $2^1/_2 \rightarrow 3$. Уд. в. 7,9—8,3, [4] 8,34 (Брокен-Хилл; [5] Абиссиния [6]); 8,40 (вычисл.). Блеск смолистый, полуалмазный. Цвет красновато-коричневый, коричневый, желтовато-коричневый, желтовато-серый, соломенно-желтый; также зеленый, желтовато-красный, красный. Черта бесцветная. Прозрачен в тонких осколках. Т. пл. 1123°.

Опт.

	n (Брокен-Хилл) [7]	*n* (Брокен-Хилл) (Na) [8]	
O	2,27 ± 0,01	2,2685	Одноосн. отрицат. (—)
E	2,19 ± 0,01	2,182	

Хим. Вольфрамат свинца, $PbWO_4$. Диморфен с распитом. [9] Немногие из известных анализов обнаруживают отсутствие замещения W на Mo и показывают лишь очень слабое замещение Pb на Ca (и Mn, Mg ?). Известен вольфрамистый вульфенит, $Pb(Mo,W)O_4$ с отношением $Mo : W \sim 1 : 1$, однако имеются также, по крайней мере, серии частичного изоморфизма между штольцитом и вульфенитом. В искусственном материале [10] W замещается Mo, Cr и S.

Анал. [11]

	1	2	3
PbO	49,04	47,44	47,78
CaO			0,92
WO_3	50,96	51,34	50,92
Прочие		0,78	0,49
Сумма	100,00	99,56	100,11
Уд. в.	8,40		8,30

1. $PbWO_4$. 2. Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс. Прочие: MnO 0,78 и MgO следы. [12] 3. Марианна-де-Итаколуми, Бразилия. Прочие: $(Fe,Al)_2O_3$ 0,30, MgO 0,19. [13]

Испытание. Плавкость 2, сплавляется в металлический шарик кристаллического строения. Растворим в HCl и KOH с выделением желтой вольфрамовой кислоты.

Местонахождение. Вторичный минерал, находится совместно с лимонитом, вадом, ванадинитом, миметизитом, вульфенитом, церрусситом в зоне окисления рудных месторождений, содержащих первичные вольфрамовые минералы. Встречается много реже, чем вульфенит. Впервые был найден в оловоносных жилах в Циннвальде, Чехия. В Европе найден также в Берггиссхюбеле, Саксония; Блейберг, Каринтия; Бена-э-Падру, Сардиния. Совместно с церусситом в оловянном руднике Форс-Крейг, близ Кесвика, Камберленд, Англия. Значительное месторождение в руднике Пропрайетери, Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс, где был найден в виде включенных в вад кристаллов размером до 2,5 *см*. В Марианна-де-Итаколуми близ Оуро-Прето, Минас-Жераис, Бразилия. Найден среди россыпей олова в Абуджа, северная Абиссиния, Африка.

В США штольцит был найден в свинцовом руднике Манган, Саутемптон, Массачусетс; в месторождениях шеелита в горах Уачука, к югу от Томбстоуна, и на руднике Примос, близ Драгуна, в Аризоне; в горах Граус-Крик, близ Люцина, Юта; с пироморфитом в свинцовом руднике Уитлей, округ Честер, Пенсильвания. В Канаде с шеелитом и ферритунгститом (?) в области Карибу, Британская Колумбия.

Искусств.[14] Получен в виде мелких кристаллов при возгонке и из расплавов.

Назв. По имени Штольца (Dr. Stolz) в Теплитце, Чехия, который впервые обратил внимание на образцы этого минерала.

Синонимы. Scheel Bleispath *Breithaupt* (14, 1820). Tungstate of lead. *Нем.*: Bleiwolframat, Bleischeelat, Wolframbleierz, Scheelbleispat, Scheelsaures Blei. Scheeltine *Beudant* (**2**, 662, 1832). Stolzit *Haidinger* (504, 1845).

Ссылки

1. Пирамидальная (4) симметрия выведена на основании изоморфных соотношений с вульфенитом; морфологические данные не дают возможности вывести более низкую симметрию, чем дипирамидальная (4/*m*). Углы по Хлавачу (Hlawatsch, *Zs. Kr.*, **29**, 130, 1897), элементы и ориентировка по структурной ячейке. Преобразования от Хлавача (Hlawatsch, 1897), Дэна (Dana, 989, 1892), Гольдшмидта (Goldschmidt, **8**, 87, 1922) к новой: $\frac{1}{2}\ \frac{\bar{1}}{2}\ 0/\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0/001$.

2. Goldschmidt (1922); Palache, *Am. Min.*, **26**, 429 (1941); Glastonbury и Semmens, *Roy. Soc. South Australia, Trans. and Proc.*, **53**, 258 (1929); Hodge-Smith, *Rec. Australian Mus.*, **19**, 165 (1934). Все формы приведены к *верхнему правому* октанту. Редкие или недостоверные:

110	019	041	113	1·9·10	174
130	017	1·1·18	338	178	121
320	013	116	1·17·18	137	

3. Размеры ячейки по Aanerud, *Norsk, Ak., Skr., Mat. — Nat. Kl.*, No. 13 (1931), методом порошка на искусственном материале; см. также Vegard и Refsum, *там же*, № 2 (1927).

4. Обычные пределы из известных анализов.

5. Mrose (1946), методом микровзвешивания на отдельных кристаллах.

6. Berman (1941), методом микровзвешивания на отдельных кристаллах.
7. Larsen (138, 1921), иммерсионным методом.
8. Hlawatsch (1898), методом призмы.
9. Йегер и Гермс (Jaeger и Germs, *Zs. anorg. Chem.*, **119**, 145, 1921) нашли, что α-$PbWO_4$ устойчив до 877° и β-$PbWO_4$ (штольцит?) устойчив от 877 до 1123°; последняя температура отвечает точке плавления. См. также Jung, *Jb. Min. Beil.-Bd.*, **64A**, 197 (1931).
10. См. Jaeger и Germs (1921); также Zambonini, *Gaz. chim. ital.*, **50**, табл. 2, 128 (1920) — об отношении к $Bi_2(WO_4)_3$.
11. Дополнительные анализы см. Hintze (**1** [3B], 4094, 1929).
12. Анал. Трэдвелла (Treadwell) у Хлавача (Hlawatsch, 1898).
13. Florence, *Cbl. Min.*, 725 (1903).
14. Traube, *Cbl. Min.*, 682 (1901); Manross, *Ann. Chem. Pharm.*, **81**, 243 (1851); **82**, 357 (1852); Michel, *Bull. soc. min.*, **2**, 142 (1897); Zambonini (1920).

48.1.5 **РАСПИТ** $PbWO_4$ RASPITE

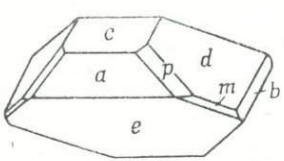
Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a:b:c = 1{,}3450:1:1{,}1147$; $\beta\ 107°37'$; $p_0:q_0:r_0 = 0{,}8288:1{,}0624:1$

$r_2:p_2:q_2 = 0{,}9412:0{,}7801:1$; $\mu\ 72°23'$; $p_0'\ 0{,}8696$, $q_0'\ 1{,}1147$, $x_0'\ 0{,}3175$

Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	17°37′	72°23′	90°00′	.....	72°23′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00	90 00
a	100	90 00	90 00	0 00	90 00	72 23	.....
m	110	37 57½	90 00	0 00	37 15	79 16½	52 02½
d	011	15 54	49 13	72 23	43 16	46 44	78 02
f	$\bar{1}02$	—90 00	6 41½	96 41½	90 00	24 18½	96 41½
e	$\bar{1}01$	—90 00	28 54	118 54	90 00	46 31	18 54
p	122	34 01	53 22	53 03	48 18½	45 12	63 19½



Минас-Жераис.

Облик. Обычно таблитчатый по {100}; грани этой формы покрыты штриховкой параллельно [010] и несколько удлинены вдоль [010]; также удлинены вдоль [100] или только таблитчаты по $[\bar{1}01]$. Обычные формы: *a d c b*.

Двойники. 1) Обычно по {100}. [3] 2) По $\{\bar{1}02\}$. [4]

Физ. Спайность по {100} совершенная. Тв. 2½—3. Уд. в. 8,46. [5] Цвет желтовато-коричневый, светложелтый, серый. Блеск алмазный.

Опт. [6]

Ориентировка	n	
X	2,27 ± 0,02	Двуосн. положит. (+)
Y b	2,27 ± 0,02	$2V$ почти 0
$Z \wedge c \sim 30°$	2,30 ± 0,02	

Хим. Вольфрамат свинца, $PbWO_4$. Диморфен со штольцитом. [7]

Анал.

	1	2
PbO	49,03	49,06
WO_3	50,97	48,32
Прочие		1,43
Сумма	100,00	98,81

1. $PbWO_4$. 2. Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс. Прочие: Fe_2O_3 и MnO. [8]

Испытание. Плавкость $2^1/_2$ до 3. Разлагается в HCl с выделением желтой вольфрамовой кислоты.

Местонахождение. Впервые найден на руднике Пропрайети, Брокен-Хилл, Новый Южный Уэльс, совместно со штольцитом в марганцовистом окисленном жильном материале. Найден также в виде мелких кристаллов совместно со штольцитом и шеелитом в золотых россыпях Зумидоуро, Минас-Жераис, Бразилия. Известен в оловоносных жилах в Серро-Эстаньо, восточнее Гуанохуато, Мексика.

Искусств. $PbWO_4$ был получен различными способами, [9] но соотношение его с распитом неизвестно.

Назв. По имени Распа (Mr. Rasp), открывшего рудник Брокен-Хилл. *Hlawatsch* (*Ann. Mus. Wien*, **12**, 38, 1897; *Zs. Kr.*, **29**, 137, 1898; **31**, 8, 1899).

Ссылки.

1. Hlawatsch, *Zs. Kr.*, **42**, 587 (1907).
2. Hlawatsch (1907). Вициналь: {1.12.12}.
3. Hlawatsch (1898); Hussak, *Cbl. Min.*, 723 (1903).
4. Hlawatsch, *Cbl. Min.*, 423 (1905).
5. Florence у Гуссака (Hussak, 1903), гидростатическим взвешиванием отдельных кристаллов из Бразилии из навески в $\frac{1}{4}$ *г* (приводится 8,465).
6. Larsen (125, 1921), на материале из Брокен-Хилла.
7. Йегер и Гермс (Jaeger и Germs, *Zs. anorg. Chem.*, **119**, 145, 1921) нашли, что α-$PbWO_4$ устойчив до 877°, а β-$PbWO_4$ устойчив в интервале от 877 до 1123°; при этой температуре он плавится; отношение этих форм к штольциту и распиту неизвестно. См. также Jung, *Jb. Min.*, *Beil.-Bd.*, **64A**, 197 (1931).
8. Анал. Тредвелла (Treadwell) у Хлавача (Hlawatsch, 1898), выполненный на навеске в 0,1331 *г*.
9. Ср. Mellor (**11**, 792, 1921); см. также ссылку 7.

49 ОСНОВНЫЕ И ВОДНЫЕ МОЛИБДАТЫ И ВОЛЬФРАМАТЫ

ТИП 1. РАЗНЫЕ

49.1.1 **КУПРОТУНГСТИТ** $Cu_2(WO_4)(OH)_2$ CUPROTUNGSTITE

Найден в виде микрокристаллических масс и корочек, рыхлых до плотных. Тв. и уд. в. неизвестны. Цвет фисташково-зеленый, переходящий в оливково-зеленый, травянисто-зеленый и изумрудный. Блеск стеклянный; также восковой до землистого. Черта зеленовато-серая до зеленовато-желтой. Сильно двупреломляющий [1] со средним показателем преломления $2,15 \pm 0,02$.

Хим. Основной вольфрамат меди, вероятно $Cu_2(WO_4)(OH)_2$. [2] Большие количества Ca, приводимые в более ранних анализах, [3] без сомнения, связаны с наличием примеси шеелита, но возможно, что Ca в небольших количествах может замещать Cu.

Анал.

	1	2	3
CuO	38,89	32,66	32,68
CaO		4,12	2,89
MgO		0,67	0,45
WO_3	56,71	55,36	59,04
H_2O	4,40	7,19	4,94
Сумма	100,00	100,00	100,00

1. $Cu_2(WO_4)(OH)_2$·2,3. Кейв-Крик, Аризона. Каждый из этих анализов является средним из двух анализов, пересчитанных на 100 после исключения соответственно 76 и 40% жильного минерала. [2]

Испытание. Легко растворяется в кислотах. П. п. тр. плавится в черное стекло.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся при изменении шеелита. Приведенное выше описание сделано главным образом для материала из Кейв-Крика, округ Марикопа, Аризона. Тождественность этого минерала с материалом из других известных мест весьма вероятна, но не доказана. Впервые был найден в окрестностях Ла-Паса, Калифорнийский полуостров, Мексика (*купрошеелит*, *cuproscheelite*). В медных рудниках Льямуко близ Сант-Яго, Чили (*купротунгстит*, *cuprotungstite*). Известен в Вилла-Сальто, Сардиния, и Сорпреса, Монторо, Испания. С вольфрамитом и шеелитом в руднике Митаке, провинция Кай, и Офуку, провинция Нагато, Япония. В районе Мьютю-Файдс-Ставорен, Трансвааль, Африка. В руднике Сан-Лоренсо,

область Ариспе, Сонора, Мексика. В различных рудниках в округе Джорджиана, Новый Южный Уэльс. В США найден в горах Сан-Андрес, округ Сокорро, Нью-Мексико; в руднике Грин-Монстер, близ Уайт-Ривер, округ Кёрн, Калифорния.

Изменения. Найден в виде более или менее законченных псевдоморфоз по шеелиту. Зеленый купротунгстит покрывает или пронизывает в виде прожилков внешние участки кристаллов шеелита и переходит вглубь через более или менее измененные зоны (*купрошеелит*) в неизмененный шеелит.

Назв. Соответственно составу. Названия *купрошеелит* и *купротунгстит* были первоначально применены Дэна [4] и другими для медно-кальциевого и медно-вольфрамового соединений, аналогичных по составу и по кристаллической форме шеелиту. Первоначальный купрошеелит по Витней (Whitney) позднее оказался, [5] однако, смесью в различных соотношениях шеелита с основным медным вольфраматом, отчего и произошло название *купротунгстит*. Анализированный Домейко материал из Чили несомненно также является такой смесью.

Синонимы. Cuproscheelite *Whitney* (*Proc. California Ac. Sc.*, **3**, 287, 1866). Tungstate de cuivre *Domeyko* (*Ann. mines*, **16**, 537, 1869). Cuprotungstite *Adam* (32, 1869).

Ссылки

1. Larsen (64, 1921), на материале из Кейв-Крика, Аризона.
2. Schaller, *Am. Min.*, **17**, 234 (1932).
3. Ср. Hintze (**1** [3B], 4087, 1929).
4. Dana (988, 1892).
5. Hess, *U. S. Geol. Sur.*, *Bull. 652*, 32 (1917).

49.1.2 КЁХЛИНИТ $(BiO)_2MoO_4$ KOECHLINITE

Крист. [1] Ромбическая; ромбо-дипирамидальный — $2/m\ 2/m\ 2/m$.

$a : b : c = 0{,}3419 : 1 : 0{,}3410$; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9974 : 0{,}3410 : 1$

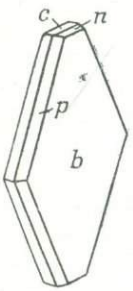
$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}3419 : 1{,}0026 : 1$; $r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}9325 : 2{,}9248 : 1$

Формы [2]

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
b	010	0°00′	90 00	90 00	90 00	.....	0 00
n	021	0 00	34 17½	34 17½	90 00	90 00	55 42½
h	041	0 00	53 45	53 45	90 00	90 00	36 15
p	131	44 16½	55 00½	45 39	55 07	45 04½	54 05
s	151	30 19½	63 09	59 36½	63 13½	45 04½	39 38

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа $Cmc(a?)$. a_0 5,48 *kX* ± 0,02, b_0 16,16 ± 0,04, c_0 5,48 ± 0,02; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}339 : 1 : 0{,}339$. Имеет псевдотетрагональный характер. Ячейка содержит $(BiO)_8(MoO_4)_4$;

Облик. Тонкие прямоугольные пластинки и планки, уплощенные параллельно {010} и покрытые штриховкой параллельно [010]. Обычные формы *b p n*. Также плотный, землистый.



Шнееберг.

Двойники. Двойниковая плоскость {101} как в двойниках срастания, так и в двойниках прорастания. В двойниках срастания плоскость срастания {101} или {010}.

Ориентированные срастания. Были отмечены параллельные срастания с неопределенным ромбическим минералом.

Физ. Спайность по {010} совершенная; также несовершенная по {0*kl*}. Очень хрупкий. Твердость и уд. в. неизвестны; вычисленный уд. в. 8,29. Цвет зеленовато-желтый. Черта бледнозеленовато-желтая. Прозрачный.

Опт. [4] В проходящем свете зеленовато-желтый.

Ориентировка	*n* (Li)	
X c	2,52	Двуосн. отрицат. (—)
Y a	2,61	$2V$ большой
Z b	2,67	$r < v$, весьма сильная
		Слабо плеохроичен

Хим. Молибдат висмута, $(BiO)_2MoO_4$).

Анал.

	1	2
Bi_2O_3	76,51	77,1
MoO_3	23,49	22,4
H_2O		0,2
Сумма	100,00	99,7

1. $(BiO)_2(MoO_4)$. 2. Шнееберг. Среднее из трех неполных анализов после исключения кварца.

Испытание. При нагревании в закр. тр. минерал становится коричневым и легко плавится в темнокоричневую массу, при остывании изменяется в очень бледножелтую и в конце концов становящуюся белой. Легко растворяется в HCl, менее легко в HNO_3.

Местонахождение. Первоначально найден на руднике Даниель, Шнееберг, Саксония, совместно с некоторыми точно не определенными минералами в пустотах в жильном материале, состоящем из кварца, самородного висмута и смальтина. Позднее найден [5] как продукт изменения тетрадимита (?) в руднике Дюналлан, Кулгарди, западная Австралия, и в виде белых до желтых землистых масс совместно с бисмоклитом в Бигу, Новый Южный Уэльс.

Назв. По имени Рудольфа Кёхлина (Rudolf Koechlin, 1862—1939), австрийского минералога и хранителя минералогических коллекций в Королевском музее в Вене. *Schaller* (*U. S. Geol. Sur., Bull. 610*, 10, 1916),

Ссылки

1. Углы по Шаллеру (Schaller, 1916); элементы и ориентировка по структурной ячейке. Преобразования от Шаллера к новой: 001/300/010.
2. Schaller (1916). Редкие или недостоверные: 011, 0.12.5, 031, 061, 292, 133, 296.
3. Wolf и Frondel, личн. сообщ. (1946), методом Вайссенберга.
4. Larsen и Berman (212, 1934).
5. Frondel, *Am. Min.*, **28**, 536 (1943).

49.1.3 **Ферритунгстит** Ferritungstite

Найден в виде землистых налетов, состоящих из микроскопических гексагональных пластинок. Цвет бледножелтый до коричневато-желтого.

Оптически [1] отрицательный (—), *nO* 1,80, *nE* 1,72. Уд. в. 5,57 (Аргентина [2]).

Хим. Водный основной вольфрамат железа, вероятно $Fe_2(WO_4) \cdot (OH)_4 \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2	3
Fe_2O_3	31,95	32,3	32,5
WO_3	46,42	45,1	42,6
H_2O	21,63	22,6	24,9
Сумма	100,00	100,0	100,0

1. $Fe_2(WO_4)(OH)_4 \cdot 4H_2O$. 2,3. Вашингтон. Пересчитано на 100 после исключения 14,7 и 16,0% нераств. ост.

Испытание. Разлагается кислотами с выделением желтой вольфрамовой окиси.

Местонахождение. Найден как продукт изменения вольфрамита в руднике Германия, район Дир-Грейл, северо-восточнее Вашингтона. Известен также как продукт изменения вольфрамита в Серро-Ликинасте, Жуйжуй, Аргентина. [2]

Назв. В соответствии с составом. *Schaller* (*J. Washington Ac. Sc.*, **1**, 24, 1911; *Am. J. Sc.*, **32**, 161, 1911; *Zs. Kr.*, **50**, 112, 1911; *U. S. Geol. Sur., Bull. 509*, 83, 1912).

Ссылки

1. Larsen (74, 1921).
2. Kittl, *Rev. min., Soc. Argentina Min. Geol.*, **10**, 78 (1939).

49.1.4 **ЛИНДГРЕНИТ** $Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$ LINDGRENITE

Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}4001 : 1 : 0{,}3852$; β 98°23′; $p_0 : q_0 : r_0 = 0{,}9628 : 0{,}3811 : 1$

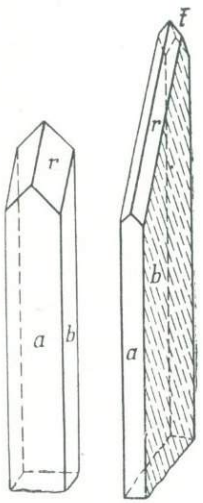
$r_2 : p_2 : q_2 = 2{,}6241 : 2{,}5263 : 1$; μ 81°37′; p_0' 0,9732, q_0' 0,3852, x_0' 0,1474

Формы

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
b	010	0°00′	90°00′	.....	0°00′	90°00′	90°00′
o	110	68 24½	90 00	0°00′	68 24½	82 12½	21 35½
C	101	90 00	48 15½	41 44½	90 00	39 52½	41 44½
A	$\bar{1}01$	—90 00	39 33	129 33	90 00	47 56	129 33
h	111	71 02	49 50½	41 44½	75 37	41 58½	43 43
q	211	79 34½	64 50½	25 31½	80 34½	56 36½	27 06½

Менее обычные и редкие:

a 100 t 130 s 120 p 011 r 021 n $\bar{1}11$ M $\bar{1}21$ k $\bar{1}41$



Структ. ячейка. [4] Пространственная группа $P2_1/n$. a_0 5,613 Å, b_0 14,03, c_0 5,405; β 98°23′; $a_0 : b_0 : c_0 = 0{,}4001 : 1 : 0{,}3852$. Ячейка содержит $Cu_6(MoO_4)_4(OH)_4$.

Облик. Таблитчатый или пластинчатый по {010}, реже игольчатый по [101]; иногда имеет обе головки. {010} покрыты штриховкой параллельно [001]. Также плотный, плитчатый.

Физ. Спайность по {010} совершенная; по {101} и {100} очень плохая. Тв. 4½. Уд. в. 4,26; 4,29 (вычисл.). Цвет зеленый; желтовато-зеленый в тонких пластинках. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бледнозеленый до желтовато-зеленого.

Ориентировка	n	
$X \wedge c$ +9°	1,930 ± 0,003	Двуосн. отрицат. (—)
Y	2,002 ± 0,003	$2V$ 71°
Z b	2,020 ± 0,003	$r > v$

Хим. Основной молибдат меди, $Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$.

Анал.

	1	2
CuO	43,97	42,8
MoO_3	53,71	53,7
H_2O	3,32	3,5
Сумма	100,00	100,00
Уд. в.		4,26

1. $Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$. 2. Чукикамата, Чили. [3] Пересчитано на 100 после исключения 1,43 Fe_2O_3 и 3,34 SiO_2 в виде примесей.

Испытание. Легко плавится. В закр. тр. быстро темнеет, дает слегка коричневатый налет вблизи от себя и затем плавится. Легко растворим в HCl и HNO_3.

Местонахождение. Вторичный минерал, найденный совместно с антлеритом, лимонитом, гематитом и кварцем в Чукикамата, Чили.

Искусств. Были указаны [3] искусственно полученные основные молибдаты меди, но каково их соотношение с линдгренитом, неизвестно.

Назв. По имени Вальдемара Линдгрена (Waldemar Lindgren, 1860—1939), американского рудничного геолога и профессора. *Palache* (*Am. Min.*, **20**, 484, 1935).

Ссылки

1. Элементы структурной ячейки по Barnes, *Am. Min.*, **34**, 163 (1949); **34**, 611 (1949). Преобразование от Пэлача (1935) к новой: $\frac{1}{2}0\,\frac{1}{2}/0\bar{1}0/\,\frac{1}{2}0\,\frac{1}{2}$. Первопачально ячейка была *B*-центрированная.
2. Анал. Гонье (Gonyer) у Пэлача (Palache, 1935).
3. Mellor (**11**, 558, 1931).
4. Barnes (1949), прецезионным и рентгеновским методами.

49.1.5 **ФЕРРИМОЛИБДИТ** $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$? FERRIMOLIBDITE

Плотный, в виде волокнистых корочек и пучковатых или радиальных волокнистых агрегатов; также полуволокнистый и в виде землистого порошка или пленок. Вероятно ромбический. [1]

Физ. Очень мягкий. Уд. в. 2,99 (землистый, Колорадо [2]). Цвет канареечно-желтый; также соломенно-желтый, зеленовато-желтый. Блеск шелковистый; землистый. Черта бледножелтая.

Опт. [3] В проходящем свете бесцветный до канареечно-желтого. Обычно в виде мельчайших иголочек. Показатели преломления изменяются в различных образцах, вероятно вследствие различного содержания воды.

				Плеохроизм	
nX	1,78	1,74	1,720	Светлый и почти бесцветный	Двуосн. положит. (+)
nY	1,79	1,75	1,733	Светлый и почти бесцветный	$r < v$, заметная
nZ	2,04	1,95	1,935	Грязносерый до канареечно-желтого	Z = удлинению
2*V*	Малый	Малый	28° (измер.)		

Хим. Водный молибдат железа, вероятно $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$. Содержание воды установлено не точно; большая часть воды теряется при температуре ниже 125°, и обезвоживание заканчивается при 250 °. [4]

Анал. [9]

	1	2	3	4	5
Fe_2O_3	21,70	21,87	21,84	18,47	20,30
MoO_3	58,71	59,85	60,80	61,57	59,51
H_2O	19,59	18,28	17,36	19,96	20,19
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Уд. в.					2,99

1, $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$. 2, Вестморланд, Нью-Гэмпшир. Пересчитан на 100 после исключения 4,66 нераств. ост. [5] 3, Горы Санта-Рита, Аризона. Среднее из двух анализов, после

исключения 4,86 и 2,66 нераств. ост. и пересчета на 100. [6] 4. Сибирь. Пересчитано на 100 после исключения 5,4 нераств. ост. [7] 5. Хортенс, Колорадо. [8] Пересчитано на 100 после исключения 22% кварца и молибденита. [8]

Испытание. Легко растворяется в HCl и медленно в аммиаке с выделением гидроокиси железа. При нагревании в открытом тигле [5] желтый минерал темнеет и становится темносерым, почти черным со слабым оливковым оттенком, затем становится снова светложелтым и при дальнейшем нагревании изменяется в темнооранжевый. При нагревании в течение некоторого времени при более высокой температуре минерал затем при охлаждении становится темнозеленым и не изменяется больше в окраске. При дальнейшем нагревании весь молибден улетучивается и остается темнокрасная окись железа.

Местонахождение. Вторичный минерал, образующийся обычно при изменении молибденита. Совместно с лимонитом. Лишь немногие [10] из известных или предполагаемых месторождений этого минерала могут быть приведены здесь. В СССР в руднике Алексеевском в районе Минусинска, [6] на Урале, и в Питкяранте на Ладожском озере. В Бивонджи, Калабрия, Италия. В Австралии найден в жилах и трубках с молибденитом в Кингсгейте, Болд-Кноб, Уипстик, Вилсонс-Даунфолл, и Вунглебонге в Новом Южном Уэльсе; в Милджине, западная Австралия; в руднике Гэмпшир, Тасмания. В США ферримолибдит был найден в Вестморланде, Нью-Гэмпшир; Гранит-Хилл, Катингсвилл, Вермонт; Вайналейвен, Мэн, и в Честере, округ Делавэр, Пенсильвания. В Понир-Миллсе, округ Кабаррес, Северная Каролина, и в округе Херд, Джорджия. Найден с молибденитом в многочисленных местах в западных штатах Америки. Близ Алта, в Литтл-Коттонвуд Кэньон, округ Солт-Лейк, Юта; в районе Ред-Ривер, округ Таос, и в районе Эль-Порвенир, округ Сан-Мигель в Нью-Мексико. В Аризоне, близ Мадера-Каньон, горы Санта-Рита, округ Пайнал; в Кингмене, округ Мохав, и в районе Коппер-Крик, горы Галиуро, округ Пайнал. В нескольких рудниках в Тонопа, округ Най, Невада. Найден в Калифорнии близ Невада-Сити, округ Невада, в Ред-Маунтин в горном хребте Раттер, округ Мадера, и в Камероне и Сильверадо-Крик, округ Моно.

Искусств. [11] В виде желтого порошка получен при реакции хлорида железа с молибдатом аммония в уксусно-кислом растворе с *p*H 3,5. Осадок, полученный в растворе с меньшей кислотностью, может содержать примесь водной окиси молибдена или основной соли $Fe_2(MoO_4)_3(OH)_2 \cdot 8H_2O$. Основная соль, возможно, встречается и в природе.

Назв. Шаллер доказал (в 1907 г.), что минерал, который долго принимался за молибдит, является водным молибдатом железа, а не окисью молибдена, как предполагалось ранее. Название *ферримолибдит* было позднее предложено именно для таких образцов, в соответствии с их составом; название *молибдит* (см. синонимы) благодаря отсутствию достоверных природных месторождений MoO_3 здесь используется только как синоним.

Синонимы. Wasserbleiocker *Karsten* (54, 79, 1800). Molybdänocker *Karsten* (70, 1808). Molybdänoxyd *Hausmann* (**1**, 336, 1813). Molybdena или Molybdic Ocher. Molybic Acid. *Нем.*: Molybdänocker, Molybdänoxyd, Molybdänsäure. Molybdine *Greg* и *Lettsom* [(348, 1858); ранее приводилось у Дэна (*Dana*, 144, 1854)]. Molybdite *Breithaupt* (*B. H. Ztg.*, **17**, 125, 1858). Ферримолибдит *Пилипенко* (*Сборник посвящ. В. И. Вернадскому. Приложение к матер. к познанию. геол. строен. России, Москва*, 1914 — *Ib. Min.*, I, 191, 1915).

Ссылки

1. Принадлежность к ромбической сингонии предположена на основании оптических данных. Свойства и морфология, приведенные у Дэна (Dana, 201, 1892), выведены на искусственных кристаллах MoO_3.
2. Schaller, *Zs. Kr.*, **44**, 13 (1908), при помощи пикнометра, после внесения поправки и в связи с наличием 22% загрязняющих примесей. Симпсон (Simpson, *J. Roy. Soc. Western Australia*, **12**, 57, 1926) дает также 2,99 для материала из Мульжин.
3. Larsen и Berman (133, 135, 138, 1934), Larsen (112, 1921).
4. Данные частичного обезвоживания см. Schaller, *Am. J. Sc.*, **23**, 297 (1907), *Zs. Kr.*, **44**, 13 (1908) и Carobbi, *Bull. Soc. Nat. Napoli*, **41**, 169 (1930).
5. Schaller (1907).
6. Guild, *Am. J. Sc.*, **23**, 455 (1907).
7. Пилипенко (1914).
8. Schaller (1908).
9. Дополнительные анализы см. Simpson (1926); Smith, *Rec. Australian Mus.*, **14**, 101 (1923); Carobbi, *Acc. Napoli, Rend.*, **33**, 53 (1927); Schaller (1907).
10. Ср. молибдит и ферримолибдит у Гинтце (Hintze, **1** [2A], 1259, 1915; *Ergzbd.*, 166, 1936).
11. Carobbi (1930) и Schaller (1907).

49.1.6 **Торотунгстит** thorotungstite

Scrivenor и *Shenton* (*Am. J. Sc.*, **13**, 487, 1927).

Найден в виде мельчайших, вероятно, ромбических кристаллов досковидного облика.[1] На кристаллах видна поперечная спайность и не так хорошо заметная продольная спайность. Цвет желтый. Уд. в. 5,55. Оптически отрицательный (—) с показателями преломления выше 1,74 и сильным двупреломлением. Анализы дали[2] CaO 1,02, MgO следы, редкие земли (почти целиком Ce) 1,77, Al_2O_3 4,31, Fe_2O_3 1,35, ThO_2 16,00, ZrO_2 1,96, SiO_2 (в виде кварца) 0,48, WO_3 69,69, потери при прокаливании (H_2O) 4,18, сумма 100,76. Формула неточная; главным образом основной вольфрамат или окисел с отношением (Al,Fe) : (Th,Ca,Ce,Zr) : W ~ 1 : 1 : 3. Найден как продукт изменения вольфрамита или шеелита в элювиальных отложениях касситерита в Пулай в районе Кинта, Перак, Малайя. Требует изучения.

Ссылки

1. Приводимые Скривенором и Шентоном (Scrivenor и Shenton, 1927) схематические зарисовки кристаллов под микроскопом напоминают планки, уплощенные по пинакоиду с призмой и доматическими гранями.
2. Анал. Шентона (Shenton) у Скривенора и Шентона (Scrivenor и Shenton, 1927).

49.1.7 **АНТУАНИТ** $Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$ ANTHOINITE

Белые мелоподобные массы, напоминающие каолин; также в виде неясных псевдоморфных (?) кристаллов. Тв. 1 и уд. в. 4,6 (для тонкозернистых образцов). Вероятно, изотропный.

Хим. Водный основной вольфрамат алюминия, $Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$.

Анал.

	1	2	3
CaO		0,25	
Al_2O_3	16,45	16,41	15,74
Fe_2O_3		0,69	
WO_3	74,83	73,23	73,32
H_2O+	8,72	8,70	9,42
SiO_2		0,73	0,69
Сумма	100,00	100,01	99,17

1. $Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$. 2. Бельгийское Конго. Среднее из двух [1] анализов. 3. Бельгийское Конго. [2] H_2O включает H_2O- 0,22.

Испытание. Медленно реагирует с HCl и HNO_3, легко растворим в крепком растворе KOH.

Местонахождение. Найден в россыпях, содержащих касситерит и вольфрамит в Маунт-Мизобо, район Калима, Маниема, Бельгийское Конго; также совместно с ферберитом в кварцевых жилах. Найден в Руанда, область Кифуруве, Бельгийское Конго.

Изменение. В жильных месторождениях замещается, вероятно, ферберитом.

Назв. По имени Раймонда Антуана (Raymond Anthoine), бельгийского горного инженера. *Varlamoff, Soc. géol. Belgique, Bull.*, **70,** B153 (1947).

Ссылки

1. Анал. Гастелье (Gastelier) у Варламова (Varlamoff, 1947).
2. Анал. Лаборатории де-Панда (Laboratoire de Panda, Бельгийское Конго) у Варламова, который приводит, кроме того, и дополнительные анализы.

ПАТЕРАИТ, Pateraite. Предполагаемый молибдат кобальта, найденный в виде примеси с пиритом и висмутинитом в руднике Элиас, Яхимов, Чехия. Плотный. Цвет черный, вероятно, благодаря примесям сульфидов. Единственный имеющийся анализ [1] сделан на очень нечистом материале. Легко плавится и растворяется в кислотах. Требует уточнения. Назван по имени А. Патера (A. Patera), который впервые изучил этот минерал. *Haidinger* (*Jb. Geol. Bundesanst.*, **7**, 196, 1856).

Ссылка

1. Laube, *Jb. Geol., Bundesanst.*, **14**, 303 (1864); также приведено у Дэна (Dana, 991, 1892).

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Природные органические соединения, рассматриваемые в настоящем томе, представляют собой соли неорганических катионов (включая аммиак) и органических кислот. Они включают щавелевокислые соли (оксалаты) совместно с меллатами, цитратами, сульфоцианатами и ацетатами. Весьма многочисленные природные бескислородные и содержащие кислород углеводороды будут рассмотрены в III томе данного издания.

Класс 50. Соли органических кислот

Тип 1. Оксалаты

50.1.1	Уэвеллит	$CaC_2O_4 \cdot H_2O$
50.1.2	Уэдделлит	$CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$
50.1.3	Гумбольдтин	$FeC_2O_4 \cdot 2H_2O$
50.1.4	Оксаммит	$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$

Тип 2. Меллаты, цитраты, сульфоцианаты, ацетаты

50.2.1	Меллит	$Al_2C_{12}O_{12} \cdot 18H_2O$
50.2.2	Эрландит	$Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$
50.2.3	Жюльенит	$Na_2Co(SCN)_4 \cdot 8H_2O$
50.2.4	Кальхлацит	$CaCl(C_2H_3O_2) \cdot 5H_2O$

50 СОЛИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

ТИП 1. ОКСАЛАТЫ

50.1.1 УЭВЕЛЛИТ $Ca(C_2O_4) \cdot H_2O$ WHEWELLITE

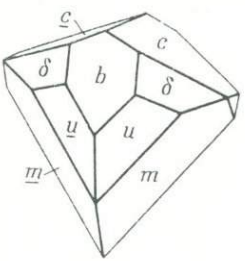
Крист. [1] Моноклинная; призматический — $2/m$.

$a : b : c = 0{,}8696 : 1 : 1{,}3695$; β 107°18½′; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}5749 : 1{,}3075 : 1$
$r_2 : p_2 : q_2 = 0{,}7648 : 1{,}2045 : 1$; μ 72°41½′; p_0' 1,6496, q_0' 1,3695, x_0' 0,3116

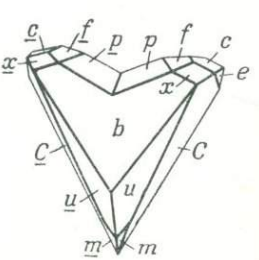
Формы [2]

		φ	ρ	φ_2	$\rho_2 = B$	C	A
c	001	90°00′	17°18½′	72°41½′	90°00′	.....	72°41½′
b	010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00′	90 00
n	120	31 03½	90 00	0 00	31 03½	81 10	58 56½
m	110	50 18	90 00	0 00	50 18	76 46	39 42
z	014	42 18½	24 50½	72 41½	71 54	18 06	73 34½
y	012	24 28	36 57½	72 41½	56 49½	33 10½	75 35
x	011	12 49	54 33	72 41½	37 24½	52 35½	79 35½
k	102	90 00	48 39	41 21	90 00	31 20½	41 21
e	$\bar{1}01$	—90 00	53 13½	143 13½	90 00	70 32	143 13½
f	112	58 55½	52 59½	41 21	65 39½	38 54½	46 50½
s	$\bar{1}32$	—14 01½	64 43	117 10	28 41	69 58½	102 39½

Облик и двойники. Только в виде кристаллов. Простые кристаллы изометрические или короткопризматические по [001], и грани



Шлан, Чехия. Двойник по $\{\bar{1}01\}$.



Бург. Саксония.

их обычно развиты неравномерно. Двойники с двойниковой плоскостью e $\{\bar{1}01\}$ весьма обычны; они призматические или напоминают по форме

сердце, и внешний вид у них псевдоромбический; могут иметь или не иметь входящие углы. Обычные формы: *c x b m u s e*.

Травление.[3] Соответствует призматической симметрии моноклинной сингонии.

Физ. Спайность по $\{\bar{1}01\}$ хорошая, по $\{010\}$ несовершенная, по $\{001\}$ и $\{110\}$ неясная. Излом раковистый. Хрупкий. Тв. $2^1/_2$—3. Уд. в. 2,23. Блеск стеклянный, на $\{010\}$ слегка перламутровый. Бесцветный и прозрачный; иногда желтоватый или коричневатый.

Опт.[4] В проходящем свете бесцветный.

	n (Бург)[5]			
Ориентировка	Li	Na	Ti	
$X \quad b$	1,4878	1,4909	1,4939	Двуосн. положит. (+)
Y	1,5513	1,554	1,5599	$r < v$
$Z \wedge c + 30°$	1,6450	1,6502	1,6567	
$2V$ (измер.)	83°45′	83°55′	84°15′	

Угол погасания двойников на грани $\{010\}$ с плоскостью двойникования $6^1/_2°$.

Хим. Однородный оксалат кальция, $Ca(C_2O_4) \cdot H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
CaO	38,38	38,46	38,83	38,36
C_2O_3	49,28	49,65	49,38	50,28
H_2O	12,34	12,14	12,31	11,36
Сумма	100,00	100,25	100,52	100,00
Уд. в.		2,222	2,226	2,22

1. $Ca(C_2O_4) \cdot H_2O$. 2. Пчери, Чехия.[6] 3. Брюкс, Чехия.[7] 4. Майкоп, Кавказ.[8] Пересчитан на 100 после исключения 6,68% $CaCO_3$.

Испытание. П. п. тр. разлагается[11] до CaO. Растворим в кислотах; нерастворим в воде.

Местонахождение. Уэвеллит является минералом органического происхождения и встречается совместно с растительными остатками, но был также найден как первичное гидротермальное образование в рудных жилах. Этот минерал встречается и в виде микроскопических кристаллов в живых растительных клетках, и в виде камней или отложений в почечных каналах людей. Среди природных местонахождений могут быть отмечены Бург близ Дрездена, Саксония, где кристаллы величиной в несколько сантиметров встречаются с кальцитом в подошве угольных слоев. Найден также в Саксонии в углях Цвикау и с кальцитом и самородным серебром в жиле во Фрейберге. Найден с лигнитом или углем в различных местах в Чехословакии, главным образом в Кладно, Пчери, и в Брюксе близ Дукса, где лигнитовые залежи перекрыты потоками базальтовых пород. В жилах Речк и Капник в Венгрии; в районе Майкопа на Северном Кавказе,

СССР; в жилах кальцита в сланцах на реке Ярег, Южный Тиман, СССР;[10] в жилах рудника Сен-Сильвестр, Урбей, Эльзас.[9] Местонахождение первых кристаллов, описанных Бруком, неизвестно.

Искусств. Получен в виде микроскопических кристаллов при реакции солей кальция с оксалатами в водных растворах.

Назв. По имени Вилльяма Уэвелля (William Whewell, 1794—1866), английского естествоиспытателя и мыслителя.

Синонимы. Oxalate of Lime *Brooke* (*Phil. Mag.*, **16**, 449, 1840). Oxacalcite *Shepard* (111, 1844). Whewellite *Brooke* и *Miller* (623, 1852). Kohlenspath *Frenzel* (*Min. Mitt.*, **11**, 83, 1889). Thierschite *Liebig* (*Ann. Chemie*, **86**, 113, 1853).

Ссылки

1. Элементы по Миллеру (Miller, *Phil. Mag.*, **16**, 450, 1840) и (623, 1852). См. также Becke, *Min. Mitt.*, **26**, 391 (1907), который на хороших кристаллах из Брюкса нашел, что $a:b:c = 0{,}8628:1:1{,}3677$, β 107°00′.

2. Goldschmidt (**9**, 70, 1923). Частота повторения форм и комбинаций обсуждалась Кольбеком, Гольдшмидтом и Шрёдером (Kolbeck, Goldschmidt и Schröder, *Beitr., Kr. Min.*, **1**, 199 (1918); Kašpar, *Věstník. Král. Čes. Spol. Nauk, Cl.* 2, No. 34 (1932), и *Knihov. Stat. Geol. Úst. Česk. Repub.*, **20**, 1 (1939); Frey, *Schweiz. min. Mitt.*, **4**, 16 (1924); Ježek, *Ac. sc. Bohême, Bull.*, **14**, 1 (1909) и другими. Редкие, вицинальные и недостоверные формы.

a	100	n	230	α	031	P	111	χ	454	q	$3\bar{1}9$
F	190	D	340	e:	041	ε	$\bar{1}14$	H	575	V	$\bar{3}58$
v_1	170	n_1	790	ν	205	φ	$\bar{1}12$	ω	232	o	$\bar{3}16$
Σ	160		650	N	203	G	$\bar{1}11$	γ	121	δ	$\bar{1}21$
ϑ	150	A	540	μ_1	507	Y	459	T	423	U	$\bar{3}12$
ζ	290	r	210	μ	101	L	458	J	342	π	$\bar{2}11$
v	140		310	τ	$\bar{1}05$	Z	$7\cdot9\cdot14$	p:	231	σ	$\bar{3}21$
l_1	270	r_1	410	t	$\bar{1}03$	K	346	B	341	ρ	$\bar{1}\bar{1}\cdot8\cdot3$
l	130	w	016	$\varkappa$	$\bar{1}02$	S	$10\cdot5\cdot16$	Δ	$\bar{2}38$	g	$\bar{4}31$
	250		013	h	$1\cdot1\cdot10$	M	545	Q	$\bar{3}\cdot7\cdot17$	C	$\bar{6}51$
	470	i	032	j	119	W	878	R	$\bar{1}\bar{2}\cdot9\cdot40$	ξ	$\bar{1}\bar{4}\cdot26\cdot1$
	350	ψ	$0\cdot11\cdot5$	λ	118	X	$9\cdot10\cdot9$	p	$\bar{2}16$		

3. Kašpar (1939).

4. Сводку см. Wherry, *Washington, Ac. Sc., J.*, **12**, 196 (1922).

5. Ježek, *Ac. sc. Bohême, Bull.*, **16**, 1 (1911), методом рефрактометра при 24—28°.

6. Анал. Мильбауэра (Millbauer) у Славика (Slavík, *Rozpr. böhm. Ak. Prag*, **17**, No. 38, 1908).

7. Анал. Плзака (Plzak) у Ежека (Ježek, *Ac. sc. Bohême, Bull.*, **13**, 1, 1908).

8. Вассович и Разумовский, *Зап. Всеросс. Мин. о-ва*, **57**, 275 (1928).

9. Ungemach, *Bull. soc. min.*, **32**, 20 (1909).

10. Калюжный, *ДАН СССР*, **59**, 1631, 1948.

11. Данные обезвоживания и абсорбции в инфракрасных лучах приводит Побегуин и др. (Pobeguin и др., *C. R.*, **216**, 500, 808, 1943).

50.1.2 УЭДДЕЛЛИТ $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$ WEDDELLITE

Крист.[1] Тетрагональная; дипирамидальный — $4/m$.

$$a : c = 1 : 0{,}591; \quad p_0 : r_0 = 0{,}591 : 1$$

Формы[2]

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
r	011	0°00′	30°35′	90°00′	68°55′

Структ. ячейка.[3] Пространственная группа $I4/m$. a_0 12,40 ± ± 0,02 *kX*, c_0 7,37 ± 0,02; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}594$. Ячейка содержит $Ca_8(C_2O_4)_8 \cdot 16H_2O$.

Облик. Пирамидальный по {101}; иногда собран в группы.

Физ. Спайность отсутствует. Излом полураковистый. Тв. около 4. Уд. в. 1,94 ± 0,01;[4] 1,91 (вычисл.). Бесцветный до белого; также желтовато-коричневый до коричневого благодаря включениям органических веществ. Прозрачный.

Опт. В проходящем свете бесцветный. Показатели преломления.[5]

nO	1,523 ± 0,003	Одноосн. положит. (+)
nE	1,544 ± 0,003	

Хим. Двуводный оксалат кальция, $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$. Содержание воды несколько неясно,[6] может быть это $2H_2O$ или $3H_2O$. Анализы природного материала отсутствуют.

Испытание. Разлагается до $CaCO_3$ при температуре около 270°. Нерастворим в воде.

Местонахождение. Найден в виде мельчайших кристаллов в донном иле центральной части моря Уэдделла, Антарктика. Уэдделлит и уэвеллит являются главными составляющими из оксалатов, находящихся в почечных камнях человека.[8]

Искусств. Получен в виде кристалла при реакции растворимых солей кальция с оксалатами при соответствующих условиях.[7]

Назв. По местонахождению.

Синонимы. Hydrated Calcium Oxalate *Bannister* и *Hey* (*Discovery Reports*, **13**, 60, 1936). Weddellite *Frondel* и *Prien* (*Science*, **95**, 431, 1942).

Ссылки

1. Вид симметрии дается Баннистером и Геем (Bannister и Hey, 1936) без доказательств.
2. Другие формы, кроме {101}, не наблюдались ни на природных кристаллах, ни среди нескольких сотен почечных камней, содержащих уэдделлит, которые были изучены Приеном и Фронделем (Prien и Frondel, *J. Urology*, **57**, 949, 1947). Тетрагональные кристаллы с призматическим обликом были описаны Накано (Nakano, *J. Biochem.*, **2**, 437, 1923) и Хаммерстеном (Hammarsten, *C. r. des trav. lab. Carlsberg*, **17**, 1, 1929), но они, вероятно, представляют собой другой гидрат.
3. Bannister у Баннистера и Гея (Bannister и Hey, 1936), методами вращения и колебаний.
4. Bannister и Hey (1936), методом суспензирования на искусственных кристаллах; в связи с наличием примесей внесены исправления.

5. Prien и Frondel (1947) и Bannister и Hey (1936), иммерсионным методом как на искусственном материале, так и на природном.
6. Ср. Bannister и Hey (1936); также Pobeguin, *C. R.*, **216**, 500 (1943) и Lecompte, Pobeguin и Wyart, *C. R.*, **216**, 808 (1943), Hammarsten (1929).
7. Ср. Hammarsten (1929) и Pobeguin (1943).
8. Ср. Prien и Frondel (1947).

50.1.3 **ГУМБОЛЬДТИН** $Fe(C_2O_4)\cdot 2H_2O$ HUMBOLDTINE

Крист.[1] Ромбическая.

$a : b : c = 0{,}7730 : 1 : 1{,}1039$; $p_0 : q_0 : r_0 = 1{,}4282 : 1{,}1039 : 1$

$q_1 : r_1 : p_1 = 0{,}7730 : 0{,}7002 : 1$; $r_0 : p_0 : q_0 = 0{,}9059 : 1{,}2938 : 1$

Формы

		φ	$\rho = C$	φ_1	$\rho_1 = A$	φ_2	$\rho_2 = B$
c	001	.....	0°00′	0°00′	90°00′	90°00′	90°00′
a	100	90°00′	90 00	.....	0 00	0 00	90 00
m	110	52 18	90 00	90 00	37 42	0 00	52 18
d	101	90 00	55 00	0 00	35 00	35 00	90 00

Облик. Хорошие кристаллы редки; в виде призм, вытянутых вдоль [001] или в виде пластинок. Обычны нитевидные или гроздевидные формы или пленки с волокнистой структурой; также мелкозернистый до землистого или плотного.

Физ. Спайность по {110} совершенная, по {100} и {010} несовершенная. Тв. $1^1/_2$—2. Уд. в. 2,28. Блеск тусклый до смоляного. Цвет желтый до янтарно-желтого. Кристаллы прозрачны.

Опт.[2]

Ориентировка	n	Плеохроизм	
X *a*	~1,494	Очень бледный желтовато-зеленый	Двуосн. положит. (+) $2V$ большой
Y *b*	1,561	Бледный зеленовато-желтый	
Z *c*	1,692	Яркожелтый	

Хим. Двуводный оксалат железа, $Fe(C_2O_4)\cdot 2H_2O$. Анализы дали:

	FeO	MgO	C_2O_3	H_2O	Сумма	Уд. в.
1.	39,94		40,03	20,03	100,00	
2.	40,72	следы	40,18	[19,10]	[100,00]	2,28

1. $Fe(C_2O_4)\cdot 2H_2O$. 2. Мыс д'Арко, Эльба.[2]

Испытание. В закр. тр. теряет воду, становится черным и магнитным. Нагретый на воздухе становится зеленовато-коричневым и затем красновато-коричневым. Растворим в кислотах.

Местонахождение. Найден в Чехословакии с гипсом в буром угле Коллосорук, западнее Билин; также с аммониевыми квасцами в Чермиче и в буром угле Лушиц. В Германии найден в Гроссальме-

роде в Гессен-Нассау и в угле Портшапель близ Дрездена; в Канаде в Кеттль-Пойнте, приход Босанке, Онтарио.

Искусств.[2] Получен в виде желтого порошка при реакции щавелевой кислоты или щавелевого аммония с хлоридом железа или с растворами железного щавелевого аммония.

Назв. По имени Александра Гумбольдта (Alexander von Humboldt, 1769—1859).

Синонимы. Faser Resin (Honigsteinsaures Eisen ?) *Breithaupt* (75, 1820). Humboldtine, Oxalsaures Eisen *de Rivero* (*Ann. chim. phys.*, **18**, 207, 1821). Eisen-Resin *Breithaupt* (*Ann. Phys.*, **70**, 426, 1822). Oxalit *Breithaupt* (1823). Humboldtit *Leonhard* (789, 1826).

Ссылки

1. Элементы и формы по Манассу (Manasse, *Acc. Linc., Rend.*, **19**, 138, 1910), *Mem. Soc. Tosc.*, **28**, 118 (1912), на кристаллах из Мыса д'Арко, Эльба (анал. 2).
2. Manasse (1910).
3. Более старые анализы приведены Гинтце (Hintze, **1** [4B], 1346, 1933).

50.1.4 **ОКСАММИТ** $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ OXAMMITE

Ромбический; ромбо-тетраэдрический — 2 2 2. Найден в виде пластинчатых масс, порошковидный или реже в виде хороших кристаллов. Искусственные кристаллы имеют тетраэдрический облик с $a : b : c = 0{,}7799 : 1 : 0{,}3700$.[1] Спайность по {001} ясная. Тв. $2^1/_2$. Уд. в. $\sim$ 1,5. Бесцветный (искусств.) до желтовато-белого. Прозрачный.

Опт.[2] В проходящем свете бесцветный.

Ориентировка	*n* (Na) (искусств.)	
X **c**	1,438	Двуосн. отрицат. (—)
Y *a*	1,547	$2V$ 62°
Z *b*	1,595	$r < v$, ясная

Хим. Одноводный оксалат аммония,[3] $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$. Анализы природного материала[4] (пересчитанные после исключения 5,5% органических веществ): NH_4 21,95, C_2O_4 53,30, H_2O 24,75, сумма 100,00.

Местонахождение. Найден с масканьитом в отложениях гуано на островах Гуанап, Перу.

Искусств. Получен в виде кристаллов при выпаривании водных растворов.

Назв. *Shepard* (Rural Carolinian, **1**, 471, May 1870).

Синоним. Guañapite *Raimondi* (30, 33, 1878).

Ссылки

1. См. сводные данные у Грота (Groth, **3**, 150, 1910).
2. Brio, *Ak. Wien, Sitzber.*, **55**, 870 (1867).
3. Тождественность природного материала с искусственным $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ установлена Фронделем (Frondel, личн. сообщ., 1948) методами рентгеновского и оптического изучения.
4. Tanner, *Chem. News*, **32**, 162 (1875).

ОКСАЛАТ БЕЗ НАЗВАНИЯ. *Lacroix* (*Bull. soc. min.*, **9**, 51, 1886). Вероятно оксалат натрия и аммония, найденный совместно со стеркоритом в мелких скоплениях, состоящих из слюдоподобных листочков в отложениях гуано в Перу. Кристаллизуется, возможно, в ромбической сингонии. Оптически двуосный отрицательный (—) с $2E$ около 15°, $r < v$, слабая и X перпендикулярна пластинкам.

ТИП 2. МЕЛЛАТЫ, ЦИТРАТЫ, СУЛЬФОЦИАНАТЫ, АЦЕТАТЫ

50.2.1 МЕЛЛИТ $Al_2C_{12}O_{12} \cdot 18H_2O$ MELLITE

Крист. [1] Тетрагональная; тетрагонально-трапецоэдрический — 4 2 2 (?).

$a : c = 1{,}0554 : 1$; $p_0 : r_0 = 1{,}0554 : 1$

Формы [2]

		φ	ρ	A	$\bar{M}$
c	001	.....	0°00′	90°00′	90°00′
a	010	0°00′	90 00	90 00	45 00
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
r	011	0 00	46 32½	90 00	59 07
e	112	45 00	36 44	64 59	90 00

Структ. ячейка. [3] Пространственная группа, вероятно, $P4_12$ или $P4_32$. a_0 22,0 *kX*, c_0 23,3; $a_0 : c_0 = 1 : 1{,}055$. Ячейка содержит $Al_{32}C_{192}O_{192} \cdot 288H_2O$.

Облик. Кристаллы мелкие и редкие; призматические по [001] или пирамидальные с {011}. Также плотный, мелкозернистый, в виде пленок или желваков.

Физ. Спайность по {011} неясная. Излом раковистый, несколько режется. Тв. 2—2½. Уд. в. 1,64; 1,65 (вычисл.). Блеск смолистый, переходящий в стеклянный. Цвет медово-желтый, часто красноватый или коричневатый; реже белый. Черта белая. Прозрачный до просвечивающего. Обладает пироэлектрическими свойствами [6]. В коротковолновых ультрафиолетовых лучах флюоресцирует в синих тонах.

Опт. [4] В проходящем свете бесцветный до бледножелтого. Слабо плеохроирует, по nO желтовато-коричневый и nE желтый. Иногда ненормально двуосный с малым $2V$ и $X = c$. Одноосный отрицательный (—).

λ	687 mμ	589	527	397
nO	1,5345	1,5393	1,5435	1,5611
nE	1,5079	1,5110	1,5146	1,5277

Хим. Водный меллат алюминия, $Al_2C_{12}O_{12} \cdot 18H_2O$. Al_2O_3 14,27, C 20,17, O 20,16, H_2O 45,40, сумма 100,00. Приводимые анализы [5] близки к данной формуле.

Испытание. В пламени свечи белеет, но не загорается. Нерастворим в воде и спирте; растворим в HNO_3. При нагревании $12H_2O$ теряется около 100° и около 300° начинается разложение.

Местонахождение. Найден как вторичное образование в трещинках бурого угля и лигнита. В Германии найден в Артерне в Тюрингии и близ Биттерфельда в Саксонии; в Лушице близ Билина в Чехии и близ Валхова и Босковице в Моравии; в Маловке в районе Богородицка, Тула, СССР; с гипсом в лигнитовых глинах в Парижском бассейне, Сена, Франция.

Искусств.[7] Получен в кристаллах при диффузии раствора хлорида алюминия в раствор щелочной соли меллитовой кислоты.

Назв. От μέλι — *мед*, по цвету.

Синонимы. Honigstein (из Тюрингии) *Werner* (*Bergm. J.*, **1**, 380, 395, 1789). Honigstein *Karsten* (*Mus. Lesk.*, **2**, часть 1, 335, 1789). Succin transparent en cristaux octaèdres, Pierre de miel *von Born* (**2**, 90, 1790). Mellites *Gmelin* (*Linn. Syst.*, **3**, 282, 1793). Mellilite *Kirwan* (**2**, 68, 1796). Mellite *Haüy* (**4**, 445, 1822). Honigstein, Melilithus, = Honigsteinsäure (acidum melilithicum) + Alaunerde + Wasser *Klaproth* (*Ak. Berlin*, 1799; *Beitr.*, **3**, 114, 1801). Xylocryptite (?) *Becquerel* (*J. Phys.*, **89**, 237, 1819).

Ссылки

1. Углы по Дауберу (Dauber, *Ann. Phys.*, **94**, 410, 1855); ориентировка структурной ячейки по данным рентгеновского исследования (Barth и Ksanda, *Am. Min.*, **18**, 8, 1933). Преобразования от Даубера к Барту и Ксанда: $110/\overline{1}10/001$.
2. Goldschmidt (**6**, 28, 1920).
3. Barth и Ksanda (1933).
4. Показатели преломления Шрауфа (Schrauf, *Ak. Wien, Sitzber.*, 41, 1860). Об оптических аномалиях см. Des Cloizeaux (15, 1867).
5. Сводку данных см. Hintze (**1** [4B], 1346, 1933) и Doelter (**4** [3], 798, 1930).
6. Hankel, *Ann. Phys.*, **18**, 422 (1883).
7. Friedel и Balsohn, *Bull. soc. min.*, **4**, 26 (1881); Friedel и Crafts, *там же*, **3**, 189 (1880).

50.2.2 **ЭРЛАНДИТ** $Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$ EARLANDITE

В виде бородавчатых выделений и тонкозернистых желваков. Цвет белый до бледножелтого. Уд. в. 1,95. Средний показатель преломления 1,56.

Хим. Четырехводный цитрат кальция, $Ca_3(C_6H_5O_7) \cdot 4H_2O$.

Анал.

	1	2	3	4
CaO	29,49	28,63	31,6	29,01
H	3,18	3,48		
C	25,26	24,01		
O	42,07	[43,88]		
Сумма	100,00	[100,00]		

1. $Ca_3(C_6H_5O_7) \cdot 4H_2O$, Море Уэдделла. [1] 3,4. Море Уэдделла. [2]

Местонахождение. Найден в образцах с океанического дна. Море Уэдделла, Антарктика (171°22′ ю. ш., 16°34′ з. д.; на глубине около 2900 *м*.

Искусств.[3] При взаимодействии растворимых солей кальция и цитратов.

Назв. По имени А. Эрланда (Arthur Earland), океанографа. *Bannister* (*Discovery Reports*, **13**, 67, 1936).

Ссылки

1. Микроанализ Перрина (Perrins) у Баннистера (Bannister, 1936).
2. Микроанализ Гея (Hey) у Баннистера (Bannister, 1936).
3. Тождественность природного и искусственного вещества доказана Баннистером (Bannister, 1936), при помощи рентгеновского изучения.

50.2.3 ЖЮЛЬЕНИТ $Na_2Co(SCN)_4 \cdot 8H_2O$ JULIENITE

Крист.[1] Тетрагональная.

$$a : c = 1 : 0{,}6030; \quad p_0 : r_0 = 0{,}6030 : 1$$

Формы

		φ	ρ	A	$\overline{M}$
a	010	0°00′	90°00′	90°00′	45°00′
k	5·13·0	21 02½	90 00	68 57½	66 02½
l	140	14 02	90 00	75 58	59 02
m	110	45 00	90 00	45 00	90 00
o	021	0 00	50 20	90 00	57 01½

Структ. ячейка.[2] Тетрагональная. a_0 9,22 *kX*, c_0 5,56; $a_0 : c_0 = 1 : 0{,}6030$. Ячейка содержит $Na_2Co(SCN)_4 \cdot 8H_2O$.

Облик. Тонкие корочки из мельчайших иголочек, вытянутых вдоль [001]. Игольчатый по [001] (искусств.).

Физ. Спайность по [001].[2] Уд. в. 1,648 (искусств.); [2] 1,680 (вычисл.). Цвет синий.

Опт.

	Катанга[3]	Искусств.[4]	
nO	1,556	1,556	Одноосн. положит. (+)
nE	1,645	1,642	

Хим. Водный тиоцианат натрия и кобальта,[5] $Na_2Co(SCN)_4 \cdot 8H_2O$.

Анал.

	Na	Co	SCN	H_2O	Сумма
1.	9,56	12,24	48,26	29,94	100,00
2.	10,35	12,5	47,6	29,87	100,32

1, $Na_2Co(SCN)_4 \cdot 8H_2O$. 2. Катанга[4].

Испытание. Растворим в воде или спирте, образуя розоватый раствор.

Местонахождение. Найден с кобальтовым вадом (?) в белых тальковых сланцах в Хамибумба, близ Камбове, Катанга, Бельгийское Конго.

Искусств.[6] Получен в виде кристаллов из водного раствора, содержащего два моля NaSCN и один моль $Co(SCN)_2$; также из водного раствора этих двух минералов.

Назв. По имени Генри Жюльена (Henry Julien, ? — 1920). *Schoep* (*Natuurw. Tijdschr., Antwerp*, **10**, 58, 1928).

Ссылки

1. Природные кристаллы не измерялись. Искусственные кристаллы были использованы Шопом (Schoep, *Natuurw. Tijdschr.*, **13**, 147, 1931) для определения отношения осей, которое оказалось равным 1 : 1,2059. Рентгеновское изучение методом порошка и методом вращения позволило установить отношение осей, равное 1 : 0,6030; преобразования от Шопа к Шопу и Билье: 200/020/001.
2. Schoep и Billiet (1935).
3. Schoep (1928).
4. Cuvelier, *Natuurw. Tijdschr.*, **15**, 17 (1933).
5. Первоначально был ошибочно описан как Co-аналог буттгенбахита.
6. Cuvelier и de Sweemer, *Ann. serv. des mines, Com. spéc. du Katanga*, **3**, 67 (1933).

пиготит, Pigotite. *Johnston* (*Phil. Mag.*, **17**, 382, 1840). Красновато-коричневый или коричневый смолистый налет, образующийся на гранитах на берегах Корнуолла в результате воздействия разлагающегося растительного ила[1]. Соль алюминия и органической кислоты, имеющая примерный состав $4Al_2O_3 \cdot C_{12}H_{10}O_8 \cdot 27H_2O$. В закр. тр. выделяет много воды и продуктов разложения, превращаясь в черную массу. При нагревании до красного каления медленно сгорает, оставляя серую золу.

Ссылка

1. Creighton, *Geol. Mag.*, **1** [IV], 223 (1894).

50.2.4 **КАЛЬХЛАЦИТ** $CaCl(C_2H_3O_2) \cdot 5H_2O$ CALCLAGITE

В виде волосистых налетов. Цвет белый. Уд. в. 1,5. Оптически двуосный положительный (+), с $2V$ 80° и nX 1,468, nY 1,484, nZ 1,515; Z = удлинению. Водный ацетат хлорида кальция. Анализы дали:

	Ca	Cl	$(C_2H_3O_2)$	H_2O	Сумма
1.	17,84	15,78	26,28	40,10	100,00
2.	17,6	15,4	25,5	39,5	98,0

1. $CaCl(C_2H_3O_2) \cdot 5H_2O$. 2. Налеты на музейном образце известкового сланца.

Местонахождение. Найден как современное образование на образцах известковых пород и ископаемых, находящихся в музейных ящиках, сделанных из дуба (откуда получалась уксусная кислота). Также

найден как примесь к другим солям выцветов на гончарных изделиях, находящихся в музейных витринах.[1]

Искусств.[2] Искусственная соль того же состава получена при кристаллизации эквимолярного раствора хлорида кальция и ацетата кальция.

Назв. В соответствии с составом — *кальций*, *Cl* и *ацетат*. *Van Tassel* (*Mus. Belgique*, *Bull.*, **21**, 1, 1945).

Ссылки

1. Gettens и Frondel, личн. сообщ. (1948).
2. Fritsche, *Ann. Phys.*, **28**, 121 (1833); Dubsky и Tesarik, *Coll. trav. chim. czechoslov.*, **1**, 571 (1929).

УКАЗАТЕЛЬ
РУССКИХ НАЗВАНИЙ МИНЕРАЛОВ

Абукумалит 330
Адамин 35, 274, **280**
— кобальтистый 281, 282
— медистый 281, 282
Аделит 34, 210
Аделита группа 34, **210**
Азовскит 200
Акрохордит 36, **355**
Аллактит 34, **187**
Аллодельфит 183
Аллюодит 31, 48, 54
Аллюодита серия 31, 54
Альфа-керченит 138, 140
Альфельдит 7, **8**
Алюмоформакосидерит 439
Алюмо-халькосидерит 380, 381
Амблигонит, 34, **232**
Амблигонита серия 34, 232
Аммиолит 471
Амфиталит 291
Анапаит 33, **122**
Андрюсит 34, **207**
Аннабергит 33, 135, **141**
— кальцистый 144, 145
— магнистый 144
— цинкистый 144, 147
Антоинит 517, 557
Апатит 305, 306, 317
— арсенистый 324
— карбонатистый 306
— сульфидный 302
Апатита группа 296
— серия 35, 296
Аракаваит 343
Арделит 38, 90, **454**
Ареквипит 471
Армангит 462, **479**
Арроядит 31, 44, **61**
Арсениоплеит 35, **257**
Арсениосидерит 37, **386**
Арсенобисмит 36, **332**
Арсеноклазит 34, **207**
Арэоксен 222
Ателестит 34, **195**
Атопит 463, 466—468
Аттоколит 258
Аугелит 35, **288**
Аустенит 34, 210, **216**
Ахрематит 543

Базилит 472
Байльдонит 36, **357**
Балдауфит 89
Баррандит 156, 157
Бартит 214, 215
Барценит 471
Бассетит 38, **435**
Бедантита группа 38, **444**
Бедантит-плюмбоярозит 445
Беллит 318
Бераунит 37, **393**
Березовит 18, **30**
Бериллонит 31, **58**
Берлинит 32, **81**
Берманит 37, **403**
Берцелиит 32, **63**
— мышьяковистый 64
Берцелиита серия 32, 63
Бета-керченит 138, 140
Биалит 331
Биндгеймит 462, **463**
Биндгеймита группа 462, **463**
Бирюза 37, **378**
— восточная 382
— железистая 380
— западная 382
— ископаемая 382
— костяная 382
Бирюзы группа 37, **378**
Блаублейерц 315
Блейкеит 7, **17**
Бобьерит 33, 135, **150**
— железистый 150
Боливарит 291
Боржицкит 36, **341**
Босфорит 138, 140
Боуманит 245, 246
Бразиалинит 35, **253**
Бракебушит 492, **504**
Брандит 32, **116**
Бредлейит 38, **444**
Брикерит 217

Бритолит 330
Брушит 32, **90**
Брушита группа 32, **90**

Вавелит 37, **396**
Вагнерит 35, **259**
Вальпургит 34, **200**
Ванадинит 35, 296, 313, **318**
— мышьяковистый 319, 320
Вапплерит 100
Вардит 37, **370**, 372
Варисцит 33, 152, **153**
— железистый 155, 156
Варисцита группа 33, **152**
Варулит 31, 43, 48, **49**
Вашегиит 38, **441**
Вейншенкит 33, 90, **171**
Вёлькерит 302, 303
Вёльхит 464
Венцелит 88
Весбин 22, 223
Веслиенит 463, 466—468
Весцелиит 36, **342**
Вивианит 33, **135**, 335
— окисленный 138
Вивианита группа 33, **135**
Виейрозит 447
Вилатеит 169, 170
Виллемит 177
Вилькеит 36, 296, 302, **329**
Витлокит 32, **67**
— карбонатистый 68
Вокеленит 18, **27**
Воксит 37, **410**
Вольфеит 35, 44, **267**
Вольфрамит 517, **518**
Вольфрамита группа 517, **518**
Вудхаузеит 38, 444, **450**
Вульфенит 517, 529, **539**
— ванадиевый 542—544
— вольфрамистый 542, 543
— кальцистый 542
Вульфенита группа 517, 529, **539**

Гайдингерит 32, **95**
Гамлинит 245, 246
Ганнаиит 32, **85**
Гарборит 383
Гарттит 449
Гедденит 48, 62
Гедифан 36, 296, **324**
Гелиофиллит 462, **486**
Гельвишерит 160
Гематолит 33, **177**
Гематостибнит 474
Гемафибрит 36, **346**
Генвудит 384
Гераэсит 244
Гердерит 34, 228, **229**
Гердерита серия 34, 228
Гёрнезит 33, 135, **151**
— никелистый 144
Гетерозит 31, 48, **56**
Гетерозита серия 31, 56
Гиббенит 129
Гидроксилапатит 35, 296, **297**, 304
— карбонатистый 304
— марганцовистый 298, 300, 303, 304
— фтористый 298, 300, 303—305
— хлористый 304
Гидроксил-гердерит 34, 228, **229**
Гидроксил-фторапатит 303
Гидромеит 463, 469
Гильденстокит 307
Гинсдалит 38, 444, **445**
Глаубапатит 40
Глобозит 159
Гопеит 33, **126**
α-Гопеит 128, 129
β-Гопеит 128, 129
Гордонит 37, **412**
Горсейксит 35, 241, **243**
Гояцит 35, 241, **244**
Графтонит 32, 44, **69**
Грифит 35, **256**
Гумбольдин 559, **564**
Гуссакит 73, 74
Гюбнерит 517, **518**
Гюгелит 223
Гюролит 32, **86**

Дависонит 37, **369**
Даллит 306
Девиндтит 35, **294**
Деклуазит 34, 210, **219**, 225
Деклуазита группа 34, **210**, 219
Дельвоксит 37, **364**
Дельтаит 35, 241, **249**
Дербилит 462, **472**
Дернбахит 445, 447
Дернит 36, 296, 301, **326**
Дестинезит 457
Дешенит 221, 222
Джорджиадезит 34, **194**
Джорджит 242
Диадельфит 179
Диадохит 38, **455**
Диаспор, столбчатая разновидность **399**
Дигидрит 206
Диккинсонит 32, **106**
Диттмарит 84
Дитцеит 18
Дудгеонит 143—145

Дурангит 35, 237, **239**
Дурденит 14, 15
Дюмонтит 36, **357**
Дюссертит 35, 241, **251**
Дюфренит 35, 286, **291**
Дюфтит 34, 210, **218**

Ежекит 34, **186**

Жуйжуит 470, 471
Жюльенит 559, 568

Изоклазит 37, **362**

Кабрерит 143—146
Какоксенит 38, **439**
Каллаинит 159
Каллаис 382
Каллайна 382
Кальквавеллит 247
Кальхлацит 559, **569**
Кальциоферрит 37, 389, **414**
Кальциофольбортит 34, 210, 224, **225**
Кампилит 314
Канит 38
Карбапатит 308
Карбонат-апатит 35, 296, **297**, 304
Кариинит 32, **66**
Карминит 36, **337**
Карнотит 492, **493**
Катоптрит 462, **476**
Кегёит 376
Керстенит 7, **13**
Керченит 139, 140
α-Керченит 140
β-Керченит 140
Кёттигит 33, 135, **146**
— кобальтистый 147
Кёхлинит 517, **551**
Кипушит 343
Кирролит 258
Клинобаррандит 170, 171
Клиноклаз 34, **190**
Кобальто-адамин 282
Кобальтоменит 7, **13**
Коллеит 314
Коллинсит 32, **111**
Коллофан 304
Коловратит 492, **499**
Кольбекит 38, **461**
Конинкит 161
Конихальцит 34, 210, **212**, 225
Коркит 38, 444, **445**
Корнваллит 36, **352**
Корнетит 34, **192**
Коронгвит 47
Крандаллит 35, 241, **246**
Крибергит 38, **445**
Крифиолит 261
Крокоит 18, **21**
Ксантарсенит 272, 273
Ксантоксенит 38, 389, **415**
Ксантофенит 415
Ксенотим 32, **71**, **72**
Купроадамин 282
Купрованадинит 321
Купродеклуазит 222
Купроплюмбит 358
Купротугстит 517, **550**, 551
Купрошеелит 550, 551
Курскит 306, 308
Къёрульфин 260, 261

Лавендулан 146
Лазулит 36, **332**
Лазулита серия 36, **332**
Лазурь-апатит 307
Лакруаит 34, **184**
Лаксманнит 28
Лампростибиан 478
Ландезит 33, **120**
Лаубманнит 34, **208**, 209
Левизит 463, 466—468
Леграндит 37, **391**
Лейкоманганит 111
Лейкофосфит 37, **366**
Лейкохальцит 36, **359**
Лёллигит 387
Лемнезит 48, 55
Ленерит 386
Лехиит 37, **373**
Либетенит 35, 274, **278**
Линдакерит 38, **451**
Линдгренит 517, **553**
Лироконит 36, **348**
Лискардит 36, **351**
Литиофилит 31, 43, **44**
Лопецит 18, **20**
Лоссенит 164, 165
Лудламит 37, **384**
Лунебергит 38
Льюистонит 36, 296, **327**
Люннит 206
Люцинит 155

Магнетостибиан 472
Магнезиум-хлорофёницит 34, **181**
Маккейит 7, **15**
Манган-аллюодит 31, 48, **54**
Манганапатит 304
Манганберцелиит 32, **63**
— сурьмянистый 64, 65
Манган-гидроксилапатит 304
Манганостибит 474

Манган-фторапатит 304
Мансфилдит 33, 152, **161**
Мартинит 68
Мауцелит 463, 467, 468
Маципилит 387
Мегабазит 523
Мейерсит 159
Меланованадит 492, **512**
Меланостибиан 462, **490**
Меланхлор 48
Меллит 559, **566**
Меррилит 202
Месселит 124
Мета-брушит 91
Метаварисцит 33, **166**
Метаварисцита группа 33, **166**
Метавоксит 37, **407**
Метакалькуранит 425
Мета-отунит 419
— — I 419, 424—426
— — II 420, 425, 426
Метароссит 492, **506**
Мета-салеит 429
Метаторбернит 38, 419, **432**
— II 432
Метаторбернита группа 38, 419, 432
Метахьюэттит 492, **514**
Метацейнерит 38, 419, **433**
Меташтренгит 33, 157, 166, **168**
Миезит 314
Миксит 37, **374**
Миллисит 37, **372**
Миметезит 35, **310**, 311
— ванадистый 314
— кальцистый 314
— фосфатистый 314
Минерал без названия 226, 499, 528
Минервит 442, 443
Миниолит 37, **406**
Мириквидит 445
Митридатит 37, 124, **388**, 390
Молибдит 557
Молибдошеелит 532
Монацит 32, **75**
Монетит 31, **39**
Монимолит 462, 463, **469**
Монтанит 7, **9**
Монтгомериит 38, **416**
Монтебразит 34, **232**
Моринит 34, **185**
Моттрамит 34, 210, **219**, 225
Мункрудит 449
Мункфорсит 449

Надорит 462, **488**
Натромонтебразит 34, 232
Натро-трифилит 48
Натрофилит 31, 43, **51**
Науруит 303
Неопурпурит 48, 57
Нуссиерит 314
Ньюбериит 32, **96**

Оверит 38, **417**
Одонтолит 139, 382
Оксалат без названия 566
Оксаммит 559, **565**
Оксиапатит 302
Оксикерченит 138, 140
Оливенит 35, 274, **275**
Оливенита группа 35, 274
Отунит 38, 419, **424**
Отфёилит 150
Охролит 490

Палаит 88
Пальмерит 442, 443
Парабайлдонит 358
Паравивианит 138, 139, 140
Паравоксит 37, **409**
Парагопеит 33, **124**
Парсонсит 36, **339**
Паскоит 492, **507**
Патераит 558
Пеганит 155
Пигоит 569
Пикрофармаколит 33, **133**
Пинтадоит 492, **505**
Пироарсенит 64, 65
Пиробелонит 34, 210, **223**
Пироморфит 35, **310**
— ванадистый 314
— иодистый 316
— кальцистый 314
— фтористый 316
Пироморфита серия 35, 296, **310**
Пирофосфорит 68
Питтицит 38, **459**
Пицита 365
Планерит 160
Плеонектит 326
Плеуразит 258
Плюмбейн 315
Плюмбогуммит 35, **241**
Плюмбогуммита группа 35, **241**
Плюмбосинадельфит 183
Повеллит 517, 529, **536**
Подолит 306, 308
Полиарсенит 272
Полисфаерит 314
Псевдовавеллит 247
Псевдогетерозит 48
Псевдомалахит 34, **204**

Псевдопалаит 88
Псевдотриплит 48, 57
Пситтацинит 222
Пурпурит 31, 48, **56**
Пухерит 492, **501**

Рабдофан 33, **173**
Рагит **197**
Рамирит 222
Распит 517, 530, **548**
Раувит 492, 511
Рашлейгит 380
Реддингит 33, **117**
Реддингита серия 33, 117
Редондит 156
Рейнит 522, 525, 526
Ренардит 36, **356**
Репоссит 71
Ретциан 34, **198**
Ричмондит 160
Ришеллит 37, **390**
Родоарсениан 474
Розелит 32, **113**
Розелита группа 32, **113**
Розьерозит 351
Рокбриджеит 35, **284**
— марганцовистый 285
— окисленный 284
Ромеит 462, 463, **466**
— железистый 466, 467
— марганцовистый 466, 467
— натристый 466, 467
— свинцовистый 467
— титановый 467, 468
— фтористый 467
Россит 492, **505**
Росслерит 32, **99**
Росслерита группа 32, **99**
Рошерит 37, **404**
Руда красная свинцовая 24
Рузвельтит 32, **82**

Саамит 302, 304, 308
Сабалит 442
Салеит 38, 419, **428**
Салинит 33, **175**
Салмоит 362
Салмонсит 33, **122**
Самплеит 37, **376**
Санмартинит 517, **528**
Саркинит 35, 267, **271**
Саркопсит 44, 35, **273**
Сармиентит 38, **458**
Сванбергит 38, 444, **448**
Сведенбогит 462, **475**
Сейригит 532, 535
Сенгиерит 492, **498**
Сермиентит 456
Сиклерит 31, 48, **52**
Сиклерита серия 31, 52
Симанит 38
Симплезит 33, 135, 144, **148**
Синадельфит 34, **182**
Синкозит 492, 509
Сковиллит 174
Скородит 33, 152, **161**
— алюминистый 163, 164
— фосфористый 163, 164
Скорцалит 36, **332**
Соконит 362
Спенсерит 36, **360**
Сподиозит 262
Стасит 294
Стацисит 214
Стеркорит 32, **83**
Стерреттит 37, **400**
Стибиатил 478
Стибиконит 463, 465
Стипельманнит 250
Стоффертит 91
Струвит 32, **103**
Стюартит 33, **121**
Сульфат-апатит 330
Суманзит 371, 372
Сузалит 36, **336**
Сьёгрувит 258

Тавистокит 36, **331**
Тагалит 36, **359**
Тальктриплит 265
Таманит 124
Тангеит 224—226
— волокнистый 225
— плотный 225
Таранакит 38, **442**
Тарапакаит 18, **19**
Тарбуттит 35, **286**
Тацнит 472
Тейнеит 7, **8**
Теллурит железистый 7
Тилазит 34, 210, 211, **237**
Тинтикит 37, **407**
Тиролит 36, **353**
Тихвинит 449
Торбернит 38, 419, **420**
Торбернита группа 38, **419**
Торотунгстит 517, **557**
Траинит 442
Трёгерит 37, 402
Тригонит 462, 480
Триплит 35, 43, **262**
— магнистый 265
Триплоидит 35, 44, **267**
Триплоидита группа 35, **267**

Триппкеит 462, **482**
Трипуггит 462, **470**
Тритохорит 222
Трифилит 31, 43, **44**
Трифилита группа 31, **43**
— серия 43
Трифилита-литиофилита серия 44
Трихальцит 33, **132**
Троллеит 336
Тромболит 205
Тсумебит 36, **344**
Туранит 34, 210, 225, **226**
Туркестан-фольбортит 226
Турнерит 79
Тюямунит 492, 493, **495**

Уванит 492, **509**
Узбекит 224, 227, 228
α-Узбекит 228
β-Узбекит 228
Ураноспинит 38, 419, **430**
Ураноцирцит 38, 419, **427**
Ураношпатит 430
Уэвеллит 559, **560,** 563
Уэдделлит 559, **563**

Файрфилдит 32, **109**
Файрфилдита группа 32, **109**
Фармаколит 32, 90, **93**
Фармакосидерит 38, **437**
Фёникохроит 18, **25**
Ферберит 517, **518**
Ферванит 492, 500
Ферганит 492, **499**
Ферморит 36, 296, 302, **328**
Фернандинит 492, **515**
Феррацит 243
Ферримолибдит 517, **555,** 557
Ферри-сиклерит 31, 48, **52**
Феррисимплезит 149
Ферристибиан 473
Ферритунгстит 517, **553**
Феррифосфат 390
Филловит 32, **108**
Финнеманит 462, **487**
Фишерит 160
Флайолотит 462, **471**
Флинкит 34, **197**
Флоренсит 35, 241, **250**
Фольбортит 34, 224, 225, **227**
— сибирский 228
Форбезит 32, **98**
Форнасит 29
Фосфат железа 140
Фосфорокальцит 206
Фосфорохромит 28
Фосфорросслерит 32, **101**
Фосфосидерит 170
Фосфоферрит 33, **117**
Фосфофиллит 33, **130**
Фосфуранилит 35, **295**
Франколит 302, 303, 306
Фрейринит 36, 146, **347**
Фритцшеит 423
Фронделит 35, **284**
— железистый 285
Фронделита серия 35, 284
Фторапатит 35, 296, **297,** 303
— гидроксилистый 303
— карбонатистый 298, 300, 302, 303
— марганцовистый 298, 300, 302, 304
— стронцистый 302, 304
— хлористый 302, 303
Фтор-гидраксилапатит 304
Фтор-коллофан 304
Фторманганапатит 304

Халькоменит 7, **11**
Халькосидерит 37, **378**
— алюминистый 380
Халькофиллит 38, **452**
Хлорапатит 35, 296, **297,** 304
— фтористый 300
Хлорарсенпан 66
Хлоротил 375
Хлорофёницит 33, **179**
Хлорофёницита группа 33, **179**
Хлор-фторапатит 303
Хиггинсит 214, 215
Хитчкокит 242
Холденит 33, **175**
Хондрарсенит 272
Хондростибиан 478
Хризоколла 335
Хьюэттит 492, **513**
Хюнеркобелит 31, 43, 48, **49**
Хюнеркобелита серия 43

Цвизелит 265
Цейнерит 419, **429**
Церулеит 36, **355**
Церулеолактит 37, **395**
Цефаровичит 400
Цойгит 68

Чальчиуитл 382
Чёрчит 33, 90, **173**
Чилеит 222
Чиллагит 542, 543
Чильдренит 37, **366**
Чильдренита серия 37, **366**

Шафарицкит 462, 483
Швабит 36, 296, **322**

Швабита серия 36, 296, **322**
Шеелит 517, 529, **530**
— молибденистый 532, 535
Шеелита группа 517, 529
Шеневиксит 35, **252**
Шертелит 84
Шнеебергит 463, 466—468
Штабит 302
Штаффелит 304
Штейгерит 492, **501**
Штольцит 517, 529, **545**
— молибденистый 542
Штренгит 33, 152, **153**
— алюминистый 155, 156
Шультенит 31, **40**

Эвансит 36, **350**
Эвпирхроит 303
Эвсинхит 222
Эвхроит 37, **363**
Эггонит 401
Эгейит 37, **388**
Экдемит 462, **485**, 487
Элит 206
Эллестадит 36, 296, 302, **330**
Эльфсторпит 347
Эммонсит 7, **13**
Энглишит 37, **391**
Эндлихит 320
Эозит 542—544
Эосфорит 37, **366**
Эринит 34, **203**
Эритрин 33, 135, **141**
— железистый 144
— кальцистый 144
— медистый 146
— цинкистый 144
Эритрон 321
Эрландит 559, **567**

Юконит 387

Ярозита группа 445

УКАЗАТЕЛЬ
ИНОСТРАННЫХ НАЗВАНИЙ МИНЕРАЛОВ

Abichit 192
Achrematite 543
Acrochordite 355
Adamine 283
Adamite 280
Adelite 210
Agaphite 382
Ahlfeldite 8
Aimafibrit 347
Aimatolith 179
Akrochordite 355
Allactite 187
Allaktit 189
Allodelphite 183
Allogonite 231
Alluaudite 54
Alpha-kertchenite 138
Alpha-variscite 158
Alumine phosphatée 399
Aluminoscorodite 165
Alumochalcosiderite 382
Alumo-chalcosiderite 380
Alumopharmacosiderite 439
Amatrice 158
Amblygonite 232
Améthiste basaltine 307
Amfihalit 291
Ammiolite 471
Amphithalite 291
Anapaite 122
Andrewsite 207
Angelardite 140
Anglarite 140
Annabergite 141
Anthoinite 557
Antimonbleispath 465
Antimoniate of Lead 465
Antimonite de Mercure 471
Antimonsaures Bleioxyd 465
Apatit 307
Apatite 307
Aphanèse 192
Aphanesite 192
Aphérèse 279
Aquamarin 307
Araeoxene 222
Arakawaite 343
Ardealite 454
Arequipite 471
Armangite 479
Aroeoxene 222
Arrojadita 62
Arrojadite 61
Arsenate of Cobalte 145
— — Lead 316
— — Nickel 145
Arseneisensinter 460
Arseniate of copper 192
Arsenicated Iron Ore 439
Arsenicite 94
Arsenikalisches Bleyerz 316
Arsenikblüthe 94
Arseniksaurer Kalk 94
Arseniksaures Eisen 439
Arseniksaures Kupfererz 277
Arseniksinter 165
Arseniopleite 257
Arseniosiderite 386
Arseno-Bismite 332
Arsenobismite 332
Arsenoclasite 207
Arsenocrocites 387
Arsenoklasit 207
Arsenokrokite 387
Arsensaures Blei 316
Arsentsumebite 346
Asovskite 200
Asparagolith 307
Asparagolithe 307
Asparagus Stone 307
Asparagus-stone 307
Atalestite 197
Atelestite 195
Atopite 468
Attacolite 258
Augelite 288

Augustit 307
Austinite 216
Autunite 424
Azovskite 200
Azurite 336

Baldaufite 89
Barcenite 471
Barrandite 156
Barthite 214
Basiliite 472
Bassetite 435
Bayldonite 357
Bellite 318
Beraunite 393
Beresotite 24
Beresovite 30
Bergbiau 335
Berkeyite 336
Berlinerblau 335
Berlinite 81
Bermanite 403
Bernonite 351
Beryllonite 58
Berzeliite 63
Berzelit 65
Beta-kertshenite 138
Beudantite 444
Bialite 332
Bieirosite 446
Bindheimite 463
Bischofit 243
Blakeite 17
Blättricher Olivenmalachite 279
Blättriges Olivenerz 454
Blaubleierz 316
Blaueisenerde 140
Blauspath 336
Blei-aluminat 243
Bleichromat 24
Bleigummi 243
Bleihydro-aluminat 243
Bleiischer Chromspath 24
Bleimolybdat 543
Bleiniere 465
Bleinierite 465
Bleischeelat 547
Bleiselenit 13
Bleiwolframat 547
Bleu de Prusse natif 140
Bloa Järnjord 140
Blue Feldspar 336
— Iron Earth 140
— Spar 336
Blumit 465
Bobierrite 150
Bolivarite 291
Bone-phosphate 307
Bone-turquois 382
Borickite 341
Borickyt 341
Boryckite 341
Bowmanite 245
Brackebuschite 504
Brandtite 116
Braunbleierz 316
— of Zimapan 321
Brazilianite 253
Brickerit 217
Brickerite 217
Brown Lead Ore 316
Brushite 90
Buntbleierz 316

Cabrerite 143
Cacoxene 440
Cacoxenite 439
Caerullum Berolinense nativum 140
Cal 526
Calaite 382
Calciocarnotite 497
Calcioferrite 414
Calciovolborthite 225
Calcio-volborthite 226
Calcium-lazulite 336
Calcium tungstate 535
Calciumwolframite 535
Calclacite 569
Calcoferrit 415
Calcouranit 426
Calcvolborthite 226
Caliche azufrado 19
Call 526
Callaina 382
Callainit 159
Callainite 159
Callais 159
Campylite 316
Carbonapatit 308
Carbonatapatit 308
Carbonate-apatite 297
Carbonate-whitlockite 68
Carmine Spar 339
Carminite 337
Carminspath 339
Carnotite 493
Caryinite 66
Castelnaudite 75
Catoptrite 476
Cerium-apatit 308
Ceruleite 355
Céruléite 356

Chalchihuit 382
Chalchuite 382
Chalcolite 426
Chalcomenite 11
Chalcophacit 349
Chalcophyllite 452
Chalcosiderite 378
Chalkolith 423
Chalkophyllit 454
Chalkosiderit 382
Chaux arseniatée anhydre 65
Chaux phosphatée 307
Chenevixite 252
Cherokine 316
Childrenite 366
Chileite 222
Chillagite 542
Chlorapatit 308
Chlorapatite 297
Chlor-apatite 308
Chloroarsenian 65
Chlorophoenicite 179
Chlorotile 375
Chlor-utahlite 159
Chneebergite 467
Chondrarsenite 272
Chondrostibian 478
Chromate of Lead 24
— — — and Copper 29
— de plomb brun 321
Chrombleispath 24
Chrommolybdänbleierz 543
Chrommolybdänbleispath 543
Chromowulfenite 543
Chromphosphorkupferbleispath 29
Chromsaures Blei 24
Chrysolite ordinire 307
Churchite 173
Ciplyte 308
Cirrolite 258
Cirrolith 258
Clinobarrandite 170
Clinoclase 190
Clinoclasite 192
Cobalt arseniaté 145
— Bloom 145
Cobalt Ocher 145
Cobaltoadamite 283
Cobalto-adamite 282
Cobaltomenite 13
Coeruleolactin 396
Coeruleolactite 395
Coerulite 356
Collieite 316
Collinsite 111
Collophane 308
Collophanite 308
Colovratite 499
Conichalcite 212
Copper Mica 454
Copper-Uranite 423
Corkite 445
Cornetite 192
Cornwallite 352
Coronguite 471
Crandallite 246
Crifiolite 261
Crocoise 24
Crocoite 21
Cryphiolite 261
Cryptolite 80
Cube Ore 439
Cupreous Arsenate of Iron 165
Cuproadamite 282
Cupro-apatite 308
Cuprodescloizite 222
Cupro-descloizite 222
Cupro-martial Arsenate 165
Cuproplumbite 358
Cuproscheelite 550
Cuprotungstite 550
Cuprouranit 423
Cuprovanadite 222
Cuivre arseniaté 192
— — ferrifère 165
— — lamelliforme 454
— phosphaté 206

Dahllite 306
α-Dahllite 308
β-Dahllite 308
γ-Dahllite 308
Davisonite 369
Dechenite 221
Dehrnite 326
Deltaite 249
Delvauxene 365
Delvauxite 364
Dennisonite 370
Derbylite 472
Dernbachite 446
Descloizite 219
Destinezite 457
Devonite 399
Dewindtite 294
Diadelphit 179
Diadochit 458
Diadochite 455
Diarsenate of Iron 460
Dichter blauer Feldspath 336
Dickinsonite 106
Dihydrite 206
Dubbelbrytande Berzeliit 65

Dudgeonite 143
Dufreniberaunite 395
Dufrenite 291
Dufrénite 293
Duftite 218
Dumontite 357
Durangite 239
Durdenite 14
Dussertite 251

Earlandite 567
Ecdemite 485
Écume de loup 526
Edwardsite 80
Eggonite 401
Eguéïite 388
Eguëite 388
Ehlit 206
Eisenapatit 266
Eisenblau 140
Eisenbranderz 460
Eisenglimmer 140
Eisenpecherz 266
Eisen-Phyllit 140
Eisen-Resin 565
Eisenscheel 526
Eisensinter 165
Ekdemit 485
Eleonorite 395
Elfstorpite 347
Ellestadite 330
Emmonsite 13
Endlichite 316
Englishite 391
Eosite 543
Eosphorite 366
Epiglaubite 92
Epiphosphorit 308
Eremite 80
Ernite 203
Erythrine 145
Erythrite 141
Estercorrita 84
Estramadurite 308
Euchroite 363
Eupyrchroite 303
Eusynchite 222
Evansite 350

Fairfieldite 109
Faser Resin 565
Fe-alluaudite 55
Fer azuré 140
— oxydé, resinite 460
— phosphaté 140
Ferberit 526
Ferberite 518
Ferghanite 499
Fermorite 328
Fernandinite 515
Ferrazite 243
Ferri-alluaudite 55
Ferrimolibdite 555
Ferripurpurite 58
Ferri-Sicklerite 52
Ferrisymplesite 149
Ferritungstite 553
Ferri-turquois 382
Ferrostibian 473
Ferrotungstat 526
Ferrowolframit 526
Ferum arsenico mineralisatum 526
Fervanite 500
Fe-sicklerite 54
Fillowite 108
Finnemanite 487
Firuzegi 382
Fischerite 160
Flajolotite 471
Flinkite 197
Flockenerz 316
Florencite 250
Floridite 308
Flos Cobalti 145
Fluor-adelite 239
Fluorapatit 308
Fluorapatite 297
Fluor-apatite 308
Fluorcollophane 308
Fluor-herderite 231
Fluormanganapatit 308
Fluormanganapatite 304
Forbesit 99
Forbesite 98
Fornacite 29
Fossil-turquois 382
Foucherite 342
Fouchérite 342
Francolite 302
Freirinite 347
Fremontite 236
Fritzscheite 423
Frondelite 284
Fuchérite 342

Gal 526
Gelbbleierz 543
Geldiadochit 458
Gelfischerite 160
Gelvariscite 158
Georgiadesite 194

Geraesite 244
Gibbsite 160
Glasbachit 13
Glaubapatite 40
Glaukosiderit 140
Globosite 159
Glucinite 231
Gorceixite 243
Gordonite 412
Goyazite 244
Graftonite 69
Green Iron Ore 293
— Lead Ore 316
Griphite 256
Grodnolite 308
Grön Blyspat 316
Grünbleierz 316
Grün Bleyerz 316
Grüneisenerde 293
Grün-Eisenstein 293
Grüner Glimmer 423
Guanapite 565
Guanite 105
Gummibleispath 243
Gummispath 243

Haidingerite 95
Hämafibrite 347
Hämatolith 179
Hämatostibiite 475
Hamlinite 245
Hannayite 85
Harbortite 383
Härnesit 152
Harttite 449
Hautefeuillite 150
Headdenite 62
Hebronite 236
Hedyphane 324
Heliophyllite 486
Hemafibrite 346
Hematolite 177
Hematostibiite 475
Hematostibite 474
Henwoodite 384
Herderite 229
Heteposite 58
Heterosite 56
Heterozite 58
Hewettite 513
Hibbenite 129
Higginsite 214
Hinsdalite 447
Hitchcockite 242
Hoernesite 151
Holdenite 175
Holzkupfererz 277
Honigstein 567
Honigsteinsäure 567
Hopeite 126
α-Hopeite 129
β-Hopeite 129
Hübnerite 526
Huebnerite 518
Huegelite 223
Hügelite 223
Hühnerkobelite 49
Humboldtine 564
Humboldtit 565
Hureaulite 86
Hussakite 73
Hydrargillite 382
Hydrated Calciumaluminic Phosphate 332
— Calcium Oxalate 563
— oxygen apatite 308
Hydro-apatite 308
Hydroromeite 469
Hydroxyapatite 308
Hydroxyl-Herderite 229
Hydroxyllapatit 308
Hydrozylapatite 297

Iron tungstate 526
Isoclasite 362
Isoklas 363

Jezekite 186
Johnite 382
Jossaite 30
Jujuyite 470
Julienite 568

Kakoxen 440
Kalait 382
Kalk-Uranglimmer 426
Kalk-Uranit 426
Kalkvolborthit 224
Kalk-volborthit 226
Kalkwavellit 247
Kallait 382
Kallochrom 24
Kampylit 316
Kapnicit 399
Kararfveit 80
Karminspat 339
Kärntherischer Bleispath 543
Karyinit 66
Katoptrite 478
Kehoeite 376

Kerstenite 13
Kietyöite 308
Kipuschite 343
Kirrolith 258
Kjerulfin 261
Kjerulfine 260
Klaprothine 336
Klaprothite 336
Klinoklas 192
Knauffite 228
Kobalt-scorodit 165
Kobold-Blüthe 145
Koboltbeschlag 145
Koboltbeslang 145
Kobolt Blomma 145
Koboltblüte 145
Koboltblüthe 145
Koechlinite 551
Koettigite 146
Kohlenspath 562
Kolbeckite 461
Kollophan 308
Kondroarsenit 272
Konichalcit 215
Koninckite 161
Kararfveite 80
Korkit 446
Köttigite 147
Kraurit 293
Kribergite 455
Krokoisit 24
Kryphiolith 261
Kryptolith 80
Kühnite 65
Kupaphrite 354
Kupfer-diaspore 206
Kupferglimmer 454
Kupfergrün 206
Kupferschaum 354
Kupfer-Uranglimmer 435
Kupferuranit 435
Kupfer-Uranit 423
Kupterphyllit 454

Lacroixite 184
Lamprostibian 478
Landesite 120
Lasionit 399
Laubmannite 208
Lavendulan 146
Laxmannite 28
Lazulit 335
Lazulite 332
Lazulith 336
Legrandite 391
Lehiite 373
Lehmannite 24
Lehnerite 386
Lemnäsite 55
Lenticular Copper 349
Leucochalcite 359
Leucomanganit 111
Leucomanganite 111
Leucophosphite 366
Leukochalcit 359
Lewisite 467
Lewistonite 327
Libethenite 278
Licafro 526
Lime-Uranite 426
Lindackerite 451
Lindgrenite 553
Linsenerz 349
Linsenkupfer 349
Liroconite 348
Lirokon-malachite 349
Liskeardite 351
Lithiophilite 44
Loaisite 165
Lopezite 20
Lossenite 164
Lucinite 155
Ludlamite 384
Lunnit 206
Lupi Spuma 526

Mackayite 15
Magnesian Pharmacolite 65
Magnésie phospatée 261
Magnesium-Berzeliit 65
Magnesium-Chlorophoenicite 181
Magnetostibian 472
Malybdänocker 557
Mangan-alluaudite 54
Manganapatit 308
Manganapatite 308
Manganberzeliit 65
Manganberzeliite 63
Manganèse phosphaté
— — ferrifère 266
Manganese tungstate 526
Mangan-fluorapatite 308
Manganhydroxyapatite 308
Manganipurpurite 58
Manganostibiite 474
Manganostibite 474
Manganowolframit 526
Mangansicklerite 54
Manganvoelckerite 308
Mangualdite 308
Mansfieldite 161
Maroxit 307

Martial Arsenate of Copper 165
Martinite 68
Mauzeliit 467
Mauzeliite 468
Mazapilite 387
Megabasit 526
Megabasite 523
Melanchlor 58
Melanochroit 26
Melanostibian 490
Melanovanadite 512
Melilithus 567
Mélinose 543
Mellilite 567
Mellite 566
Mellites 567
Mengite 80
Merrillite 202
Messelit 124
Messelite 124
Metabrushite 91
Meta-chalcolite 433
Métachalcophyllite 454
Metahewettite 514
Metakalkuranite 425
Metakupferuranit 433
Metarossite 506
Metastrengite 168
Metatorbernit 422
Metatorbernite 432
Meta-torbernite I 433
Metatriplite 266
Metavariscite 166
Metavauxite 407
Metazeunerite 433
Meyersite 159
Mg-Berzeliite 65
Mica viridis cryst 423
Microcosmic Salt 84
Miesit 316
Millisite 372
Mimetene 316
Mimetèse 316
Mimetesit 316
Mimetit 316
Mimetite 310
Mine de Plomb verte 316
Mineral de plomb rouge 24
Minera plumbi rubra 24
Minera plumbi viridis 316
Minervite 442
Minyulite 406
Miriquidite 445
Mithridatite 390
Mitridatite 388
Mixite 374
Mn-Berzeliite 65
Mn-sicklerite 54
Mock-lead 526
Moffrasite 465
Mollit 336
Molybdänbleierz 543
Molybdänbleispath 543
Molybdänocker 557
Molybdänoxyd 557
Molybdänsäure 557
Molybdate of Lead 543
Molybdena 557
Molybdenated Lead Ore 543
Molybdic Ocher 557
Molybdine 557
Molybdite 557
Molybdomenite 13
Molybdoscheelite 535
Molybdic Ocher 557
Molybic Acid 557
Monacite 80
Monazit 80
Monazite 75
Monazitoid 80
Monetite 39
Monimolite 469
Monite 308
Montanite 9
Montebrasite 232
Montebrazit 236
Montgomeryite 416
Morinite 185
Mottramite 219
Muellerite 85
Mullicite 140
Munkforssite 449
Munkrudite 449

Nadorite 488
Na-heterosite 58
Na-purpurite 58
Native Aluminiate of Lead 243
— Salt of Phosphorus 84
Natramblygonite 236
Natromontebrasite 232
Natponamblygonit-Natromontebrasite 236
Natron-berzeliite 65
Natrophilite 51
Natürliche Berlinblau 140
— Smalt 335
Naturligit Berlinerblätt 140
Nauruite 303
Neopurpurite 57
Newberyite 96
Niccolum calciforme 145
Nickel Arseniate 145

Nickel Bloom 145
— Green 145
— Ocher 145
Nickelblüthe 145
Nickelian hoernesite 144
Nickelocker 145
Nova minera Plumbi 24
Nassierite 314
Nussierite 316

Occidental Turquoise 382
Ochra Cobalti rubra 145
— Niccoli 145
Ochrolite 490
Ochrolith 490
Ocre martiale bleue 140
Octaedrisches Phosphorkupfer 279
Octahedral Arseniate of Copper 349
Odontolite 139
Olive Copper Ore 277
Olive-green Copper Ore 277
Olivenerz 277
Olivenite 275
Olivenkupfer 277
Orientalischer Türkis 382
Ornithite 308
Orthodiadochite 458
Osteolith 307
Overite 417
Oxacalcite 562
Oxalate of Lime 562
Oxalit 565
Oxalsaures Eisen 565
Oxammite 565
Oxyapatite 308
Oxykertschenite 138

Palaite 88
Palmerite 442
Parabayidonite 358
Parabayldomite 358
Parahopeite 124
Paravauxite 409
Paravivianite 138
Parsonsite 339
Pascoite 507
Pateraite 558
Peganite 155
Perowskyn 48
Pfaffiite 465
Pharmacochalzit 277
Pharmacolite 93
Pharmacolith 94
Pharmacolzit 277
Pharmacosiderite 437
Pharmakosiderit 439
Phenicochroite 26
Phoenicochroite 25
Phoenikochroit 26
Phönicit 26
Phönizit 26
Phosphate calcaire 307
— of Copper 206
— — Iron 140
— — — and Monganese 266
— — Lead 316
— — Lime 307
— — Uranium and Copper 423
— — Yttria 75
Phosphocerite 80
Phosphoferrite 117
Phosphophyllite 130
Phosphorblei 316
Phosphorchromit 29
Phosphorchromite 28
Phosphoreisensinter 458
Phosphorite 307
Phosphorkupfer 206
Phosphor-kupfererz 206
Phosphormangan 226
Phosphorocalcit 206
Phosphorocalcite 206
Phosphorroesslerite 101
Phosphorsalz 84
Phosphorsaurehaltig 316
Phosphorsäure Thonerde 336
Phosphorsaure Yttererde 75
Phosphorsaurer Eisen 140
Phosphorsaurer-Kalk 307
Phosphorsaurer Talk 261
Phosphorsaures Kupfer 206
Phosphorsyrad Ytterjord 75
Phosphosiderite 170
Phosphuranylite 295
Picite 365
Picites resinaceus 365
Picropharmacolite 133
Pierre d'Asperge 307
— de miel 567
Pigotite 569
Pintadoite 505
Pitch Iron Ore 460
Pitticit 460
Pitticite 459
Pittizit 460
Planerite 160
Pleonectite 326
Pleonektit 326
Pleurasite 258
Pleurastite 258
Pleuroklas 261
Plomb arseniaté 316

Plomb brun 321
— chromaté 24
— chromé 29
— hydro-alumineaux 243
— jaune 543
— molybdaté 543
— phosphaté 316
— vert arsenical 316
Plombe rouge de Sibérie 24
Plombgomme 243
Plomo pardo 321
Plumbeine 316
Plumbogummite 241
Plumbo-gummite 243
Plumbo-resinite 243
Plumbosynadelphite 183
Plumbum arsenico mineralisatum 316
Polyarsenite 272
Polychrom 316
Polysphaerit 316
Powellite 536
Prasin 206
Prasin-chalzit 206
Preslite 346
Prismatic scheelium ore 526
Prismatisches Scheel-Erz 526
Prismatoidischer Zinkphyllit 129
Pseudo-apatite 308
Pseudoberzelite 65
Pseudo-campylite 314
Pseudohétérosite 54
Pseudo-libethenite 279
Pseudomalachite 204
Pseudopalaite 88
Pseudotriplite 57
Pseudowavellite 248
Psitacinite 222
Psittacinite 222
Psophorsaures Blei 316
Pucherite 501
Purophosphorite 68
Purpurite 56
Pyrobelonite 223
Pyroclasite 308
Pyroguanite 308
Pyromorphit 316
Pyromorphite 310
Pyrophosphorite 69
Pyrrharsenite 65
Pyrrhoarsenite 65
Pyrrho-arsenite 65

Quercyite 308
Quercyite-α 308
Quercyite-β 308

Ramarita 222
Ramirite 222
Rashleighite 380
Raspite 548
Rauvite 511
Red Cobalt 145
— — Ocher 145
Reddingite 117
Redondite 156
Reinit 526
Reinite 522
Renardite 356
Repossite 71
Retzian 198
Rhabdophane 173
Rhagite 197
Rhodoarsenian 474
Rhodoise 145
Rhombischer Vanadit 222
Richellite 390
Richmondite 160
Rockbridgeite 284
Roesslerite 99
Roméine 468
Romeite 466
Rooseveltita 82
Rooseveltite 82
Roscherite 404
Roselite 113
Rosiérésite 351
Rossite 505
Rotbleierz 24
Rothes Bleierz 24

Sächsischer Beryll 307
Sahlinite 175
Saleeite 428
Salmoite 362
Salmonsite 122
Sampleite 376
Sanmartinite 528
Sarcopside 273
Sarkinite 270
Sarkopsid 274
Sarmientite 458
Schadeite 243
Schafarzikite 483
Schaffnerit 222
Scheel Bleispath 547
— in calcaire 535
Scheelbleispat 547
Scheeleisenerz 526
Scheelerz 535
Schéelin furruginé 526
Scheelit 535
Scheelite 530

Scheelsaures Blei 547
Scheelspath 535
Scheeltine 547
Schneebergite 468
Schultenite 40
Schwerstein 535
Scorodit 165
Scorodite 161
— and Néoctèse 165
Scorzalite 332
Scovillite 174
Selenbleispath 13
Selenichtsaures Bleioxyd 13
Selenite de plomb 13
Sengierite 498
Sexangulit 316
Seyrigite 532
Sicklerite 52
Sideretine 460
Siderit 336
Siderochalcit 192
Sincosite 509
Sjogruvite 258
Skovillit 174
Smalteblaue Fossil von Vorau 335
Soda Berzeliite 65
Soda-triphylite 62
Sombrerite 308
Soumansite 371
Souzalite 336
Spargelstein 307
Spencerite 360
Sphaerite 157
Sphärit 158
Spodiosite 262
Spuma lupi 526
Staffelite 304
Stasite 294
Staszicite 214
Staszycyt 215
Steigerite 501
Stercorite 83
Sterrettite 400
Stewartite 121
Stibiatil 478
Stibiogalenites 465
Stiepelmannite 250
Stilbite duovigésimale 129
Stoffertite 91
Stolzit 547
Stolzite 545
Strahlenerz 192
Strahlenkupfer 192
Strahlerz 192
Strahliger Hydrargillit 399
Strahliges Olivenerz 192
Strahlstein 293
Strengite 153
Strontianapatite 329
Struveit 105
Struvite 103
Subphosphate of Alumina 399
Subsesquichromate of Lead 26
Sulfatapatit 308
Svabite 322
Svanbergite 448
Swedenborgite 475
Symplesite 148
Synadelphite 182

Tagilite 359
Tagilith 360
Talkapatit 308
Talktriplit 266
Talktriplite 265
Tamarite 454
Tangeite 225
Tanguéite 226
Taranakite 442
Tarapacaite 19
Tarbuttite 286
Tavistockite 332
Taznite 472
Teineite 8
Tennspat 535
Tetraphylin 48
Thierchite 562
Thonerdephosphat 399
Thorotungstite 557
Thrombolite 206
Thrombolith 206
Tikhvinite 449
Tilasite 237
Tinticite 407
Tirolit 354
Tïujamunite 497
Tjuiamunite 497
Torberit 423
Torberite 423
Torbernite 420
Traubenblei 316
Trichalcit 133
Trichalcite 132
Trigonite 480
Trimontite 535
Triphylin 48
Triphylite 44
Triple-phosphate 105
Triplit 266
Triplite 262
Triploidite 267
Trippkeite 482
Tripuhyite 470

Tritochorit 222
Tritochorite 222
Troegerite 402
Trögerite 403
Trolleite 336
Trombolite 205
Tsumebite 344
Tungstate of Lime 535
— de cuivre 551
— ferrugineux 526
— of lead 547
— manganésié 526
Tungstein 535
Tungsten 535
Turanite 226
Turchesa 382
Turchesia 382
Turchine 382
Türkis 382
Turnerite 79
Turques 382
Turquesa 382
Turquois 378
— de nouvelle roche 382
— — vielle roche 382
— orientale 382
Turquoise 382
Tuyamunite 497
Tyrolite 353
Tyuyamunite 495
Tyuyamuyunite 497

Unächter Lasurstein 335
Unnamed phosphate 62
Urane oxydé 423
Uranglimmer 423
Uranit 426
Uranite 423
Uranites spathosus 423
Urankalk 426
Uran-Mica 423
Uranocircite 427
Uranospathite 430
Uranospinite 430
Uranphyllit 423
Uranspat 430
Urdit 80
Utahlite 158
Uvanite 509

Vanadate of Copper 228
— — Lead 321
Vanadinbleierz 321
Vanadinbleispath 321
Vanadinit 321
Vanadinite 318
Vanadinsaueres Kupfer 228
Vanadinsaures Blei 321
Vanadin-spath 321
Variscite 153
Varulite 49
Vashegyite 441
Vauqueline 28
Vauquelinite 27
Vauxite 410
Vesbine 222
Veszelyite 342
Vilateite 169
Vivianit 140
Vivianite 135
Voelckerite 308
Volborthite 227
Volfram 526
Voraulite 336

Wagnerit 261
Wagnerite 259
Walpurgin 202
Walpurgite 200
Wapplerite 100
Wardite 370
Wasserbleiocker 557
Wasserhaltige Nickeloxyde-Magnesia 145
Wavellite 396
Weddellite 563
Weinschenkite 171
Wentzelite 89
Wenzelite 88
Weslienite 467
Whewellite 560
Whitlockite 67
Wilkeite 329
Wölchite 464
Wolf 526
Wolfeite 267
Wolffert 526
Wolffram 526
Wolfort 526
Wolfram 526
Wolframbleierz 547
Wolframit 526
Wolframite 518
Wolframum 526
Wolfrart 526
Wolfrath 526
Wolfrig 526
Wood-Arsenate 277
Wood-Copper 277
Woodhouseite 450
Woolferam 526

Wulfenit 543
Wulfenite 539
Würfelerz 439

Yellow Leadspar 543
Yokonite 387
Ypoléime 206
Ytterspath 75
Yukonite 387

Xantharsenite 272
Xanthoarsenite 273
Xanthoarsénite 272
Xanthoxenite 415
Xenotime 72
Xylocryptite 567

Zepharovichite 400
Zeugite 68
Zeunerit 435
Zeunerite 429
Zinkarseniat 147
Zwieselite 265
Zwiselite 266

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 5
Сокращения и обозначения 6

Селенаты и теллураты 7
Селениты и теллуриты 7
Класс 33. Селенаты и теллураты 8
Класс 34. Селениты и теллуриты 11

Хроматы 18
Класс 35. Безводные нормальные хроматы 19
Класс 36. Сложные хроматы 27

Фосфаты, арсенаты и ванадаты 31
Класс 37. Безводные кислые фосфаты и др. 39
Класс 38. Безводные нормальные фосфаты и др. 43
Класс 39. Водные кислые фосфаты и др. 83
Класс 40. Водные нормальные фосфаты и др. 103
Класс 41. Безводные фосфаты и др., содержащие гидроксил или галоген 175
Класс 42. Водные фосфаты и др., содержащие гидроксил или галоген 341
Класс 43. Сложные фосфаты и др. 444

Антимонаты; антимониты и арсениты 462
Класс 44. Антимонаты 463
Класс 45. Кислые и нормальные антимониты и арсениты 479
Класс 46. Основные или галоид-содержащие антимониты и арсениты 485

Оксисоли ванадия 492
Класс 47. Оксисоли ванадия 493

Молибдаты и вольфраматы 517
Класс 48. Нормальные безводные молибдаты и вольфраматы . . . 518
Класс 49. Основные и водные молибдаты и вольфраматы 550

Органические соединения 559
Класс 50. Соли органических кислот 560
Указатель русских названий минералов 571
Указатель иностранных названий минералов 578

Дэна и др.
СИСТЕМА МИНЕРАЛОГИИ
том II, полутом 2

Редактор *В. К. Знаменская*
Технический редактор *В. И. Шаповалов*
Корректор *А. Н. Окорокова*

Сдано в производство 4/I 1954 г.
Подписано к печати 17/IV 1954 г. Т-02842.
Бумага 60×92$^{1}/_{16}$=18,5 бум. л. 37 печ. л.
Уч.-издат. л. 42,3. Изд. № 5/1756.
Цена 31 р. 60 к. Зак. № 1035.

Издательство иностранной литературы,
Москва, Ново-Алексеевская, 52

4-я типография им. Евг. Соколовой
Союзполиграфпрома Главиздата
Министерства культуры СССР.
Ленинград, Измайловский пр., 29.

КНИГИ ПО ГЕОЛОГИИ,

выпущенные

ИЗДАТЕЛЬСТВОМ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Винчелл А. Н. **Оптическая минералогия.** Перевод с английского, 561 стр., ц. 39 р. 15 к.

Дэна Дж. Д. и др. **Система минералогии,** том II, полутом 1. Перевод с английского, 773 стр., ц. 39 р. 60 к.

Осадочные фации в геологической истории. Сборник статей. Перевод с английского, 245 стр., ц. 12 р. 90 к.

Вопросы сейсмической разведки. Сборник статей. Перевод с английского и немецкого, 436 стр., ц. 20 р. 65 к.

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

Кришнан Р. **Геология Индии и Бирмы.** Перевод с английского, 390 стр.

Ирдли А. **Структурная геология Северной Америки.** Перевод с английского, 643 стр.

Экспериментальные исследования в области петрографии и рудообразования. Сборник статей. Перевод с английского и немецкого, 500 стр.

Книги продаются в книжных магазинах и киосках Книготорга и других книготорговых организаций, высылаются почтой и наложенным платежом без задатка всеми отделами „Книга — почтой" областных, краевых и республиканских отделений Книготоргов.

11

ЦЕНА с 1/1 1961 г.
3 р. 16 коп.

242