

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

МИНЕРАЛЫ
СССР

I

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК СССР

1946

U S S R A C A D E M Y O F S C I E N C E S

INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES

MINERALS of USSR

EDITOR-IN-CHIEF
acad. *A. E. FERSMAN*

Volume 1

NATIVE ELEMENTS

EDITOR OF VOLUME I
N. A. SMOLIANINOV

U S S R A C A D E M Y O F S C I E N C E S P R E S S

MOSCOW

1940

LENINGRAD

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

27/2

549 1/4 (с)
М-62

МИНЕРАЛЫ СССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

акад. **А. Е. ФЕРСМАН**

Том I

САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

РЕДАКТОР ТОМА I

Н. А. СМОЛЪЯНИНОВ

2829

БИБЛИОТЕКА
Геологического Ин-та
Арх. Фил. Акад. Наук СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА

1940

ЛЕНИНГРАД

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	7
Сокращения и обозначения	13
Вводная глава. <i>А. Г. Бетехтин</i>	17
Самородное железо. <i>Л. А. Кулик</i>	32 ✓
Минералы группы самородной платины. <i>А. Г. Бетехтин</i>	43
Минералы группы осмистого иридия. <i>А. Г. Бетехтин</i>	78
Серебро. <i>А. Г. Бетехтин, А. Г. Титов</i>	87 ✓
Электрум. <i>А. А. Смирнов</i>	96
Минералы группы самородного золота. <i>А. А. Смирнов</i>	101 ✓
Медь. <i>А. Г. Бетехтин</i>	179 ✓
Ртуть. <i>А. А. Сауков</i>	195
Амальгамы серебра и золота. <i>А. А. Сауков</i>	199 ✓
Мышьяк. <i>А. Г. Бетехтин</i>	201
Сурьма. <i>Ф. В. Чухров</i>	205
Висмут. <i>А. Г. Бетехтин</i>	206
✓ Олово. <i>А. Ф. Соседко</i>	211
Свинец. <i>А. Г. Титов</i>	213
Тантал. <i>О. М. Шубникова</i>	216
Алмаз. <i>Б. Я. Меренков</i>	217
Графит. <i>А. Г. Титов и В. С. Веселовский</i>	224
Шунгит. <i>О. М. Шубникова</i>	244
Сера. <i>О. М. Шубникова</i>	250
Заключительная глава. <i>А. Г. Бетехтин</i>	295
Минералогический указатель	306
Краткий географический указатель	310

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прошло почти двести лет с тех пор, как вопрос о создании российской минералогии был поставлен М. В. Ломоносовым. В июне 1761 г. он представил в сенат свой проект собирания минералов, перечислив способы осуществления его, и указал, что для успеха требуется «великое множество людей, знающих минералы». Ломоносов подчеркивал, что таких людей в то время было мало в старой России, а с другой стороны, нельзя было и мыслить о том, чтобы выписать «чужих из других краев». Поэтому М. В. Ломоносов наметил другой путь для осуществления своей идеи. Он указывал, что для того, чтобы собрать минералы своей страны, выслать их в Петербург и там систематизировать, нужно обратиться к местным людям. Он говорил, что «рудокопов во всякой деревне довольно, все они не требуют никакого вознаграждения, ни малейшего принуждения, но натуральным движением и с охотой все собирают и только от нас некоторого внимания требуют». В качестве таких добровольных искателей он рассчитывал привлечь детей, так как: «малые и особливо крестьянские дети, вешнюю и летнюю порой, играя по берегам рек, собирают разные камешки и, цветом их увлекаясь, собирают в кучки».

В своем проекте Ломоносов наметил также и нужные указания для того, чтобы все города посылали «в Сенат или кому повелено будет разные пески, разные камни, разные глины, смотря по их цветам, так, чтобы из каждого города весом не превосходило пяти пудов». «Сие все собирать приказать надо по деревням старостам или соцким, посылать малых ребят по берегам собирать, и к нему приносить».

Ломоносов подчеркивал, что для осуществления этого плана необходимо будет составить и распределить особые печатные инструкции и вместе с тем необходимо накрепко воеводам подтвердить, чтобы они не допускали никакого принуждения по отношению к крестьянам.

Так мыслил себе великий Михайло Ломоносов первые шаги, необходимые для составления «общей системы Минералогии Российской».

Однако его проект не встретил, повидимому, содействия. Болезненное состояние, удрученность тяжелыми условиями жизни не позволяли Ломоносову бороться решительно против бездушия власти.

Но, тем не менее, за полтора года до своей смерти он вновь вернулся к этому проекту.

Убедившись, что первый его путь не встретил сочувствия, он предлагает в 1763 г. Академии Наук послать обращение к содержателям разных

заводов, «дабы для сочинения оной Российской Минералогии они постарались прислать разные руды промышленных у себя металлов». Но и это весьма разумное предложение повисло в воздухе.

В 1765 г. Ломоносов скончался, а вместе с ним были погребены и глубочайшие идеи подведения знания природных богатств страны и изучения «системы Российской Минералогии» как основы для понимания этих богатств.

С тех пор русские минералоги много раз возвращались к этим идеям. У учеников и последователей Ломоносова и, в особенности, академика Василия Севергина мы находим отдельные частные попытки подвести итоги наших знаний по минералогии страны, дать ее минералогическое землеописание. Но все они носили скорее кустарный, случайный характер и не ставили этой проблемы во всей широте и глубине. К этой проблеме опять вернулся один из крупнейших минералогов, занявший видное место в истории русской и мировой науки — академик Николай Кокшаров. В среде горных инженеров, офицеров Горного Корпуса и деятелей Горного Музеума, Кокшаров нашел благодарную почву для осуществления своей идеи — издания материалов для минералогии России. К нему стекались со всех сторон отдельные минералы, кристаллы, эффектные штуфы. Увлечение минералогией охватило целый ряд кругов царской знати, минералогические общества объединяли любителей камня, вокруг открытых Изумрудных копей шли горячие споры. Кокшаров, начиная с 1854 г., начал печатать свой классический труд «Минералогия России», который он издавал одновременно на русском и немецком языках (первые 5 томов), а затем только на немецком. В течение 38 лет, вплоть до 1892 г. вышло 11 томов этого классического труда. Но надо сказать, что если первые тома по точности изложения, по количеству фактических данных, по исключительной четкости кристаллографических определений представляют настоящий вклад в мировую науку, то в последних томах мы видим многочисленные перепечатки старых материалов, растянутое содержание и часто совершенно недобросовестные повторения. И тем не менее до настоящего времени единственной сводной работой по минералогии Союза является 11-томный труд Н. К. Кокшарова напечатанный на немецком языке почти сто лет тому назад.

Много раз в начале XIX столетия поднимался вопрос о необходимости создать настоящую русскую минералогию. Исключительный успех минералогических наук давал огромный материал для этой работы, но все попытки не заканчивались, ограничиваясь лишь отдельными частными изданиями. Таковы отдельные сводки по минералогии Урала, Крыма и Финляндии, таков блестяще начатый труд академика В. Вернадского «Опыт описательной минералогии» с полным перечислением всех месторождений по отдельным минераловидам (1914—1936); таковы, наконец, отдельные каталоги, как например Музеума Горного института, давшего ценный материал для составления минералогии России. Но тем не менее настоящей минералогии страны не было, и такая сложная задача могла быть широко поставлена и осуществиться лишь в новых условиях. Только когда при советской власти вопросы подытоживания научных данных сделались лозунгом научной работы минералогов, явилась мысль о необходимости издания настоя-

щей Минералогии Союза и, после ряда отдельных попыток, была выработана новая система издания, первый том которого выходит в 1940 г.

Это издание решено назвать более скромным именем — «Минералы СССР» а не «Минералогия», считая, что для составления углубленного минералогического анализа природных богатств Союза еще недостаточно собранного материала.

Само издание «Минералы СССР» имеет своей целью подытожить огромный фактический материал, накопленный почти за 100 лет научной минералогической работы и особенно многочисленный в связи с интенсивно развивавшейся за последние 20 лет горнодобычной, разведочной и поисковой деятельностью. Этот материал рассеян буквально в бесчисленном количестве всевозможных периодических и повременных изданий. Еще больше его концентрируется в различных ведомственных делах в рукописном виде в форме отчетов, докладов и т. п. Большое количество не описанных минералов находится в наших минералогических музеях. Пользование такого рода материалом представляет большие трудности. Собрать в короткий срок необходимые по тому или другому объекту данные почти невозможно. Между тем минералы — основное сырье для важнейших отраслей промышленности, и знание их, а равно условий их нахождения, распространения, территориальной приуроченности к тем или другим областям СССР, выяснение их [генетической] связи в природе друг с другом совершенно необходимо для всех тех, кто встречается с минералами в своей практической работе.

[Новое понятие о минеральном сырье начало постепенно стирать грани между полезным и бесполезным. Новые успехи техники стали втягивать в обиход промышленности одно вещество за другим. Самые редкие минералы и элементы стали ценнейшими продуктами для электротехники и механических производств, поиски полезных ископаемых потребовали знания законов распределения и миграции не только больших масс, но и мельчайших частиц каждого элемента; строение минерала, его кристаллическая решетка и внешняя форма сделали руководящими для разрешения технологических проблем. Словом, проблемы минералогии и геохимии приобрели первенствующее значение в научном подходе к минеральному сырью, к его использованию в промышленности и хозяйстве.

В издании «Минералы СССР», подготовляемом Институтом геологических наук, будут собраны все важнейшие сведения о минералах СССР и их месторождениях, а также данные исследований, которым когда-либо подвергался тот или другой минерал. Попутно преследуется цель освещения научного и практического значения минералов и выяснения вопросов о необходимости их дообследования.

/Из почти трех тысяч минеральных видов, известных в минералогии вообще, для месторождений Союза известно всего около 1500 видов. Это огромный материал. Однако это только половина всего числа минералов и нет сомнения, что многие минералы, нужные и ценные для промышленности, у нас имеются, но еще не обнаружены. Это обстоятельство подчеркивается в вводных главах, где даются полные списки минералов как известных, так и отсутствующих пока в Союзе.

Упомянутые выше трудности, связанные с настоящим изданием, заключаются отчасти в том, что большое число минералов очень слабо изучено, многие сведения являются непроверенными и определения иногда неточными и сомнительными. Имея это в виду, мы ставили своей задачей не только сводку имеющихся сведений, но и, по возможности, критическую проверку этих сведений и некоторую доработку описываемых минералов по музейным и другим материалам.

Издание «Минералы СССР» предназначается для большого круга читателей — деятелей геологоразведочного и горного дела, преподавателей вузов и техникумов, студентов горных и геологоразведочных учебных заведений, работников промышленности, имеющих дело с минеральным сырьем и, наконец, широкого круга туристов и любителей минералогии, незаметной работой которых нередко пополняются сведения о минеральных богатствах нашей страны, но которые часто не имеют справочников, могущих удовлетворить их интересы к минералогии.

Издание рассчитано, примерно, на 400 авторских листов в 10 томах и будет заключать, по числу минералов, около 1500 статей, размером от $\frac{1}{32}$ до 4 и больше авторских листов.

Минералы в этом издании будут описаны в порядке химической их классификации. Каждый крупный раздел сопровождается вводной статьей и статьей заключительной. В конце издания предполагаются главы:

I. Минералогические провинции Союза.

II. Каталог минералов важнейших месторождений Союза.

Дополнительно о порядке расположения материала в этом издании будет сказано ниже.

Таковы основные задачи предпринятого издания, для осуществления которого привлечены минералоги нашего Союза, представители минералогических кафедр и музеев и отдельных научных обществ страны. Подготовка этого издания показала, с одной стороны, как велики необобщенные и не сведенные воедино материалы, которые имеются в нашей стране по минералогии Союза, и как важно в возможно более короткий срок объединить их в настоящем издании.

Вместе с тем выяснилась и необходимость независимо от этого издания приступить к составлению сводных работ по минералогии отдельных районов, для того чтобы подготовить тот обобщающий научный труд, который в будущем должен будет вне рамок сухой систематики осветить минералогические процессы, происходящие на территории Союза ССР и в которых лежит основа его ископаемых богатств. Поэтому наравне с начатым изданием как Институт геологических наук в лице его минералого-геохимического сектора, так и другие учреждения предприняли издание по составлению минералогии отдельных районов. Таков прежде всего труд «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр», вышедший Ломоносовским институтом Академии Наук. Эти же цели преследует издание,готавливаемое Уральским филиалом Академии Наук и посвященное процессам минералобразования и минералам Урала, а также работа С. П. Попова «Минералогия Крыма». Аналогичная работа намечена и по некоторым другим районам Союза.

Только путем широкого включения научной общественности в это начинание можно постепенно подойти к осуществлению той настоящей системы минералогии, о которой мечтал Михайло Ломоносов в последние годы своей жизни.

Но несомненно, что успех всего начинания будет зависеть от того, сумеем ли мы привлечь к этому большому делу общественное внимание, объединить вокруг него коллектив молодых работников, широко привлечь к работе местные научные силы, вообще создать вокруг всего дела ту обстановку общественной поддержки, интереса и увлечения, без которых нельзя начинать такое крупное дело. Несомненно и то, что только такая общественная поддержка позволит найти правильные формы организации и его финансирования.

Мы обращаемся поэтому ко всем, кто работает над проблемами минералогии и геохимии Союза, кто связан с использованием минерального сырья, с просьбой помочь нам критикой или реальным содействием, подвергнуть анализу наши первые выпуски и таким путем войти в это коллективное общественное начинание.

П о р я д о к р а с п о л о ж е н и я м а т е р и а л а

Минералы располагаются в следующем порядке:

Самородные элементы¹ (сюда отнесены также простые соединения типа фосфидов, карбидов и аналогичные).

Сульфиды, селениды, теллуриды, арсениды, антимониды.

Сульфосоли.

Галлоидные соединения.

Окислы.

Соли кислородных кислот: карбонаты, силикаты и т. д.

Соли органических кислот; газы.

Описание каждого минерала состоит из двух частей — общей, содержащей важнейшие общие сведения о минерале (петит), и специальной, в которой описываются минералы и их месторождения в СССР.

В специальной части минералы описываются в порядке месторождений. Этот порядок следующий (с С на Ю и с З на В):²

Е в р о п е й с к а я ч а с т ь С С С Р

Северные области.

Северо-западные и западные области; Белоруссия.³

Центральные области и примыкающие к ним автономные республики. Украина.³

Крым.

¹ Самородные газы будут описаны вместе с другими газами в последнем томе.

² Редакция сознает несовершенство и неопределенность границ этого деления, но не находит пока возможным остановиться на каком-либо другом впредь до разработки вопроса о районировании территории СССР на основе геохимических и геологоструктурных ее особенностей.

³ В первый том по условиям печатания не могли быть включены самородные элементы Западной Белоруссии и Западной Украины (сера).

Кавказ.

Урал северный, средний и южный.

Азиатская часть СССР

Казахстан западный, центральный и восточный с Алтаем.

Средняя Азия: Кара-Калпакия, Узбекистан, Туркмения, Таджикистан и Киргизия.

Западная Сибирь и Красноярский край.

Восточная Сибирь, Забайкалье, Бурят-Монгольская АССР, Якутия, Дальний Восток.

Таблицы анализов и другие цифровые и кристаллографические данные по минералам Союза приводятся в виде сводок в конце статей.

В конце каждой статьи дается перечень основной литературы. Кроме того, после каждого района дается сокращенная ссылка на этот список.

В первом томе настоящего издания обобщены главнейшие минералогические сведения до 1938 года.

В редакционной работе по I тому издания «Минералы СССР» и в подготовке этого тома к печати большое участие принимали А. Г. Бетехтин, Э. М. Бонштедт, Н. Н. Долгополов, Ф. В. Чухров и О. М. Шубникова.

А. Е. Ферман.

Н. А. Смольянинов.

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Сокращения

гексагон. с. — гексагональная сингония	пл. опт. ос. — плоскость оптических осей
дв. ось — двойниковая ось	ромб. с. — ромбическая сингония
дв. пл. — двойниковая плоскость	тв. — твердость
квадр. с. — квадратная сингония	тетрагон. с. — тетрагональная сингония
куб. с. — кубическая сингония	тригон. с. — тригональная сингония
монокл. с. — моноклиновая сингония	триклин. с. — триклинная сингония
п. п. тр. — перед паяльной трубкой	уд. вес — удельный вес

Обозначения по оптике минералов

- n — показатель преломления.
- n_o — показатель преломления обыкновенного луча в одноосных кристаллах.
- n_e — показатель преломления необыкновенного луча в одноосных кристаллах.
- n_g — наибольший показатель преломления в двуосных кристаллах.
- n_m — средний показатель преломления в двуосных кристаллах.
- n_p — наименьший показатель преломления в двуосных кристаллах.
- $2V$ — истинный угол оптических осей.
- $2E$ — угол оптических осей в воздухе.
- $r > v$ — дисперсия оптических осей, когда $2V$ для красных лучей больше, чем для синих.
- $r < v$ — дисперсия оптических осей, когда $2V$ для красных лучей меньше, чем для синих.
- λ — длина волны.

Кристаллографические обозначения

- L^2 — простая (поворотная) ось симметрии 2-го порядка.
- L^3 — простая (поворотная) ось симметрии 3-го порядка.
- L^4 — простая (поворотная) ось симметрии 4-го порядка.
- L^6 — простая (поворотная) ось симметрии 6-го порядка.
- P — плоскость симметрии в кристаллах.
- L_2 — сложная (зеркально-поворотная) ось симметрии 2-го порядка.
- L_4^2 — сложная (зеркально-поворотная) ось симметрии 4-го порядка.
- L_6^3 — сложная (зеркально-поворотная) ось симметрии 6-го порядка.
- c — центр симметрии.
- ось a — горизонтальная кристаллографическая ось, направленная к наблюдателю.
- ось b — горизонтальная кристаллографическая ось, имеющая направление слева направо.
- ось c — вертикальная кристаллографическая ось.
- α — угол между осью b и осью c .
- β — угол между осью a и осью c .
- γ — угол между осью a и осью b .
- \wedge — угол между направлениями или гранями.
- ρ — полярная координата, угол между нормалью к данной грани и вертикальной осью (склонение).
- φ — угол между нормалью к данной грани и нормалью к грани (010) (долгота).

- a, b, c — длины ребер элементарной ячейки, измеряемые в единицах Ангстрема ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$) по направлениям, отвечающим кристаллографическим осям.
- C_2, C_3, C_4, C_6 — пространственные группы (по Шёнфлису), в которых присутствует одна простая ось симметрии 2-го, 3-го и т. д. порядка.
- D_2, D_3, D_4, D_6 — пространственные группы (по Шёнфлису), в которых кроме одной простой оси n -го порядка, присутствуют n перпендикулярных к ней осей 2-го порядка ($D_2=3L^2$; $D_3=L^3L^2$ и т. д.).
- $V = D_2$.
- T — пространственная группа тетраэдра ($3L^2 4L^3$).
- O — пространственная группа октаэдра ($3L^4 4L^3 6L^2$).
- S_2, S_4, S_6 — пространственные группы, в которых присутствует ось сложной симметрии соответственно 2-го, 4-го или 6-го порядка.
- i — (напр. C_{3i}) — i внизу символа пространственной группы означает, что, помимо указанных осей, есть центр симметрии.
- h — (напр. C_{2h}, D_{4h}, T_h) — h внизу символа пространственной группы означает, что, помимо указанных осей (цифры), есть плоскость симметрии, перпендикулярная главной оси.
- v — (напр. C_{4v}, C_{3v}) — v внизу символа пространственной группы означает, что, помимо указанных осей, есть плоскость симметрии, параллельная главной оси.
- d — (напр. D_{3d}, T_d) — d внизу символа пространственной группы означает, что, помимо указанных осей, есть плоскости симметрии, параллельные главной оси и делящие пополам углы между дополнительными осями.
- $C_{2h}^4, D_{3d}^2, C_{3v}^6, D_{4h}^5, T^1$ и т. д. — цифра, стоящая сверху символа пространственной группы, означает порядковый номер группы в данном виде симметрии (класса).

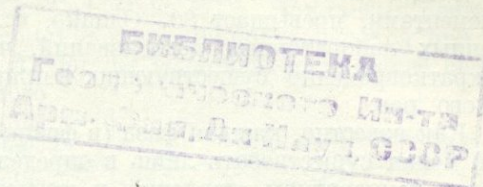
Классы кристаллов и пространственные группы¹

К л а с с	Элементы симметрии	Пространственная группа	Число групп
* Триклинная сингония			
1. Асимметричный (педиальный, примитивный)	нет	C_1-1	1
2. Пинакоидальный (центральный)	c	$C_i(S_2)-1$	1
Моноклинные сингония			
3. Доматический (планальный)	P	$C_2(C_{1h})-m$	4
4. Сфеноидальный (аксиальный)	L^2	C_2-2	3
5. Призматический (планаксиальный)	$L^2 P c$	$C_{2h}-2/m$	6
Ромбическая сингония			
6. Ромбопирамидальный (планальный)	$L^2 2P$	$C_{2v}-mm$	22
7. Ромботетраэдрический (аксиальный)	$3L^2$	$D_2(V)-222$	9
8. Ромбобипирамидальный (планаксиальный)	$3L^2 3P c$	$D_{2h}(V_h)-mmm$	28

¹ Обозначения пространственных групп приводятся так, как они даны в Интернациональных таблицах для определения кристаллических структур (Internationale Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen, Berlin, 1935, I): сначала символ по Шёнфлису (Schoenflies), затем, через тире, символ по Герману и Могену (Hermann—Mauguin). Составлено О. М. Шубниковой.

Продолжение

К л а с с	Элементы симметрии	Пространственная группа	Число групп
Квадратная или тетрагональная сингония			
9. Тетрагонально-тетраэдрический (гиридопримитивный)	$L_4^2 (L^2 c)$	$S_4 - \bar{4}$	2
10. Тетрагонально-пирамидальный (примитивный)	L^4	$C_4 - 4$	6
11. Тетрагонально-дипирамидальный (центральный)	$L^4 P c$	$C_{4h} - 4/m$	6
12. Тетрагонально-скаленоздрический (гидропланальный)	$3L^2 c 2P$ или $L_4^2 2L^2 P$	$D_{2d} (V_d) - 42m$	12
13. Дитетрагональной пирамиды (планальный)	$L^4 4P$	$C_{4v} - 4 mm$	12
14. Тетрагонально-трапецоэдрический (аксиальный)	$L^4 4L^2$	$D_4 - 422$	10
15. Дитетрагонально-дипирамидальный (планаксиальный)	$L^4 4L^2 5P c$	$D_{4h} - 4/mmm$	20
Тригональная сингония			
16. Тригонально-пирамидальный (примитивный)	L^3	$C_3 - 3$	4
17. Ромбоэдральный (триромбоэдрический) центральный	$L^3 c = L_6^3$	$C_{3i} (S_6) - \bar{3}$	2
18. Дитригонально-пирамидальный (планальный)	$L^3 3P$	$C_{3v} - 3 m$	6
19. Тригонально-трапецоэдрический (аксиальный)	$L^3 3L^2$	$D_3 - 3 2$	7
20. Дитригонально-скаленоздрический (планаксиальный)	$L^3 3L^2 3P c$	$D_{3d} - \bar{3} m$	6
Гексагональная сингония			
21. Тригонально-дипирамидальный (гиридопримитивный)	$L^3 P$	$C_{3h} - \bar{6}$	1
22. Дитригонально-пирамидальный (гиридопланальный)	$L^3 3L^2 4P$	$D_{3h} - \bar{6} m 2$	4
23. Гексагонально-пирамидальный (примитивный)	L^6	$C_6 - 6$	6
24. Гексагонально-дипирамидальный (центральный)	$L^6 P c$	$C_{6h} - 6/m$	2
25. Дигексагонально-пирамидальный (планальный)	$L^6 6P$	$C_{6v} - 6 mm$	4
26. Гексагонального трапецоэдра (аксиальный)	$L^6 6L^2$	$D_6 - 6 2$	6
27. Дигексагонально-дипирамидальный (планаксиальный)	$L^6 6L^2 7P c$	$D_{6h} - 6/mmm$	4
Кубическая или правильная сингония			
28. Пентагонтриэдрический (примитивный)	$3L^2 4L^3$	$T - 2 3$	5
29. Ди(аксис) додекаэдрический (центральный)	$3L^2 4L^3 3P c$	$T_h - m 3$	7
30. Гексакistetраэдрический (планальный)	$3L^2 4L^3 6P$ или $L^2 2L^2 4L^3 6P$	$T_d - \bar{4} 3 m$	6
31. Пентагонтриоктаэдрический (аксиальный)	$3L^4 4L^3 6L^2$	$O - 4 3$	8
32. Гексоктаэдрический (планаксиальный)	$3L^4 4L^3 6L^2 9P c$	$O_h - m 3 m$	10



А. Г. ВЕРНАДСКИЙ

ВВОДНАЯ ГЛАВА

«Каждый минерал может существовать неизменно лишь до тех пор, пока он находится в условиях его образования».

В. И. Вернадский, 1908.

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК МИНЕРАЛЫ

7028 2829
Более чем для половины из 89 (92?) типов химических элементов земной коры известны находки в самородном виде. Некоторые элементы встречаются исключительно или почти исключительно как самородные элементы. Таковы, например, благородные газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Nt), золото, металлы платиновой группы и азот.

При нормальном атмосферном давлении и в условиях комнатной температуры среди этих элементов мы имеем представителей всех трех физических состояний вещества: твердого, жидкого и газообразного. На данный момент нам известны следующие группы химических элементов, встречающихся в самородном виде:

Твердые. С, Na(?), Si, P(?), S, K (?), Cr(?), Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, As, Se, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd(?), Sn, Sb, Te, J(?), Ta(?), Os, Ir, Pt, Au, Tl (?), Pb, Bi, Ra(?), Po(?), Ac(?).

Жидкие. S, Hg, Br(?).

Газообразные. H, He, N, O, F, Ne, S, Cl, Ar, Kr, Xe, Nt.

Таким образом, общее число таких элементов достигает 48. В том числе находятся 12 элементов, для которых самородное состояние еще не может считаться окончательно доказанным.

Из числа остальных элементов Co, Mn, Ru, Rh обнаружены лишь в виде так называемых изоморфных примесей. Кроме того, такие самородные элементы, как Si, Zn, Pb, Sn, Se, Cl и F, представляют собой крайне редкое явление в природе.

Несмотря, однако, на довольно большой список, общее количественное значение самородных элементов в земной коре все же крайне незначительно. По мнению В. И. Вернадского «сумма всех самородных элементов едва ли достигает 0.1% всей массы земной коры».

Наиболее распространенным элементом в самородном состоянии является азот, количество которого в весовом отношении выражается цифрой 0.04%. За ним следует кислород, общая масса которого, по вычислениям В. И. Вернадского, на земле достигает 0.016% (может быть до 0.02—0.03%) по отношению к массе земной коры. На долю остальных элементов, встречающихся в самородном виде, приходится около 0.05%. Среди последних следует выделить на первые места: водород, аргон, гелий, углерод, серу, золото, элементы платиновой группы, медь и висмут. Все прочие играют совершенно ничтожную роль в земной коре.

Общее число известных в природе минералов, образуемых самородными элементами, превышает 80. Однако, если исходить из учения о фазах и данных лабораторных исследований, число возможных минералов, хотя и кратковременно существующих в природе, могло бы быть увеличено во много раз.

Как известно, каждая фаза (в физикохимическом понимании этого слова) может существовать лишь в определенных, то широких, то узких пределах температуры, давлений и концентрации химических компонентов. Как только эти факторы равновесия выходят за известные пределы, данная фаза становится неустойчивой: или перестает существовать (причем ее вещество входит в состав других фаз равновесной системы), или претерпевает аллотропию, т. е. полиморфное превращение, переходя в новый минеральный вид того же состава.

Явления полиморфизма в природе вообще развиты чрезвычайно широко для минеральных образований. Было бы большой ошибкой недооценивать их. В тесной зависимости от факторов равновесия физикохимической системы различные полиморфные модификации могут быть устойчивыми в самых различных диапазонах изменений этих факторов. Так например, для золота в условиях, доступных нашему наблюдению, мы пока не знаем полиморфных разностей. Наоборот, сера обладает резко выраженной способностью давать полиморфные модификации, кристаллизующиеся в различных сингониях. Однако наиболее устойчивой модификацией серы в природных условиях на земной поверхности является модификация α -серы, кристаллизующейся в ромбической сингонии и при атмосферном давлении устойчивой при температурах ниже 95.6°C .

Интересным примером диморфизма являются разновидности природного углерода: графит и алмаз, кристаллизующиеся при различных физикохимических условиях, но обладающие весьма высокой устойчивостью при довольно широких колебаниях температуры и давления. Алмаз, например, при нагреве до температуры 2500° в отсутствие кислорода не обнаруживает никаких изменений. По данным опытов Людвига, из расплавленного углерода под давлением 1000—3000 атм. вначале выделяется алмаз, который при понижении температуры (при красном калении) быстро переходит в графит, как более устойчивую модификацию.

Точно так же несколько полиморфных модификаций известно для металлического железа и тех сплавов, в которых он участвует в значительных количествах, затем для мышьяка, фосфора, никеля, цинка, вероятно висмута, палладия и других элементов.

Помимо того, что химические элементы в природе могут находиться в более или менее чистом виде, они могут быть также связаны друг с другом в виде химических соединений или существовать в виде твердых растворов друг в друге, что также увеличивает список минералов, относящихся к группе самородных элементов.

К химическим соединениям относятся, например, такие как когениит Fe_3C , купроплатина (Pt, Cu), ферроплатина (Pt, Fe), аурамальгамы (AuHg_2 и Au_2Hg), минералы группы осмистого иридия и др. Среди них существуют химические соединения как определенного состава (когениит, аурамальгамы), так и переменного состава (группа минералов осмистого иридия, ферроплатина, купроплатина).

Некоторые из этих соединений образуются в результате распада твердых растворов, т. е. уже при молекулярных перегруппировках в твердой среде. Таковы, например, описанные в литературе выделения когениита в феррите. Оба эти минерала тесно сростаются между собой, образуя характерную эвтектоидную структуру (в собственном смысле этого слова).

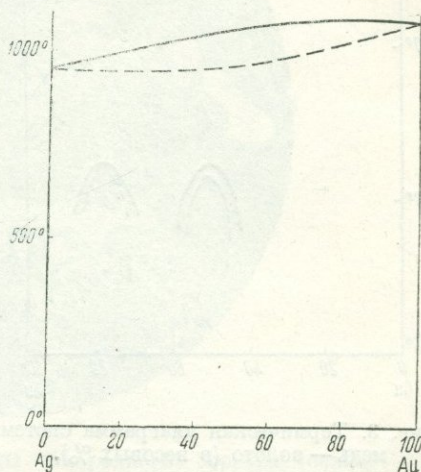
Часть химических соединений переменного состава возникает под влиянием полиморфных превращений одного из компонентов, входящих в состав

твердого раствора. Экспериментальное изучение В. А. Немиловым системы Pt—Fe показывает, что при медленном охлаждении получающихся при затвердевании твердых растворов этой системы возникает химическое соединение, по всем данным переменного состава (Fe—Pt). Характерно, что появление этого соединения сопровождается перекристаллизацией первоначального твердого раствора, выражающейся в образовании полисинтетических двойников новой твердой фазы (т. е. по существу нового минерала). В природных образцах самородной платины чрезвычайно похожие структурные рисунки обнаруживает медистая разновидность ферроплатины (купроплатина) состава: Pt_5Fe_3Cu .

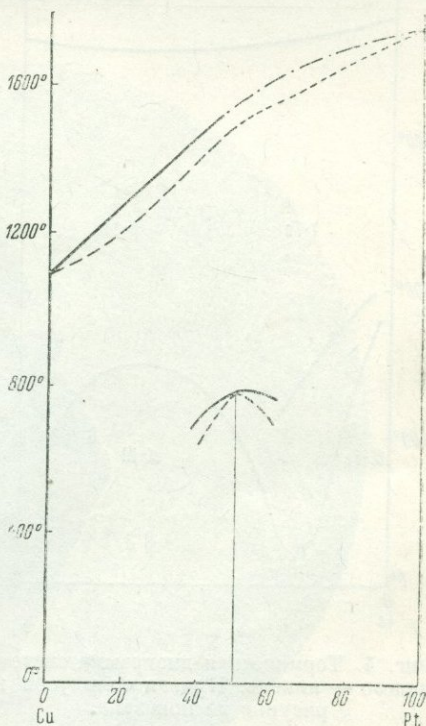
Твердые растворы среди минеральных представителей самородных элементов пользуются особенно большим распространением. Наибольшую склонность к образованию твердых растворов проявляют самородные металлы. Таковы, например, бинарные системы: железо — никель, платина — железо, платина — медь, платина — родий, платина — иридий, золото — серебро, золото — медь, золото — палладий, палладий — платина и др.

Очень многие системы, как показывает изучение диаграмм равновесных состояний, образуют ряды с непрерывной растворимостью (Fe—Ni, Pt—Fe, Pt—Cu, Au—Ag, Au—Pd и др.). При этом мы встречаем случаи непрерывных рядов твердых растворов, но без проявлений максимумов или минимумов в кривых плавления (I тип кривых Розебома). К числу их относятся, например, системы: Au—Ag (фиг. 1), Au—Pd, Cu—Pt (фиг. 2). Распространены также непрерывные ряды с минимумом на кривой плавления (III тип кривых Розебома): Au—Cu (фиг. 3), Fe—Ni (фиг. 4), Pt—Fe (фиг. 5).

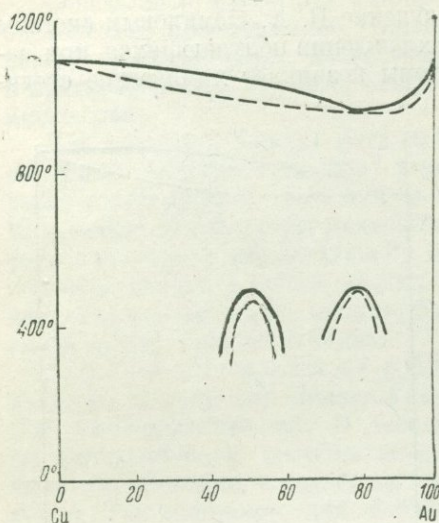
Как в том, так и в другом бинарном типе непрерывных рядов твердых растворов необходимо различать по крайней мере три минеральных вида: два крайних представителя непрерывного ряда (чистые по химическому составу или содержащие незначительное количество растворенной примеси противоположного компонента) и один смешанного состава. К вопросу о классификации такого рода минеральных образований мы вернемся еще ниже.



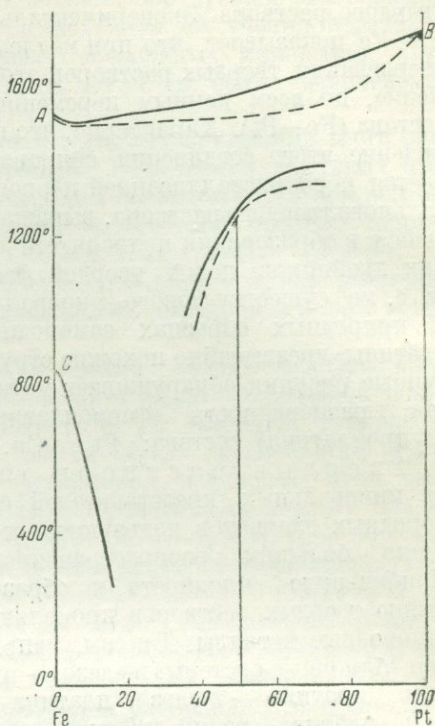
Фиг. 1. Термическая диаграмма системы серебро — золото.



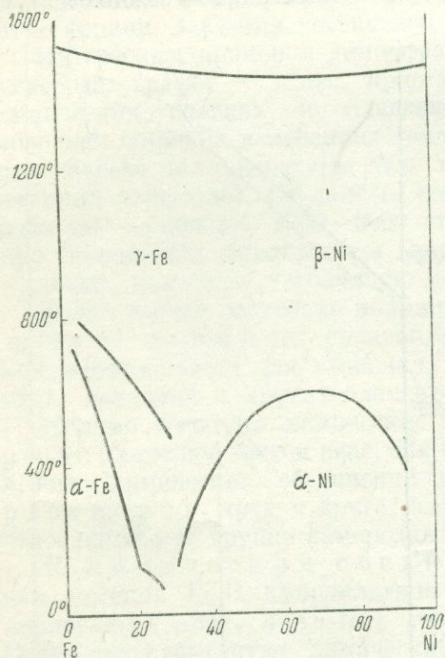
Фиг. 2. Термическая диаграмма системы медь — платина.



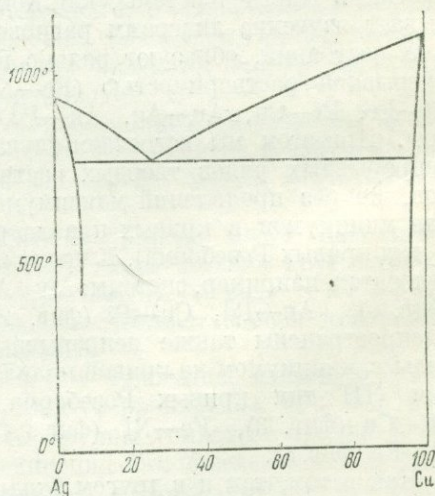
Фиг. 3. Термическая диаграмма системы медь — золото (в весовых %).



Фиг. 5. Термическая диаграмма системы железо — платина.

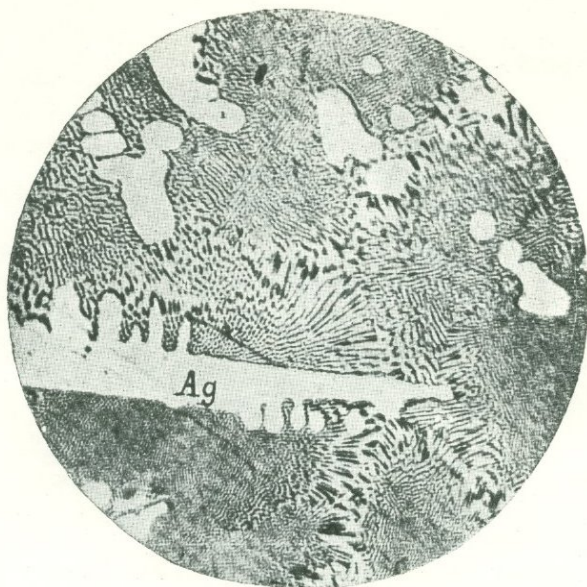


Фиг. 4. Термическая диаграмма системы железо — никель. Кривая солидусов на рисунке не показана.

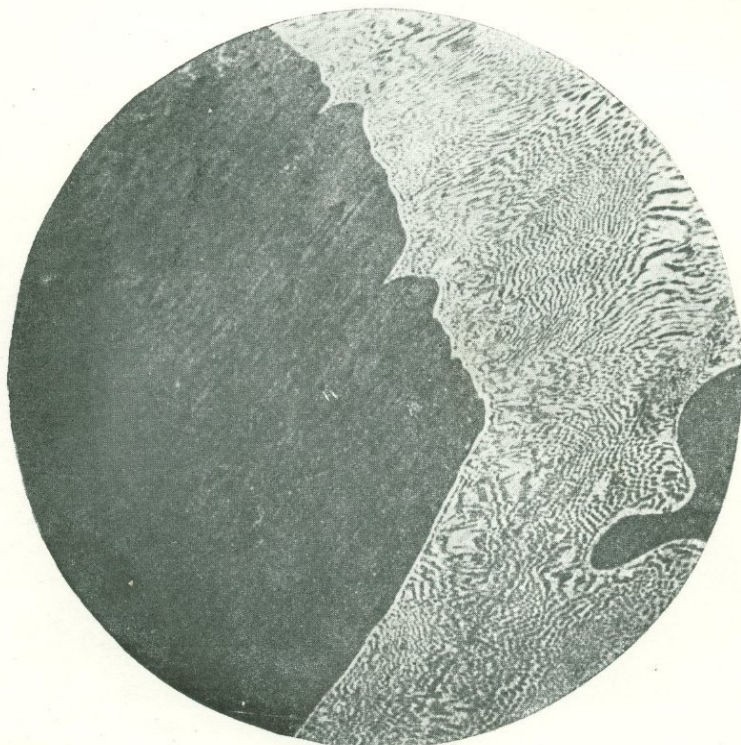


Фиг. 6. Термическая диаграмма системы серебро — медь.

Кроме непрерывных рядов твердых растворов, среди минеральных образований класса самородных элементов известны также случаи с ограниченной смесимостью в твердом состоянии. Сюда, например, следует отнести системы: Ag—Cu (фиг. 6), Au—Bi, Ag—Bi, Cu—Fe, Cu—As, а также Pt—Au, причем в первых четырех системах на основании экспериментальных данных мы имеем крайне ограниченную смесимость в твердом состоянии,



Фиг. 7. Порфировидные дендриты самородного серебра (белое) среди эвтектической смеси самородной меди (черное) с самородным серебром (белое). Образец был нагрет до температуры образования эвтектики. Протравлено. Месторождение Верхнего озера. По Ван-дер-Веену. $\times 200$.



Фиг. 8. Порфировидные выделения самородной меди (черное поле) и природная эвтектика, представленная серебром (белое) и медью. Протравлено. Месторождение Верхнего озера. По Ван-дер-Веену. $\times 140$.

выражающуюся всего лишь единицами процентов содержания растворенного компонента. Кристаллизация расплавов здесь в основном происходит по принципу эвтектики.

Отсюда становится вполне понятным, почему мы в природе наблюдаем нередко тесные прорастания таких минералов, как медь и серебро, золото и платина, или, наконец, как это совершенно определенно было установлено А. Г. Бетехтиным при минераграфических исследованиях, сростки золота с висмутом.

Ван-дер-Веенон (1925) были изучены замечательные эвтектоидные структуры сростаний самородных серебра и меди из месторождений района Верхнее озеро в США (фиг. 7 и 8). На первой из приведенных микрофотографий показаны порфиридные дендриты самородного серебра, заключенные в типичной эвтектической смеси серебра и меди, а на второй — наоборот, порфиристые выделения самородной меди среди совершенно аналогичной эвтектики.

Эти факты, установленные под микроскопом при больших увеличениях, красноречиво говорят о том, насколько осторожно можно доверяться одним только химическим анализам при изучении непрозрачных минералов.

Сюда следует добавить несколько слов об очень интересной с физико-химической точки зрения системе Au—Hg. Установлено, что золото почти нерастворимо в ртути (до 0.1—0.2%), тогда как соединения золота с ртутью сравнительно легко диспергируются в массе золота, образуя амальгаму.

Очень загадочна химическая природа аллопалладия (гексагональной симметрии), представляющего собой по всей вероятности амальгаму палладия.

Обсуждая вопрос о твердых растворах, нельзя не коснуться довольно распространенных явлений распада твердых растворов, хорошо изученных в последнее время на целом ряде примеров. Эти явления выражаются в том, что на месте однородной минеральной массы при постепенном понижении температуры происходят молекулярные перегруппировки, нередко приводящие к появлению неоднородной смеси двух или больше минеральных компонентов. По своей природе эти новообразования могут являться или чистыми по составу первоначальными компонентами, входившими в раствор (если распад происходит по принципу эвтектики), или химическими соединениями определенного или переменного состава или, наконец, твердыми растворами, но различного состава для каждого компонента.

Подобного рода явления удается обнаружить только под микроскопом и иногда даже при помощи так называемого структурного травления. Макроскопическое изучение при этом, как правило, ничего не дает.

К числу интересующих нас систем, обнаруживающих явления распада твердых растворов, относятся: Au—Cu (проверена экспериментально), а также As—Sb и по всей вероятности Pt—Ir. В природных условиях совершенно исключительные по своей эффектности примеры распада твердых растворов можно наблюдать на образцах с золотом из Карабашского золоторудного месторождения. В полированных шлифах даже до структурного травления можно видеть пластинчатые или решетчатые (в зависимости от сечений отдельных зерен) структуры распада. Совершенно отчетливо различимы два компонента, слагающие общую металлическую массу: медистое золото и золотистая медь.

В образцах самородной платины, богатых иридием, А. Г. Бетехтин, а затем Шнейдерхен и Рамдор (1931) с совершенной отчетливостью констатировали структуры распада твердого раствора. Как показывают тонкие фракционные химические анализы, выполненные Б. Г. Карповым, здесь мы имеем две фазы: самородную платину (типа поликсена) и иридистую платину в виде эмульсионных включений, иногда закономерно ориентированных пластинок, и, наконец, в виде неправильных выделений типичной эвтектоид-

ной структуры¹ распада твердых растворов. Экспериментальное изучение системы Pt—Ir не показало явлений распада в образующемся непрерывном ряде твердых растворов. Однако весьма возможно, что здесь играет роль присутствие третьего компонента, входящего в состав самородной платины, это — железа.

Замечательные по своему рисунку эвтектоидные структуры (в собственном смысле этого слова) были исследованы Ван-дер-Вееном в аллемоните, состоящем из двух компонентов, возникших в результате распада твердых растворов Sb и As. Приведенные Ван-дер-Вееном в его труде (1925) микрофотографии весьма убедительны в этом отношении.

Явления цементации² в самородных минералах, хорошо изученные А. Г. Бетехтиным (1935) на примерах минералов группы самородной платины, по всей вероятности имеют гораздо большее распространение, нежели мы имеем представление об этом теперь. На этих явлениях потому приходится останавливать внимание, что они приводят к образованию новых минеральных видов.

Для минералов группы самородной платины удалось точно доказать, что этот оригинальный метаморфизм минералов приурочен к эпигенетической стадии существования платиновых месторождений и связан с процессом серпентинизации ультраосновных пород. Во время этого процесса за счет серпентиновых растворов, содержащих в себе железо, никель и медь, самородная платина резко обогащается именно этими элементами, образующими с платиной, как это установлено фракционными химическими анализами, твердые растворы и химические соединения переменного состава. Таким путем возникли, например, никелистая платина, купроплатина и другие, ближе не определенные минералы в уральских коренных месторождениях платины. Эти новообразования согласно данным структурного травления носят характер типичных реакционных кайм, образующихся за счет первичных минералов. Источником никеля является главным образом оливин, в котором содержание его, как петрогенного элемента, достигает 0.1—0.2%, а источником меди, по всей вероятности, — сульфиды, разрушающиеся при серпентинизации. При этом часть меди среди серпентина выпадает в самородном состоянии. Разумеется, что такого рода процесс обогащения самородных минералов группы платины прочими металлами может происходить в условиях восстановительной среды.

При экзогенных процессах, т. е. процессах выветривания и образования россыпей, мы наблюдаем обратное явление: растворенные в минерале легко окисляющиеся элементы (Cu, Ni, отчасти Fe, Pd и, может быть, некоторые другие) имеют тенденцию к переходам в кислородные соединения и к обособлению от материнской среды. Этим путем, например, можно объяснить возникновение с периферии зерен медистой, палладистой и, повидимому, никелистой и сильно железистой разновидностей, более чистой платины, нередко явно колломорфной микротекстуры.

С этой точки зрения крайне интересен давно подмеченный тот факт, что самородное золото россыпей, по сравнению с коренными месторожде-

¹ В собственном смысле этого слова, т. е. структуры с эвтектическим рисунком, возникшей в результате распада твердого раствора. В последнее время термины «эвтектоид» и «эвтектоидный» у нас неправильно начали применять в более широком смысле, ничего общего не имеющего с тем значением, которое первоначально ему было присвоено.

² В том значении этого термина, как понимают его металлургии. Под явлением цементации подразумевается диффузия атомов или ионов какого-либо элемента из окружающей среды в данную (твердую или размягченную) с образованием твердых растворов или химических соединений. В случае выноса компонентов будет происходить образование более чистых разновидностей минерального вида. Этот процесс по существу имеет метасоматический характер.

ниями, очень часто бывает беднее серебром. К сожалению, геохимическая сторона этого процесса «самоочистки» до сих пор еще остается неясной.

Следует упомянуть о весьма оригинальных явлениях распада радиоактивных элементов, приводящих к нескольким рядам более устойчивых на поверхности земли тел, близких по атомным весам к свинцу (ряды урана, тория и протактиния) или к кальцию и стронцию (ряды калия и рубидия). Весовое значение группы радиоактивных элементов совершенно ничтожно, однако их роль в энергетическом балансе земной коры, как известно, весьма значительна.

В заключение необходимо коснуться интересного в теоретическом отношении вопроса о явлениях рассеяния элементов в минералах, впервые со всей серьезностью поставленного В. И. Вернадским. Этот вопрос имеет прямое отношение к нашей теме, так как затрагивает одну из наиболее важных проблем, касающихся условий нахождения распыленных самородных элементов в земной коре.

В. И. Вернадский (1908) обратил внимание на то, что некоторые элементы (такие как J, Br, Sc, Nb, Rb, Ga, Ta, Cs, Y, In) не образуют или почти не образуют самостоятельных минералов, не входят в качестве изоморфных заместителей каких-либо элементов в тех или иных минералах, а распространены в виде отдельных атомов (или ионов) в самых различных по своей природе минералах. А. Е. Ферсман, опираясь на исследования и выводы В. М. Гольдшмидта, ввел новое понятие: *э н д о к р и п т и я*, подразумеваемая под этим состоянием более или менее закономерного захвата, связанного со свойствами атомов, неспособных к собственной постройке, но встречающихся на пути атомы сходных размеров и ионных свойств.

Как видим, понятия эти не совсем тождественны. В. И. Вернадский этот вопрос ставит в более широком виде и вполне обоснованно. Весьма трудоемкими и точными работами В. и И. Ноддаков в последние годы мысли В. И. Вернадского были блестяще подтверждены. Ноддаки пришли к выводу, что в большинстве минералов в рассеянном состоянии содержится значительное число различных элементов в совершенно ничтожных количествах.

Однако на ряду с таким весьма тонким атомным рассеянием элементов в минералах несомненно существует и более грубый вид рассеяния. А. Г. Бетехтин в одной из своих работ (1937) указывал, что при кристаллизации жидких золь вполне может иметь место образование т в е р д ы х з о л е й, в которых дисперсная фаза может быть представлена газами, жидкостями, твердым веществом. Золевая природа растворов и расплавов в неорганической природе, без сомнения, распространена очень широко.

Из интересующих нас случаев можно указать на нахождение, например, золота в пирите, арсенопирите, блеклых рудах и других минералах. При специальных минераграфических исследованиях золотоносных пиритов и арсенопиритов в идеально отполированных шлифах удавалось обнаружить даже видимые при больших увеличениях включения самородного золота. Однако для случая Джетыгаринского месторождения пересчеты определенного химическим путем содержания золота на объем замеченных под микроскопом включений показали, что, несомненно, значительная часть золота находится в более диспергированном виде.

Точно такую же картину мы, повидимому, имеем по крайней мере, для некоторых элементов группы платины. Этим же путем можно объяснить наличие газов (H, O, N) в платиновых минералах, гелия в самородном висмуте и др.

Очень интересны с этой точки зрения также содержания серебра (иногда до нескольких грамм на тонну) в хромшпинелидах при отсутствии (или содержании в виде следов) золота и платины.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ САМОРОДНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Самородные элементы в земной коре, несмотря на их малое количественное значение, распределены все же неравномерно. Для таких элементов, как S, C, Au, Pt, Ir, Os, иногда Pd, Cu, Ag, мы наблюдаем местами крайне резкие концентрации, т. е. месторождения, в которых содержание этих элементов в самородном виде превышает весовые кларки в тысячи, сотни тысяч и даже миллионы раз.

Для того чтобы представить себе картину распределения главных самородных элементов в земной коре в зависимости от ее строения, т. е. по областям отдельных геосфер, необходимо обратиться к табл. 1.

Таблица 1

Распределение самородных элементов в земной коре по геосферам

Название геосферы	Главнейшие самородные элементы	Распространенные минералы
1. Стратосфера	H, He, O, N	Водород, гелий, озон, азот кислород
2. Тропосфера	N, O, Ar, Ne, He, Kr, Xe, Nt, (Fe, Ni, Co) Hg (?)	Азот, кислород, озон, неон, гелий, криптон, ксенон, ни- тон, металлическая пыль, па- ры ртути
3. Биосфера Кора выветривания	S, Fe, Ni, Co, Cu, Ag, Au, (Pt), Hg, J, Br, Cl, радиоактивные эле- менты	Сера, метеориты, медь, се- ребро, золото, иод, бром, хлор
4. Гидросфера	O, N, J	Кислород, азот, иод
5. Верхняя зона лито- сферы — оболочка осадочных и мета- морфических пород	S, C, He, (Cl), (Se), (Na), (K)	Сера (в осадочных место- рождениях), графит, шунгит (в метаморфических породах)
6. Нижняя зона лито- сферы — гранитная и базальтовая оболочки	Au, Ag, Bi, радио- активные элементы, Pt, Ir, Os, Ru, Pd, Rh, Fe, Ni, Co, C, (Ti), H, (Cu)	Золото, электрум, висмут, радиоактивные эманации (в кислых изверженных поро- дах), минералы группы пла- тины, самородного железа, алмаз, теллурическое железо (в основных и ультраоснов- ных породах)

Из этой таблицы, если исключить из нашего внимания стратосферу и тропосферу, как геосферы, не характеризующие в узком смысле земную кору, нетрудно видеть, что главная масса твердых самородных элементов образуется: 1) в коре выветривания с ее биогенными процессами и 2) в нижней зоне литосферы, представленной так называемой «гранитной и базальтовой оболочкой» земной коры. Любопытно, что для каждой из указанных геосфер характерны некоторые типовые элементы.

Так например, сера образуется исключительно в экзогенных условиях (в коре выветривания и осадочных породах). Весьма характерны для коры выветривания также радиоактивные элементы. Под влиянием солнечной лучистой энергии и действия света большую склонность к выделению в самородном состоянии из галоидных соединений обнаруживают такие элементы, как Cl, Br, J. Для зон окисления рудных месторождений часто весьма характерными являются такие металлы, как Cu, Ag, иногда Au, Hg.

Огромную роль при образовании этих элементов играют биогенные процессы, совершающиеся главным образом за счет солнечной энергии и способствующие образованию самородных элементов, как более устойчивых тел,

обладающих наименьшей, свойственной им свободной энергией, как это отметил в свое время В. И. Вернадский. Кроме того, восстанавливающим образом на химические соединения влияют и сами органические вещества. Иногда значительная роль в восстановительных процессах принадлежит и реакциям неорганических веществ (например, при образовании самородной меди и серебра в зонах вторичного окисного обогащения сульфидных месторождений).

Для эндогенных образований, возникающих под влиянием внутренней энергии земли, характерны совсем иные типовые самородные элементы. В изверженных магматических породах и продуктах их отщепления мы наблюдаем концентрации таких элементов, как Au, Ag, металлов платиновой группы, иногда Fe, Ni, Co, C (алмаз, графит), H и др. Все они образуются в условиях резко повышенных температур и давлений, повидимому значительно упрощающих геохимические процессы, происходящие на глубине. Во всяком случае разнообразие вообще минеральных образований, возникающих при эндогенных процессах, значительно менее пестро по сравнению с минеральным миром на поверхности земли. К сожалению, условия образования эндогенных самородных элементов во многом для нас еще неясны.

В области развития метаморфогенных пород, возникающих под влиянием регионального метаморфизма, мы наблюдаем резкое сокращение числа самородных элементов. Месторождения таких элементов, как сера, чрезвычайно характерная для зоны выветривания и развития осадочных пород, затем радиоактивные элементы, или отсутствуют или имеют ничтожное количественное значение. Пожалуй, единственным элементом, который пользуется довольно широким развитием в этих породах, является C (графит).

Все указанные явления, конечно, не случайны. В последнее время геохимическая мысль в лице А. Е. Ферсмана, исходя из энергии решетки и образования комплексных ионов, стремится связать эти явления с так называемыми «уравнениями парагена», определяющими закономерную последовательность кристаллизации возникающих минералов и их сочетаний в различных геосферах земной коры. Уравнение парагена,носящее пока чисто эмпирическое выражение, «должно определять способность данного соединения к выпадению из данной более подвижной системы и переход его в менее подвижную, более устойчивую систему с меньшим запасом энергии» (А. Е. Ферман).

КЛАССИФИКАЦИЯ САМОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В настоящее время, в связи с большими успехами исследования минеральных веществ с помощью спектрографии, рентгенометрии и физической химии, в основу нашего представления о минерале как индивидуе должно быть положено понятие о ф а з е (в физикохимическом смысле этого термина). С этой точки зрения неоднородные коллоидальные массы, а также минеральные образования, представленные эвтектиками или эвтектоидами и вообще содержащие так называемые механические примеси, должны рассматриваться как гетерогенные системы, т. е. как смеси различных минералов.

Что же касается систематики минеральных видов, образующих непрерывный ряд твердых растворов или изоморфных смесей, то для этих случаев наиболее рациональной следует признать классификацию, предложенную А. К. Бодыревым (1926). Согласно этому автору в бинарной системе непрерывносмешивающихся в твердом состоянии компонентов А и В для промежуточных смесей ($A_{25}B_{75}$ — $A_{75}B_{25}$) устанавливается один минеральный вид. Компоненты же А и В с частичными растворами друг в друге (в количествах до 25%) относятся к р а з н о в и д н о с т я м чистых минеральных видов А и В. Например, в системе Au—Ag мы должны раз-

личать три минеральных вида: золото, электрум ($Au_{75}Ag_{25}$ — $Au_{25}Ag_{75}$) и серебро. Золото, содержащее серебро в виде раствора в количествах до 25%, и серебро с таким же содержанием золота будут представлять собой минеральные разновидности чистого золота или серебра. То же самое относится и к многокомпонентным системам, но уже с другими, понятно, предельными соотношениями.

Все химические соединения определенного или переменного состава, разумеется, должны считаться самостоятельными минералами. При этом не имеет значения, возникали ли они при кристаллизации жидких расплавов (и растворов) или образовались в результате превращений систем в твердом состоянии.

Точно так же полиморфные модификации, существующие как самостоятельные фазы в природных физикохимических системах, следует считать особыми минеральными видами. В этих случаях очень удобно пользоваться приставками греческих букв α , β и т. д.

На основе высказанных положений классификация самородных элементов может быть представлена в следующем виде, включая сюда и главнейшие минеральные разновидности.¹

В составленный список минералов не вошли щелочные металлы Na и K, существование которых предполагается в синей каменной соли и сильвине, затем Si, карбид которого SiC (муассанит — естественный карборунд) встречается в метеоритах, и наконец, J и Br, для которых форма нахождения в природе точно не известна.

А. Самородные металлы

1. Группа железа—никеля

№ п/п.	Название минералов	Сингония	Автор и год открытия
1	Феррит (α -модификация) — Fe . .	Куб.	Валлериус, 1778; Осмонд, 1890
2	Камасит (Fe, Ni)	»	Рейкенбах, 1861; Норденшильд, 1874
3	Октиббегит (Ni, Fe)	»	Шепард, 1867
4	Аваруит ¹ Ni_3Fe	»	Скей, 1885
5	Когенит (Fe, Ni) ₃ C	Ромб. (?)	—
6	* Шрейберзит (Fe, Ni) ₃ P	Тетрагон.	—
7	* Сидерозит (сильвестрит) Fe_3N_2 . .	—	—

¹ Аваруит, а также джозефинит (Ni_3Fe) некоторые авторы принимают за определенные соединения. Однако, весьма возможно, что они принадлежат к октиббегиту. На эту мысль наводят данные экспериментального изучения системы железо — никель.

¹ В список включены прежде всего минеральные разновидности по химическому составу. Что же касается разновидностей, отличающихся от минеральных видов физическими свойствами, а именно, по цвету, твердости, степени дисперсности в агрегатном строении (например, шунгит) или, наконец, по содержанию чрезвычайно тонко рассеянных посторонних включений (например, карбонадо), то из них в общем списке оставлены лишь главнейшие представители.

Те минеральные виды и разновидности, существование которых в природе с достаточной ясностью пока не установлено, отмечены звездочкой.

Общий порядок расположения минералов в основном согласуется с тем, что принят В. И. Вернадским в его капитальном труде «Опыт описательной минералогии» (1908—1914).

II. Группа платины—иридия—палладия

№ п/п.	Название минералов и их разновидностей	Сингония	Автор и год открытия
8	Платина Pt	Куб.	Волластон, 1803
9	Поликсен ¹ (Pt, Fe)	»	Уллоа, 1748; Гауссман, 1813
10	Ферроплатина ¹ (Pt, Fe)	»	Соболевский и Варвинский, 1827
11	Купроплатина ² (Pt, Fe, Cu)	»	Бетехтин и Заварицкий, 1924
12	Иридий (платинистый иридий) (Ir, Pt)	»	Брейтгаупт, 1833
13	Ауросмирид ³ (Ir, Os, Au)	»	Звягинцев, 1934
14	Палладий Pd	»	Волластон, 1808
<i>Разновидности</i>			
15	Иридная платина ⁴ (Pt, Fe, Ir)	»	Сванберг, 1835
16	Родистая платина ⁴ (Pt, Fe, Rh)	»	Высоцкий, 1923
17	Палладистая платина (Pd, Pt)	»	Гуссак, 1904
18	Никелистая платина ⁴ (Pt, Fe, Cu, Ni)	»	Бетехтин, 1927

¹ Деление на разновидности α и β на основании исследований последнего времени отпадает.

² Было бы правильнее дать название этому минеральному виду купроферроплатина.

³ В последнее время О. Е. Звягинцевым среди нерастворимых остатков от аффинажа сырой платины найден минеральный вид, не содержащий золота и рутения, но содержащий небольшое количество родия. Этот новый минеральный вид может быть назван осмиридом.

⁴ Эти разновидности правильнее было бы называть не платиной, а поликсеном (вследствие содержания в них значительных количеств железа в виде твердого раствора).

III. Группа осмия—рутения (осмистого иридия)

№ п/п.	Название минералов и их разновидностей	Сингония	Автор и год открытия
19	* Осмит (Os, Ir)	Гексагон	Теннант, 1804
20	Сыссерскит (Os, Ir)	»	Розе, 1833; Гайдингер, 1845
21	Невьянскит (Ir, Os)	»	Волластон, 1805; Гайдингер, 1845
<i>Разновидности</i>			
22	Рутениевый сыссерскит (Os, Ir, Ru)	»	Вагнер, 1929; Звягинцев, 1931
23	Рутениевый невьянскит (Ir, Os, Ru)	»	Сент-Клер Девильт, 1859; Вернадский, 1908
24	Платиновый невьянскит (Ir, Os, Pt)	»	Клаус, 1854; Вернадский, 1908
25	Родиевый невьянскит (Ir, Os, Rh)	»	Сент-Клер Девильт, 1859; Вернадский, 1908

IV. Группа серебра—золота—меди

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
26	Серебро Ag	Куб.	—
27	Электрум (Au, Ag)	»	—
28	Золото ¹ Au	»	—
29	Медь Cu	»	—
<i>Разновидности</i>			
30	* Платинистое золото (Au, Pt)	»	Черник, 1912
31	* Иридийное золото (Au, Ir)	»	Черник, 1912
32	Палладистое золото (порпецит) (Au, Pd)	»	Коутос, 1798; Фребель, 1845
33	* Родистое золото (родит) (Au, Rh)	»	Дель Рио, 1825; Адам, 1869
34	Медистое золото (Au, Cu)	»	Готье, 1850; Вернадский, 1908
35	Висмутистое золото ² (бисмутоаурит) (Au, Bi)	»	Шепард, 1847; 1857
36	Золотистое серебро (кюстелит) (Ag, Au)	Куб.	Кюстель, 1866; Брейтгаупт, 1866
37	Медистое серебро ³ (Ag, Cu)	»	Уайт, 1880
38	Висмутистое серебро ⁴ (Ag, Bi)	»	—
39	Серебристая медь ⁵ (Ag, Cu)	»	Фильд, 1850; Вернадский, 1908
40	Золотистая медь ⁶ (Cu, Au)	»	—
41	Железистая медь (Cu, Fe)	»	Фон-Фибра, 1865; Вернадский, 1908

Примечание. Помимо указанных разновидностей, если подтвердятся исследования парагенезиса золота с самородной сурьмой из месторождения Степняк в Казахстане (Георгиевская жила), то весьма возможно, что мы будем иметь еще одну разновидность — сурьмянистое золото.

Наконец, к числу разновидностей самородной меди следовало бы отнести также витнеит (Cu, As) — мышьяк, который, как показывают экспериментальные исследования, находится в твердом растворе в меди.

¹ Главная масса распространенного в природе золота по своему составу принадлежит к его серебристой разновидности.

² В самом золоте висмут может находиться в растворенном состоянии в количестве нескольких процентов (до 4). В более богатых разностях под микроскопом наблюдаются включения самородного висмута.

³ Количество растворенного серебра едва ли бывает выше 6—7% (по данным экспериментально изученной системы медь—серебро).

⁴ Как показывают сплавы висмута с серебром, содержание первого из них в растворенном состоянии не должно превышать 5%.

⁵ Содержание растворенного серебра в меди по данным экспериментально изученной системы не должно превышать 3%.

⁶ Устанавливается по минераграфическим данным и подтверждается экспериментальным изучением.

V. Г р у п п а р т у т и

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
42	Ртуть Hg	—	—
43	Амальгама серебра ¹ (аркверит) (Hg, Ag)	Куб.	Кронштедт, 1753
44	Лурамальгамы ²	—	Маршан, 1848; Грот, 1898
45	Аллопалладий (Pd, Hg)	Гексагон.	Цинкен, 1835; Дана, 1868
<i>Разновидности</i>			
46	Серебристая ртуть жидкая	—	Вернадский, 1908
47	Консбергит ³ (Ag, Hg)	Куб.	Пизани, 1872
48	Амальгама золота—серебра (Au, Ag, Hg)	—	—
49	Золотая амальгама жидкая (золотистая ртуть) (Hg, Au)	—	Маршан, 1848

¹ Среди амальгам серебра, по всей вероятности, существует несколько минеральных видов (химических соединений и твердых растворов). Экспериментально система Hg—Ag изучена крайне недостаточно. Нет пока и минерграфических данных изучения природных амальгам. Богатые ртутью амальгамы В. И. Вернадский предлагает называть аркверитом.

² Согласно экспериментальным данным, полученным И. Н. Плаксиным, в системе Hg—Au существуют два определенных соединения: Hg₂Au и NgAu₂. Природные аураамальгамы, по всей видимости, представляют собой гетерогенные системы, одной из фаз которых является соединение HgAu₂, а другой—ртуть с ничтожным количеством растворенного золота (0.1—0.2%).

³ Консбергит—ртутьсодержащее серебро—равным образом можно рассматривать в группе разновидностей серебра (гр. IV).

VI. Г р у п п а м ы ш ь я к а

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
50	Мышьяк As	Гексагон.	—
51	Сурьма Sb	»	Сваб, 1748
52	Висмут Bi	»	Агрикола

Примечание. Аллемонит (As, Sb), по данным минерграфии, не может считаться самостоятельным минералом, так как представляет механическую смесь металлических сурьмы и мышьяка. Однако, исходя из обнаруженных Ван-дер-Вееном структур распада твердых растворов, можно допускать, что растворы этих элементов друг в друге существуют при более высоких температурах.

VII. П р о ч и е м е т а л л ы

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
53	Цинк Zn	Гексагон.	Беккер, 1856
54	Олово Sn	Тетрагон.(?)	Валлериус, 1750
55	Свинец Pb	Куб.	Валлериус, 1750
56	* Тантал Ta	»	Вальтер, 1909
57	Теллур Te	Тригон.	Кларот, 1798
<i>Разновидности</i>			
58	Селенистый теллур (Te, Se)	?	Дерден, Дана, Уэлс, 1896

Б. Неметаллические самородные элементы

VIII. Группа углерода

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
59	Алмаз С	Куб.	—
60	Графит С	Гексагон.	Вернер, 1789
	<i>Разновидности</i>		
61	Карбонадо ¹ С	Куб.	Дамур, 1853
62	Шунгит ² С	Гексагон.	Иностранцев, 1877; 1884

¹ Карбонадо, по данным рентгенометрии, представляет собой тонко кристаллический агрегат алмаза, пигментированный аморфным углеродом или графитом.

² Шунгит является физической разновидностью гексагональной модификации углерода с весьма тонко дисперсным строением.

IX. Группа серы

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
63	Сера S	Ромб.	—
64	» (сульфурит) S	Моноклин.	Фом Рат, 1873
65	» (розицкит) S	»	—
66	Селен Se	Тригон.	Дель Рио, 1823
	<i>Разновидности</i>		
67	Селенистая сера (волканит) (S, Se) .	?	Штрмейер, 1824
68	Теллуристая сера (S, Te)	?	Дайверс, 1883; К. Люис, 1892
69	Мышьяковистая сера (арсеносульфурит) (S, As)	—	Филсон, 1862; Ринне, 1902
70	Жидкая сера S	—	Фом Рат, 1873
71	Аморфная сера S	—	Ринне, 1902

X. Группа газов

№ п/п.	Название минералов и их разновидности	Сингония	Автор и год открытия
72	Кислород O ₂	—	Шееле, 1773
73	Озон O ₃	—	Ван-Марум, XVIII в.; Шен-бейн, 1840
74	Азот N	—	Шееле, 1873
75	Водород H	—	Бунзен, 1846
76	Гелий He	—	Рамзай, 1895
77	Неон Ne	—	» 1895
78	Аргон Ar	—	Рамзай и Ралей, 1895
79	Криптон Kr	—	Рамзай, 1895
80	Ксенон Xe	—	» »
81	Эманий (Нитон-радон) Em	—	Дорн, 1900; Рутерфорд, 1901
82	Фтор F	—	Лев, 1881
83	Хлор Cl	—	Райт, 1881

Таким образом, в списке приведен 51 минеральный вид и 32 разновидности, отличающиеся главным образом по химическому составу и иногда по физическим свойствам. Из них конкретно установленных: 46 минеральных видов и 27 разновидностей.

Из них известны в СССР и описаны в настоящем томе следующие:

Минералы группы железа — никеля

Самородное железо.

Минералы группы самородной платины

Ферроплатина, поликсен, иридиевая платина, платинистый иридий, ауросмирид, родистая платина, палладистая платина, палладий, купроплатина, никелистая платина.

Минералы группы осмистого иридия

Осмит, сыссерскит, рутениевый сыссерскит, невьянскит, рутениевый невьянскит, платиновый невьянскит, родиевый невьянскит.

Группа серебра — золота — меди.

Серебро, электрум, золото, порпецит, родит, висмутистое золото, медистое золото, платинистое золото, иридиевое золото, медь.

Группа ртути

Ртуть, амальгамы серебра и золота.

Группа мышьяка

Мышьяк, сурьма, висмут.

Прочие металлы

Олово, свинец, тантал.

Группа углерода

Алмаз, графит, шунгит.

Группа серы

Сера α , β и γ .

В заключение необходимо отметить, что нижеприводимые очерки по самородным элементам, встречающимся на территории СССР, относятся лишь к твердым и жидким минералам. Месторождения газообразных минералов рассматриваются вместе с другими газами в VIII томе.

Л. А. КУЛИК

САМОРОДНОЕ ЖЕЛЕЗО — IRON

Fe

Под названием «самородное железо» объединено несколько минеральных разновидностей, из которых главной является никелистое железо (Fe, Ni).

В основном самородное железо по своему происхождению можно подразделить на теллурическое и космическое.

Под первым разумеется железо, изредка возникающее в земной коре в результате восстановительных природных процессов и имеющее непосредственное отношение к минералогии. Под вторым, т. е. космическим, мы разумеем никелистое железо метеоритов.

Свойства и химический состав. Самородное железо кристаллизуется, повидимому, в куб. см., гексаоктаэдрическом виде симметрии. Кристаллы его, в природных условиях, крайне редки. Двойники по (111).

Как железо, так и никель обладают полиморфизмом. Е. Scheil'ем для железа установлены две модификации: α и γ . Точка перехода одной модификации в другую 785° .

Кристаллическая структура железа по W. Z. Bragg'у—центрированный куб. $a = 2.87 \text{ \AA}$ (для α -железа) и 3.63 \AA (γ -железа). Спайность по (100) совершенная. Излом неровный, крючковатый. Цвет—стальносерый до черного. Блеск металлический. Черта—стальносерая, блестящая.

Тв. 4—5. Обладает ковкостью. Уд. вес 7—8. Магнитные свойства сильно выражены.

В начале этого века химический состав разновидностей самородного железа совпался следующей таблицей (по Вернадскому):¹

Название	Fe	Ni	Co	Cu
Феррит	95.2—100	0—2.9	0—1.0	0—0.4
Камасит	92.6—94.6	5.2—7.0	0.2—0.9	0—0.1
Тенит	61.9—74.8	24.3—36.9	0.3—2.1	0—0.8
Октябегит	21.5—37.8	59.8—77.2	0.4—1.5	0—1.0
Авариут — Ni ₂ Fe	31.0—32.19	67.6—67.81	0.7	—

Н. К. Высоцким, кроме того, описана разновидность железистого никеля из россыпей, названная им бобровкитом и по своему составу близко отвечающая формуле: Ni₂Fe₂.

Вопрос об авариуте, бобровките, джозефините, суэзите (содержащих до 75% никеля) и др. особенно требует пересмотра; так, например, для джозефинита уже сейчас имеются некоторые указания на его метеоритное происхождение.

¹ Во время составления этой таблицы В. И. Вернадский намеревался принять во внимание анализы только земного самородного железа, однако впоследствии выяснилось, что многие из них относятся к типичным метеоритам, другие — к искусственному железу. В приводимой таблице, кроме того, несколько изменены данные для камасита и тенита.

В виде примесей в самородном железе могут присутствовать: Mn, C, S, P, Pt, As и др., а также газы: H (в метеоритах), CO и CO₂ (в теллурическом железе). В виде механической примеси присутствует часто когениит (Fe, Ni, Co)₃C.

Перед паяльной трубкой плавится. Температура плавления 1550—1804°. При яркobelом калении на воздухе горит, отделяя искры. При наличии влаги и кислотных паров легко окисляется. В HCl и разбавленной HNO₃ растворяется с выделением H. Концентрированная HNO₃ и холодная H₂SO₄ почти не действуют. С повышением содержания Ni растворимость в кислотах падает.

В полированных шлифах под микроскопом травится HCl, H₂SO₄ (разбавленной), HNO₃ (разбавленной) и CuSO₄ (с выделением металлической меди). Концентрированная HNO₃ не действует. Алкоголь-пикриновая кислота (1 : 100) травит железо, но не действует на когениит. Таким же образом действует раствор йода в алкоголе.

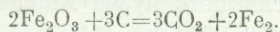
Искусственно получается путем восстановления углеродом из соединений при высокой температуре.

Генезис и условия нахождения в природе. 1. Метеориты имеют космическое происхождение. Находки их приурочены в общем к поверхности земного шара.

Космическое происхождение приписывается также мельчайшим шаровидным зернам, находимым в глубоководных илах океанов и в атмосферной пыли (фиг. 4).

2. Самородное железо было встречено также в основных и ультраосновных горных породах. Одна точка зрения допускает, что оно в этих условиях могло быть вынесено из глубин Земли или восстановлено углеродом или органическими веществами, захваченными магмой во время интрузии. На последнее, может быть, указывает присутствие в некоторых случаях в таком железе углерода, как в виде соединений, так и в виде графита. Другая точка зрения (Л. А. Кулик) рассматривает самородное железо в изверженных горных породах, как метеориты и продукты их распыления, захваченные магмой в земной коре; наличие графита в заведомых железных метеоритах объяснило бы присутствие его и в таком самородном железе.

3. Экзогенное самородное железо встречается крайне редко. Так, железо из его соединений в некоторых случаях может восстанавливаться при каменноугольных пожарах по упрощенной реакции:



В других случаях были констатированы микроскопически мелкие выделения самородного железа в осадочных породах, связываемые одними исследователями с резко восстановительным действием органических веществ, а другими — с материалом распыления метеоритов в воздухе во время их падения на Землю.

Таким образом необходимо учитывать, что далеко не каждую находку самородного железа в горных породах, особенно осадочных, можно отнести за счет его образования в земных условиях. Часть из них имеет несомненно космическое происхождение и выпадает во время падения метеоритов; наконец, многие находки железа в россыпях ошибочно принимались за продукты естественного происхождения; большая часть этих находок, повидимому, представляет собой обломки чугунных и железных изделий.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Европейская часть СССР

В 20 км от г. Вологды был найден кусок «самородного железа», покрытого коркой лимонита с друзами сидерита в торфянике, находящемся около бывшей здесь церкви Николая Зосимского. Однако, возможно, что он является искусственным продуктом, случайно попавшим в торфяник (болото). Химический анализ В. С. Салтыковой никеля в нем не обнаружил.

Самородное железо указывается в антрацитах Грушевки (Донбасс), где оно могло восстановиться из шпротина.

По данным, сообщенным автору редакцией этой книги, в 1936 г. инженером-геологом Альбовым из Калгачинского района (Карелия) были привезены образцы перидотита, в которых, в числе рудных акцессорных минералов, в минераграфической лаборатории ЦНИГРИ, Розиной с песочной достоверностью было установлено наличие самородного железа. По наблюдениям А. Г. Бетехтина, на ряду с неправильными

формами выделений (фиг. 2), в них присутствуют идеально образованные микроскопически мелкие кубики самородного железа (фиг. 3), парагенетически связанные с магнетитом. Кроме того, в этих породах присутствуют хромшпинелиды, ильменит, редкие сульфиды никеля и мельчайшие выделения графита. Среди неправильной формы выделений самородного железа, после протравления смесью алкоголя и пикриновой кислоты, при больших увеличениях, был обнаружен типичный для метеоритов минерал — когенит. Из сульфата меди на полированной поверхности этих зерен легко выделялась металлическая медь.

В связи с этой, точно установленной находкой самородного железа, по мнению редакции, приобретают значительно большую достоверность ранее сделанные А. Г. Бетехтиным находки самородного железа в серпентинизированных перидотитах на берегу оз. Гокча в Закавказье и в серпентинитах Беденского массива в Лабинском районе на Северном Кавказе.¹

Урал

Для Урала упоминается целый ряд случаев находок «самородного железа» при горнопромысловых работах, которые требуют проверки. Из многочисленных указаний акад. В. И. Вернадского мы остановимся здесь лишь на двух, как показательных в этом отношении, которые к тому же удалось проверить, а именно: железе с Приканавинского прииска и с реки Омутной.

Образцы «самородного железа», из золотой россыши Приканавного («Приканавского»; или «Приканавинского») прииска Березовской дачи, б. Екатеринбургского уезда Пермской губернии, ныне — Свердловской области, были переданы в Минералогический музей Академии Наук в 1892 г. Они представляют собою части разбитого тыльного конца стального горного клина весом, соответственно, в 206 г и 26 г. Обычным определением, при помощи диметилглиоксима, В. С. Салтыкова нашла в первом наличии небольших (до 0.1%) количеств никеля. Второй образец несомненно представляет собою часть «шляпки» того же самого клина; спектроскопически опробованный С. А. Боровиком на никель точно так же дал «средние линии» для этого элемента, т. е. в весовых количествах, примерно, 0.01%.

Наличие заметных количеств никеля в железных (стальных) горных инструментах, попадающих в виде осколков в разрабатываемые россыши, равно как и самый факт подобного рода находок, должны быть учтены при оценке других подобного рода случаев.

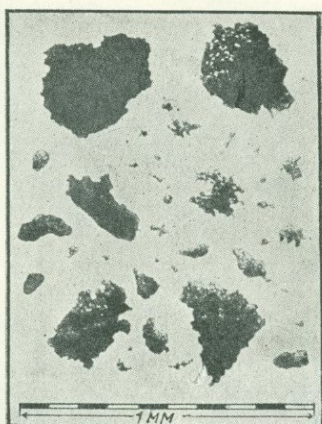
Вторая находка относится к образцам из Сысертского района Полевской дачи, с р. Омутной, поступившим в 1906 г. от В. И. Крыжановского в количестве 13 мелких (от $\frac{1}{4}$ до 1 см) кусочков. Часть из них представляет собой заведомые стружки и обломки железных орудий. Один осколок (стружка) был передан для спектрального анализа С. А. Боровику и дал хотя и «сильные линии» никеля, но все же в пределах лишь 0.1%.

К самородному железу с Урала можно было бы отнести, пока что, лишь образец № 2026, поступивший в 1913 г. в Свердловский музей от В. А. Пономарева, как «аэролит», упавший близ Челябинска.² Однако, при проверке, это железо оказалось найденным в Челябинских каменноугольных коях, в том их районе, который пострадал от бывшего когда-то здесь пожара.

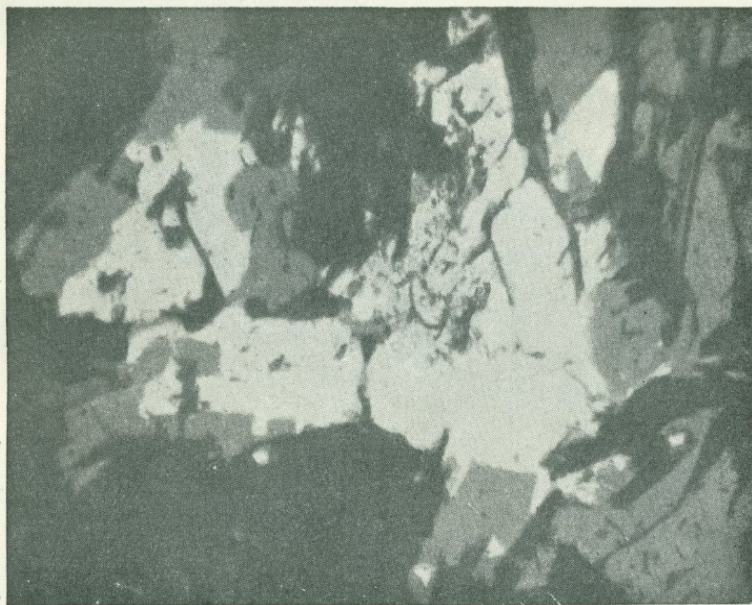
Из других уральских случаев пероссышного железа можно сослаться на указанное А. Зайцевым нахождение железа в сиенитогнейсе в логу Б. Гусевки, около платинового прииска Полтава (бассейн р. Салды). Этот случай требует проверки.

¹ См. об этом статью «К вопросу о платиноносности гокчинских перидотитовых массивов (в Армении)». Журн. Цвет. мет., № 3, 1932, 398. — *Ред.*

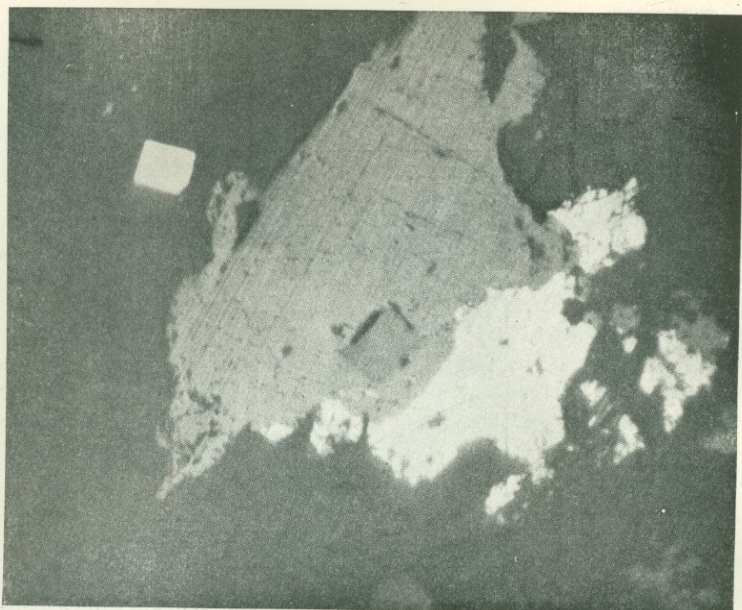
² Справка геолога Н. И. Кураева.



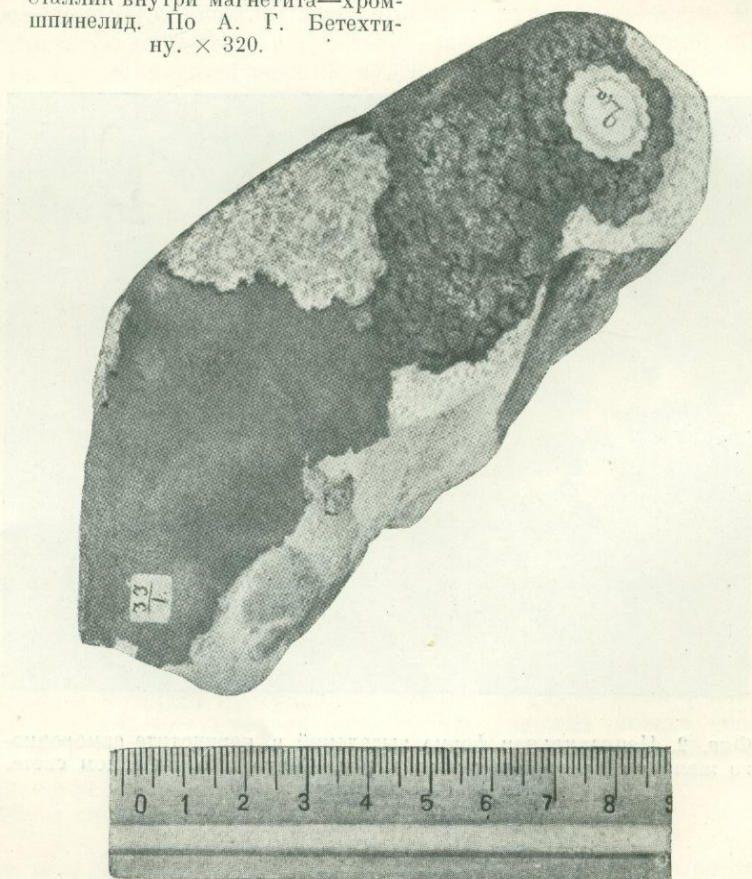
Фиг. 1. Метеорная пыль, собранная во Франции после дождя падающих звезд 9 октября 1933 г.



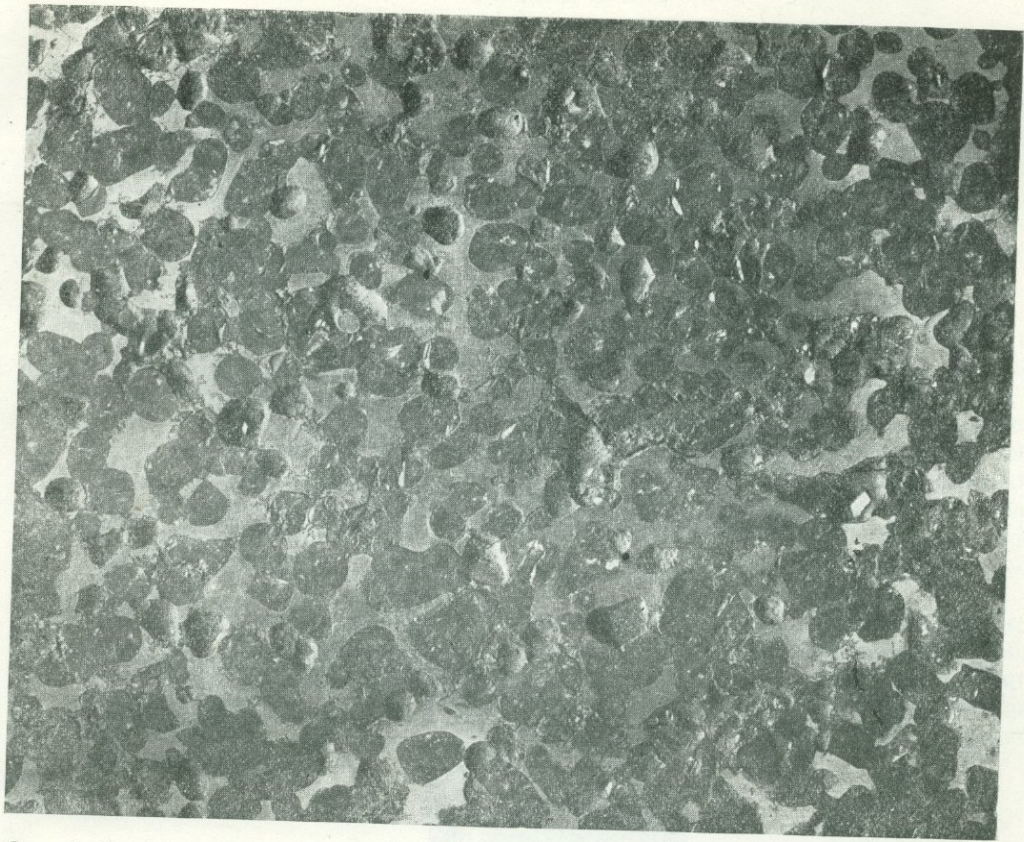
Фиг. 2. Неправильная форма выделений в перидотите самородного железа в сростании с магнетитом. Снято в отраженном свете. По А. Г. Бетехину. $\times 180$.



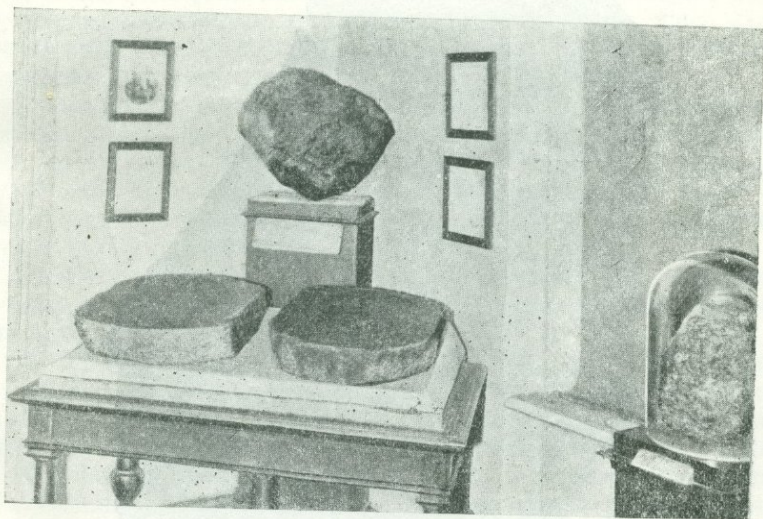
Фиг. 3. Кристаллик феррита (слева) в серпентине (черное). Неправильной формы выделения самородного железа в сростании с магнетитом (серое). Темносерый кристаллик внутри магнетита—хромшпинелид. По А. Г. Бетехтину. $\times 320$.



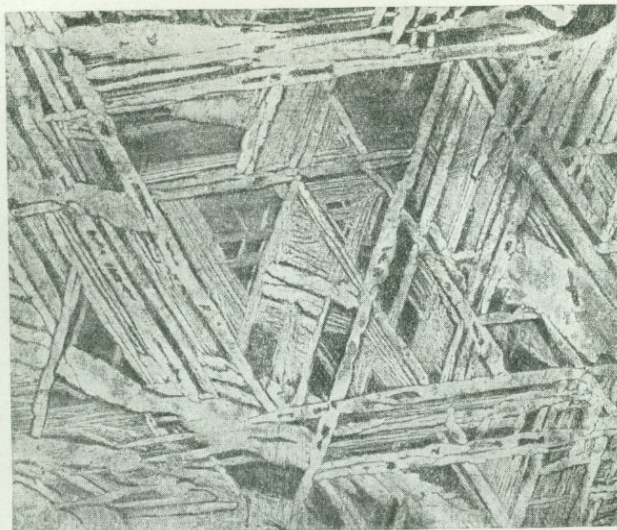
Фиг. 4. Каменный метеорит Жигайловка, упавший близ г. Сумы (УССР) 12 октября 1787 г. На рисунке видна черная кора и серое внутреннее вещество.



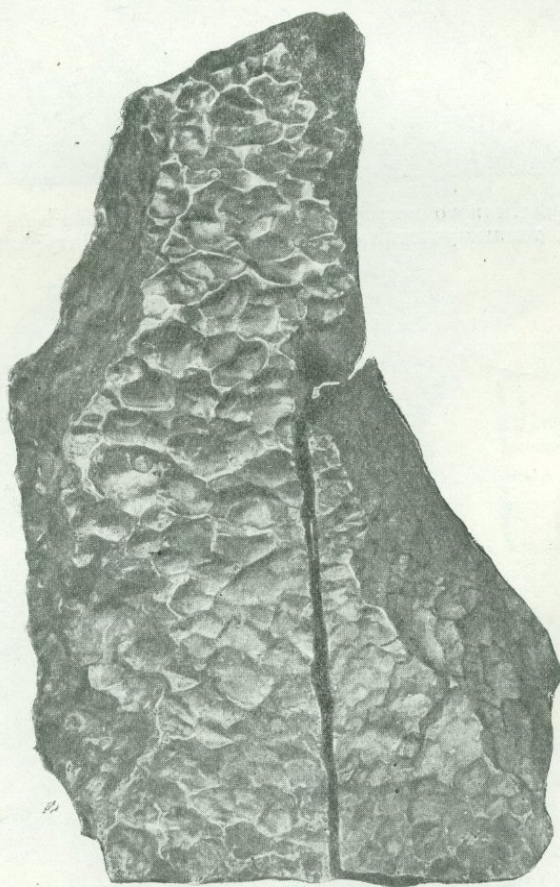
Фиг. 5. Разрез полужелезного метеорита Медведева (Палласово железо). Светлое — никелистое железо, темные участки — оливин и выбоины. Натуральная величина.



Фиг. 6. Палласово железо в Минералогическом музее Акад. Наук СССР (в Ленинграде, 1930 г.). В углу на тумбе — модель первоначальной глыбы. Под ней, в витрине — две половины этого метеорита после его распиловки. У края направо, под колпаком, — палласит Брагин.



Фиг. 7. Видманшеттовы фигуры железного метеорита из группы октаэдритов.



Фиг. 8. Железный метеорит (гексаэдрит) Богуславка, упавший 18 октября 1916 г. близ Никольска Уссурийского на Дальнем Востоке. Весит 199 и 58 кг;

Сибирь

Если на Урале «самородное железо» чаще всего расшифровывается как искусственное, то в Сибири находки в россыпях чаще давали железо, запосившееся в наши каталоги как космическое. Так, на Алтае, на Петропавловском золотом прииске (на р. Мрассе), в 1841 г. на глубине 9.6 м был найден образец железа весом в 7 кг, содержащий по анализу Л. Л. Иванова 6.98% Ni, т. е. естественно, укладывающийся в группу грубоструктурных октаэдритов на границе их со средними.¹

Равным образом и с приисков Енисейской тайги, с рр. Боровой, Удеря и Мурожной в коллекцию метеоритов Академии Наук СССР в 1885 г. поступили образцы железных метеоритов, к сожалению, достаточно еще не изученные.

Непроверенными остаются также находки, указывавшиеся для р. Кии (близ Мариинска) и р. Оюта (приток р. Белой). В береговых песках последнего, на ряду с золотом и платиной, попадались, якобы, и пластинки никелистого железа. Скептицизм наш по поводу последнего случая обусловлен результатами проверки того аналогичного материала из россыпей, который до сих пор попал нам в руки и неизменно давал искусственный продукт.

В 1910 г. академиком А. П. Карпинским в Минералогический музей Академии Наук были переданы образцы железа с р. Тарбагатки (приток Ирбы Минусинской). Ближайший осмотр их показал, что это — мелкие пластинчатые и стружкообразные осколки железных орудий. Спектральный анализ С. А. Боровика дал для них слабые спектральные линии никеля (меньше 0.001%).

Метеориты

Никелистое железо в метеоритах содержится от почти ста процентов до исчезающе малых количеств. В зависимости от этого они делятся на каменные, полужелезные и железные.

Характерным признаком метеоритов являются: их обычно обломочная, со сглаженными контурами, форма, пластические вдавлины и борозды (пьезоглипты), обыкновенно черная или буроватая кора, чаще матовая, морщинистая или шагрeneвая, но иногда смоляночерная блестящая или же сероватая полупрозрачная.

Каменные метеориты (фиг. 4) на своей поверхности иногда несут выступающие зерна никелистого железа, которые гораздо лучше видны в изломе или на отшлифованных поверхностях. Внутренние части каменных метеоритов характеризуются более светлой окраской (чаще всего — серой; темные и черные каменные метеориты встречаются редко; среди последних особенно любопытны углистые).

Никелистое железо в каменных метеоритах может содержаться в количествах от 0 до 50%. Оно обычно образует в них зерна, пластинки, веточки или даже мощные дендриты.

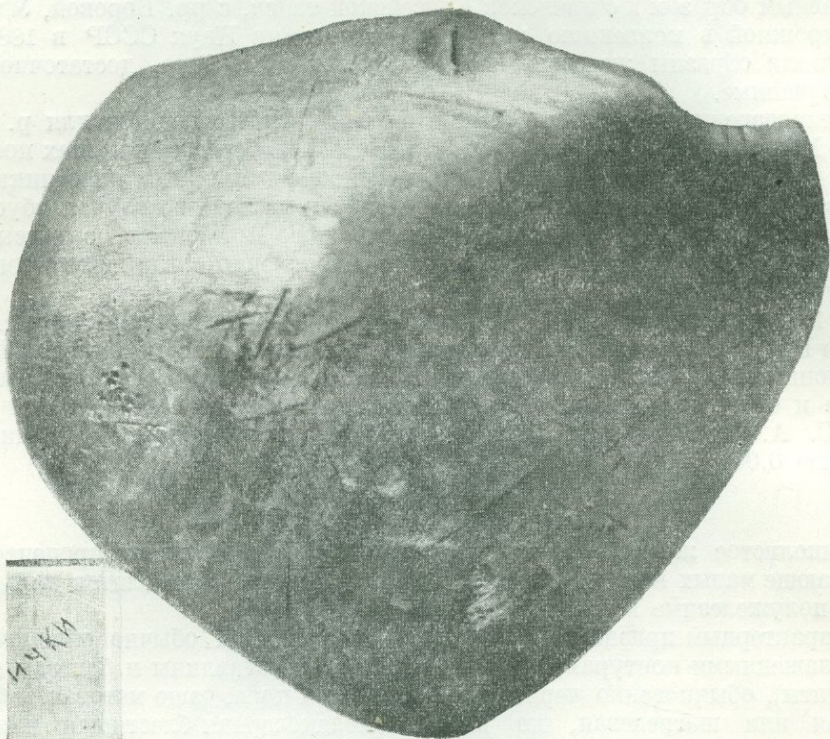
Полужелезные метеориты характеризуются преобладанием металлической массы над силикатами. Среди этого типа метеоритов наиболее часты палласиты, силикатом в которых является оливин. Они же являются и наиболее крупными представителями этого класса метеоритов (фиг. 5 и 6).

Железные метеориты никогда не бывают чисто железными и, кроме обособленных в них минералов, содержат в твердом растворе целый ряд элементов, главными из которых являются никель и кобальт; никеля в железных метеоритах меньше 4%, повидимому, не бывает. По количеству

¹ По классификации Л. А. Кулика; в каталоге Прайора этот метеорит значится средним октаэдритом. — Л. К.

никеля, главным образом обуславливающего их структуру, железные метеориты делятся на три группы: гексаэдриты, октаэдриты и атакситы.

Большая часть встречающихся в метеоритах минералов в условиях земной коры не существует. Здесь особенно следует отметить: камасит, тенит, их мелкозернистую смесь — плессит, а также — когенит ($\text{Fe, Ni, Co}_3\text{C}$), шрейберзит ($\text{Fe, Ni, Co}_3\text{P}$), трюилит (FeS) и лавренсит (FeCl_2). «Для метеорного железа весьма типично его строение, выражающееся в том, что оно обычно состоит из массы сросшихся вытянутых отдельных кристаллов, расположенных в двойниковом положении».¹ При



Фиг. 9. Железный метеорит Репеев хутор, упавший во Владимировском районе на Нижней Волге 8 августа 1933 г. Весит около 42 кг.

действии различных растворителей на полированные поверхности той группы железных метеоритов, которая носит наименование октаэдритов, получается особая балкообразная структура, известная под названием «видманштеттовых фигур» по имени описавшего их д-ра Видманштеттена (фиг. 7).

В настоящее время известно свыше 1000 метеоритов; из них на долю СССР приходится (на 1 января 1938 г.) 90 названий.

Наибольшим каменным метеоритом в СССР является Саратов; он упал 6 сентября 1918 г. у с. Белая Гора близ г. Петровска Саратовской области и был сильно поврежден обывателями; он весит сейчас около 120 кг, первоначальный же вес его ориентировочно исчисляется в $\frac{1}{4}$ метрической тонны.

Представителем полужелезных метеоритов у нас является знаменитое Палласово железо (с первоначальным весом в 688 кг), вывезенное академиком П. С. Палласом из Сибири в 1777 г. Впервые оно было найдено казаком Медведевым в 1749 г. на вершине горы Темир, на полпути между

¹ А. А. Смирнов, 1936. Курс минералогии коллектива ленинградских авторов, 1936, 148.

Красноярском и Минусинском. Этот метеорит сыграл крупную роль в развитии взглядов на образование этого рода тел. В 1867 г. на Петергофской гранитной фабрике «Палласово железо» было распилено надвое. Обе его половинки и модель его первоначальной формы можно видеть на фиг. 6. На этом же рисунке, под колпаком направо, виден и другой наш палласит, Брагин, который упал в Белорусской ССР. Части его, начиная с 1809 г., обнаруживаются на площади его падения и до сих пор.

Из железных метеоритов в СССР наибольшим является метеорит Богуславка, упавший близ г. Ворошилова Уссурийской области 18 октября 1916 г. Это — наибольший, по размерам, у нас монокристаллический гексаэдрит. Два найденных его куска, весом в 199 кг и 58 кг, были подняты на расстоянии 3 км друг от друга. Его призматическая форма и обилие параллельных, заглавленных корой трещин говорят о его сильном дроблении в воздухе (фиг. 8).

8 августа 1933 г. наблюдалось падение второго по счету в нашей стране железного метеорита Речеев хутор во Владимирском районе в 100 км к востоку от Сталинграда. Этот небольшой (около 12 кг) октаэдрит весьма любопытен своей совершенной конической формой (фиг. 9).

Исключительный интерес представляет случай падения крупного метеорита на Подкаменной Тунгуске в 7 час. утра 30 июня 1908 г. Падение этого метеорита сопровождалось следующими явлениями:



Фиг. 10. Эксцентрично-радиальная вывалка леса на площади свыше тысячи квадратных километров в районе падения Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г. Снимок сделан в 1928 г. в 12 км от центра бурелома.

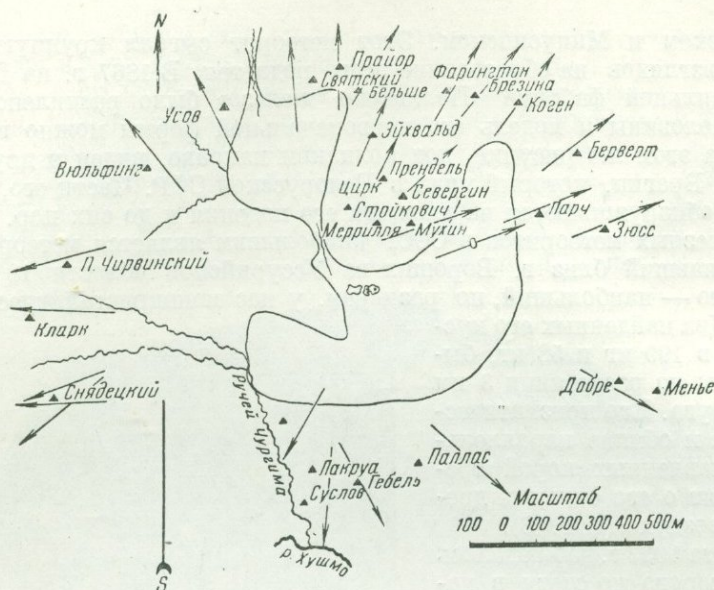
1) Полетом по небу огненного шара, упавшего на тайгу, после чего к небу был выброшен огненный столб, наблюдавшийся за 400 км (в Киренске — на Лене).

2) Колоссальным развитием на высоте 83 км серебристых облаков, покрывавших 30 июня и 1 июля всю Западную Сибирь и Европу — от Енисея до Атлантического океана — и обусловивших исключительную по эффекту белую ночь от места этого падения до Англии и от Белого до Черного моря включительно.

3) Тремя или четырьмя громовыми ударами, ни с чем не сравнимыми ни по характеру звука, ни по его силе, так как удары эти были слышны на расстоянии свыше 1000 км. На более близких расстояниях за ударами следовал обычный при падениях раскатистый грохот.

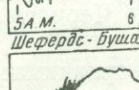
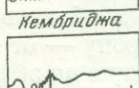
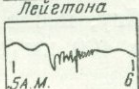
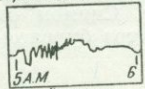
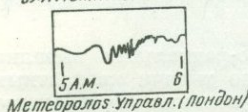
4) Мощным механическим действием взрывной воздушной волны: на три десятка километров от центра падения лес (в незащищенных местах) был эксцентрично радиально (фиг. 10 и 11) повален сплошь, лишен крон и плотно прижат к земле (фиг. 10); в 400 км от места падения воздушная волна еще валила заборы, в 600 км — гнала валом воду в реках и сшибала с ног людей и лошадей; в 5½ тысячах километров (Англия) она еще производила ясную запись на микробарографах (фиг. 12) и, как теперь установлено, — то же самое делала в США и других местах, обойдя вокруг весь земной шар дважды.

5) Мощной сейсмой, многократно опоясавшей Землю.



Фиг. 11. Район падения тунгусского метеорита. Стрелками показаны направления поваленного леса в центре бурелома 30 июня 1908 г. за Подкаменной Тунгуской; треугольниками обозначены вершины холмов.

30 июня 1908г.
Необъясненные /до
этого момента/ на-
лебания давления
для: Южн. Консингтона



Микробарограммы

Увеличение около 30

Фиг. 12. Микробарограмма воздушной волны, вызванной падением Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г.; отмечена в Англии по линии Кембридж—Лондон—Петерсфильд. Увеличено, примерно, в 30 раз.

6) Ожогом поваленного вокруг центра падения леса на расстоянии радиусом до 20 км.

7) Перебросом воздушной волны над лесом в непосредственной близости к центру падения.

8) Наличием в центре бурелома округлых образований, которые могут рассматриваться как возможные метеоритные кратеры.

9) Наличием в центре бурелома сдвигов почвенных и подпочвенных слоев в торфяниках в эксцентричном направлении.

10) Пробиванием вечной мерзлоты на глубину свыше 25 м и вскрытием подмерзлотных вод.

11) Наличием кварцевого стекла со следами никеля на борту одной из круглых депрессий.

12) Наличием «горной муки», продукта мельчайшего дробления местных горных пород, в ряде пунктов в центре бурелома, а также (там же) оплавленных и спаянных в грозди песчинок и микроскопических шариков ковкого никелистого железа.

13) Находкой в 1908 г. местными жителями в окрестностях центра бурелома «блестящего самородного железа».

Подводя итоги сказанному, следует констатировать тот факт, что все рассуждения современной литературы о земном самородном железе в сущности касаются суммы двух, далеко не равных, слагаемых, а именно, ничтожных количеств редкого, действительно теллурического, плохо еще изученного, самородного железа, с одной стороны, и огромных количеств метеоритов и их дериватов, входящих, после падения, в состав зем-

ной коры и разделяющих в дальнейшем судьбу ее структурных элементов, — с другой.

Создавшееся в этом вопросе положение настоятельно требует коренного пересмотра и переоценки всего того материала, который ложится в основу этой проблемы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, т. I, вып. 1 и 2. СПб., 1908—1909.

СПИСОК МЕТЕОРИТОВ СССР на 1 ноября 1939 г.¹

- Чечено-ингушская АССР*
Грозная. 19 ч. 28. VI.1861 К.
- Орджоникидзевский край*
Ставрополь. 17 ч. 24. III.1857. К.
- Калининская область*
Кашин. 12 ч. 45 м. 27. II. 1918. К.
- Смоленская область*
1. Кикино. Падение. 1809. К.
2. Слободка. 10. VIII.1818. К.
3. Тимохина. 45 ч. 25. III.1807. К.
- Московская область*
Бородино. 1 ч. 5. IX.1812. К.
- Тульская область*
1. Нечаево. Н. 1846. Ж.
2. Раковка. 15 ч. 20. XI.1878. К.
- Курская область*
Северюково. 23 ч. 45 м. 11. V. 1874. К.
- Ивановская область*
Первомайский поселок. 18 ч. 26. XII. 1933. К.
- Рязанская область*
Красный Угол. 14 ч. 9. IX.1829. К.
- Горьковская область*
Новый Урей. 4. IX.1886. К.
- Саратовская область*
1. Павловка. 17 ч. 2. VIII.1882. К.
2. Саратов. 45 ч. 6. IX.1918. К.
- Сталинградская область*
1. Верхне-Чирская. 12 ч. дня 12. XI 1843. К.
2. Липовский хутор. Н. 1904. П.
3. Петропавловка. Н. 1916. К.
4. Репеев хутор. 22 ч. 8. VIII.1933. Ж.
5. Сарепта. Н. 1854. Ж.
- Куйбышевская область*
Старое Борискино. 13 ч. 20. IV. 1930. К.
- Татарская АССР*
1. Каинсаз. 15 ч. 30 м. 13. IX.1937. К.
2. Чувашские Кисы. Н. 1899. К.
- Чкаловская область*
1. Бриент. 19. IV.1933. К.
2. Ильинская станица. Н. XX в. Ж.
3. Лаврентьевка. 14 ч. 30 м. 11. I. 1938. К.
- Пермская область*
Оханск. 13 ч. 30. VIII.1887. К.
- Челябинская область*
1. Карагай. Н. XX в. К.
2. Старое Песьяное. 6 ч. 2. X. 1933. К.
- Омская область*
Хмелевка. 5 ч. 30 м. 1. III. 1929. К.
- Новосибирская область*
1. Большая Корта. Н. 1939.
2. Ичкала. 19 ч. 34 м. 29. V.1936. К.
3. Кузнецово. 17—18 ч. 26. V.1932. К.
4. Орловка. Н. 1928. К.
5. Петропавловский прииск. Н.1841. Ж.
6. Чебанкол. Н. 1938. Ж.
- Алтайский край*
1. Демина. 15 ч. 30 м. 6. IX.1911. К.
2. Малый Алтай? Н. XX в. П.
3. Телеутское озеро. 23 ч. 30 м. 22. V. 1904. К.
- Красноярский край*
1. Абакан. Н. 1891. Ж.
2. Боровая. Н. 1885. Ж.
3. Палласово железо. Н. 1749. П.
4. Мурожная. Н. 1885. Ж.
5. Сыромолотово. Н. 1873. Ж.
6. Тубил. Н. 1891. Ж.
7. Удерей. Н. 1885. Ж.

¹ Находки без наблюдавшегося падения отмечены буквой Н, железные метеориты — буквой Ж, полужелезные — буквой П и каменные — буквой К.

Иркутская область

1. Бирюса. Н. 1902. Ж.
2. Бодайбо. Н. 1907. Ж.

Бурято-монгольская АССР

1. Ниро. Н. 1854. Ж. (?)
2. Норин-Шибир. Н. XX в. Ж.
3. Тарбагатай. Н. 1912. К.
4. Тунка. 7 ч. 1.III.1824. К.

Читинская область

- Доронинск. 17 ч. 6.IV.1805. К.

Якутская АССР

1. Лебединый прииск. Н. 1925. Ж.
2. Нохтуйский прииск. Н. 1876. Ж.

Приморский край

1. Богуславка. 11 ч. 47 м. 48.X. 1916. Ж.
2. Сунгач. 10.IV.1935. К.

Белорусская ССР

1. Брагин. Н. 1809. П.

Украинская ССР

1. Августиновка Н. 1890 (и Верхнеднепровск). Ж.
2. Александровский хутор. 7.VIII. 1900. К.
3. Андрушки (?). Н. 1898. К.
4. Бахмут. 12 ч. 15. II. 1814. К.
5. Белая Церковь. 15.I.1796. К.
6. Белокриничье. 18 ч. 1.I.1887. К.
7. Бердянск. Н. 1878. П.
8. Бочечки. Падение. Конец 1823. К.

9. Вавиловка. 14 ч. 19.VI.1876. К.
10. Гросслибенталь. 6 ч. 30 м. 19. XI. 1881. К.
11. Жигайловка. 15 ч. 12.X.1787. К.
12. Жовтневый хутор. 9.X.1938. К.
13. Заборица. 11. IV. 1818. К.
14. Кагарлык. 7 ч.; конец июня 1908. К.
15. Кукшин. 11. VI.1938. К.
16. Кулешевка. 11 ч. 12.III. 1811. К.
17. Леоновка. 23.VIII.1900. К.
18. Мигей. 8 ч. 30 м. 18.VI.1889. К.
19. Мордвиновка. 19.V.1826. К.
20. Очеретная(?). Н. 1871. К.
21. Речки. 13 ч. 30 м. 9.IV.1914. К.
22. Савченское. 22 ч. 27.VII.1894. К.
23. Томаковка. 21 ч. 30 м. 17.I.1905. К.
24. Юртук. 3 ч. 2.IV.1936. К.

Азербайджанская ССР

1. Индарх. 20 ч. 10 м. 7.IV.1891. К.
2. Кульп. 29.III.1906. К.

Казахская ССР

1. Биштыобе. Н. 1888. Ж.
2. Дорофеевка. Н. 1910. Ж.
3. Ерофеевка. Около 24 ч. 8.II. 1925 (?) К.
4. Каракол. 12 ч. 9.V.1840. К.
5. Мамра. 15.V.1927. К.
6. Новорыбинское. Падение около 1927 (?). Ж.
7. Николаевка. 16 ч. 11.VII.1935. К.
8. Павлодар. 13 ч. 40 м. 23.V.1938. К.
9. Ямышева. Н. 1885. П.

Киргизская ССР

- Каптал-Арык. 22 ч. 45 м. 12.V. 1937. К.

А. Г. БЕТЕХТИН

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ САМОРОДНОЙ ПЛАТИНЫ

Сюда следует отнести довольно большую группу минералов и их разновидностей, представляющих твердые растворы металлов Pt, Fe, Ir, Pd, Rh, иногда Os и Au. Названию «самородная платина» обычно придают собирательное значение.

Подгруппа платиновая

Ферроплатина¹ — Ferroplatinum (Pt, Fe)

Поликсен¹ — Polyxen (Pt, Fe)

Подгруппа иридиевая

Иридиевая платина — Iridium-Platinum (Pt, Fe, Ir)

Платинистый иридий — Iridium (Ir, Pt)

Ауросмирид² — Aurosmirid (Ir, Os, Au)

Подгруппа родиевая

Родиевая платина — Rhodium-Platinum (Pt, Fe, Rh)

Подгруппа палладиевая

Палладиевая платина — Palladium-Platinum (Pd, Pt)

Палладий — Palladium (Pd)

Здесь же необходимо рассмотреть минералы, возникающие в процессе серпентинизации путём метаморфизма первичных выделений платины:

Купроплатина — Cuproplatinum (Pt, Fe, Cu)

Никелистая платина — Nickel-Platinum (Pt, Cu, Fe, Ni)

Наконец, в этот список необходимо включить еще один минерал, образующийся при экзогенных процессах как самостоятельный минеральный вид за счет разрушения некоторых неустойчивых при выветривании, содержащих платину минералов:

Платина — Platinum (Pt).

Физические и химические свойства

1. Ферроплатина. Куб. с. До сих пор встречалась в виде неправильной формы зерен только в россыпях. Редко наблюдавшиеся кристаллы являлись несовершенными и специально не изучались. Кристаллы платины, изучавшиеся П. В. Еремеевым, скорее всего по составу относились к поликсену.

Уд. вес 21,48—21,50. Тв. 4—4,5. Цвет от стальносерого до темносерого, иногда черного. Минерал непрозрачен. Блеск и черта металлические. Излом крючковатый. Характерна магнитность.

¹ Деление ферроплатины и поликсена на разновидности, содержащие иридий и не содержащие его, в настоящее время потеряло свое значение, так как существование совершенно лишенных иридия разновидностей этих минералов эндогенного происхождения до сих пор не доказано.

² Сюда же следует отнести также открытый в последнее время минеральный вид, не содержащий золота, под названием осмирид.

Химический состав: Pt=71—79%, Fe=15—20%; Ir=0—4.7%; Rh=0.2—3.8%. Примеси: Pd=0.2—0.5%, Cu=0.3—5.0%; Ni=0—1.0%. Химическая формула: PtFe до Pt₂Fe.

П. п. тр. не плавится. При белом калении становится мягкой и легко сваривается при проковке. Химически устойчива. Растворяется в царской водке и смеси соляной кислоты с хромовой (CrO₃ 50% раствор).

Искусственным путем железистая платина была получена Менье из газообразных хлористых соединений Pt, Fe, Ni и Cr, которые вместе с водородом при краснокалильном жаре пропускались через трубку, наполненную обломками оливина и пироксена. В результате этого опыта получалась железистая платина в виде цемента между обломками силикатов.

2. Поликсен. Наиболее распространенный минеральный вид группы самородной платины. Куб. с.; вид симметрии не известен. Наиболее обычны формы:

Индексы	(100)	(310)	(210)	(530)	(320)	(110)	(111)
Буквы по Гольдшмидту	с	а	е	h	б	д	р
Буквы по Еремееву	а	п	к	—	—	д	о

Главная масса поликсена в коренных месторождениях выделяется в виде ксеноморфных зерен по отношению к хромшинелидам и часто даже по отношению к оливину. Поликсен в россыпях бывает обычно различной степени окатанности. Кристаллы встречаются сравнительно редко. Двойники прорастания наблюдаются по (100). Поликсен по существу представляет собой разновидность, более бедную железом, поэтому все физические и химические свойства, указанные выше для ферроплатины, целиком относятся к поликсену.

Кристаллическая решетка поликсена, по данным Беннистера, принадлежит к типу центрогранного куба ($a=3.91\text{Å}$).¹

Химический состав: Pt=75—88%; Fe=5—11%; Ir=0—7%. Примеси: Pd=0.1—0.5%; Rh=0.1—1.0%; Cu=0.06%; Ni — следы. Химическая формула: FePt₃ до Fe₂Pt₆.

В полированных шлифах под микроскопом самородная платина типа поликсена травится лишь царской водкой при продолжительном ее воздействии.

3. Иридистая платина. Куб. с. Кристаллы редки и никем не измерялись.

Уд. вес 16.94—19.5. Тв. 5—6. Цвет серебрино-белый. Блеск металлический. Излом неровный. Полируется хорошо. Остальные свойства иридиистой платины не изучены.

Химический состав: Pt=56—77%; Ir=10—28%; Rh до 6.8% (?); Fe=4—9%. Примеси: Pd, Os, Cu, Ni. Химическая формула по одному анализу примерно следующая: Pt₄Ir₂Fe.

П. п. тр. не плавится. Температуры плавления находятся между 1755° и до 2360°. Минерал химически устойчив; с трудом растворяется лишь в царской водке и то при кипячении.

4. Платинистый иридий. Куб. с.; вид симметрии 3L⁴L³6L²9Pc. Кристаллы встречаются в форме кубов, октаэдров, комбинации куба с октаэдром и ромбическим додекаэдром; реже — комбинации куба с пирамидальным кубом. Наиболее характерными формами являются следующие:

Индексы	(100)	(310)	(430)	(110)	(111)
Буквы по Гольдшмидту	с	а	і	д	—
Буквы по Еремееву	а	f	ѳ	д	о

Характерны двойники срастания и прорастания. Уд. вес 22.6—22.9. Тв. 6—7. Цвет серебрино-белый, с поверхности с желтоватым оттенком. Блеск сильный металлический. Спайность несовершенная по (100). Излом неровный. Мало ковков и тягуч, скорее хрупок. Хорошо полируется.

Химический состав: Ir=78.85%; Pt=19.84% (по одному полному анализу Сванберга). Примеси: Pd=0.89%; Cu=1.78%. Химическая формула IrPt до Ir₃Pt.

П. п. тр. не плавится. При белокалильном жаре приобретает ковкость. Химически весьма устойчив. Сплавы платины с 30% и больше иридия травятся только хлором, при температуре, превышающей температуру кипения царской водки. В струе хлора при накаливании в тонкоизмельченном состоянии дает шестихлористый иридий.

В полированных шлифах под микроскопом по отношению к царской водке этот минерал устойчив. Искусственным путем химически чистый иридий легко получается путем медленного возгона в электрических печах сопротивления (иридий летит при температуре 1100°).

¹ Хотя химический состав самородной платины, изученной Беннистером, не известен, однако можно предполагать, что она относилась к поликсену, наиболее распространенному из минералов группы самородной платины.

5. **А у р о с м и р и д**. Куб. с. Обнаружен О. Е. Звягинцевым среди нерастворимых остатков, полученных при аффинаже сырой платины на Гос. аффинажном заводе в Свердловске в виде зерен неправильной формы. Рентгенометрическое исследование показало, что этот минерал имеет структуру куба с центрированными гранями. Параметр кристаллической решетки = 3.816 Å, т. е. очень близок к параметру чистого иридия (3.822 Å).

Уд. вес 20. Тв. около 6—7. Цвет серебрино-белый. Блеск металлический. Спайность не заметна. Хрупок, хотя при легком ударе обнаруживает слабую ковкость. Излом неровный.

Химический состав: Ir=51.7%; Os=25.5%; Ru=3.5%; Au=19.3%; Fe—следы.

В кипящей царской водке не растворяется. При температуре яркокрасного каления выделяет пары, вероятно, осмиевого ангидрида. Таким образом, минерал этот принадлежит к иридиевой группе платиновых минералов, представляя собой твердый раствор осмия, золота и рутения в иридии.

В последнее время из нерастворимых остатков при аффинаже платины О. Е. Звягинцевым было отобрано еще несколько зерен, похожих на ауросмирид, химический анализ которых показал следующие результаты: Ir=65.4%; Os=31.2%; Rh=1.8%. Минерал обладает кубической центрогранной структурой ($a=3.8415 \pm 0.001$). Физические свойства этого минерала в общем аналогичны свойствам ауросмирида.

Новый минерал по всем полученным данным относится к самостоятельному минеральному виду и в отличие от платинистого иридия и ауросмирида должен быть назван **осмиридом**.

6. **Р о д и с т а я п л а т и н а**. Минерал изучен недостаточно, представляет собой разновидность платины, характеризующуюся значительно повышенным содержанием родия (до 4.8%). Если пересчитать анализы за вычетом осмистого иридия, присутствующего в виде механической примеси, то содержание родия повысится до 5.5%.

Уд. вес = 12.1—12.6. Тв. около 4.

Цвет белый, очень похожий на цвет металлического алюминия. Плавится при температуре 1970°. При красном калении ковок, причем частично окисляется с образованием закиси родия (RhO) и поглощает значительное количество водорода.

Химический состав: Pt=53—67%; Ir=2—4%; Rh=3.2—4.8%; Fe=7—12%; OsIr=10—16%. Примеси: Au=следы—2.6%; Cu=0.1—0.5%; Ni=0.14—0.18%.

7. **П а л л а д и с т а я п л а т и н а**. Куб. с. Встречается в медноникелевых сульфидных рудах, генетически связанных с основными породами. Встречена также в виде колломорфных почкообразных или округленных зерен в Вотербергской кварцевой жиле (в Южной Африке) в парагенетической ассоциации с халцедоном и гематитом.

Уд. вес 15—16. Тв. 4—4.5. Цвет серый или серовато-желтый, в полированных шлифах серебрино-белый. Блеск металлический. Спайности не наблюдалось. Излом неровный, ковок. Полируется хорошо.

Химический состав палладистой платины, генетически связанной с медно-никелевыми сульфидами в основных породах Бушвельского комплекса, выражается следующими цифрами: Pt=66—74%; Pd=24—25%; Rh—до 4%; Ir—до 4%. В Вотербергской кварцевой жиле состав палладистой платины колебался в следующих цифрах: Pt=60—92%; Pd=7—37%; Au=0.4—3.0%. Химическая формула этой разновидности, следовательно, колеблется от Pt₈Pd до Pt₆Pd₇.

П. п. тр. не плавится. Химически менее устойчив, чем другие минералы платиновой группы. Легко травится слабой царской водкой на холоду, легко растворяется в кислотах: азотной, серной, соляной, царской водке. Точка плавления 1549°. Наиболее легкоплавкий из всех минералов платиновой группы.

В полированных шлифах палладистая платина сравнительно легко травится царской водкой.

8. **П а л л а д и й**. Куб. с. Мало изучен, обычно встречается в россыпях в виде конкреционных и сталактитовых форм и иногда в виде мелких октаэдров.

Уд. вес 10.84—11.5. Тв. 4—4.5. Цвет серебрино-белый. Блеск металлический.

Согласно старым химическим анализам, он почти на 100% состоит из палладия. В виде следов в нем присутствуют Pt, Ir, Cu, Ag и Au. Новые анализы отсутствуют.

Искусственным путем кристаллы палладия были получены Джюли при нагревании палладия в смеси с тонко измельченными топазом и кварцем.

9. **К у п р о п л а т и н а**. Куб. с. Встречается главным образом в псевдоморфозах по неправильным зернам, реже — кубическим кристаллам поликсена. При структурном травлении обнаруживает мелкозернистый агрегат неправильных призматических зерен, часто с полисинтетическими двойниками. Возникает при процессе серпентинизации ультраосновных пород.

Уд. вес 14.6. Тв. 4. Цвет стальносерый. В полированных шлифах в отраженном свете цвет белый, лишь в разновидностях, очень богатых медью, он приобретает чуть зеленоватый оттенок. Непрозрачен. Блеск металлический. Хрупок. Излом неровный. Полируется хорошо. Обладает сильным полярным магнетизмом.

Химический состав: Pt+Ir=65—74%; Fe=13—17%; Cu=7—13%; Ni=0.5—1.5%. Химическая формула: от Pt₅Fe₄Cu до Pt₃Fe₃Cu₂.

В царской водке растворяется чрезвычайно легко. Очень богатые медью разновидности растворяются даже в азотной кислоте. В полированных шлифах под микроскопом медистая платина легко травится царской водкой и всеми реагентами, выделяющими хлор в свободном состоянии.

10. Н и к е л и с т а я п л а т и н а. Куб. с. (?). Встречается в псевдоморфозах по богатому иридием поликсену. Образуется при серпентинизации дунитов.

Уд. вес не определен. Тв. 4. Цвет стальносерый. Блеск металлический. Иногда заметна спайность по {111}.

Химический состав: Pt=73.68%; Ir=7.48%; Fe=13.63%; Ni=3.17%; Cu=2.14%. Содержание никеля по сравнению с первичной платиной, как показали фракционные химические анализы, возрастает примерно в 4—6 раз и, вероятно, больше. Химическая формула: Pt₆Fe₄Ni.

В царской водке никелистая платина растворяется сравнительно легко.

Наилучшим реагентом, выявляющим структурные особенности этого минерального вида из группы платины, является смесь (1 : 1) соляной кислоты с 50% раствором хромового ангидрида.

11. П л а т и н а. Этот минерал представляет собой почти химически чистую платину, встречается в ясных сталактитовых формах в россыпях. Кроме того, он возникает в зоне окисления при выветривании купроплатины, а также палладистой платины.

Уд. вес не известен. Тв. 4. Цвет белый. Блеск металлический. Излом неровный.

По химическому составу представляет собой химически почти чистую платину.

П. п. тр. не плавится. Из реагентов действует царская водка и разные смеси, выделяющие *in situ nascendi* хлор.

Условия нахождения в природе

1. Минералы платиновой подгруппы (ферроплатина и поликсен) и иридиевой подгруппы (иридиевая платина, платинистый иридий и ауросмирид) генетически связаны с глубинными ультраосновными породами, главным образом дунитами, в меньшей степени перидотитами и пироксенитами. Минералы этих подгрупп в дунитах ассоциируются с хромшпиннелидами, реже кристаллизуются среди силикатовой среды и титаномагнетитовых сегрегаций в пироксенитах. Изредка они могут встречаться в парагенезисе с самородным золотом и сульфидами в гидротермальных месторождениях.

2. Палладистая платина (вместе со сперрилитом, куперитом, стибнопалладиитом, в ассоциации с пирротином, пентландитом, халькопиритом и др.) концентрируется в основных изверженных породах (габбро-норитах, так называемых «пирротиновых диабаз» и др.).

Кроме того, палладистая платина в одном из южноафриканских месторождений (Вотерберг) была встречена в кварцевой жиле вместе с гематитом, хромовой слюдой и хальцедоном гидротермального происхождения. Наконец, известны месторождения палладистой платины контактово-метаморфического типа (бразильский тип — в контакте гранитных пород с доломитизированными породами в парагенезисе с порпечитом, платинистым золотом и скарновыми минералами).

3. Родистая платина встречена в россыпях Виллюйского района (Якутская АССР) и происходит, повидимому, из сибирских трапш.

4. Купроплатина и никелистая платина возникают в процессе серпентинизации при цементации¹ первичных выделений платины медью, никелем и отчасти железом.

5. Платина (химически почти чистая) образуется в зоне окисления и в россыпях при выветривании некоторых неустойчивых платиносодержащих минералов (палладистой, купроплатины и др.).

6. Главная же масса минералов платиновой группы благодаря их химической устойчивости накапливается в россыпях, образуя чисто платиновые россыпи или встречаясь в виде примеси к золоту.

[[МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Из всех перечисленных выше минералов группы самородной платины наибольшим распространением в месторождениях СССР пользуется поликсен, меньше распространены ферроплатина, иридиевая платина, купроплатина и никелистая платина. Остальные встречаются сравнительно редко.

¹ В том смысле слова, как это понимают металлурги, т. е. как результат диффузии этих элементов из серпентиновых растворов в платиновую среду с образованием твердых растворов или химических соединений.

[Главнейшие месторождения минералов группы платины, имеющие мировое значение, у нас располагаются на Урале. Они связаны с выходами палеозойских дифференцированных габбро-перидотитовых массивов, образующих единую металлогеническую провинцию, протягивающуюся у водораздельной части Уральского хребта между 57 и 63° с. ш., т. е. на расстоянии свыше 600 км.

На всем остальном протяжении Урала, особенно по восточному склону его, мы имеем другую, значительно более бедную платиновыми минералами провинцию, приуроченную к выходам обширных массивов собственно перидотитовых пород также палеозойского возраста. На Северном Кавказе эрозией вскрыта небольшая, но также сравнительно бедная платиновыми металлами провинция ультраосновных пород доюрского (скорее всего палеозойского) возраста. Эта провинция также представлена выходами ультраосновных пород. В Закавказье мы имеем, наоборот, молодую третичного возраста провинцию габбро-перидотитовых пород, примыкающую к средиземноморской провинции. Находки металлов платиновой группы были сделаны в Шорджинском перидотитовом массиве. В Сибири намечаются две металлогенические провинции платины: 1) провинция древних складчатых хребтов каледонского и герцинского возрастов, окаймляющих Сибирскую платформу с юга, где платиноносность связана с выходами ультраосновных пород, и 2) провинцию так называемых «сибирских траппов» юрского возраста.

Кавказ

На Кавказе минералы платиновой группы с достоверностью были обнаружены в Закавказье, в районе оз. Севан (Гокча) и в последнее время на Северном Кавказе. В районе оз. Севан, вдоль его северо-восточного побережья, тянется ряд перидотитовых массивов третичного возраста. В одном из образцов серпентинитов, собранных С. Е. Айвазовым с Шорджинского массива, А. Г. Бетехтиным была установлена самородная платина в полированных шлифах. Химический анализ части образца, произведенный Б. Г. Карповым, подтвердил высокое содержание платины.

Дальнейшие исследования образцов и россыпей этого района показали ничтожное содержание платиновых металлов и золота.

На Северном Кавказе имеется ряд серпентинитовых массивов в бассейнах рр. Большой и Малой Лабы, Кубани, Малки и др. В самое последнее время, когда по системам этих рек были налажены золотодобычные работы, в качестве примеси к золоту во многих местах были обнаружены металлы платиновой группы: осмистый иридий и самородная платина.

[Д. П. Сердюченко, 1932; Н. К. Высоцкий, 1933; А. Г. Бетехтин, 1935.]

Урал

1. Главная платиновая провинция

А. Коренные месторождения

Месторождения платиновых минералов приурочены к ультраосновным породам: дунитам и отчасти к перидотитам и пироксенитам. Наиболее хорошо эти месторождения изучены в Нижне-Тагильском дунитовом массиве, где за последние 10—12 лет было открыто несколько сот отдельных коренных месторождений.

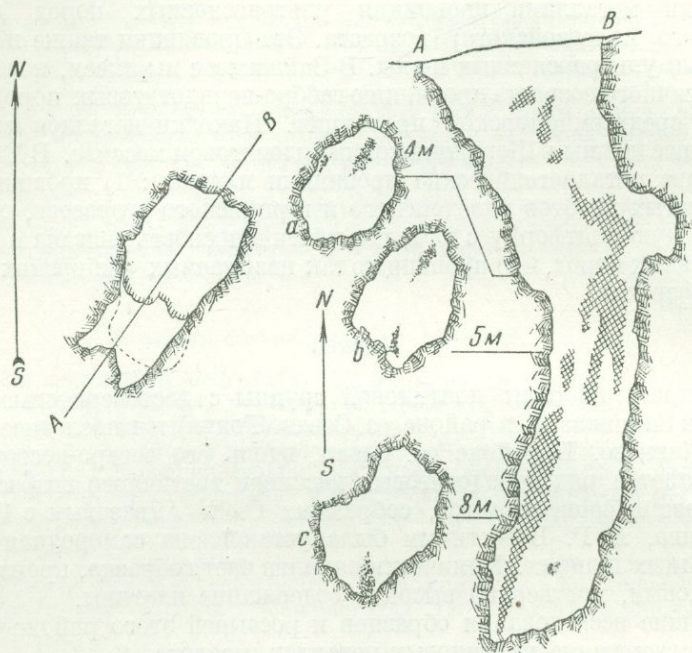
Главнейшим минералом месторождений платины является хромшпинелид. Минералы платиновой группы парагенетически настолько тесно связаны с хромшпинелидами, что, имея в виду коренные месторождения платины,

по существу приходится говорить о месторождениях хромистых железняков. Необходимо различать две категории хромшпинелидовых образований:

- 1) хромшпинелиды в виде акцессорного минерала, характеризующего дунит, как вмещающую материнскую породу;
- 2) хромшпинелидовые скопления, являющиеся собственно рудными телами.

На ряду с этим имеют место скопления хромшпинелидов переходного характера в виде типичных шпиров.

Формы рудных тел довольно разнообразны; чаще всего распространены гнезда линзовидной или неправильной формы с резкими или расплывча-



Фиг. 1. План и разрез (по АВ) выработки по месторождению № 25 в Александровском Логу Нижне-Тагильского дунитового массива: а, и б с — зарисовки дна выработки на горизонтах 4, 5 и 8. Точками показаны скопления платиноносных хромшпинелидов. Штриховка — проекция рудных тел на вертикальную плоскость.

тыми границами. Нередко эти гнезда бывают вытянуты в одном направлении и, таким образом, представляют собой переход к столбообразным телам. Довольно часто приходилось наблюдать, что рудное тело состоит из совокупности мелких тел, располагающихся в пространстве друг возле друга. Типичные столбообразования или жилкообразные тела встречаются реже.

Размеры рудных тел варьируют в широких пределах, начиная от мельчайших, совершенно изолированных гнездышек величиной от 1—2 см в поперечнике и кончая размерами рудных тел, вытянутых иногда на десятки метров. Главная же масса эксплуатируемых старателями рудных тел измеряется всего лишь несколькими кубическими метрами по объему. Типичная форма старательских выработок на мелких месторождениях и схеме расположения составных частей рудного тела представлена на фиг. 1.

Наибольшее протяжение рудные тела имеют на глубину, да и то редко достигают глубины 20—30 м. Единственное месторождение Госшахта протягивалось на глубину свыше 150 м при поперечном сечении 6—7 м. Любо-

пытно, что рудное тело этого месторождения не представляло сплошной рудной массы, а состояло из совокупности параллельных плоских линзочек до нескольких сантиметров мощностью, располагавшихся среди слабо серпентинизированного дунита. По простиранию эти линзочки тянулись всего лишь до 1—2 м, но зато значительно вытягивались в направлении общего падения рудного тела.

На некоторых горизонтах их сопровождают типичные столбообразные тела с изометрическим или неправильным поперечным сечением.

Среди массива рудные тела располагаются как в одиночку, так и группами, причем в последних случаях для всей группы тел нередко мы наблюдаем общие морфологические признаки. Однако, на ряду с этим можно встретить не мало случаев, когда два буквально рядом расположенные тела резко отличаются друг от друга, как по форме и текстурным особенностям руд, так и по минералогическому составу, содержанию платиновых металлов и химическому составу хромшпинелидов.

Что касается условий залегания рудных тел, то для линзобразных форм мы имеем преимущественное простирание в меридиональном направлении с вертикальным или крутым падением в восточную сторону. Столбообразные тела имеют склонение в том же направлении.

Какой-либо общей закономерности в расположении их среди массива не наблюдается ни с глубиной, ни в горизонтальных направлениях. Можно лишь сказать, что наибольшая масса рудных месторождений приурочена к наиболее широкой части дунитового массива.

Как показывают химические анализы, состав хромшпинелидов колеблется в широких размерах, и среди них существует целый ряд минеральных видов, представляющих изоморфные смеси и внешне не отличимых друг от друга. Мы имеем здесь следующие минеральные виды:

п и к р о х р о м и т $MgCr_2O_4$;

м а г н о х р о м и т $(Mg, Fe)Cr_2O_4$;

х р о м ш п и н е л и т $(Mg, Fe)(Cr, Al)_2O_4$;

ф е р р и х р о м ш п и н е л и т $(Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)_2O_4$;

м а г н о ф е р р и х р о м и т $(Mg, Fe)(Cr, Fe)_2O_4$.

Кроме хромшпинелидов в платиновых месторождениях в подчиненном количестве встречается целый ряд хромсодержащих силикатов:

х р о м г р а н а т ы (уваровиты): кальциевый феррихромгранат, кальциевый алюмоферрихромгранат, магнезиальнокальциевый алюмохромгранат, магнезиальнокальциевый алюмоферрихромгранат;

х р о м с л ю д а: фуксит;

х р о м х л о р и т ы: корундофиллит, бедный закисью железа клинохлор (кочубейт); прохлорит-клинохлор магнезиально-хромовый; хромпеннин ферромагнезиальный (кеммеририт);

х р о м в е з у в и а н;

х р о м д и о п с и д.

Все эти силикаты парагенетически бывают тесно связаны между собой. При этом они встречаются нередко в виде прекрасных кристаллов на стенках типичных миаболитовых пустот в дуните и хромистых железняках, что говорит определенно о более позднем их образовании. Скорее всего они возникают в пневматолитовую и отчасти в гидротермальную фазы магматического процесса. Об этом же свидетельствуют явления замещения этими минералами хромшпинелидов.

Интересны также находки редких сульфидов, парагенетически связанные то с хромсодержащими силикатами, то с минералами платиновой группы. Одни из сульфидов принадлежат к пирротину (троилиту) и пентландиту, богатому никелем, другие к типу сульфферритов меди.

Из минералов платиновой группы среди коренных месторождений с достоверностью были констатированы следующие первичные минеральные

виды: поликсен, иридистая платина, имеющие главное распространение, группа минералов осмистого иридия и платинистый иридий, встречающиеся значительно реже. Не окончательно установлены: лаурит и стибнопалладинит. Сперрилит до сих пор не был встречен.

Общие химические анализы коренной платины приведены в табл. 1 и 2. Химические составы поликсена и иридиистой платины даны в табл. 3 (№ 17, 18, 19, 20), а также в табл. 1 (№ 8) и 2 (№ 12, 14, 15).

Поликсен в главной своей массе в шлифах наблюдается в виде ксеноморфных выделений по отношению к хромшпинелидам (фиг. 2) и иногда даже по отношению к оливиному. Чрезвычайно часто приходится наблюдать явления коррозии, или разъедания хромшпинелидов платиной (фиг. 3 и 4). Значительно реже поликсен встречается в виде прекрасно образованных кристаллов внутри отдельных зерен хромшпинелидов (фиг. 5).

Платина среди хромшпинелидовых скоплений распределяется крайне неравномерно, образуя скопления в виде мелких гнезд или в виде так называемых цепочек зерен (фиг. 6). При разработке коренных месторождений изредка встречаются небольшие самородки платины (фиг. 7). Наиболее крупный самородок, найденный в месторождении № 4—41 в Крутом логу, весил 427,5 г.

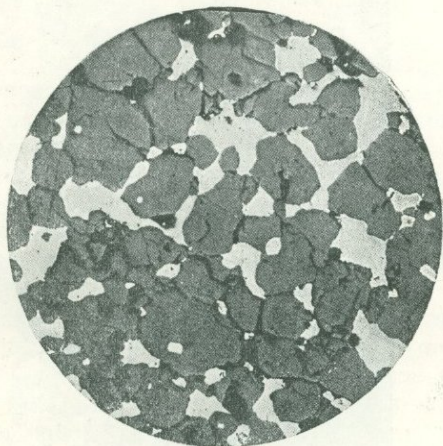
С самородной платиной парагенетически связан целый ряд других первичных минералов платиновой группы: так называемая группа осмистых иридиев (невьянскит, сысергскит), иридистая платина, платинистый иридий, возможно, ауросмирид, осмирид, лаурит и другие.

Минералы группы осмистого иридия довольно часто наблюдались в полированных шлифах в виде мелких пластинчатых кристаллов в массе поликсена, реже среди хромшпинелидов. Количественное значение этой группы минералов для Нижне-Тагильских коренных месторождений платины очень невелико. Более подробные сведения об этих минералах изложены в статье «Минералы группы осмистого иридия».

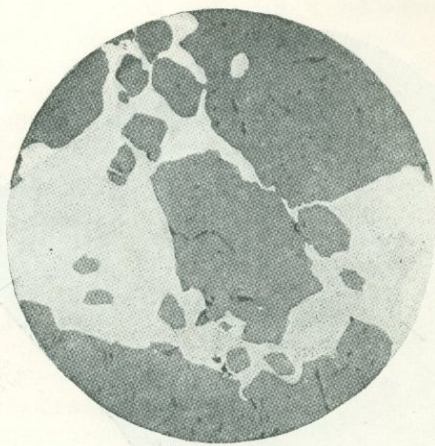
Иридистая платина как самостоятельный минеральный вид констатирована во многих месторождениях Нижне-Тагильского дунитового массива. Парагенетически она связана с поликсом, характеризующимся повышенным содержанием иридия (Госшахта, Сырков Лог № 3—05, Александровский Лог № 87 и др.). В полированных шлифах иридистая платина выделяется своей повышенной твердостью рельефно выделяется среди массы платины. Очень часто можно наблюдать ее в виде мельчайших эмульсионеподобных включений, которые иногда располагаются ориентированно, вдоль направлений плоскостей спайности индивидов поликсена, подобно тому как это наблюдается в типичных структурах распада твердых растворов. Размеры этих включений иногда достигают сотых и тысячных долей миллиметра. Форма их, как правило, округлая, иногда пластинчатая. В других случаях выделения иридиистой платины имеют неправильные формы и неравномерное распределение в массе платины. Наблюдались даже графические структуры сростаний. Пример крайне неправильных выделений иридиистой платины приведен на микрофотографии фиг. 8.

Среди зерен самородной платины встречались кристаллики высокой твердости (фиг. 9), не поддающиеся травлению никакими сильными реагентами. С достоверностью их определить не удалось, но по цвету, высокой твердости и отношению к химическим реагентам они, вероятнее всего, являются платинистым иридием. В виде хорошо образованных кристалликов этот минерал наблюдался и в хромшпинелидах.

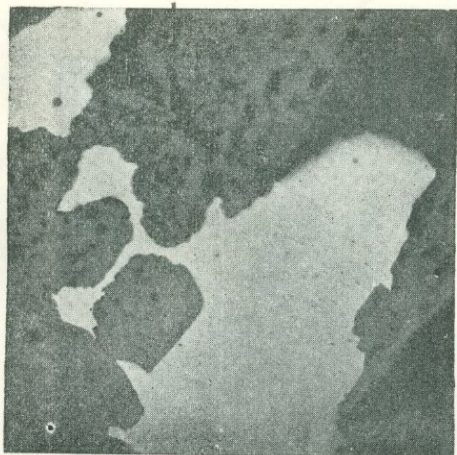
Платина по отношению к сульфидам, с которыми она изредка также находится в сростании, является чаще идиоморфной, но иногда эти сростания производят впечатление одновременного их выделения (фиг. 10).



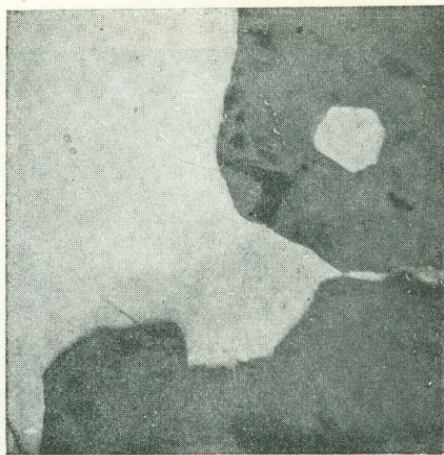
Фиг. 2. Ксеноморфизм самородной платины (белое) по отношению к хромшпинелиду (серое). Черное — пустоты и серпентин. В зернах хромшпинелида местами наблюдаются типичные кристаллики той же платины. Полированный шлиф. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 4—01 в Крутом логу. $\times 10$.



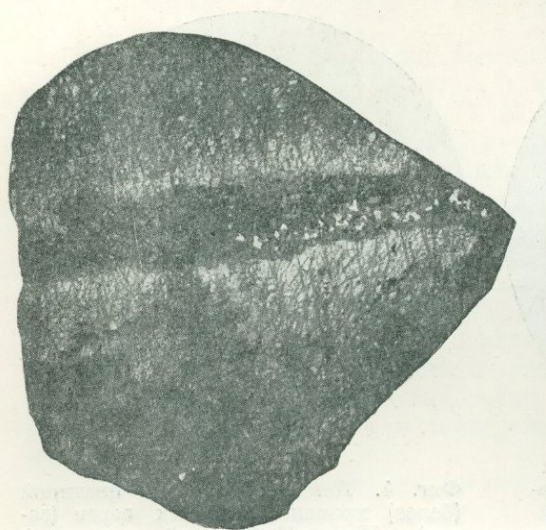
Фиг. 4. Явления коррозии платиной (белое) хромшпинелидовых зерен (серое). Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 4—42. $\times 100$.



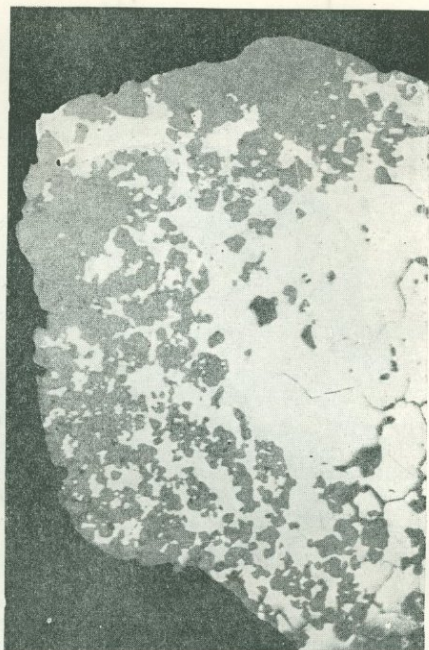
Фиг. 3. Коррозия платиной (белое) хромшпинелидовых зерен (серое). Темно-серое — хромовый хлорит. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 5—01 (Госшахта). $\times 90$.



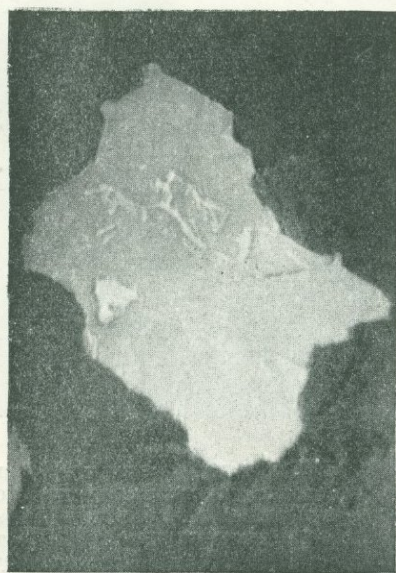
Фиг. 5. Кристаллик платины (белый многоугольник) в хромшпинелиде. Черное — серпентин и пустоты. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 4—02 (в Крутом логу). $\times 100$.



Фиг. 6. Выделение платины в виде «цепочки» ксеноморфных зерен в хромшпинелидовой прожилке. Хорошо видна структура серпентинизированного дунита. Полированный шлиф. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 5—01 (Госшахта). $\times 4$.



Фиг. 7. Распленный и пришлифованный самородок из коренного месторождения № 4—41 в Крутом логу. Белое — платина. Серое — хромшпинелид. На снимке изображена половина самородка. $\times 4$.



Фиг. 8. Иридная платина (белое) в неправильных формах выделения среди полиарсена. Темносерое — хромшпинелид. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Александровский лог. Месторождение № 99. $\times 100$.



Фиг. 9. Кристаллики платинистого иридия (?) в полиарсене. Протравлено концентрированной царской водкой. Темносерое — хромшпинелид. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Госшахта. $\times 90$.

По отношению к хромсодержащим силикатам: хлоритам, везувиану, гранатам и др., платина во всех наблюдавшихся (правда, редких) случаях имела собственные кристаллические грани.

Наконец, среди самородной платины наблюдались довольно часто газовые пустоты пузырькового характера. Природа газов ближе не изучена.

В заключительный момент гидротермальной фазы для некоторых месторождений имело место образование серпентиновых оторочек (похожих на реакционные) вокруг скоплений хромшпинелидов. Количественное значение такого серпентина не велико. От главных серпентиновых масс, образовавшихся позднее, эти серпентиновые оторочки отличаются более темным цветом и иным характером выветривания на дневной поверхности. Они значительно труднее поддаются выветриванию. Под микроскопом рассматриваемые оторочки имеют реликтовую петельчатую микротекстуру, характеризующую замещение оливина.

Главная же фаза серпентинизации дунита проявилась в эпимагматическую стадию. Как показало детальное изучение, эта фаза прошла далеко не бесследно для минералов, выделившихся до момента серпентинизации. Химическая активность серпентинитовых растворов обусловила появление ряда новообразований не только в ряду силикатовых минералов, но также и среди хромшпинелидов, самородной платины и сульфидов. Степень этих изменений находится в прямой зависимости от степени серпентинизации участка, вмещающего данное месторождение.

При этом, как удалось установить, происходит значительное обогащение первичной платины медью, никелем и отчасти железом. Лишь более богатая прирдеом платина труднее подвергается подобного рода изменениям. Источником меди являются медьсодержащие сульфиды, разлагающиеся при серпентинизации, а источником никеля и железа — оливин, в котором содержание NiO достигает 0.2—0.3%.

Среди метаморфических разновидностей платины установлены: купроплатина с существенным содержанием меди (до 13 %) и железа (до 17%), с небольшим содержанием никеля, и никелистая платина с повышенным содержанием никеля (до 3—4%). Данные химических анализов сведены в табл. 4, № 25—32.

В результате структурного травления полированных образцов, содержащих купроплатину, легко можно установить, что изменения в первичной платине возникают вдоль границ с зернами хромшпинелида и по трещинкам внутри платиновой массы (фиг. 11). До травления обычно не бывает видно никаких признаков изменения первичной платины. При более тонко проведенном структурном травлении обнаруживаются любопытные детали строения измененных участков платины. На фиг. 12 изображены результаты такого травления одного из платиновых зерен, в центре которого еще сохранилась часть первичного минерала в виде ядра. Выявившиеся индивидулы купроплатины имеют как бы неправильно призматическую форму и располагаются нормально к стенкам контакта с хромшпинелидовыми зернами. Нередко эти индивидулы обнаруживают полисинтетически двойниковое строение, видимое при больших увеличениях.

Мощность кайм вторичной платины в разных месторождениях и даже в разных участках одного и того же гнезда варьирует в широких пределах. Удалось совершенно определенно установить прямую зависимость мощности кайм от степени серпентинизации вмещающих дунитов. В слабо серпентинизированных дунитах изменения первичной платины отсутствуют. Наоборот, в сильно серпентинизированных участках мы наблюдаем полный метаморфизм платиновых зерен. На фиг. 13 и 14 изображены два зерна купроплатины до травления и после травления смесью соляной кислоты с раствором хромового ангидрида. Оба зерна оказались нацело измененными. Лишь в нижнем зерне в центре можно видеть маленькое ядрышко уцелевшей от ме-

таморфизма первичной платины. Верхнее зерно до момента метаморфизма представляло по всей вероятности правильно образованный кристаллик. В процессе метаморфизма он утратил свои правильные очертания. Подобного рода факты во всех стадиях наблюдались неоднократно.

Никелистая разновидность метаморфической платины, точно так же как и купроплатина, возникла в процессе серпентинизации дунитового массива. Она встречается гораздо реже купроплатины. На основании данных минералогического исследования как будто бы определенно устанавливается, что обогащение никелем легче происходит при метаморфизме более богатой иридием первичной платины, тогда как образование купроплатины обычно бывает приурочено к поликсену, содержащему незначительное количество иридия.

Никелистая платина по сравнению с купроплатиной характеризуется более ровной гладкой поверхностью травления (фиг. 15). Часто наблюдается двойниковое строение зерен с тонкой параллельной штриховкой (фиг. 16), подобной той, что получается в искусственных сплавах платины с никелем.

При выветривании медистая платина, как установлено, постепенно изменяется в химическом составе за счет окисления меди. Повидимому, то же самое происходит и с никелистой платиной. Весьма возможно, что за счет выноса меди и никеля происходит обогащение самородной платины железом и образование так называемой *ферроплатины*, находимой до сих пор только в россыях.

Осмистый иридий, поликсен, иридиевая платина, платинистый иридий, а также хромшпинелиды являются химически устойчивыми минералами, вследствие чего и встречаются в россыях.

В заключение необходимо упомянуть о том, что не исключена возможность нахождения коренных месторождений платины в генетической связи с вкрапленниками сульфидов, изредка встречающихся среди пород перидотитового и габбрового состава. В последнее время В. П. Логиновым в массивах Северного Крака (на Южном Урале) было констатировано повышенное содержание металлов платиновой группы в плагиоклазовых лерцолитах, содержавших в качестве аксессуарных минералов пирротит, халькопирит и пентландит. Эта ассоциация минералов близко напоминает тип платиноносного сульфидного оруденения, встречающегося в габбро-поритовых породах Южной Африки (Бушвельдский комплекс).

[А. Н. Заварицкий, 1928; А. Г. Бетхтин, 1935.]

Б. Россыпные месторождения

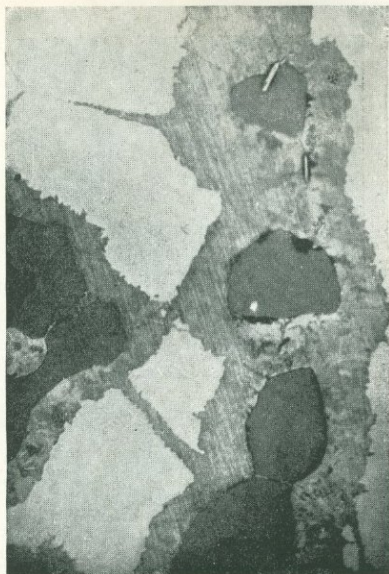
Главное богатство Уральских россыпей генетически связано с разрушением также ультраосновных изверженных пород: дунита, перидотитов и пироксенита. Химическая стойкость большинства минералов платиновой группы, как уже указывалось, обуславливает концентрацию их в остатках от разрушения горных пород в логах и речных долинах в виде пластовых наносов.

При этом среди россыпей различают: *элювиальные* россыпи, залегающие на месте коренных пород, и *аллювиальные*, образовавшиеся после более или менее значительного переноса и механической переработки деятельностью вод в речных долинах. Среди последних различают русловые и увальные россыпи.

Геологическое строение элювиальных россыпей не характеризуется какими-либо строгими закономерностями. Обычно сразу же под дерновым слоем мы наблюдаем беспорядочное накопление сцементированных глинистым материалом обломков платиноносных пород. Самородная платина в виде угловатых неокатанных зерен скопляется в глинистом материале. Очень часто встречаются зерна платины в сростании с нерудными минера-



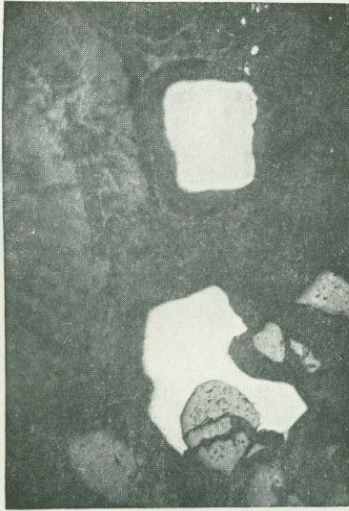
Фиг. 10. Платина (белое) и сульфид меди (светлосерое) в виде ксеноморфных выделений в хромшпинелидовом агрегате (серое). Крутой лог. Месторождение № 4—02. $\times 9$.



Фиг. 11. Каемки купроплатины (светлосерое) вокруг зерен хромшпинелида (серое). Белое — первичная платина. Протравлено разбавленной царской водкой. Пластинчатые включения в хромшпинелиде и в медистой платине — осмистый иридий. $\times 90$.



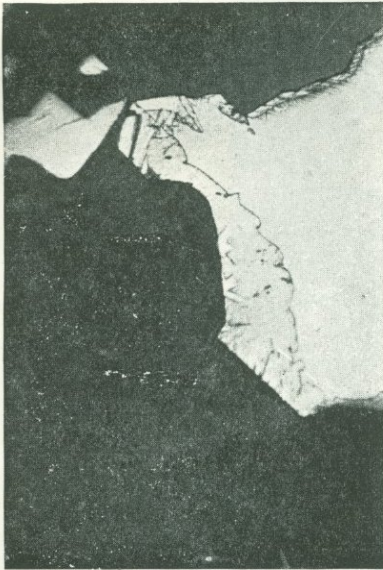
Фиг. 12. Строение купроплатины, выявившееся после травления в парах царской водки. В центре — ядро уцелевшей от метаморфизма первичной платины (белое). Окружающий фон — агрегат хромшпинелидовых зерен. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 4—00 в Крутом логу. $\times 110$.



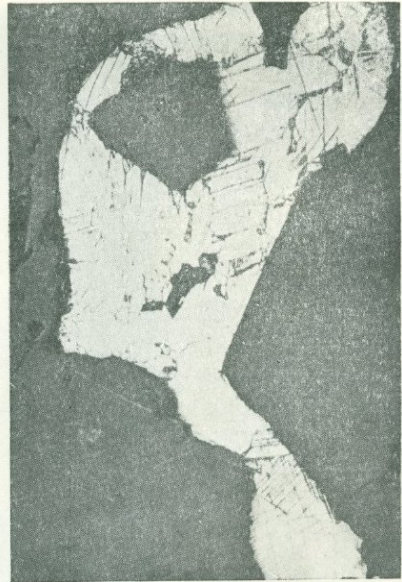
Фиг. 13. Кристаллик и субгедральное зерно купроплатины (белое) в нацело серпентинизированном дуните. Серое — зерна хромшпинелидов. Месторождение № 4—00 в Крутом логу. $\times 60$.



Фиг. 14. То же после протравы смесью соляной кислоты с раствором хромового ангидрида. Оба зерна сильно протравились, лишь в одном из них сохранилось маленькое зернышко первичной платины в виде небольшого белого ядрышка.



Фиг. 15. Каемки никелистой платины (светлосерое) по периферии первичной платины (белое). Темносерое — хромшпинелид. Госшахта. $\times 150$.



Фиг. 16. Структура никелистой платины после протравы смесью соляной кислоты с раствором хромового ангидрида. Темносерое — хромшпинелид. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Месторождение № 47 в Александровском логу. $\times 90$.

лами (хромшпинелидами, оливином, серпентином и др.). В этом случае на Урале она носит название «породной платины».

Аллювиальные россыши, являющиеся до сих пор главным объектом разработки, залегают в широких долинах рек, берущих начало в платинонос-



Фиг. 17. Река Ис с платиноносными россышями в бортах в нетронутом состоянии. По Н. К. Высоцкому.

ных массивах ультраосновных пород. К аллювиальным россышам были приурочены первые находки платины на Урале еще в начале прошлого столетия. До момента разработки они представляли собой поросшие таежным лесом низины в долинах рек (фиг. 17).

Геологический разрез аллювиальных наносов сравнительно прост и однообразен. Для большинства уральских платиноносных рек, согласно Н. К. Высоцкому, детально изучившему их, мы можем привести его в следующем виде (сверху вниз):

1. Растительный слой (10—40 см) или торф (в широких долинах рек).

2. Бурые суглинки,¹ пористые, с вертикальной отдельностью, внизу переходящие в глину бурого, серого, желтого цвета.

3. Пластичная, иловатая глина синевато- или зеленовато-серого цвета. Мощность этой глины колеблется обычно в пределах 1 — 4,5 м.

4. Глинистые пески, местами диагонально слоистые, бурого, серого или зеленовато-серого цвета, обычно грубозернистые, иногда с прослоями галечника и серой глины.

5. Речники, т. е. слоистые галечники, состоящие из хорошо обмытых галек с примесью песка и имеющие серый, зеленовато-синевато-серый, иногда охристый цвет. Мощность их колеблется от 0,2 до 3 м, причем наибольшей мощности они достигают в середине речных долин. Верхняя граница речников обычно неровная, со следами перемыва, зато нижняя, наоборот, при переходе в нижележащие пески слабо заметна.

6. Пески, содержащие платину, занимают нижнюю часть речного галечникового наноса. Отличаются от речников значительно большим содержанием глинистого продукта, образующегося преимущественно за счет разрушения подстилающих коренных горных пород. Среди песков различают: *каменистые*, с обломками коренных пород, *речниковатые* и *глинистые*. Окраска «песков» большей частью зеленая, зеленовато-серая или зеленовато-бурая, в зависимости от минералогического и химического состава подстилающих горных пород. Мощность их обычно небольшая: 0,2—0,5 м. Они представляют главный промышленный интерес.

7. «Почва» россышей — как раз те коренные породы, которые подстилают россыши. Большую роль при эксплуатации россышей играет характер поверхности почвы, трещиноватость, элементы падения сланцеватости и пр.

На фиг. 18 показан полный геологический разрез россыши по р. Ис. На снимке отчетливо видно положение отдельных слоев россыши; так называемые торфы, т. е. слои, залегающие выше «речников», в этом случае представлены глинами и растительным слоем.

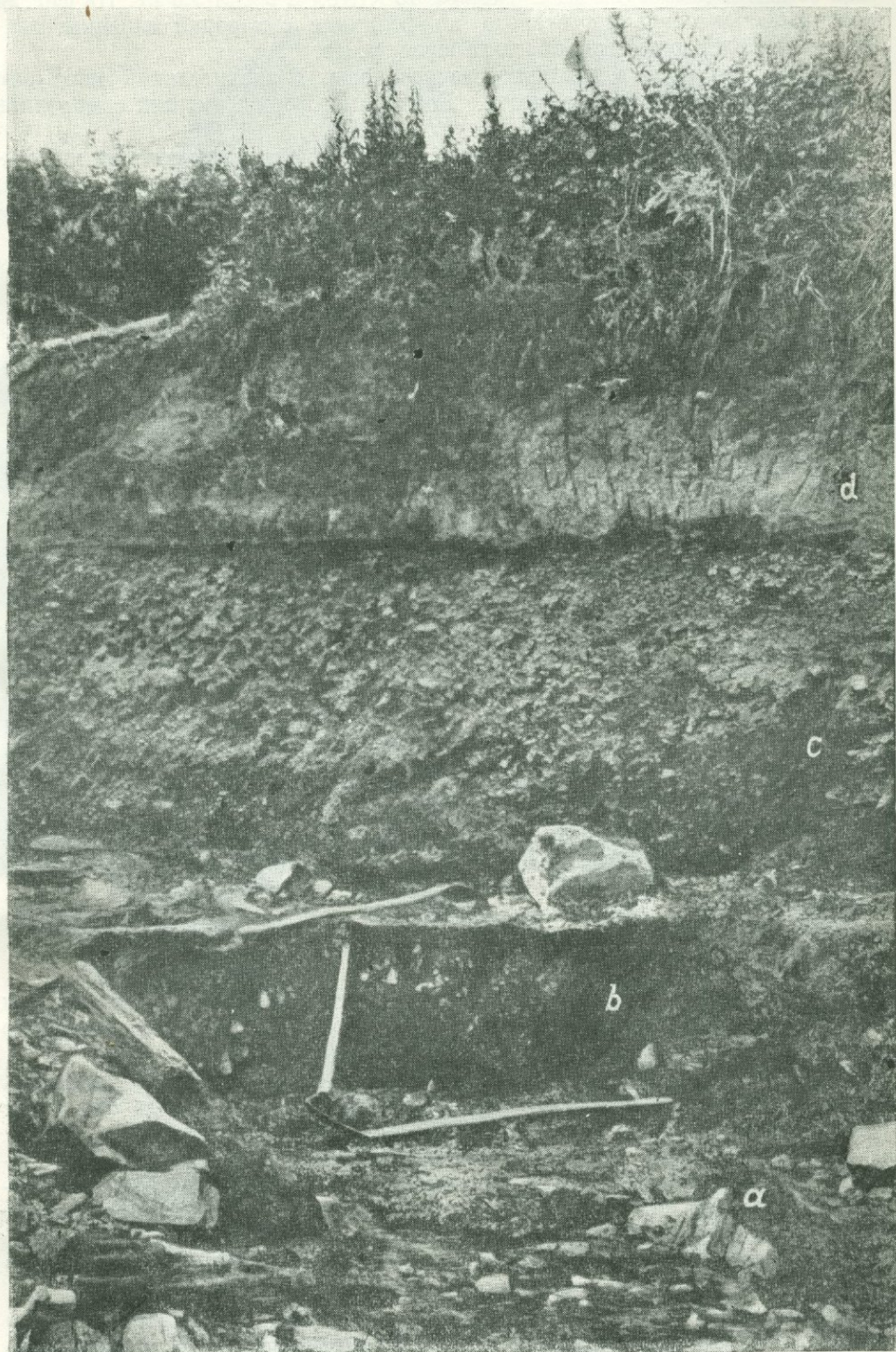
Общая мощность русловых наносов на Урале от 2 до 5 м, и лишь на отлогих склонах и увальных россышях она достигает иногда десятков метров. Ширина россышей может колебаться от нескольких метров до сотен метров. В длину россыши могут протягиваться на километры, а иногда и на десятки километров.

При разработке россышей эксплуатации обычно подвергаются лишь «пески» и отчасти «речники». В случае большой мощности прикрывающих наносов, добыча ведется с помощью подземных выработок. При эксплуатации более мощных россышей «турфа» там, где это целесообразно, удаляются с помощью экскаватора и обнаженная россышь вырабатывается открытыми работами (фиг. 19).

Вблизи габбро-перидотитовых массивов россыши обычно являются чисто платиновыми, но по мере удаления от них часто присоединяется к платине золото за счет месторождений этого металла вне указанных массивов. Содержание платины в россышях обычно неравномерно как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Главная масса ее заключается в «песках», причем в них нередко распределяется в виде «струй» по направлению бывших речных русел. Часто платина скопляется по трещинам в коренных подстилающих породах.

В россышях самородная платина встречается обычно в виде зерен различных размеров и с различной степенью окатанности, в зависимости от положения данной россыши по отношению к материнским платиновым породам.

¹ Если в качестве растительного слоя имеем торф, то эти суглинки обычно отсутствуют.



Фиг. 18. Разрез речных наносов р. Ис: *a* — почва, *b* — пески, *c* — «речники» и *d* — глины. Наверху — растительный слой. По Н. К. Высоцкому.

Самородки платины в россыях прежде находили довольно часто. Самый большой самородок имел размеры 10×18 см и весил 9.6 кг. На фиг. 20 изображена фотография второго по величине самородка платины, найденного в 1904 г. в россыши на левом берегу р. Ис.

Формы самородков довольно разнообразны. В значительной мере они зависят от степени окатанности. Различные формы мелких самородков изображены на фиг. 21.

В верховьях россышей самородки содержат обычно включения минералов боковых пород: хромшпинелидов, оливина и др. В тех местах россыши, которые удалены на большие расстояния от коренных месторождений, есте-



Фиг. 19. Разработка платиносодержащих «песков» на Нижне-Исовском прииске. Все вышележащие породы сняты экскаватором. По Дюпарку.

ственно мы будем иметь «мелкую платину», часто в виде чешуйчатых зерен и так называемого платинового буса, размеры зерен которого настолько малы, что с трудом улавливаются при промывках.

Изредка среди окатанных зерен россышной платины удастся встретить кристаллики минералов платиновой группы. Большей частью они несут следы окатанности или представляют собой обломки кристаллов.

Кристаллография самородной платины в свое время детально была изучена П. В. Еремеевым, исследовавшим свыше 4 кг шлиховой уральской платины, из которой ему удалось выделить целый ряд кристаллов самородной платины и иридия. По его данным, кристаллы кубической формы (фиг. 22) не составляют большой редкости, но часто они как бы деформированы и имеют вытянутость в том или ином направлении, представляя, таким образом, формы прямоугольных параллелепипедов (фиг. 23). Кроме того, нередко некоторые кристаллы, найденные П. В. Еремеевым, имеют благодаря комбинациям ромбический характер (фиг. 24, 25, 26), несмотря на то, что гониометрические измерения дают числа вполне согласные с кубической сингонией. При этом бывает обильно развита комбинационная штриховка на



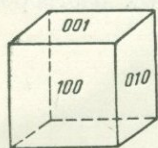
Фиг. 20. Самородок платины — второй по величине, весом 8,2 кг. Из россыпей р. Ис.
По Высоцкому. Натуральная величина.



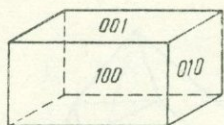
Фиг. 21. Группа окатанных и малоокатанных мелких самородков из россыпей
Исовского района. Уменьшено. По Н. К. Высоцкому.

гранях, затрудняющая измерения кристаллов. Господствующими гранями обычно бывают (100); кроме того, присутствуют (110), (210) и некоторые другие.

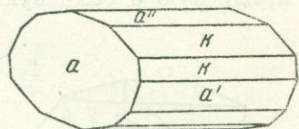
Двойники кристаллов самородной платины наблюдаются преимущественно в виде двойников прорастания по (111). Образование двойников срастания свойственно кристаллам как кубического (фиг. 27), так и октаэдрического облика (фиг. 28). Плоскостью двойникового срастания обычно является плоскость октаэдра, а двойниковой осью — L^3 . Довольно часто



Фиг. 22. Правильная кубическая форма кристалла самородной платины.



Фиг. 23. «Деформированный» кубический кристалл самородной платины.

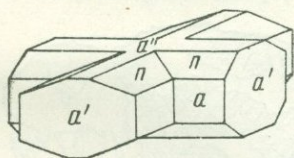


Фиг. 24. Комбинация куба с пирамидальным кубом: $a=(100)$; $k=(210)$.

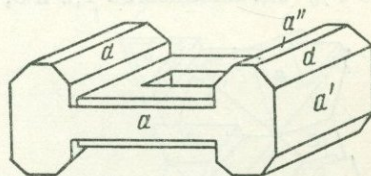
наблюдаются характерные параллельные сростки с симметричной внешней формой (фиг. 26). В коренных месторождениях платины в Нижне-Тагильском дунитовом массиве встречались сростки с асимметричной внешней формой (Сырков Лог, месторождение № 3—45).

Кристаллы платинистого иридия встречались в форме кубов, октаэдров (фиг. 29), комбинации куба с октаэдром и ромбическим додекаэдром, реже — комбинации куба с пирамидальным кубом и др. Размеры кристаллов достигали 3 мм в поперечнике. Кроме того, встречаются округленные и угловатые зерна. Платинистый иридий находили в самородной платине, богатой осмистым иридием.

Двойники иридия изучались П. В. Еремеевым. Он наблюдал как двойники срастания, так и двойники прорастания. Любопытно, что часто ему встречались двойники срастания нескольких индивидов, располагающихся



Фиг. 25. Крестообразный двойник прорастания: $a=(100)$; $n=(310)$.



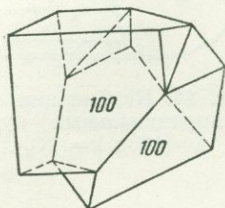
Фиг. 26. Параллельный сросток кубических вытянутых кристаллов платины: $a=(100)$; $d=(110)$.

параллельно одной или нескольким плоскостям октаэдра, причем центральный индивид являлся наиболее совершенно развитым. Как пример оригинальной формы двойника прорастания двух тетраэдров, он приводит рисунок, изображенный на фиг. 30.

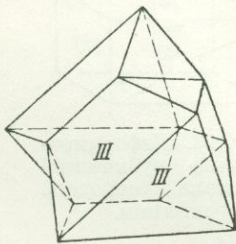
Особый интерес из минералов иридиевой подгруппы представляют открытые О. Е. Звягинцевым при изучении нерастворимых остатков, полученных при аффинаже россышной платины, а у р о с м и р и д (Ir, Os, Au) и богатый осмием иридий (о с м и р и д), не содержащий золота. Оба эти минерала принадлежат к кубической сингонии с иридиевой кристаллической решеткой, тогда как более широко распространенные минеральные виды, известные под названием «осмистый иридий» (невьянскит и сыссер-

скит), характеризующиеся большим содержанием осмия, принадлежат к тригональной сингонии с осмиевой кристаллической решеткой.

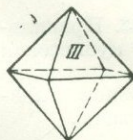
Таким образом, в настоящее время уже по многочисленным химическим анализам в системе иридий — осмий устанавливается два смыкающихся ряда твердых растворов: 1) иридиевый и 2) осмиевый. Граница между этими рядами проходит где-то в пределах 32—35% содержания осмия. Не исключена возможность существования химического соединения состава Ir_2Os , образующего с крайними членами системы две ветви твердых растворов: иридиевую и осмиевую.



Фиг. 27. Двойник кубических кристаллов.



Фиг. 28. Двойник октаэдрических кристаллов.



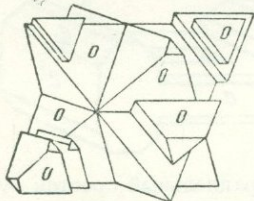
Фиг. 29. Октаэдрическая форма платинистого иридия.

Химические анализы ауросмирида и осмирида приведены в табл. 3 за № 24 и 24а.

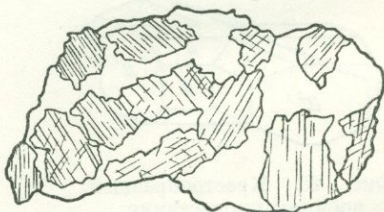
Крупнейшие россышные месторождения металлов платиновой группы находятся на Среднем и Северном Урале (см. Приложение I). Здесь мы имеем чисто платиновые россыпи, верховья которых приурочены к выходам ультраосновных пород (дунитов, перидотитов и пироксенитов).

Это будут следующие районы в порядке с юга на север:¹

1. Сысертский район (к югу от Свердловска). Россыпи находятся по речкам Омутной и Крутойрке. Как показывают химические анализы, платина этого района характеризуется очень низким содержанием железа: от 2 до 9% (см. анализы № 1, 2 и 3, табл. 17). Кроме того, согласно минера-



Фиг. 30. Двойник прорастания тетраэдров. $o=(111)$

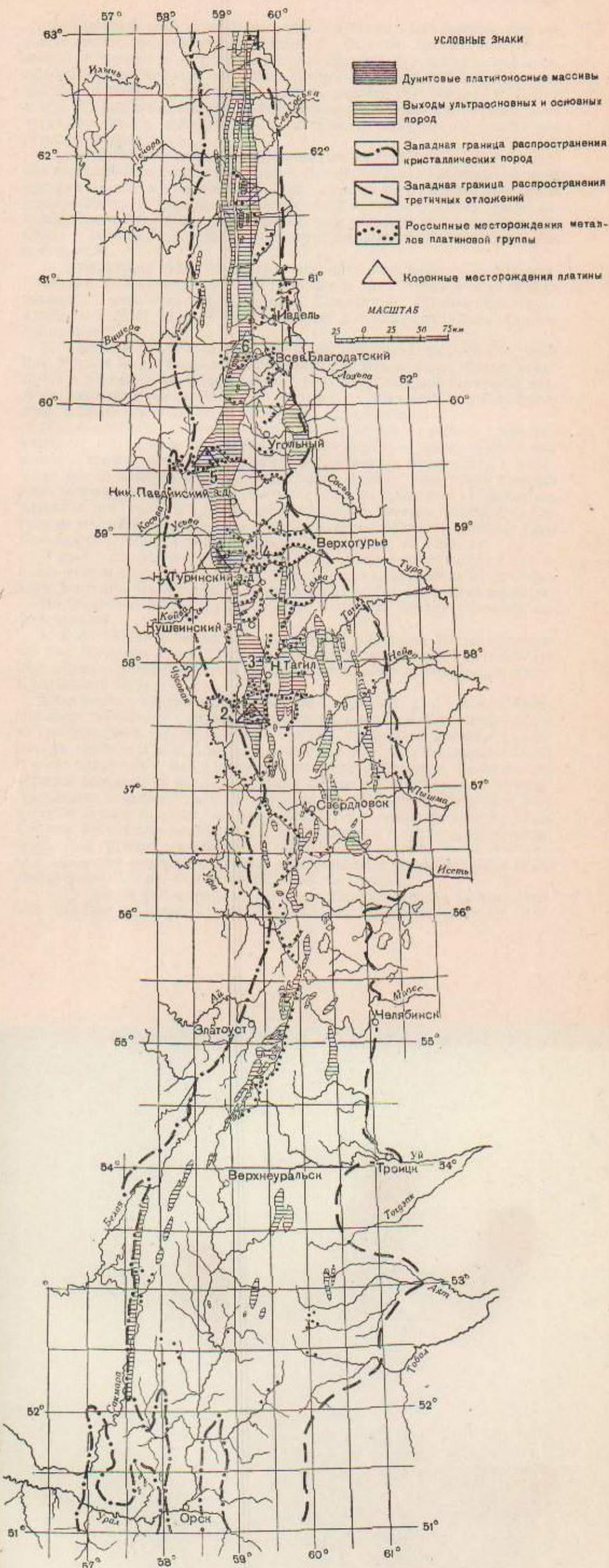


Фиг. 31. Маленький самородок платины, в котором она является цементом между зернами диаллага (заштрихованы). По Дюпарку.

графическому исследованию, самородная платина ассоциируется со значительным количеством осмистого иридия, что можно видеть также из данных химических анализов. Промышленных коренных месторождений здесь пока не открыто.

2. Район Нижнего Тагила. Платиноносные россыпи располагаются по системам речек Мартьяна, Шайтанки, Висима, Чаужа и Бобровки (на восточном и западном склонах Урала). Этот район является наиболее производительным по добыче россышной платины.

¹ Эти районы на карте отмечены номерами, отвечающими тексту.



Карта распространения месторождений платины на Урале.

Характерной особенностью россышной платины этого района, как это можно видеть из сравнительной табл. 18, является высокое содержание железа (в среднем до 14%), а также меди (в среднем до 3.2%) и, наоборот, незначительная примесь минералов группы осмистого иридия. По этому району мы имеем 43 полных химических анализа (см. табл. 5, 6, 7, 8, 9 и 10). В подавляющей своей массе платина темносерая или черная, явно магнитная, иногда даже полярно магнитная. По химическому составу она отвечает ферроплатине.

Среди дунитового массива, как выше уже было написано, открыты мелкие коренные месторождения платины, преимущественно связанные со скоплениями хромистых железняков. Лишь одно из них представляло собой непосредственную вкрапленность самородной платины в дуните. Это — известное Авроринское месторождение, анализы платины с которого приведены в табл. 9 за № 38, 39, 40. Как видим из этих анализов, платина представлена поликсомом.

3. Кушвинский район (пос. Баранчинский) с россыпями по рр. Шумихе, Каменкам, Бельничихе, Орулихе, Кедровке и др. Россыпи в этом районе связаны с выходами пироксенитов. Химические анализы приведены в табл. 10 за № 47, 48, 49. По своему составу платина должна быть отнесена к поликсену.

4. Исовский район с самыми крупными россыпями по системам рек Иса, Туры и Выи, а также по Малой и Большой Каменушкам, Нясьме и др. Почти все россыпи берут свое начало с небольших выходов дунитовых массивов, известных под названиями: Светлый Бор, Вересовый Бор, Соколиные горы, а также с пироксенитового массива горы Качканар.

Химические анализы самородной платины Исовского района приведены в табл. 11, 12, 13, 14 и 15. Как видим из этих анализов, подавляющая масса платины представлена поликсомом с содержанием железа 8—10% и химически чистой платины от 80 до 86%. Таким образом, самородная платина этого района является наиболее высокопробной по сравнению с остальными районами (см. табл. 18). Наибольшей высокопробностью отличается платина из россыпей, берущих свое начало из пироксенитовых массивов горы Качканар и Гусевых гор (см. анализы № 28, 29, 30, 31, табл. 14).

В этих россыпях часто попадались сростки самородной платины с титаномагнетитом и диаллагом. На фиг. 31 изображен маленький самородок платины, в котором она играет роль цемента между спайными зернами диаллага.

На Вересовом и Светлом Борах было несколько мелких коренных месторождений.

5. Кытлымо-Косьвинский район обладает россыпями по системам рек Иов, Кытлым, Лобва, Тылай, Малой и Большой Косьи. Россыпи берут свое начало с массивов: Тылай, Конжаковский Камень, Сосновский Увал, Косьвинский Камень.

Химические анализы приведены в табл. 16 за № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Главная масса самородной платины представлена поликсомом. Как можно видеть из сравнительной таблицы средних составов самородной платины из различных районов Урала, самородная платина Кытлымо-Косьвинского района ассоциируется с минералами группы осмистого иридия. Особенно это касается россыпей по рч. Иов, берущей начало с Конжаковского массива. Содержание осмистого иридия здесь достигает 20% по отношению к весу платины. Нужно заметить, что минералы группы осмистого иридия здесь особенно богаты разновидностями и ассоциируются с другими минералами платиновой группы, которые ближе определить не удалось. Это обстоятельство заставляет выдвинуть на одно из первых мест задачу изучения самородной платины с рч. Иов путем фракционного анализа.

6. Заозерский район (район Денежкина Камня) является самым северным районом собственно металлогенической провинции платины. Рос-

сыпи располагаются по речкам Малой и Большой Сольве, Супрее и их притокам.

Для этого района мы имеем один полный химический анализ с речки Сольвы (см. табл. 16, анализ № 8). Судя по этому анализу, платина должна быть отнесена к поликсену.

[В. И. Вернадский, 1900—1909; Н. К. Высоцкий, 1913 и 1925; L. Dupars et M. Ti-kanowitch, 1920; О. Е. Звягинцев, 1928.]

II. Остальные районы местонахождений платины на Урале

Помимо рассмотренной собственно платиноносной зоны Урала, включающей в себя главнейшие месторождения металлов платиновой группы, мы имеем целый ряд районов золотоносных россыпей, в которых минералы группы платины встречаются в виде примесей к золоту. Сюда должны быть отнесены массивы змеевиков, пироксеновых перидотитов и основных пород так называемой «восточной полосы» Урала, образующих выхода на всем его протяжении, начиная с Полярного Урала и кончая южными отрогами, уходящими в Киргизскую степь.

Эти массивы по геологическому строению и петрографическим особенностям несколько отличны от тех, с которыми связаны промышленные месторождения платины. Преимущественным распространением среди них пользуются собственно перидотитовые породы.

На Полярном Урале среди крупнейшего перидотитового массива Рай-Из при разведках были обнаружены признаки платины в россыпях по речке Конгор.

На другом, южнее расположенном, но не менее громадном перидотитовом массиве Пай-яр месторождений платины пока обнаружено не было. Платина была встречена лишь в бассейне р. Сев. Сосьвы (речка Арвынья, приток р. Ляпина). Вместе с золотом платина разрабатывалась и по притокам р. Лозьвы (Ушма, Тошемка, Вижай, Ивдель и др.), а также на западном склоне Урала, в верховьях р. Печоры. Платина происходит из пород габбро-пироксенито-перидотитовой формации в хребтах Хой-Эква, Чистой, Салатим.

В Серовском районе платина наблюдалась по речкам Сосьве, Ильинке, Даньше, Гремихе, Заболотной, Каменке, Турье, Какве и др. Здесь россыпи очень мало связаны с местными выходами ультраосновных и основных пород. В основном платина, повидимому, снесена с западных платиноносных массивов.

В районе Вагранской 1-й дачи платина попутно с золотом добывается из россыпей многих речек в бассейнах нижних течений рр. Ляли и Лобвы и др.

Примерно такую же картину имеем и в бассейне р. Туры, по системам рр.левой Выи и Айвы, а также в бассейне р. Тагила. Здесь платина и особенно осмистый иридий в той или иной мере генетически определенно связаны с местными обширными выходами серпентинитов, хотя в россыпях платиновые металлы встречаются как примесь к золоту. Имеется указание о том, что платина была открыта в коренном месторождении Спасо-серноколчеданного рудника в пирите.

Далее, на продолжении змеевиковых массивов к Ю, в пределах Кировградского района, мы имеем главным образом месторождения осмистого иридия и платинистого иридия¹ с подчиненными им количествами самородной платины.

Близ Свердловска, в пределах б. дач Верхне-Тагильской, Верхне-Нейвинской, Вилимбаевской, Монетной, Режевской, Васильево-Шайтанской,

¹ См. табл. 3, анализ № 21.

Нижне-Исетской, а также в Егоршинском районе и др. платиновые минералы встречались в виде примесей к золоту по системе рр. Нейвы, Ишима, а также притоков рр. Чусовой и Исети.

К Ю от этого района, в пределах дач Верхне-Уфалейской, Нижне-Сергинской, Каслинской, Кыштымской и Миасской, платина и осмистый иридий попутно добывались вместе с золотом из россыпей в верховьях рр. Чусовой, Б. Уфалея, Серги и др., а также в бассейне р. Миасса.

Южнее Миасского района платина и осмистый иридий были обнаружены вместе с золотом в россыпях Уйской, Балбукской, затем Уральской, Миндякской группы, в районе хребтов Ирндык, а также на водоразделе левых притоков рр. Урала и Тобола и, наконец, в самой системе р. Тобола и южнее, на землях станции Могутовской.

На Урале мы имеем, кроме того, месторождения платины, связанные с артинскими конгломератами, представляющими собой прибрежную россыпь Пермского моря в Западном Приуралье. Подобные россыпи известны в бассейне р. Чусовой, в верховьях рр. Бисерти и Сарги, системы рр. Боевской, Распаихи и др.

[Н. К. Высоцкий, 1925.]

Казахстан

Здесь мы имеем ряд змеевиковых перидотитовых массивов, с которыми связаны находки платиновых минералов. Так, например, указывается на находки платины и осмистого иридия в верховьях р. Абарчи-булака, впадающего в оз. Тас-Чалкар, в Чу-Илийских горах, в урочищах Андас-сай и Джамбыл, где геологическое строение габбро-перидотитового массива очень напоминает строение платиноносных массивов Урала.

Затем присутствие платины наблюдалось в районе Калбинского хребта, в вершине речек Дженаны, Булкулдак, правда, не в непосредственной связи с перидотитовыми породами.

Алтай

Находки платины и осмистого иридия известны также в ряде пунктов Алтая, приуроченных к змеевиковым массивам, например, в системе речек Катунь и Бии, в верховьях речек Ак-Кабе (Южный Алтай), Каячи,¹ Нени и др.

В Салаирском кряже платина с осмистым иридием и киноварью была встречена в россыпях Егорьевских приисков по рр. Фомихе, Касье, Ур и др. Эти россыпи непосредственно также не связаны с выходами ультраосновных пород.

[Н. К. Высоцкий, 1933.]

Средняя Азия

Находки платиновых минералов здесь сравнительно редки, хотя небольшие змеевиковые массивы встречаются довольно часто. Присутствие платины было констатировано в системе р. Или, речки Кетмень. В 1923 г. открыта россыпь в районе западной оконечности Иссык-куля с содержанием платины и осмистого иридия. Присутствие платины было обнаружено также в верховьях речек Каратала и Сафет-Дара.

[Н. К. Высоцкий, 1933.]

Сибирь

Сколько-нибудь крупных месторождений минералов платиновой группы в Сибири пока не имеем. Большей частью платиновые минералы встре-

¹ Химический анализ платины см. табл. 19, № 1.

чаются в виде спутников к золоту и другим минералам, главным образом в россыпях.

В коренном залегании металлы платиновой группы известны среди так называемых «сибирских трапшов» и в некоторых месторождениях гидротермального типа совместно с золотом. Повидимому, имеются также и коренные месторождения платиновых металлов в массивах ультраосновных пород. Россыпи осмистого иридия во многих местах определенно связаны с этими массивами.

В самом общем виде для Сибири можно наметить две обособленные металлогенические провинции (см. Приложение II): 1) металлогеническая провинция древних складчатых хребтов, где платиноносность приурочена к массивам ультраосновных пород и гидротермальным месторождениям, генетически связанным с кислыми интрузиями (юг и восток Сибири), и 2) металлогеническая провинция, отвечающая петрогенической провинции «сибирских трапшов» (Среднесибирская платформа и Таймыр).

Из минералов в месторождениях Сибири наблюдались, кроме ферроплатины и поликсена, иридиевая платина, самородный иридий, осмистый иридий и сперрилит ($Pt As_2$). В Норильском медно-никелевом месторождении, присутствуют также палладистая платина и сурьмяные ее соединения.

Металлогеническая провинция древних складчатых хребтов

1. Кузнецкий Алатау. В этом районе платина с осмистым иридием наблюдалась во многих пунктах золотоносных россыпей. Местами попадались даже самородки платины.

Платиновые металлы были встречены в россыпях реки Тайдон, притока реки Томи, ¹ рр. Водопадной, Нижней и Средней Терси, а также в системе рр. Ус, Мрасса, Кондомы и Лебеди, в системе рр. Яи, Кии и др., в системе рр. Черного и Белого Июсов, в системе рч. Саралы-Июса и др.

Но, кроме этих находок в россыпях, известно присутствие платиновых металлов и в коренных месторождениях гидротермального происхождения. Так, например, в Успенском медном руднике (Сары-адыр), в пробе, взятой В. Г. Орловским, оказалась платина. В рудах Змеиногорского месторождения на Алтае в свое время также было открыто содержание платины в электроуме.

2. Саяны. В Саянском горном районе присутствие минералов платиновой группы было замечено также во многих золотосодержащих россыпях и находится в связи с широким распространением оливино-пироксеновых пород. Здесь иногда встречались довольно крупные самородки платины, которые охотниками употреблялись в качестве пуль.

В Западном Саяне россыпи, содержащие платиновые металлы, группируются вдоль главной водораздельной гряды, с северного склона которой берет свое начало верховья р. Армыла, левые притоки р. Ус, а с южного — верховья рр. Систигема, Оджи, Уюка, Иликема с Серлихом, ² Юргуня и др. В Урянхайском горном крае (к Ю от верхнего Енисея) примесь платиновых минералов известна в россыпях системы рр. Тайсы и Элегеса. Вдоль северных предгорий Западного Саяна платина встречалась среди золотоносных россыпей, залегающих по правым притокам р. Абакана (р. Кызыс и др.).

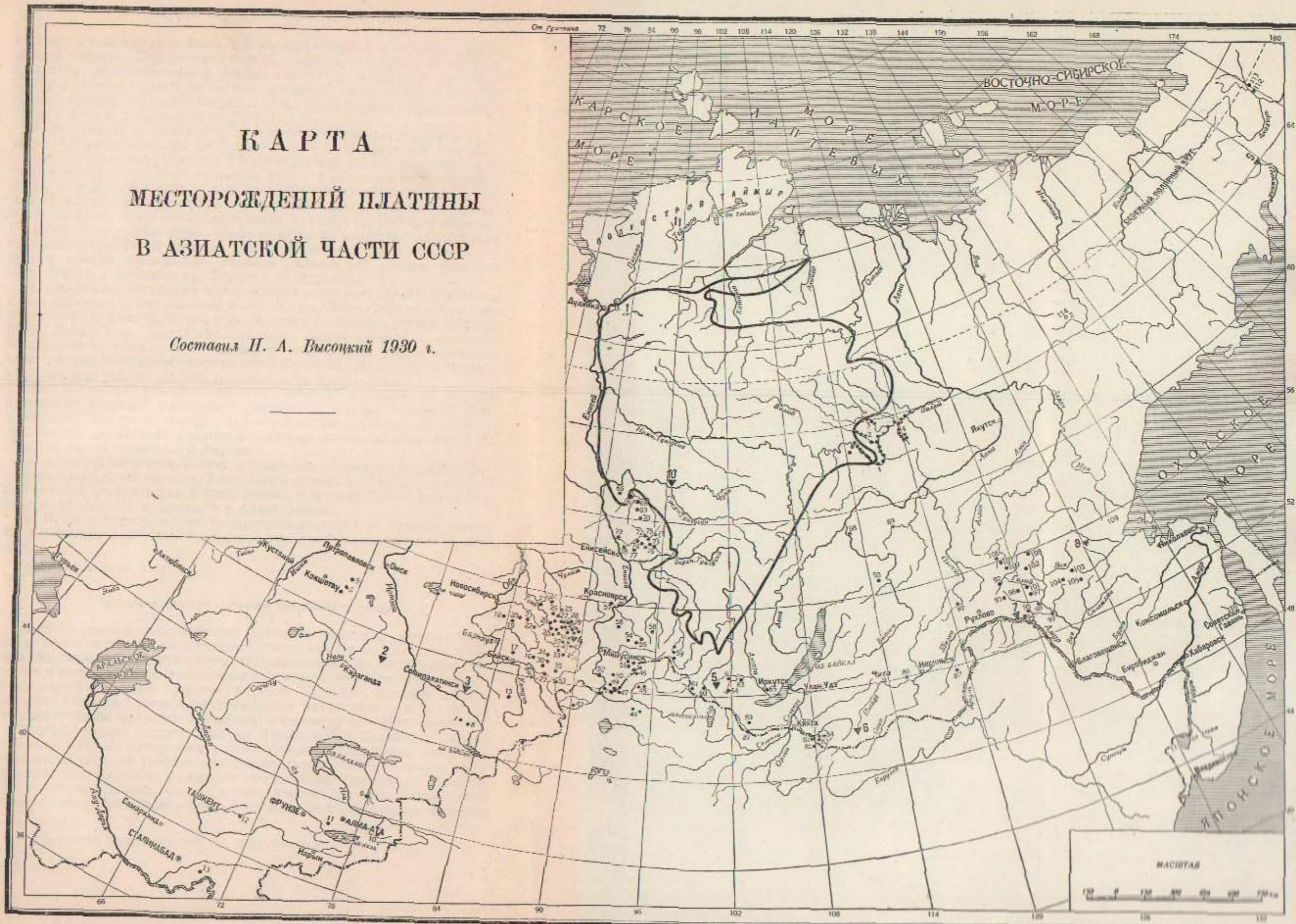
В Восточном Саяне платиновые металлы наблюдались в золотосодержащих россыпях речек Большого и Малого Терела, Козырегой, а также в системе р. Сисима (правого притока Енисея), в системах рр. Чибизека

¹ Химический анализ платины см. табл. 19, № 2.

² Химический анализ платины см. табл. 19, № 3.

КАРТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЛАТИНЫ В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ СССР

Составил П. А. Высоцкий 1930 г.



ОБЪЯСНЕНИЕ К КАРТЕ

Коренные месторождения платиновых металлов (на карте обозначены треугольниками).

- | | | |
|--|---|--|
| 1. Норильское | 5. Боготольский голец (верховья рч. Урина?) | 8. Солоту-чаддин (басс. р. Уднов Маи) |
| 2. Сары-адыр (Усленский медный рудник) | 6. Месторождение в верховьях р. Шигды | 9. Ошавель (верховья р. Пеннинна) |
| 3. Змешпогорское (Рудный Алтай) | 7. Иганский ключ (басс. р. Осевинна) | 10. Подкаменная Тунгуска (при устье р. Чунь) |
| 4. Богомдарованный рудник (в Кузнецком Алатау) | | 11. Р. Тадмыра |

Примечание. Жирной линией обведена область распространения траптов.

Россышные месторождения платиновых металлов (на карте показаны кружочками).

Вилуйский район

Западный Саян

Забайкалье

1. Р. Вилуй
2. Р. Бичуга
3. Р. Марха
4. Р. Тошго

43. Рч. Барзын
44. Басс. р. Элегеса
45. Р. Ганса
46. Верховья р. Систинема
47. Верховья р. Илинема
48. Р. Чинга
49. Басс. р. Ус; рч. Золотая, Теплан и др.
50. Басс. р. Уча; Мирской хребет
51. Верховья р. Амыла
52. Безымянный ключ на Енисее
53. Рч. В. Кызас (пр. Абакана)

80. Басс. р. Динды; рч. Хамней
81. Басс. р. Динды; рч. Маргын-Шано
82. Басс. р. Катанды; рч. Верей
83. Басс. р. Катанды; рч. Долонгуу
84. Басс. р. Катанды; р. Хилготой
85. Ключи на г. Бодо
86. Верховья р. Кипи
87. Рч. Гондыбон

Казахстан

Восточный Саян

Олемак оо-Витимский район

5. Урочище Кой-Салган
6. Урочище Туррайгыр
7. Рч. Диснама
8. Рч. Булгулдан
9. Рч. Каратала
10. Рч. Кетмець
11. Рч. Кобин
12. Рч. Чатнал
13. Рч. Сафет-дарья
14. Рч. Ак-наба
15. Рч. Канча
16. Рч. Пеня
17. Рч. Магошанр
18. Пичугин илюч
19. Рч. Фомиха
20. Рч. Касьма
21. Рч. Ур
22. Рч. Вачат

88. Р. Витим
89. Р. Ижун (ниже впад. Сух. Хорлухтаха)
90. Кл. Агын
91. Верховья р. Олемки

Кузнецкий Алатау

54. Басс. р. Кизира; рч. Чибьинен
55. Басс. р. Кпаира; р. Ширта
56. Р. Систим
57. Рч. М. и В. Теред
58. Рч. Тухша (пр. Кана)
59. Верховья р. Бирюсы
60. Верховья р. Оми; рч. Дибн
61. Верховья р. Оми; рч. Сараха
62. Верховья р. Белой
63. Рч. Олот
64. Верховья р. Кыгон
65. На склоне г. Петрушиной (около г. Приутена)

Северо-Западное Примурье

23. Басс. р. Яи; рч. В. Суэта
24. Басс. р. Кии; рч. Чебулы
25. Басс. р. Кии; рч. Берингуль
26. Басс. р. Кии; рч. В. Кундат
27. Басс. р. Кии; рч. Кийский Шалтырь
28. Басс. р. Кии; рч. Талапова
29. Басс. р. Томи; рч. Гаддон, Н. Терсь
30. Басс. р. Томи; рч. Средняя Терсь
31. Басс. р. Томи; рч. Верхн. Терсь
32. Басс. р. Томи; рч. Уса
33. Басс. р. Томи; рч. Балыса
34. Басс. р. Мрассы; рч. Б. Суэта и др.
35. Басс. р. Мрассы; рч. Корячлян
36. Басс. р. Кюдомы; рч. Мундин, Кочура
37. Басс. р. Лебедя; рч. В. и М. Коучан
38. Басс. р. Сарала Июса; кл. Ванний и др.
39. Басс. р. Черного Июса; рч. Мал. Шчул
40. Басс. р. Черного Июса; рч. Иезинюл
41. Басс. Белого Июса; кл. Железный
42. Басс. Белого Июса; рч. Баранджак

92. Верховья р. Б. Олдон
93. Р. М. Олдо; кл. Алчи
94. Рч. Невен (пр. Осевинна)
95. Р. Буринда
96. Р. Тында
97. Р. Арои
98. Р. Улаанга (пр. Зен)
99. Рч. Багана (пр. Зен)
100. Рч. Могот
101. Рч. Хугдер
102. Кл. Орляиний
103. Рч. Амкан
104. Верховья р. Дена
105. Верховья р. Бома

Енисейский золотой край

Алданский район

66. Рч. Тадмына (пр. Подн. Тунгуси)
67. Басс. р. Тем; рч. Нодба
68. Басс. р. Тем; рч. Енашимо
69. Басс. р. Тем; рч. Огня
70. Басс. р. Тси; рч. Саватлинон
71. Басс. р. В. Пита; рч. Горбллон
72. Басс. р. В. Пита; рч. Аххта
73. Басс. р. В. Пита; рч. Кадра
74. Басс. р. В. Пита; рч. М. Денгега
75. Верховья р. Удерен; рч. Тыгини
76. Верховья р. Удерен; рч. Шаратаг
77. Верховья р. В. Мурожной
78. Р. Сухой Пит
79. Кл. Точильный (пр. В. Пита)

106. Кл. Холоднинан (пр. Тымтона)
107. Кл. Дзегдали (пр. Тымтона)
108. Рч. Днелинда

Удский край

109. Рч. Джана (пр. Уды)

Усурийский край

110. Около Советской Гавани
111. Около оа. Ханна

Алданский край

112. Рч. Золотое дно
113. Рч. Осинован

Верхонско-Колымский край

114. Урочище Чибгала (свет. р. Индигирин)

и Шинды и в верховьях р. Кана. В более значительных количествах платина была найдена в Бирюсинском районе, в верховьях р. Большой Бирюсы, а также по левым притокам р. Ангары в системе р. Белой и в верховьях р. Китоя. В этих районах, кроме выходов змеевиковых массивов, имеются выходы траппов, а также кислых пород, обусловивших золотоносность районов и толщ метаморфических пород.

3. Енисейский золотой кряж. Здесь минералы платиновой группы встречались в золотосодержащих россыпях в системе р. Подкаменной Тунгуски.

Южнее, в россыпях Северной и Южной Енисейской тайги, примесь платины к золоту обнаружена во многих местах и находится в генетической связи, по всей вероятности, с выходами древнейших магматических и осадочных докембрийского возраста пород, обнажающихся в Енисейском кряже. В северной тайге платина наблюдалась в системе рр. Ноймы и Енашим. По речке Огне и Севагликон обнаружена также иридитая платина (или самородный иридий). В пределах Южной Енисейской тайги платина и осмистый иридий наблюдались главным образом по левым притокам р. Б. Пита и в верховьях рр. Удерея и Б. Мурожной.

4. Забайкалье. Россышные месторождения осмистого иридия и платины в виде примеси к золоту известны в верховьях р. Джиды и по ее левым притокам: речкам Хамнею, Кутай и др., а также по правым: речкам Маргышано, Хайкот и др. Платиноносность этого района связана с выходами перидотитов и змеевиков. В Чикойском золотоносном районе платина и осмистый иридий известны в системе речек Хилкочья и Долонгуй. В Витимо-Баргузинском районе платина встречалась по ключу Агын.¹

Для Восточного Забайкалья имеется несколько указаний на находки платиновых металлов: например, в россыпях по речкам Гондыбой, Кии, в верховьях Ингоды, по левому притоку речки Таугайнбайца; эти находки генетически, повидимому, связаны с выходами ультраосновных пород, по крайней мере в верховьях р. Ингоды.

5. Алдан. Присутствие платины в Алданском золотоносном районе обнаружено в южной его окраине, в верховьях системы р. Учюра, в верховьях р. Тимптома, и в центральной части района, в истоках Левого Лылымаха, притока Ылылымаха, впадающего в Алдан справа.

6. В связи с интрузивами ультраосновных пород на крайнем северо-востоке Сибири платиновое оруденение констатировано в бассейне р. Анадырь.

[Н. К. Высоцкий, 1933.]

Трапповая металлогеническая провинция платины

Выходы траппов, как известно, занимают обширную область, тесно связанную с областью развития пород тунгусской свиты. Излияния основных лав, повидимому, обусловлены тектоническими причинами в конце палеозоя и начале мезозоя. Они занимают пространство в бассейнах рр. Нижней, Средней и Верхней Тунгусок, Курейки, Хантайки, Пясиной, Вилоя, верховий Оленека, Хатанги на Таймырском полуострове и в др. местах площадью свыше миллиона квадратных километров (см. Приложение II).

Платиноносными являются районы Норильский и Вилуйский. Месторождения платины приурочены к более глубинным интрузиям, тогда как эффузивные разности траппов практически пусты. Особый интерес представляют так называемые пирротиновые диабазы, значительно обогащенные сульфидами железа, никеля и меди, а также и металлами платиновой группы. Они представляют собой, повидимому, наиболее поздние интрузии

¹ Химический анализ платины см. табл. 19, № 4.

основных разновидностей базальтоидной магмы более глубоких зон. Повидимому, существует два различных типа месторождений платины:

1. Месторождения, в которых платина находится в рассеянном состоянии в виде ферроплатины и поликсена в сопровождении осмистого иридия. Эти металлы встречаются в россыпях и по своему химическому составу резко отличны от состава платиновых минералов второго типа.

2. Месторождения, связанные с сегрегациями медно-никелевых сульфидов. Здесь из металлов платиновой группы существенную роль играет палладий, причем платина и палладий в некоторой своей массе находятся, повидимому, в виде сернистых, мышьяковистых и сурьмянистых соединений. Металлы осмие-иридиевой группы представлены слабо. Россыпи при выветривании если и образуются, то не представляют промышленного интереса.

Вилуйский платиноносный район принадлежит к первому типу месторождений. Платина вместе с золотом намывалась с речных кос системы р. Вилуя с притоками рек Марха, Тонго, Ыгетта и др. В верхней части течения Вилуя, выше устья Укугута, россыпи становятся беднее.

Характерной особенностью химического состава вилуйской платины является значительно повышенное в ней содержание родия (до 4.8%) и отчасти рутения (до 2.32%).

Химические анализы платины из Вилуйского района приведены в табл. 20 за № 6—12. Повидимому, сюда же следует отнести анализ платины из района урочища Чичибалы (система р. Индигирки), помещенный в табл. 19 под № 5. Платина из этого района как по внешнему виду, так и по своему составу очень близко напоминает платину с р. Вилуя.

Норильский район медно-никелево-кобальтовых, платиносодержащих сульфидных руд, характеризующий второй тип месторождений, находится в низовьях р. Енисей у 69° с. ш., в 100 км от с. Дудинки. По отношению к Енисейско-Ленской платформе он располагается в северо-западной части ее, у самой кромки столовых возвышенностей, характерных для платформы.

Наиболее древними породами здесь являются силурийские известняки, которые перекрываются отложениями тунгусской свиты: песчаниками, углито-глинистыми сланцами, туффиитами и др., перемежающимися с траппами, представленными главным образом диабазовыми лавами трещинного излияния. Интрузии, с которыми связаны скопления платиносодержащих сульфидных руд, представлены габбро-диабазами, залегающими в виде мощных интрузивных тел, прихотливо прорезывающих тунгусскую свиту. Начало излияний магмы было приурочено к нижней юре. В этом районе, более детально изучавшемся в последнее время, мы имеем следующие коренные месторождения: 1) Норильск I, 2) Норильск II, 3) месторождение у оз. Ламы, 4) Таймырский полуостров, 5) сульфидное оруденение р. Северной.

Месторождение Норильск I представлено линзой почти сплошных сульфидов горы Рудной, а также вкрапленными рудами горы Рудной, Угольного ручья, р. Барьерной и Сотниковским месторождением окисленных медных руд. Рудная линза (фиг. 32) залегает в оливиновом габбро-диабазе. Минералогически она представлена на 50% породообразующими минералами габбро-диабазы с пирротинном, халькопиритом, пентландитом и отчасти пиритом, а также магнетитом. Металлы платиновой группы распределены в руде исключительно неравномерно.

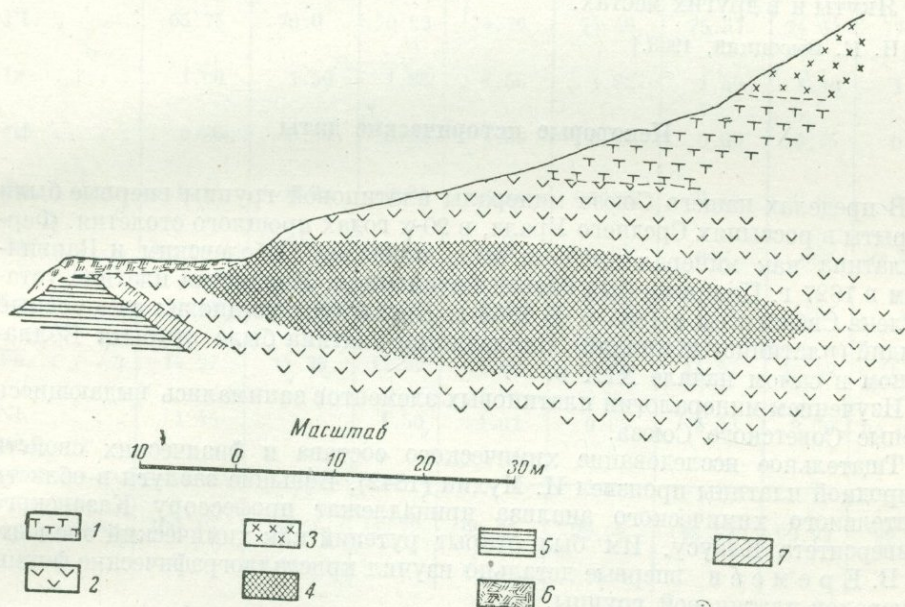
При этом среди них, как это вообще наблюдается в месторождениях подобного типа, содержание палладия в рудах местами резко преобладает над содержанием платины. Характерной особенностью руд этого месторождения является значительное преобладание меди над никелем, а также содержание в них кобальта.

В последнее время здесь в россыпи были обнаружены чрезвычайно

интересные в минералогическом отношении кристаллики платины кубической формы до 1—4 мм. в поперечнике. Для некоторых кристалликов характерной особенностью являлись воронкообразные углубления на гранях. По сообщению О. Е. Звягинцева химический состав этой платины крайне не однороден. Содержание платины колеблется от 20 до 70%, палладия от 2 до 25%, железа от 5 до 30%, никеля до 5%, а в некоторых зернах даже до 25%. Осмистый иридий в самородной платине отсутствует. По этим данным можно думать, что в норильских месторождениях мы имеем самые различные минеральные виды, среди которых присутствует ряд новых, еще не известных до сих пор.

Кроме минералов группы самородной платины, повидимому, встречается и сперрилит. Не исключена также возможность встречи сернистых и сурьмянистых соединений платиновых металлов: лаурита (RuS_2), куперита (PtS), браггита (Pt, Pd, Ni)S и стибнопалладинита (Pd_3Sb).

Вкрапленные руды Норильска I содержат незначительное количество тех же сульфидов. Содержание в них металлов платиновой группы также доказано химическими анализами.



Фиг. 32. Разрез по рудной линзе Норильск I.

1 — лейкократовые габбродиабазы; 2 — мезократовые диабазы; 3 — меланократовые диабазы; 4 — рудное тело; 5 — осадочные породы; 6 — отвалы руды; 7 — диабазовые порфиры.

Месторождение Норильск II располагается приблизительно в 10 км к юго-востоку от Норильска I. Платиносодержащие сульфидные руды в виде скоплений и вкрапленников располагаются преимущественно в лежащем боку интрузии. Здесь точно так же имеем преобладание содержания меди над никелем. Кроме того, химические анализы показывают незначительное содержание кобальта. Что же касается металлов платиновой группы, то их содержание в рудах этого района также крайне неравномерно. Каких-либо закономерностей в распределении их пока не установлено.

На Таймырском п-ове, в верховьях р. Таймыра, среди трапшов также имеются сульфидные оруденения, практическое значение которых еще не выяснено.

Сульфидное оруденение р. Северной (правого притока р. Тунгуски) приурочено также к интрузии траппов, прорезающих тунгусскую свиту. Сульфидное оруденение можно подразделить на два типа: ливкационный тип Норильского района и своеобразный гидротермальный тип оруденения во вмещающих ту или иную интрузию породах. В минералогическом отношении оруденение на р. Северной в основном очень похоже на таковое Норильских месторождений. Лишь в оруденении второго типа наблюдается крапленность цинковой обманки. Металлы платиновой группы присутствуют только в первом типе оруденения, причем химическими анализами констатировано присутствие серебра, следы золота, меди и несколько повышенное содержание никеля. В некоторых пробах было обнаружено присутствие ничтожных количеств мышьяка.

Месторождения норильского типа не ограничиваются рассмотренными месторождениями. Имеется ряд указаний на наличие пирротиновых валунов и сульфидоносных выходов в ряде пунктов Енисейско-Ленской платформы. Например, по С. В. Обручеву, пирротинсодержащие валуны встречены в русле р. Курейки, в устье р. Голокит (по Б. В. Ткаченко), в устье р. Бахты, в бечевнике правого берега Енисея между д. Черноостровской и д. Якуты и в других местах.

[Н. К. Высоцкий, 1933.]

Некоторые исторические даты

В пределах нашего Союза минералы платиновой группы впервые были открыты в россыпях Среднего Урала, в 20-х годах прошлого столетия. Ферроплатина как минерал впервые была признана Соболевским и Варвинским в 1827 г. Поликсен был назван Гаусманном. Иридиевая платина установлена Сванбергом в 1835 г. В 1933 г. Брейтгаупт установил самородный иридий (платинистый иридий). Палладистая платина была открыта Волластоном в самом начале XIX в.

Изучением минералогии платиновых элементов занимались выдающиеся ученые Советского Союза.

Тщательное исследование химического состава и физических свойств природной платины произвел И. Мухин (1842). Большие заслуги в области тщательного химического анализа принадлежат профессору Казанского университета Клаусу. Им был открыт рутений как химический элемент. П. В. Еремеев впервые детально изучил кристаллографические формы минералов платиновой группы.

А. А. Иностранцев детально изучал морфологию самородной платины в первом открытом тогда коренном месторождении (1892, 1895).

Весьма ценными работами в области минералогии и классификации минералов группы платины мы обязаны В. И. Вернадскому (1908—1916).

Капитальные труды, касающиеся геологии уральских месторождений, даны Н. К. Высоцким и Л. Дюпарком. Детальное изучение коренных месторождений платины на Урале произведено А. Н. Заварицким и А. Г. Бетехтиным. Ими была открыта медистая разновидность платины (1924). Позднее А. Г. Бетехтиным была установлена никелистая платина (1927). Им же впервые было проведено детальное минералогическое изучение коренных платиновых руд под микроскопом.

Ценную помощь в изучении химической природы платиновых минералов месторождений Союза оказали химики в лице В. Г. Карпова, С. Ф. Жемчужного, Н. Н. Барбошкина, Н. И. Подкопаева и О. Е. Звягинцева. Последним в 1934 г. был открыт новый минерал иридиевой группы, названный ауросмиривидом.

АНАЛИЗЫ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ САМОРОДНОЙ ПЛАТИНЫ

Платина из коренных месторождений Нижне-Тагильского дунитового массива

Таблица 1

Элементы	1 ¹	2 ²	3 ²	4 ³	5 ⁴	6 ⁵	7 ⁶	8 ⁷
	Александровский Лог, м-ние № 69	Крутой Лог		Александровский Лог, м-ние № 20	Крутой Лог, м-ние № 4—42	Александровский Лог		Сырково Лог, м-ние № 3—02
		м-ние № 4—02	м-ние № 4—76			м-ние № 47а	м-ние № 47	
Хромпиконелиды .	15.0	3.80	3.45	5.02	4.64	2.50	2.42	8.80
Pt	55.75	70.0	70.92	74.26	74.46	75.51	74.64	77.87
Ir	1.08	1.50	1.88	1.56	1.82	1.50	1.80	1.53
Rh	0.36	0.60	0.23	1.00	0.54	0.60	0.74	0.31
Pd	0.15	0.06	0.20	следы	следы	0.24	0.05	0.21
Au	не опр.	не опр.	следы	нет	0.24	нет	нет	не опр.
Cu	11.43	8.20	7.97	5.30	4.78	4.28	4.05	»
Fe	14.97	14.30	12.57	11.60	12.25	11.87	12.53	11.00
Ni	1.45	—	1.50	1.01	0.95	2.03	3.70	не опр.
Сумма .	100.19	98.46	98.72	99.75	99.68	98.53	99.93	99.72

Аналитик: Карпов

¹ Минераграфическое изучение показало, что платина состояла только из одной купроплатины.

² В полированных шлифах под микроскопом при травлении можно было заметить остатки первичной платины.

³ Количество первичной платины по объему примерно равнялось купроплатине, тесно сросшейся с ней.

⁴ Количество первичной платины несколько преобладает над купроплатиной.

⁵ Для анализа была отобрана слабо магнитная фракция. Остальная часть платины была проанализирована фракционно (см. анализ № 20, табл. 3, и № 25, табл. 4).

⁶ Под микроскопом мы имеем дело только с метаморфизованной платиной (медно-никелистой).

⁷ Минераграфическое исследование показало, что мы имеем дело только с первичной платиной (поликсеном).

Элементы	Анализы коренной платины							
	9 ¹	10 ²	11 ²	12 ³	13 ²	14 ³	15 ³	16 ⁴
	Александровский Лог			Соловьев Лог, м-ние № 5—22	Александровский Лог		Сыров Лог, м-ние № 3—05	Госшахта
	м-ние № 19	м-ние № 26	м-ние № 76		м-ние № 1—15	м-ние № 87		
Хромшпиделиды	3.60	2.76	9.43	5.13	4.40	8.20	5.75	5.90
Pt	75.80	73.27	69.42	75.00	74.29	68.55	72.44	75.01
Ir	3.80	4.08	4.07	4.26	4.85	6.19	7.00	7.20
Rh	0.60	0.43	0.74	1.14	0.55	0.98	1.00	0.70
Pd	0.12	0.18	0.11	0.14	следы	0.10	0.20	0.18
Au	нет.	нет	нет	0.01	—	не опр.	не опр.	не опр.
Cu	2.92	5.10	3.45	1.93	3.38	3.48	2.00	0.50
Fe	11.74	12.60	11.78	11.05	12.20	12.06	11.24	10.86
Ni	0.80	1.05	0.40	0.96	0.44	0.27	0.30	0.50
Сумма	99.38	99.47	99.40	99.62	100.11	99.83	99.93	100.85

Аналитик: Карпов

¹ Судя по шлифам, количество метаморфизованной платины ничтожно.² Материал минераграфически не изучался.³ Метаморфизованной платины не оказалось. Мы имеем дело с поликсеном.⁴ В шлифах наблюдалось ничтожное количество метаморфизованной платины.

Таблица 3

Элементы	Иридитая платина	Поликсен				Платинистый придий		Ауросмирид	Осмирид
	17 ¹	18 ²	19 ²	20 ³	21 ⁴	23 ⁴	24 ⁴	24а ⁴	
	Госшахта	Александровский Лог, м-ние № 47а	Крутой Лог, м-ние № 4—42	Кировоградский (Невьянский) район	Нижний Тагил	Урал, м-ние точно не известно			
Pt	76.98	80.87	} 85.59	86.4	19.64	4.75—12.15	—	—	
Ir	10.39	7.00		—	76.85	6—7.25	51.7	65.4	
Os, Ir	—	—	—	—	—	87.12—70.39	—	—	
Pd	—	—	—	—	0.89	—	—	—	
Au	—	—	—	—	—	—	19.3	—	
Os	—	—	—	—	—	—	25.5	31.2	
Ru	—	—	—	—	—	—	3.5	—	
Rh	—	—	—	—	—	—	—	1.8	
Cu	0.01	0.28	1.60	0.6	1.78	—	—	—	
Fe	11.56	9.50	11.20	11.2	—	—	—	—	
Ni	0.86	—	0.58	—	—	—	—	—	
Сумма	99.80	97.65	98.97	98.20	99.16	—	100.00	99.4	

Аналитики: Карпов (17, 18, 19, 20), Сванберг (21), Косицкий (23), Звягинцев (24, 24а)

¹ Минераграфическое изучение зерен показало, что кроме иридитой платины присутствует около 30—40% поликсена.² Анализ труднее растворимой фракции (первичной платины). Общий анализ см. выше (6).³ Анализ труднее растворимой фракции (первичной платины). Общий анализ см. выше (5).⁴ Из россыпи.

Таблица 4

Элементы	Купроплатина						Нивелистая платина	
	25 ¹	26 ²	27 ³	28 ⁴	29 ⁵	30 ⁶	31 ⁷	32 ⁸
	Крутой Лог		Александровский Лог		Крутой Лог,	Александровский Лог,	Гос-шахта	Александровский Лог,
м-ние № 4—42	м-ние № 4—02	м-ние № 20	м-ние № 47а	м-ние № 4—68	м-ние № 69	м-ние № 47		
Pt	72.9	68.0	} 74.60	} 74.60	} 10.59	65.4	73.68	76.6
Ir	—	—				—	—	нет	1.3	7.48	1.8
Rh	—	—	—	—	нет	0.4	—	0.7
Pd	—	—	—	—	нет	0.2	—	0.1
Cu	8.4	14.0	7.76	10.50	10.07	13.4	2.14	4.2
Fe	14.8	16.20	15.85	12.00	6.0	17.6	13.63	12.8
Ni	?	?	?	1.70	0.11	1.7	3.17	3.8
Сумма .	96.1	98.20	98.21	98.80	—	100.00	100.10	100.0

Аналитик: Карпов

¹ Легкорастворимая фракция. Общий анализ см. выше (5).² То же³ То же. Общий анализ см. выше (4).⁴ То же. Общий анализ см. выше (6).⁵ Анализ был подвергнута переотложенная в серпентине платина с слабым розоватым оттенком.⁶ Пересчитанный анализ № 1 за вычетом хромшпинелидов.⁷ Анализ легкорастворимой фракции. Общий анализ см. выше (16).⁸ Пересчитанный анализ № 7 за вычетом хромшпинелидов.

Анализы самородной платины из россыпей Нижне-Тагильского района

Таблица 5

Элементы	Ферроплатина							
	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ²	5 ³	6 ⁴	7	8
	Месторождения точно не известны						Речка Бобровка	
Os, Ir	5.68	4.95	5.78	3.53	3.68	7.99	1.66	1.57
Pt	68.95	70.15	71.20	72.61	73.70	68.72	76.51	73.02
Ir	1.34	1.03	1.15	1.14	1.15	4.73	—	1.68
Rh	3.30	3.61	3.46	3.10	3.12	2.48	—	0.98
Pd	0.21	0.20	0.18	0.23	0.23	0.20	—	0.51
Au	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu	1.59	1.16	0.50	0.32	1.47	0.30	3.12	3.20
Fe	18.93	18.90	17.73	17.13	16.65	15.58	17.78	16.42
Ni	—	—	—	—	—	—	0.93	1.05
Сумма .	100.00	100.00	100.00	98.06	100.00	100.00	100.00	98.43
Уд. вес . .	13.4	14.1	13.5	14.62	14.8	11.73	—	14.04

Аналитики: Мухин (1, 2, 3, 4, 5, 6), Карпов (7, 8)

¹ Платина черная немагнитная.² Платина черная магнитная.³ Платина серая магнитная.⁴ Платина серая немагнитная.

Таблица 6

Элементы	Ферроплатина					Смесь ферроплатины и поликсена		
	9 ¹	10 ²	11 ¹	12 ²	13 ²	14 ¹	15 ¹	16 ¹
	Архи-пов Лог	Месторождения точно не известны	Река Черная	М-ние не известно	Река Висим	Река Чауж	Белогорский Лог	
Os, Ir . . .	0.57	2.62	4.47	4.54	1.22	0.71	0.56	2.12
Pt	76.39	73.42	71.94	74.67	76.18	78.75	78.63	77.48
Ir	} 6.14	4.12	4.18	0.83	1.62	} 3.96	} 2.79	} 6.35
Rh		2.30	2.76	2.26	0.47			
Pd		0.15	0.44	0.18	0.50			
Cu		2.01	3.72	1.98	2.16			
Fe	16.60	15.88	15.79	15.54	15.92	5.67	15.57	14.71
Ni	—	—	—	—	0.68	—	—	—
Сумма . . .	99.70	97.50	100.00	100.00	98.75	99.80	99.41	100.66
Уд. вес . . .	—	14.42	13.52	14.6	15.368	—	—	—

Аналитики: Гольц (9, 14, 15, 16), Мухин (10, 11, 12,) Карпов (13)

- ¹ Платина черная магнитная.
² Платина светлосерая магнитная.

Таблица 7

Элементы	Смесь ферроплатины и поликсена							
	17 ¹	18 ¹	19 ¹	20 ²	21 ²	22 ³	23 ²	24 ³
	Соловьев Лог	Крутой Лог	Р. Сисим	Р. Мартьян	Надеждинский прииск	М-ние не известно	Александровский Лог	Река Чауж
Os, Ir . . .	1.45	1.35	1.02	1.95	1.39	2.30	4.46	0.61
Pt	78.99	75.37	79.56	75.34	77.28	73.58	74.33	81.52
Ir	} 5.31	} 8.04	} 3.62	2.20	} 3.28	2.35	} 4.22	} 1.75
Rh				0.25		1.15		
Pd				0.20		0.30		
Au				—		—		
Cu	14.77	14.58	14.04	3.96	4.17	5.20	4.33	12.86
Fe	—	—	—	13.80	13.88	12.98	12.66	0.22
Ni	—	—	—	0.70	—	—	—	—
Сумма . . .	100.52	99.34	98.83	98.40	100.00	97.86	100.00	99.40
Уд. вес . . .	—	—	—	15.273	16.33	—	16.60	16.817

Аналитики: Гольц (17, 18, 19), Карпов (20, 24), Жерве (21, 23), Берцелиус (22)

- ¹ Платина черная магнитная.
² Платина темносерая магнитная.
³ Платина светлосерая магнитная.

Таблица 8

Элементы	Смесь ферроплатины и поликсена							
	25 ¹	26 ²	27 ²	28 ³	29 ³	30 ⁴	31 ⁴	32 ⁴
	Авро- ринский прииск	М-ние не из- вестно	Алек- санд- ровский Лог	Месторождения точно не известны				
Os, Ir	4.16	1.80	3.97	2.33	2.35	1.34	0.50	1.09
Pt	74.56	83.07	78.11	77.14	77.50	78.38	76.40	78.92
Ir	5.00	1.91	0.55	5.10	1.45	5.32	4.30	3.97
Rh		0.59	1.32	2.74	2.80	2.79	0.30	2.57
Pd		0.26	0.50	0.22	0.85	0.17	1.40	0.24
Au	—	—	следы	следы	следы	следы	0.40	—
Cu	4.17	1.30	3.55	0.34	2.15	0.28	4.10	0.25
Fe	12.12	10.79	11.98	12.13	9.60	11.72	11.70	11.52
Ni	следы	—	следы	следы	—	—	следы	—
Сумма .	100.01	99.72	99.98	100.00	96.70	100.00	99.10	98.56
Уд. вес . .	16.60	—	15.70	16.27	—	17.2	—	17.18

Аналитики: Жерве (25), Озани (26), Карпов (27), Мухин (28, 30, 32), С.-Клер де-Вилль и Дебре (29, 31)

- ¹ Платина темносерая магнитная.
² Платина светлосерая слабомагнитная.
³ Платина серая немагнитная.
⁴ Платина светлосерая немагнитная.

Таблица 9

Элементы	Смесь поликсена и ферроплатины					Поликсен		
	33 ¹	34 ²	35 ¹	36 ²	37 ³	38 ⁴	39 ⁴	40 ⁴
	Месторождения точно не известны					Коренное Авроринское м-ние		
Os, Ir	2.69	1.19	1.88	1.96	1.04	2.60	1.29	2.74
Pt	82.16	81.34	82.46	78.94	81.72	76.62	80.43	81.85
Ir	1.00	2.42	1.21	4.97	1.81	1.12	2.85	4.00
Rh	2.19	2.14	2.35	0.86	2.44	0.33	0.20	0.71
Pd	0.25	0.30	0.23	0.28	0.30	5.95(?)	0.56	0.67
Au	—	—	—	—	—	0.05	следы	—
Cu	0.21	1.13	0.64	0.70	0.95	0.90	2.22	0.40
Fe	11.50	11.48	11.23	11.04	10.94	12.19	12.00	9.55
Ni	—	—	—	—	—	следы	0.08	следы
Сумма .	100.00	100.00	100.00	98.75	99.20	99.76	99.64	99.92
Уд. вес . .	16.5	17.7	16.4	—	17.50	—	16.54	—

Аналитики: Мухин (33, 34, 35, 37), Берцелиус (36), Верещагин (38), Карпов (39, 40)

- ¹ Платина серая немагнитная.
² Платина светлосерая немагнитная.
³ Платина черная немагнитная.
⁴ Платина серебристо-белая, слабо магнитная. Была включена непосредственно в дунит.

Таблица 10

Элементы	Смесь поликсена с ферроплатиной		Поликсен	Смесь поликсена с ферроплатиной			Поликсен			
	41	42	43 ¹	44	45	46 ²	47	48	49 ²	
	Месторождения точно не известны			Речка Облейская Каменка			Речка Кедровка, Баранч. район	Речка Шумиха, Баранч. район	М-ние не известно	
Os, Ir	1.50	1.25	3.33	2.10	1.90	1.68	0.72	0.28	11.56	
Pt	77.16	78.70	81.02	78.60	78.63	78.21	86.10	85.05	73.11	
Ir	2.68	2.25	следы	} 5.10	0.97	0.97	} 4.29	0.24	2.00	
Rh	0.54	0.46	—		2.08	2.07		—	1.66	0.20
Pd	0.27	0.21	—		1.08	1.08		—	1.20	0.12
Au	—	—	—	—	—	—	1.12	—	—	
Cu	3.39	3.01	3.14	—	1.30	1.30	—	0.71	3.35	
Fe	14.72	13.70	8.18	14.80	13.77	13.39	8.46	10.88	8.10	
Ni	—	—	0.75	—	0.27	—	—	—	0.08	
Сумма .	100.26	99.58	96.42	100.6	100.00	98.70	100.69	100.02	98.52	

Аналитики: Дюпарк (41), Кауфман (42), Террейль (43), Карпов (46, 49), Гольц (47, 48)

¹ Платина светлосерая магнитная.

² Платина немагнитная.

Анализы самородной платины из россыпей Исцовского района

Таблица 11

Элементы	Поликсен			Смесь ферроплатины с поликсом		Поликсен					
	1 ¹	2 ²	3 ¹	4 ³	5 ²	6 ⁴	7 ⁴	8 ⁵			
	Речка Простокишенка				Речка Б. Покап						
Os, Ir	3.80	1.38	4.30	0.47	1.35	0.55	0.68	0.61			
Pt	86.58	73.68	83.42	80.28	80.10	87.53	87.00	87.23			
Ir	0.38	2.18	0.56	} 1.30	} 3.39	} 2.03	} 3.02	1.01			
Rh	0.24	—	0.60					0.23	—	—	0.66
Pd	0.30	—	0.77					—	—	—	0.49
Au	—	—	—	—	—	—	—	—			
Cu	0.57	—	0.91	2.23	1.52	0.80	0.80	0.31			
Fe	7.09	—	8.75	14.69	12.50	9.09	8.50	8.24			
Ni	—	—	0.03	—	1.14	—	—	—			
Сумма .	98.96	—	99.34	99.20	100.00	100.00	100.00	98.55			
Уд. вес . .	16.22	—	—	—	—	17.88	17.39	17.78			

Аналитики: Карпов (1, 2, 3, 5, 8), Гольц (4), Жерве (6, 7)

¹ Платина большей частью темносерая, иногда магнитная

² Платина темносерая магнитная.

³ Платина черная магнитная; ферроплатина с примесью поликсена.

⁴ Платина светлосерая слабомагнитная.

⁵ Платина светлосерая, переходящая в серебристо-белую; большей частью немагнитная.

Таблица 12

Элементы	Поликсен							
	9 ¹	10 ²	11 ³	12 ³	13 ⁴	14 ⁵	15 ⁴	16 ⁴
	Речка М. По- кап	Шестой Лог		Травя- нистый Лог	Приiski			
				Верхне- кось- винский	Усть- кось- винский	Петро- павлов- ский	Алек- санд- ровский	
Os, Ir . . .	2.38	7.85	5.41	4.41	9.24	5.56	5.83	4.37
Pt	78.70	80.79	80.44	83.19	76.80	81.07	83.58	82.46
Ir	—	1.57	} 4.20	} 3.00	3.83	0.98	0.27	1.83
Rh	—	0.52			0.45	0.74	0.36	0.26
Pd	—	—	—	—	0.30	0.60	0.55	0.61
Au	—	0.16	—	—	—	0.33	—	0.07
Cu	0.55	0.56	—	—	следы	0.36	0.46	0.66
Fe	11.20	8.55	9.60	8.70	7.50	9.46	8.10	8.29
Ni	0.14	—	—	—	следы	следы	следы	следы
Сумма .	92.97	100.00	99.65	99.30	98.12	99.09	99.15	98.55
Уд. вес . .	—	—	—	—	19.72	—	17.942	17.850

Аналитики: Карпов (9, 13, 14, 15, 16), Верещагин (10), Гольц (11, 12)

¹ Платина черная и буро-черная магнитная.

² Платина светлосерая слабомагнитная.

³ Платина светлая, большей частью поликсен.

⁴ Платина серебристо-белая немагнитная.

⁵ Платина светлосерая слабомагнитная.

Таблица 13

Элементы	Поликсен							
	17 ¹	18 ¹	19 ¹	20 ¹	21 ¹	22 ²	23 ¹	24 ¹
	Приiski							М-ние не из- вестно
Влади- мирский	Ильмен- ский	Анно- Иоси- фовский	Юрьев- ский	Мари- инский	Морозный			
Os, Ir . . .	5.03	4.52	3.97	5.27	3.70	3.11	3.74	2.80
Pt	83.73	84.07	85.02	84.80	86.33	83.01	84.78	84.50
Ir	0.81	1.55	1.34	0.58	—	1.13	1.14	0.90
Rh	0.53	0.77	0.30	1.00	1.15	1.89	1.70	2.90
Pd	0.41	0.21	0.35	0.30	0.42	1.07	0.78	0.05
Au	—	—	—	—	—	—	следы	—
Cu	0.25	0.52	0.60	0.50	0.50	0.97	0.54	0.60
Fe	7.67	7.49	8.10	7.72	7.90	8.68	7.53	7.55
Ni	следы	следы	следы	следы	—	следы	следы	—
Сумма .	98.43	99.13	99.68	100.17	100.00	99.86	100.21	99.30
Уд. вес . .	17.805	18.080	17.805	18.131	17.873	16.940	17.799	—

Аналитики: Карпов (17—23), Керн (24)

¹ Платина серебристо-белая немагнитная, большей частью поликсен.

² Платина темная — «в кожухе», а после промывки соляной кислотой — серебристо-белая.

Таблица 14

Элементы	Поликсен							
	25 ¹	26 ²	27 ²	28 ³	29 ³	30 ³	31 ⁴	32 ⁵
	Прииски				Речка Гусевка			Проро- ко-Иль- инский прииск
Нижне- турь- инский	Мало- маль- ский	Екате- ринин- ский	Качканар					
Os Ir	3.17	4.00	4.32	0.18	0.20	0.33	0.40	2.61
Pt	82.72	85.68	84.59	90.16	86.98	88.98	88.06	84.45
Ir	1.16	1.92	1.60	0.33	2.57	—	0.22	4.84
Rh	1.38		0.23	1.32	0.58	3.51	0.78	
Pd	0.17	—	0.22	1.18	0.55	0.90	1.36	—
Au	—	—	—	—	—	—	0.07	—
Cu	1.77	0.63	0.33	0.38	0.48	0.08	0.54	—
Fe	11.58	7.77	8.07	6.26	8.64	7.03	8.12	8.10
Ni	—	—	следы	следы	—	—	следы	—
Сумма	101.95	100.00	99.36	99.81	100.00	100.83	99.55	100.00
Уд. вес	—	11.73	—	18.04	—	17.94	—	—

Аналитики: Флоранс (25), Жерве (26), Карпов (27, 28, 31, 32), Верещагин (29), Гольц (30)

¹ Платина светлосерая частью магнитная.

² Платина светлосерая очень слабо магнитная.

³ Платина светлосерая немагнитная.

⁴ Платина серебристо-белая немагнитная.

Таблица 15

Элементы	Поликсен				Ферро- платина	Смесь поликсена с фер- роплатиной	
	33	34	35	36	37	38	39
	Река Ис	Светлый Бор, лог № 1	Река Ис		Река Камен- ка	Река Ис, лог № 2	Река Ка- менушка
Os, Ir	4.47	3.23	5.73	4.24	0.23	3.38	4.99
Pt	85.10	83.90	83.10	84.30	81.94	81.32	82.46
Ir	1.38	2.29	—	—	3.37	4.30	1.79
Rh	0.30		0.47	0.52			0.69
Pd	0.30	0.21	0.28	0.35	14.46	11.00	0.18
Au	0.09	—	—	0.04			0.27
Cu	0.63	0.44	0.02	—	—	—	0.54
Fe	7.86	9.45	10.40	10.55			9.49
Ni	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100.13	99.52	100.00	100.00	100.00	100.00	100.41

Аналитики: Кауфман (33), Гольц (34—38), Тюрингер (39)

Таблица 16

Анализы самородной платины из Кытлымо-Косьвинского района и Денежкина Камня

Элементы	Смесь поликсена и ферроплатины							
	1 ¹	2 ¹	3 ²	4 ¹	5 ³	6 ¹	7 ²	8
	Речка Тылай	Речка Кытлым	Речка Иов	Речка Тылай	Речка Кытлым	Речка М. Косья	Речка Иов	Речка Сольва
Os, Ir	4.35	0.76	20.07	6.09	0.79	0.90	20.21	3.10
Pt	78.54	83.12	64.65	78.62	83.50	87.23	60.39	81.87
Ir	4.48	1.30	1.55	1.22	2.74	1.61	6.80	3.42
Rh		0.67	1.57	0.58	0.62	0.77	0.80	
Pd		0.50	0.14	0.22	0.28	0.37	0.19	
Au		—	—	—	0.07	—	—	
Cu		1.55	0.32	1.83	1.14	0.21	0.49	
Fe	13.07	11.51	11.47	11.33	11.05	8.97	11.16	11.31
Ni	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100.44	99.41	99.77	99.89	100.19	100.06	100.04	99.70

Аналитики: Гольц (1—3), Кауфман (4, 6, 8), Тюрингер (5, 7)

¹ Платина черная.² Платина черная с включением хромита.³ Платина серого цвета.⁴ Платина светлосерая.

Таблица 17

Анализы самородной платины из Сысертского района и Южного Урала

Элементы	Поликсен			
	1	2	3	4
	Речка Кру- тоярка, Сысерт- ский район	Речка Омутная, Сысертский район		Речка Камышлы-Аят ¹
Os, Ir	9.58	8.76	13.03	1.49
Pt	77.16	80.30	74.92	88.16
Ir	—	5.26	7.54	0.43
Rh	—	0.50	0.35	1.06
Pd	4.37	0.30	0.35	0.31
Cu	—	2.05	1.82	0.82
Fe	8.93	2.63	2.33	7.70
Ni	—	—	—	0.04
Сумма	100.04	99.80	100.34	100.01

Аналитики: Гольц (1), Кауфман (2, 3)

¹ Система р. Тобола.

Таблица 18

Сравнительная таблица средних составов самородной платины из различных районов Урала

(по Высоцкому)

Р а й о н ы	Os, Ir	Pt	Ir	Rh	Pd	Cu	Fe
Нижний Тагил	1.37	77.93	2.46	0.50	0.24	3.20	14.21
Светлый Бор	4.86	81.93	2.19	0.21	0.50	0.50	9.08
Вересовый Бор	1.68	84.60	1.88	0.45	1.02	0.55	9.84
Река Ис	4.68	84.17	1.37	0.57	0.40	0.55	7.95
Речки Б. и М. Каменушки	4.99	82.46	1.79	0.69	0.18	0.54	9.49
Речка Кытлым (Каменно-Косьвинский массив)	0.79	83.50	2.74	0.62	0.28	1.14	11.05
Речка Тылай (массив Соснового увала)	5.22	78.58	1.22	0.58	0.22	1.83	12.20
Речка Иов (Конжаковский массив)	20.21	60.39	6.80	0.80	0.19	0.49	11.16
Речка Сольва (массив Денежкина камня)	3.00	83.61	1.09	0.24	0.58	0.93	8.77
Речка Омутная (Сысертский район)	10.88	77.61	6.40	0.42	0.32	1.93	2.48

Таблица 19

Анализы самородной платины из различных сибирских месторождений

Э л е м е н т ы	П о л и к с е н			Ферроплатина и поликсен	
	1	2	3	4	5 ¹
	Алтай, речка Каяча	Кузнецкий Алатау, речка Томь	Урянханский край, речка Серлих	Район Витима, р. Агына (?)	Колыма, уроч. Чичибалы
Os, Ir	70.30	15.50	0.95	11.0	12.20
Pt	25.84	} 72.85	86.34	68.9	62.14
Ir	следы		1.30	0.9	} 6.80
Rh	—	} 2.70	0.53	2.0	
Pd	—		0.54	0.1	0.80
Cu	—		0.55	0.5	0.20
Fe	следы	9.03	9.10	13.6	10.40
Ni	—	—	0.06	—	—
Сумма	96.14	100.08	99.37	97.0	92.54
Уд. вес	—	—	17.11	14.79	—

Аналитики: Карпов (1—3, 5), Черник (4)

¹ По внешнему виду очень похожа на платину с р. Вилюя.

Таблица 20

Анализы самородной платины из Вилюйского района
(Восточной Сибири)

Элементы	Родистая платина ¹						
	6	7	8	9	10	11	12
	Река Вилюй						
Os, Ir	10.70	10.58	13.6	15.7	16.48	12.40	17.56
Pt	65.43	67.68	65.9	65.7	63.51	65.71	62.90
Ir	0.40	0.15	4.4	4.3	2.19	4.37	13.10
Rh	3.90	} 5.08	4.8	3.2	4.44	} 3.37	—
Pd	0.87		0.1	0.2	0.99		—
Ru	2.32		—	—	—		—
Au	0.22	сл.	2.6	1.5	0.19	} 14.15	—
Cu	0.40	0.48	0.1	0.2	—		—
Fe	10.70	10.70	7.3	8.1	11.69		—
Ni	0.18	0.14	—	—	—	—	—
Песок	4.25	5.18	—	—	—	—	—
Сумма	99.37	99.99	98.8	98.9	99.49	100.00	93.56
Уд. вес	14.65	—	16.96	16.82	—	—	—

Аналитики: Карпов (6, 7), Черник (8, 9), Подкопаев (10), Брандт (11), Жерве (12)

¹ Если содержание родия пересчитать за вычетом количеств осмистого прирда, присутствующего в виде механической примеси, то оно повысится до 5.0—5.5%.

Л И Т Е Р А Т У Р А ¹

- Бетехтин А. Г. Платина и другие минералы платиновой группы. Лг., Изд. Акад. Наук, 1935.
- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, т. I, в. 1 и 3. Самородные элементы. СПб., Изд. Акад. Наук, 1900—1909.
- Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи, ч. 1. Лг., Изд. КЕПС Акад. Наук, 1923.
- Платина и районы ее добычи, ч. 1 и 3. Лг., Изд. КЕПС Акад. Наук, 1923.
- Платина и районы ее добычи, ч. 4. Лг., Изд. КЕПС Акад. Наук, 1925.
- Платина и районы ее добычи, ч. 5. Лг., Изд. КЕПС Акад. Наук, 1933.
- Заварицкий А. Н. Коренные месторождения платины на Урале. Мат. по общ. и прикл. геологии, 1928.
- Звягинцев О. Е. Осмистый прирди с кубической кристаллической решеткой. Докл. Ак. Наук СССР, 1938. 18, № 4—5,

¹ Кроме того, см. сводки литературы у В. И. Вернадского, Н. К. Высоцкого и А. Г. Бетехтина.

А. Г. БЕТЕХТИН

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ ОСМИСТОГО ПРИДИЯ¹

Минералы, входящие в эту группу, представляют собой, так же как и в группе самородной платины, твердые растворы, но уже других металлов: Os, Ru, Ir, Rh, иногда Pt и Au. В этой группе различают следующие минеральные виды и их разновидности:

1. Осмит — Osmium (Os, Ir)
2. Сыссерскит² — Sisserskite (Os, Ir).
3. Рутениевый сыссерскит — Ruthenium-Sisserskite (Os, Ir, Ru)
4. Невьянскит² — Newjanskite (Ir, Os).
5. Рутениевый невянскит — Ruthenium-Newjanskite (Ir, Os, Ru)
6. Платиновый невянскит — Platinum-Newjanskite (Ir, Os, Pt)
7. Родиевый невянскит — Rhodium-Newjanskite (Ir, Os, Rh).

Наибольшей распространенностью из них пользуются: сыссерскит (придистый осмий), невянскит (осмистый иридий) и рутениевый невянскит.

Физические и химические свойства. Все эти минеральные виды принадлежат к тригон. с., дитригонально-скаленоэдрическому виду симметрии.

L^3ZL^23Pc . Отношение осей $a : c = 1 : 1.4105$; это отношение осей, по мнению В. И. Вернадского, требует проверки. Для r (1121) $\varphi = 30^\circ 00'$, $\rho = 58^\circ 27'$.

Кристаллы, благодаря развитию (0001), представляют собой шестиугольные пластинки, ограниченные с боков плоскостями призмы и пирамиды. П. Еремеевым наблюдались также кристаллы в виде неравносторонних шестиугольников, приближающихся по форме к треугольникам. Встречались и неполногранные формы. Двойники обычно не наблюдаются. Встречаются лишь сростки, иногда очень оригинальные.

Рентгенометрическое исследование осмистого иридия, произведенное Г. Аминовым и Г. Фрагменом (1921), указывает на гексагональную кристаллическую решетку с параметрами:

$$\begin{aligned} a &= 2.90 \text{ \AA} \\ c &= 4.60 \text{ \AA} \\ a : c &= 1 : 1.59. \end{aligned}$$

В элементарном параллелепипеде содержится одна молекула.

Уд. вес минералов группы осмистого иридия колеблется в пределах от 10.7 до 22.55. В частности уд. вес осмита колеблется от 10.7 до 16.44. На определение удель-

¹ Впервые осмистый иридий был открыт в Ю. Америке одновременно с платиной, но как самостоятельный минерал доказан Смитсон-Теннантом в 1803 г. В этом минерале впервые были открыты элементы — иридий и осмий.

² Названы по местности, в которой были открыты (Урал, Сысертский и Кировоградский (б. Невьянский) районы Свердловской области).

ного веса иногда влияет наличие газовых пустот в минерале, количество которых по объему может достигать 17%.

Тв. 6—7 (для осмита не определена, но, повидимому, значительно ниже). Блеск металлический, иногда тусклый. Цвет колеблется от черного (для осмита) и серого (для сысерскита) до оловянно-белого (для невянскита и его разновидностей; последние иногда обладают бронзовым оттенком). Минералы непрозрачны, за исключением осмита, который в тонких листочках просвечивает светлосерым светом с красноватым отливом. Все минеральные виды осмистого иридия обладают ясной спайностью по базопинаксоиду (0001). Хрупки. Излом неровный. Осмит магнитен. Повидимому, также магнитен и сысерскит. Магнитные свойства невянскита не изучались.

В поляризованном отраженном свете невянскит обнаруживает еле заметный анизотропизм. Плеохроизма заметить не удается. Измерения абсолютной отражательной способности были произведены для сысерскита и дали следующие результаты: для зеленого света 59%, для оранжевого 54% и для красного 53%.

Химический состав различных минеральных видов осмистого иридия выражен в следующей таблице:

Название минерала	Os	Ir	Ru	Rh	Pt
Осмит	80	10	—	5	—
Сысерскит	68	17	9	4.5	0—0.2
Рутениевый сысерскит	24—46	22—36.5	10.2—18.3	—	4.48
Невянскит	21—50	47—77	0—0.5	0.7—7	0.5—5
Рутениевый невянскит	33—48	35—58	4.2—13.5	0—5.7	0—1
Платиновый невянскит	27—37	34—55	5—10	—	10—13
Родиевый невянскит	17	70	—	11—12	0.1

Примеси: Fe, Cu, Pt, Au, S в незначительном количестве и Pd в виде следов. Некоторые из них, как например S, отчасти, может быть, Pt, Fe, вероятно, входят в состав этих минералов в виде механической примеси (за счет каких-либо других минералов). Иногда в минералах этой группы наблюдаются включения значительных количеств газов, ближе не изученных.

П. п. тр. минералы группы осмистого иридия не изменяются и не плавятся; лишь сысерскит становится черным и выделяет осмиевые пары с резким запахом. Осмиевые пары выделяются и при сплавлении с селитрой. При растворении и кипячении этого сплава в воде выпадает черный порошок иридия. При нагревании отполированного образца в пламени бунзеновской горелки до температуры яркокрасного каления выделяются также пары осмиевого ангидрида. При этом кристаллы осмистого иридия теряют свой блеск и становятся черными.

По отношению к химическим реагентам минералы этой группы чрезвычайно устойчивы. При аффинаже так называемой сырой платины они концентрируются в нерастворимом остатке. В размельченном состоянии невянскит способен сплавляться с перекисью натрия при температуре вишнево-красного каления. В водную вытяжку этого сплава переходит осмий и рутений.

Важнейшими диагностическими признаками минералов группы осмистого иридия служат следующие: характерная пластинчатая форма зерен, высокая твердость, большой удельный вес и цвет.

Условия нахождения в природе. 1. Минералы этой группы генетически связаны с массивами ультраосновных пород (перидотитов, дунитов и др.). Здесь осмистый иридий часто наблюдается в тесном парагенезисе с самородной платиной, нередко с хромшпинелидами, иногда с сульфидами. Встречаются также непосредственно среди самих перидотитовых пород и серпентинитов, произшедших из них.

2. Наблюдались эти минералы и в кварцевых жилах гидротермального происхождения, в качестве спутников золота. В золотоносных жилах изредка находили сростки осмистого иридия с золотом.

3. Главная масса осмистого иридия встречается в россыях, приуроченных к выходам массивов ультраосновных пород. Добывается из россыпей, обычно попутно с платиной или золотом.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Северный Кавказ

В последнее время при разработке золотых россыпей по системам рр. Малки, Кубани, Лабы был обнаружен в виде незначительной примеси осмистый иридий.

В этих районах известен ряд выходов змеевиковых массивов. Вероятно с ними и связано присутствие в россыпях минералов группы осмистого иридия.

Химический анализ осмистого иридия из этого района дан в табл. 3 (№ 22). Этот анализ является приближенным, но все же показывает, что минерал принадлежит к рутениевому сысертскиту.

[Д. П. Сердюченко, 1932; О. Е. Звягинцев, 1934.]

Урал

Главные находки осмистого иридия здесь приурочены к россыпям, генетически связанным с выходами ультраосновных пород. Минералы этой группы в качестве спутников встречаются в чисто платиновых россыпях Сысертского, Нижне-Тагильского, Исовского, Кытлымо-Косьвинского и Заозерского районов.

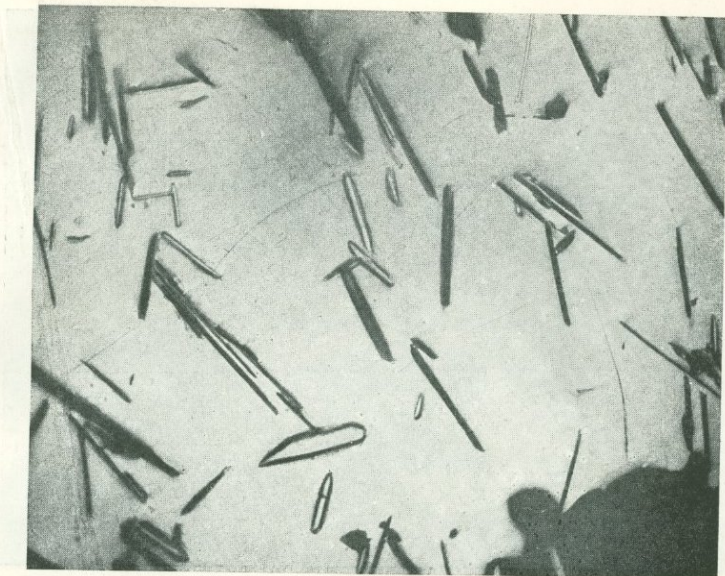
Особенно богата минералами осмистого иридия самородная платина из Сысертского и Кытлымо-Косьвинского районов. В первом из них среднее содержание этих минералов достигает 11%, а во втором 20%.

Осмистый иридий в виде примеси встречается также в целом ряде золотых россыпей восточного склона Урала. Однако генетически минералы группы осмистого иридия здесь связаны все же с теми обширными массивами озмеевикованных ультраосновных пород, которые мы находим почти на всем протяжении Уральского хребта. Следует отметить, что в этих россыпях самородная платина по отношению к осмистому иридию нередко находится в подчиненных количествах.

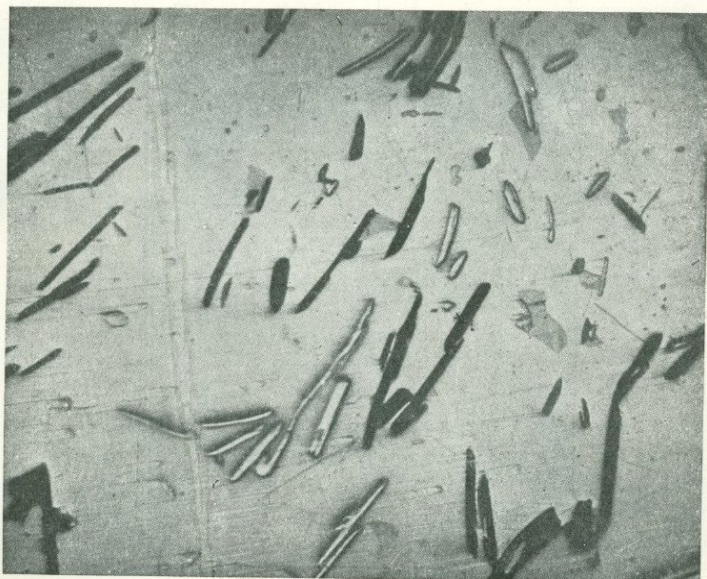
В коренных месторождениях платины Нижне-Тагильского дунитового массива минералы группы осмистого иридия встречаются внутри зерен самородной платины (фиг. 1 и 2), иногда в хромшпинелидах, сульфидах и силикатах, в виде пластинчатых мелких кристаллов. В полированных шлифах они вследствие своей высокой твердости довольно рельефно выделяются, обнаруживая брускообразные сечения. Нередко можно встретить каркасоподобные сростки кристаллов (фиг. 3 и 4), хорошо сохраняющиеся при растворении самородной платины в царской водке.

Вопрос о химической природе минералов группы осмистого иридия, несмотря на детальные исследования последних лет, не может еще считаться окончательно разрешенным. При сопоставлении данных химических анализов различных минеральных видов и разновидностей осмистого иридия и данных рентгенометрических исследований создается впечатление, что в системе Ir—Os существует два ряда твердых растворов: I — кубический ряд с иридиевой кристаллической решеткой и II — тригональный ряд с осмиевой кристаллической решеткой. Граница между этими двумя рядами находится в пределах между 32 и 35% содержания осмия.

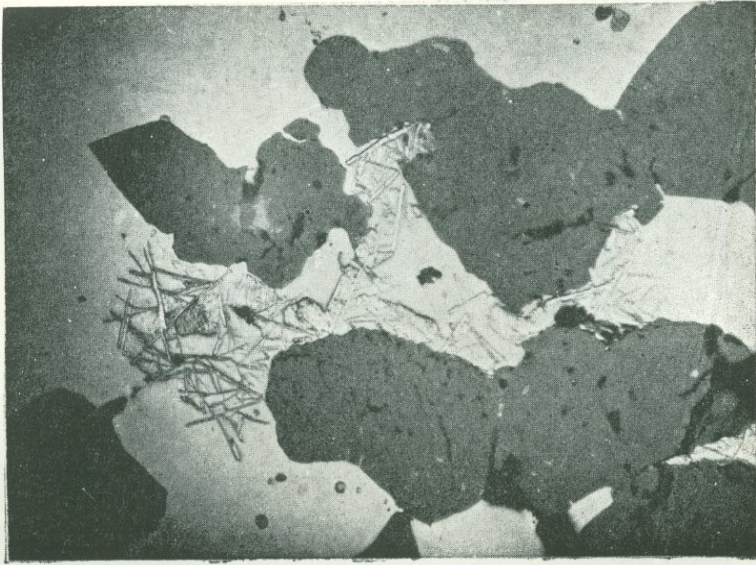
Несмотря на это, в осмиевом ряду указанной системы очевидно существует не непрерывный ряд твердых растворов. Указания на это имеются в некоторых данных минераграфических исследований. В самородной платине нередко приходится наблюдать в одном и том же месте наличие двух различных по внешним признакам и физическим свойствам разновидностей осмистого иридия. Так, например, на фиг. 1 и 2 мы видим резко отличающиеся друг от друга две разновидности пластинчатых кристалликов, принадлежащих к минералам группы осмистого иридия. Точно так же на фиг. 5 мы наблюдаем два кристаллика осмистого иридия, отличающиеся друг от друга по твердости и по цвету (очевидно, сысертскит и невьянскит). Если бы мы допустили непрерывный ряд твердых растворов в осмиевом ряду рассматриваемой системы, то трудно было бы объяснить наблюдаемые явления.



Фиг. 1. Минералы группы осмистого иридия в самородной платине. Белые брускообразные выделения — осмистый иридий, черные (мягкие сажистые пластинки) — осмит (?). Кытлымо-Косьвинский район, речка Иов. $\times 100$.



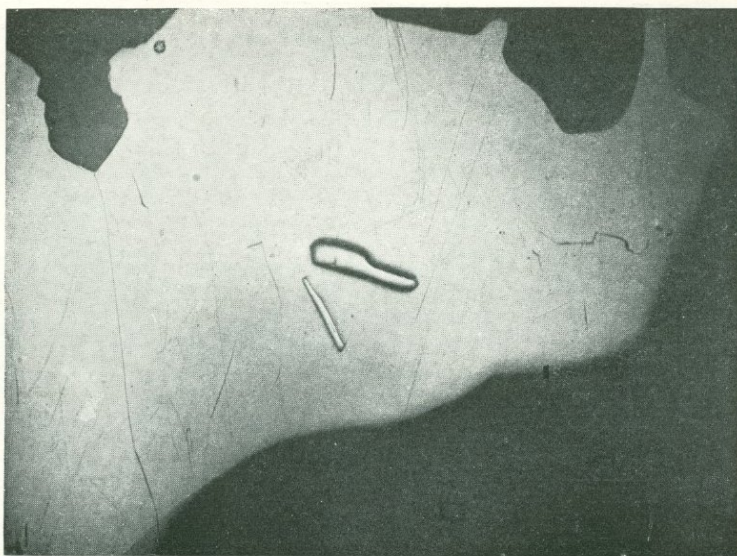
Фиг. 2. Осмистый иридий и осмит (?) в самородной платине (основная масса). Светлосерые неправильной формы зерна в платине (без рельефа) — неизвестный минерал с твердостью около 4. Кытлымо-Косьвинский массив, речка Иов. $\times 100$.



Фиг. 3. Скелетный сросток различно ориентированных кристаллов осмистого иридия в самородной платине (белое). Серое — хромшпинелид. Черное — пустоты. Месторождение № 4—00 в Крутом логу Нижне-Тагильского дунитового массива. $\times 100$.



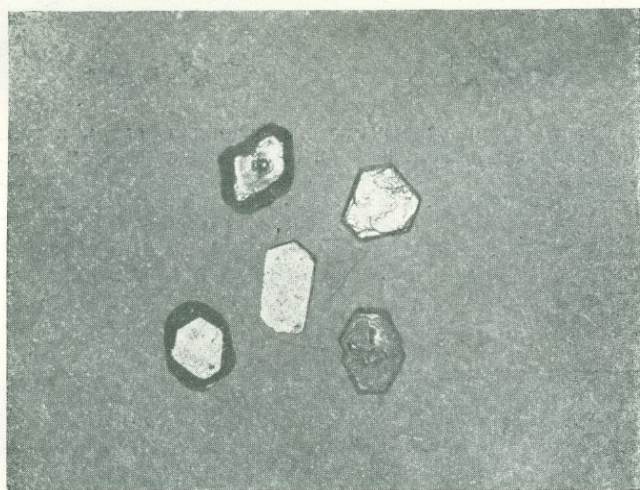
Фиг. 4. «Каркас» из кристаллов осмистого иридия в неизвестном сульфиде меди. По краям — зерна хромшпинелида. Черное — пустоты. Месторождение № 4—02 Нижне-Тагильского дунитового массива.



Фиг. 5. Две разновидности осмистого иридия в одном и том же зерне самородной платины. Тонкая пластинка с розоватым оттенком обладает меньшей твердостью по сравнению с более толстой. Темное — хромшпинелид. Нижне-Тагильский дунитовый массив. $\times 100$.



Фиг. 6. «Полые» внутри пластинки осмистого иридия, выделяющиеся на фоне самородной платины (белое) благодаря их высокой твердости. Темное — хромшпинелид. Месторождение № 28 в Александровском логу Нижне-Тагильского дунитового массива. $\times 120$.

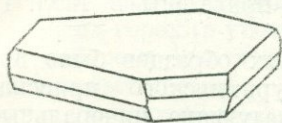


Фиг. 7. Шестиугольные пластинки осмистого придиля, выделенные из россыпной платины. $\times 4$.

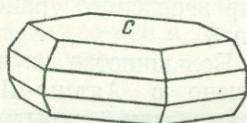
В литературе, кроме того, имеются указания на закономерные сростки невянскита и сиссерскита по плоскости пинакоида. В полированных шлифах из руд Нижне-Тагильских коренных месторождений наблюдались закономерно вросшие включения более темных тонких пластинок в более светлые, невянскитового типа массы осмистого иридия. Эти данные еще раз подтверждают высказанное выше предположение.

Следует указать еще на одну деталь в морфологии кристаллов осмистого иридия, которая была подмечена также при изучении полированных шлифов. В одном из случаев мы имели как бы пустотелые пластинчатые кристаллики осмистого иридия (фиг. 6), причем внутренняя часть была занята самородной платиной. Каких-либо явлений разъедания при этом подметить не удается. Очевидно, такая форма выделений осмистого иридия обуславливается особенностями роста его кристаллов.

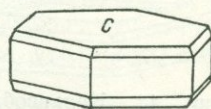
Россышные месторождения восточного склона Урала преимущественно связаны с серпентинизованными перидотитовыми массивами. В северных районах Урала (бассейны рр. Северной Сосьвы, Лозьвы, Ваграны, Камен-



Фиг. 8. Наиболее «гемидрический» до сих пор известный кристалл. По П. В. Еремееву.



Фиг. 9. Кристалл «уральского осмистого иридия». По G. Rose.



Фиг. 10. Кристалл «уральского осмистого иридия». По G. Rose.

ки, Турьи, Песчанки, Ляли, Серебрянки, Лобвы и др.) минералы группы осмистого иридия встречаются в сравнительно ничтожных количествах вместе с платиной в виде примеси к россыпному золоту.

В районе ст. Гороблагодатской (ж. д. им. Л. М. Кагановича) осмистый иридий наблюдался в россыпях реки Большая Чирка также в виде примеси к золоту (в количестве до 30% по отношению к золоту). Кроме того, минералы этой группы наблюдались в россыпях системы р. Айвы в виде крупных пластинчатых зерен, по системе р. Салды (до 5—18%, иногда до 40% по отношению к золоту), затем по системе р. Нивы, где количество этих минералов достигало 12% по отношению к золоту.

В районе Нижнего Тагила осмистый иридий встречается в россыпях системы р. Тагила.

В пределах Кировградского (б. Невьянского) района, Свердловской обл., мы имеем более значительные месторождения осмистого иридия. В этом отношении заслуживает внимания бассейн реки Нейвы с притоками Виллой, 1-й, 2-й и 3-й Режики, Большой и Малой Быньги, верховья реки Северной Шуралы, с притоками Большой и Малой Шарники. Весь этот район в основном является золотоносным. Металлы платиновой группы встречаются, главным образом, в виде примесей (до 3—12%, иногда до 20—35% по отношению к золоту).

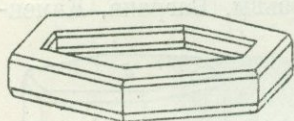
Главный минеральный вид из группы осмистого иридия здесь представлен не в чистом виде. Нужно сказать, что минерал именно из этого района давно получил известность и является наиболее хорошо изученным из всей группы. Довольно часто встречаются хорошо образованные кристаллики его в виде шестиугольных пластинок (фиг. 7), сравнительно бедных гранями (фиг. 8), реже — в виде более богатых комбинациями граней (фиг. 9, 10). П. Еремеевым описаны оригинальные кольцеобразные сростки (фиг. 11).

Кристаллы уральских месторождений были изучены Густавом Розе (Rose, 1833, 1849), Гротом (Groth, 1878), Лазо (Lasaulx, 1873) и Еремеевым

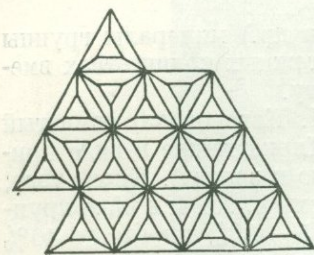
(1868, 1879, 1887). Они наблюдали следующее развитие форм (в обозначении, принятом Дана):

Розе	с, а, х
Грот	с, г, z
Лазо	с, m, x, г, z
Еремеев	с, а, х, m

Очень интересна бывает скульптура граней кристаллов. П. Еремеев, например, наблюдал кристаллы, поверхности которых были покрыты как бы сеткой, которая при рассматривании под микроскопом представляла собой закономерные сростки притупленных равносторонних треугольников (фиг. 12). Кроме того, по наблюдениям О. Е. Звягинцева, иногда обнаруживается вогнутость граней. Грот и Церренер (Zerrenner, 1873) наблюдали тригональную штриховку на базопинакоиде.



Фиг. 11. Кольцеобразный сросток осмистого иридия. Из Уральских россыпей. По П. В. Еремееву (1120; (2243); (0001).



Фиг. 12. Скульптура граней осмистого иридия, наблюдавшаяся П. В. Еремеевым.

Данные рентгенометрических исследований и химических анализов осмистого иридия из Кировградского района приведены в табл. 1, 2 и 3.

Большинство изученных образцов было получено с Аятско-Шайдурихинского прииска. Здесь были открыты следующие минеральные виды: невьянскит, рутениевый невьянскит, платиновый невьянскит и, повидимому, отсюда же происходит родиевый невьянскит. Встречаются также и темные разновидности осмистого иридия, принадлежащие, по всей вероятности, к сысерскиту.

В районе Свердловска (в пределах б. дач Верхне-Тагильской, Верхне-Нейвинской, Вилимбаевской, Монетной, Режевской, Васильево-Шайтанской, Нижне-Исетской; а также в Егоршинском районе и др.) минералы группы осмистого иридия встречаются вместе с платиной в золотоносных россыпях, в виде примеси к золоту.

В Сысертском районе осмистый иридий вместе с платиной добывался как из чисто платиновых россыпей по реке Омутной и Малой Крутоярке (притоки р. Чусовой), так и в качестве спутника золота из Северских, Полевских и Сысертских россыпей, главным образом, по системе р. Сысерти (приток р. Исети). Из минеральных видов группы осмистого иридия здесь встречаются: сысерскит, невьянскит и рутениевый невьянскит. Данные рентгенометрического и химических анализов осмистого иридия из этого района приведены в табл. 1 и 2. Южнее, в пределах б. дач Верхне-Уфалейской, Нижне-Сергинской, Каслинской, Кыштымской и Миасской, осмистый иридий встречался в золотоносных россыпях по речкам Большому Уфалею, Серге, Нязе, Большому и Малому Маукам, Вязовке, Кыштымам, в бассейне р. Миасса с речкой Аткус, Анненкой, Ирмелями, Ижембет, Черной, Сыростаном, Киолимом, речке Сак-Елге с Расыпугхой и др. Из минеральных видов преобладает, главным образом, невьянскит. Анализ рутениевого невьянскита с речки Ирмеля приведен в табл. 3 (№ 15), а рентгенометрические данные невьянскита Миасского района — в табл. 1.

Главная масса осмистого иридия генетически, вероятно, связана с выходами перидотитовых пород. Однако не исключена возможность находж-

дения осмистого иридия и в месторождениях золота, так как в б. Царево-Александровском прииске был найден сросток осмистого иридия с золотом.

Южнее Миасского района осмистый иридий был встречен в золотоносных россыпях Уйской, Балбукской, затем Уральской, Миндякской группы и, наконец, в районе хребта Ирэндык.

В Челябинском, Верхне-Уральском и Троицком районах, между прочим, на водоразделах и системах рр. Тобола и Урала, осмистый иридий вместе с платиной был также констатирован как примесь к золоту в россыпях. Происхождение его здесь то же — из змеевиковых массивов.

[G. Rose, 1833, 1849; П. Еремеев, 1868, 1879, 1887; Groth, 1878; Lasaulx, 1882; Н. К. Высоцкий, 1925; А. Г. Бетехтин, 1935.]

Казахстан и Кузнецкий Алатау

Имеются указания на находки осмистого иридия вместе с платиной в верховьях речки Абарчи-булага, впадающей в оз. Тас-Чалкар (в урочище Кай-Салган, Турайгыр, в золотых россыпях речки Джаны-су), в Чу-Илийских горах (в урочищах Андас-Сай и Джамбыл), где геологическое строение габбро-перидотитового массива напоминает строение уральских платиноносных массивов.

Осмистый иридий вместе с платиной был встречен в 1923 г. также в районе западной оконечности оз. Иссык-куль.

Находки осмистого иридия известны в ряде пунктов Алтая, приуроченных к змеевиковым массивам, например в системе рр. Катунь и Бий, в верховьях речки Ак-Кабе (Южный Алтай), Каячи, Нени, Мацогано и др. В Салаирском кряже осмистый иридий вместе с платиной и киноварью встречен в россыпях по речкам Фомихе, Касьме, Уру, Бачату и др.

В Кузнецком Алатау осмистый иридий встречался в бассейне рр. Тайдон, Терси, в системах р. Уса, речек Мрасса (приток Большой Унзас с Николаевкой и Викториевкой), Большая Суета (Агда и др.), Кондомы, Яи, Киц, Черного и Белого Июсов и др.

Химический анализ осмистого иридия с прииска Б. Викториевки показал, что он принадлежит к рутениевому невьянскому (табл. 3, № 16). Рентгенометрические данные приведены в табл. 1.

[Н. К. Высоцкий, 1933; О. Е. Звягинцев, 1934; Мир-Али Кашкай, 1934.]

Таблица 1

Данные рентгенометрических исследований минералов группы осмистого иридия

Месторождение	Хим. состав в %		Размеры решеток в анг- стремах		
	Os+Ru	Ir+Pt+Rh	a	c	$\frac{c}{a}$
Кировградский район	44.3	50.9	2.620	4.235	1.617
Сысертский »	43.9	50.5	2.710	4.287	1.582
Миасский »	48.9	51.1	2.697	4.282	1.588
Забайкалье	64.3	31.9	2.710	4.282	1.581
Кузнецкий Алатау	44.5	42.7	2.713	4.267	1.573

Саяны

Осмистый иридий в виде примеси встречается здесь во многих золотоносных районах и генетически связан также с выходами ультраосновных пород. Местами встречаются крупные пластинки осмистого иридия, достигающие до 5 и даже 10 мм в поперечнике.

Анализы осмистого придия (невьянскита) из уральских россыпных месторождений

Э л е м е н т ы	Месторождения точно не известны							Кировградский район		Аятско-Шайдурихинский прииск		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ir	77.20	70.36	64.50	43.94	43.28	46.77	55.24	43.0	40.0	42.2	34.8	42.5
Rh	0.50	4.72	7.70	1.65	5.73	3.15	1.51	0.2	2.3	0.2	0.1	0.2
Pt	1.10	0.41	2.80	0.14	0.62	—	10.08	7.2	7.4	5.6	8.1	5.5
Ru	0.20	—	—	4.68	8.49	—	5.85	7.3	5.7	12.28	11.8	3.0
Os	21.00	23.01	22.90	48.85	40.11	49.34	25.32	37.0	35.3	36.1	41.9	30.6
Cu	следы	0.21	0.90	0.11	0.78	—	—	—	—	—	—	—
Au	—	—	—	—	—	—	следы	1.5	следы	0.8	следы	0.4
Fe	—	1.29	1.40	0.63	0.99	0.74	—	3.5	3.1	—	2.3	—
Сумма	100.00	100.00	100.20	100.00	100.00	100.00	98.00	99.7	93.8	97.18	99.0	82.2

Аналитики: Сен-Клер-Девиль и Дебре (1—7), Звягинцев (8—12)

Анализы осмистого иридия из уральских, кавказских и сибирских россыпных месторождений

Элементы	Рутениевый невьянскит					Родие- вый не- вьянскит	Платиновый невьянскит		Рутениевый сыссерскит		Сыссер- скит	Осмит
	Кировградский район, более чи- стый материал	Сыертский рай- он, речка Красногорка	Миасский район, речка Б. Ире- мель	Кузнецкий Ала- тау, речка Б. Викториевка	Уралхай, речка Серлих	Урал (месторож- дение точно не известно)	Кировградский район, Аятско- Шайдурихин- ский присек	Забайкалье, речка Магин- Шано	Из россыпей Северного Кав- каза	Урал, речка Сысертъ	Урал (месторож- дение точно не известно)	
												13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ir	44.7	42.2	44.3	41.6	55.0	70.4	34.7	38.0	24.5	33.0	17.0	10.0
Rh	1.8	—	0.2	—	2.87	11.25	1.0	0.1	—	—	4.5	—
Pt	1.8	15.0	6.6	1.1	1.97	0.1	13.6	13.0	7.4	7.0	0.2	—
Ru	14.1	19.07	13.4	4.2	7.68	—	6.2	10.0	18.3	13.0	8.9	5.0
Os	35.6	24.8	35.5	40.3	31.30	17.2	41.8	37.0	46.0	43.0	67.0	80.0
Au	—	—	—	1.8	0.45	—	—	сл.	сл.	—	—	—
Fe	1.6	—	—	8.5	—	—	—	2.2	2.6	4.6	0.03	—
Сумма	99.6	101.07	100.0	97.5	99.27	98.95	97.3	100.3	98.8	100.6	97.63	95.0

Аналитики: Звягинцев (13—16), Карпов и Стукалова (17), Звягинцев (18—23), Черник (24)

Уд. вес	17.6	—	—	—	—	—	17.78	17.0	18.36	—	—	—
-------------------	------	---	---	---	---	---	-------	------	-------	---	---	---

В западном Саяне минералы группы осмистого иридия встречены в верховьях р. Амыла, левых притоков р. Ус, рр. Систикема, Оджи, Уюка, Иликема с Серлихом, Тайсы, Элегеса, по притокам р. Абакана и др.

В восточном Саяне осмистый иридий вместе с платиной наблюдался в значительных количествах в верховьях Большой Бирюсы, Большого и Малого Терел, Козыревой и др.

В пределах южной Енисейской тайги осмистый иридий был встречен по левым притокам Большого Пита и в верховьях Удерея и Мурожной.

Химический анализ осмистого иридия с речки Серлиха приведен в табл. 3, № 17, и, как видно из анализа, представлен рутениевым невьянскимитом.

[Н. К. Высоцкий, 1933.]

Забайкалье

В западном Забайкалье осмистый иридий в виде примеси к золоту встречен в россыпях речки Джиды (по ее притокам — речкам Хамнею, Магин-Шано, Хайкот, Хасуртай, Шабартай с Уленьгой и др.). Происхождение осмистого иридия в россыпях, повидимому, обусловлено размывом выходов ультраосновных пород.

В Чикойском золотоносном районе осмистый иридий вместе с платиной найден в системе речки Хилкотой с притоком Б. Селезены, речек Долонгуй и Зомрихой.

В восточном Забайкалье минералы этой группы находили при промывке россыпей по рр. Гондыбой, Кии и Ингоды.

Из этого района известен один полный химический анализ осмистого иридия с речки Магин-Шано, приведенный в табл. 3, № 21. Согласно данным этого анализа, мы имеем дело с рутениевым сыссерскимитом. Данные рентгенометрических исследований этого минерала приведены в табл. 1. Они показывают, что кристаллическая решетка минералов группы осмистого иридия совершенно аналогична решетке чистого осмия.

[О. Звягинцев и Б. Бруновский, 1932; Н. К. Высоцкий, 1933.]

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Платина и другие минералы платиновой группы. Лг., Изд. Акад. Наук, 1935.
- Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи, ч. 4. Лг., Изд. Акад. Наук, КЕПС, 1925.
- Еремеев П. Кристаллы уральского осмистого иридия и иридиевого осмия. Горн. журн., 1868, **1**, 245—251.
- О некоторых новых формах в кристаллах платины и иридия. Зап. Мин. общ., 1879, **14**, 155—167.
- Описание некоторых минералов из золотоносных россыпей на землях Оренбургского Казачьего войска и на Башкирских землях. Горн. журн., 1887, **3**, 263—309.
- Звягинцев О. Е. Осмистый иридий Северного Кавказа и Кузнецкого Алатау. Сов. золотопромышл., 1935, 1.
- Звягинцев О. Е., Бруновский Б. К. Об осмистом иридии, II. Изв. Инст. по изуч. платины и др. благ. металлов, 1932, 7.
- Кашкай Мир-Али. Об осмистом иридии и золотоносных шлихах Кузнецкого Алатау. Юб. сб., посвящ. акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессингу. Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1934, **6**, 239—250.
- Сердюченко Д. П. Редкие и благородные металлы на Северном Кавказе и пути изыскания их новых месторождений. Северный Кавказ — мощная сырьевая база СССР. Сб. статей. Ростов на Д., 1933.
- Groth P. Mineralien Sammlung, 1878, **13**.
- Lasaulx A. Mineralogische Notizen. Z. d. geol. Ges., 1873, **25**, 460.
- Rose G. Pogg. Annal., 1833, **29**, 452.
- Pogg. Annal., 1849, **77**, 149.

А. Г. БЕТЕХТИН и А. Г. ТИТОВ

СЕРЕБРО — SILVER

Ag

Разновидности. Кюстелит (золотистое серебро), медистое серебро, висмутистое серебро и сурьмянистое серебро.

Физические и химические свойства. Кристаллизуется в куб. с.; вид симметрии $3L^4 4L^3 6L^2 9Pc$. Для кристаллов самородного серебра наблюдались следующие формы:

Индексы . . (100) (410) (310) (520) (210) (740) (110) (311) (211) (111) (331) (552) (332)

Буквы по

Гольд-шмидту . . c t a g e a d m q p v β w

Буквы по

Дана . . a h f k e δ d m n o φ x β

Правильно образованные кристаллы очень редки. Наиболее распространены кубы и октаэдры или комбинации этих двух форм. Двойники по октаэдру.

В природе серебро встречается иногда в виде типичных «взвешенных» дендритов, тонких пластин и листочков. Очень характерны волосовидные, моховидные и так называемые проволочные формы. Наиболее распространены неправильной формы зерна и куски, иногда по несколько килограммов и даже тонн весом.

Кристаллическая решетка серебра относится к типу центрального куба. $a_w = 4.08 \text{ \AA}$. Спайность отсутствует. Излом крючковатый.

Цвет на свежем изломе серебряно-белый. С поверхности самородное серебро часто бывает покрыто серым или черным налетом. Блеск типичный металлический. Черта металлическая, блестящая.

Тв. 2.5. Весьма ковко и тягуч. Расплющивается в тончайшие листочки.

Уд. вес 10.1—11.1. Наилучший проводник электричества. Температура плавления чистого серебра = 955° .

Непрозрачно. Обладает наивысшим показателем абсорбции = 20.30. Отражательная способность полированной поверхности в воздухе выражается в следующих цифрах, полученных с помощью фотометрокуляра:

для зеленого света 95.5%; для оранжевого 94%; для красного 93%.

В химическом составе Ag часто наблюдаются примеси: Au (до 10% и больше), Cu (до нескольких процентов, но не выше 6—7%), Fe, иногда Bi, Hg, Sb, Pt и др.

Перед паяльной трубкой серебро легко плавится. В окислительном пламени дает слабый красный налет окиси серебра. Растворимо в HNO_3 ; от прибавления к раствору HCl выпадает белый творожистый осадок AgCl.

В полированных шлифах под микроскопом травится HNO_3 со вскипанием; от паров образуется налет; HCl часто не действует; от $FeCl_3$ образуется темное иризирующее пятно; KCN и KOH не действуют. Раствор иода в спирту оставляет белый налет AgI.

Искусственное получение. Из растворов солей серебро легко восстанавливается электролизом (Беккерель) и при действии на его растворы неорганическими восстановителями ($FeSO_4$).

Серебро легко восстанавливается органическими веществами. Весьма интересны последние данные по получению волосовидных форм серебра в условиях комнатной температуры на поверхности угля из раствора $AgNO_3$ (М. С. Беленький. Тр. АзФАН, 1936, XXVIII, Физ.-хим. серия). В условиях спокойного хранения раствора вся поверхность угля покрывается пленкой кристаллического серебра, причем размеры отдельных кристалликов могут достигать 1—2 мм. Если же «к водному раствору азотнокислого серебра добавить некоторое количество метилового, этилового или октилового спирта», то «при внесении в такой раствор кусочка активированного угля

при спокойном хранении системы (в темноте) на поверхности его образуются кристаллы металлического серебра в виде чрезвычайно тонких нитей, иногда прямых, иногда имеющих ответвления под прямыми углами, и часто образующих тонкий узор из переплетенных между собой нитей». Отдельные нити неправильной формы достигают в длину 4—5 см, причем они появляются только в отдельных точках кусочка угля.

Накопец, нитевидные образования серебра, по данным Дугласа (Douglas, Chem. Centralbl., 1933, 1, 2384), получаются из Ag_2S при температурах 125—135° в течение нескольких дней. Этот процесс в атмосфере водорода, водяных паров, кислорода заметно ускоряется. Иными словами, при соответствующем режиме кислорода и водяных паров в условиях повышенной температуры сернистые соединения серебра неустойчивы, что в некоторых случаях может объяснить находки самородного серебра в эндогенных минеральных образованиях (в частности, в аргентите и галените). В простейшем случае равновесие системы может быть выражено следующим уравнением: $2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S}$.

По экспериментальным данным Пальмера, Бастина и Граута, из нейтральных и слабо-кислых растворов самородное серебро осаждается сульфидами (например, никелином, шмальтином, кобальтином, халькозином и др.).

Генезис и условия нахождения в природе. Самородное серебро в земной коре встречается реже, чем золото и медь. Главнейшие генетические типы месторождений могут быть сведены к следующему.

1. В мезотермальных месторождениях самородное серебро в больших количествах встречается сравнительно редко. В месторождениях Шнееберга самородное серебро ассоциируется с Ni—Co арсенидами (хлоантитом, шмальтином, никелином, герсдорфитом, кобальтином и др.), самородным висмутом, сульфосолями серебра, урановой смолкой, кальцитом, баритом, кварцем и др. В месторождении Кобальт (Канада) очень интересны сростания с сурьмяными минералами (дискразитом), являющиеся продуктом распада твердых растворов.

В знаменитом месторождении Консберг (Норвегия) серебро, ассоциируясь исключительно с аргентитом и обогащенным органическим веществом кальцитом, встречалось в больших массах среди многочисленных жил и было прослежено на глубину до 900 м.

Микроскопические находки самородного серебра в свинцово-цинковых, или так называемых полиметаллических месторождениях бывают связаны преимущественно с галенитом. Серебро в этом минерале бывает, по видимому, распределено в тонкодисперсном состоянии.

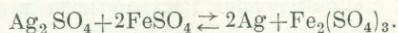
2. Энтермальные месторождения самородного серебра связаны с молодыми (альпийского возраста) вулканическими очагами и распространены, главным образом, в Карпатах и особенно в Кордильерах (Северной и Южной Америки). Самородное серебро встречается в ассоциации с сульфосолями серебра (пруститом, пираргиритом, стефанитом и др.), аргентитом, самородным золотом, галенитом, сфалеритом, пиритом и мн. др.

Интересны находки самородного серебра в эвтектическом сростании с самородной медью в известном месторождении Верхнего озера (в штате Мичиган США).

3. Находки самородного серебра очень характерны как для зоны окисления, так и для зоны вторичного обогащения полиметаллических и серебряных месторождений. Известны случаи, когда этот минерал встречается в зонах окисления даже тех месторождений, первичные руды которых бедны серебром.

Серебро в зонах окисления обычно ассоциируется с минералами из группы гидроксидов железа. Предполагают, что сербистость некоторых церусситов также связана с тонко диспергированным самородным серебром. В зоне цементации, или, вернее, у уровня грунтовых вод, этот минерал находили в виде пластин и неправильной формы скопленений в боковых породах, а также в ассоциации с сульфосолями серебра, блеклыми рудами, в порошкообразном галените и др. В последних случаях экзогенный характер его образования не всегда удается установить.

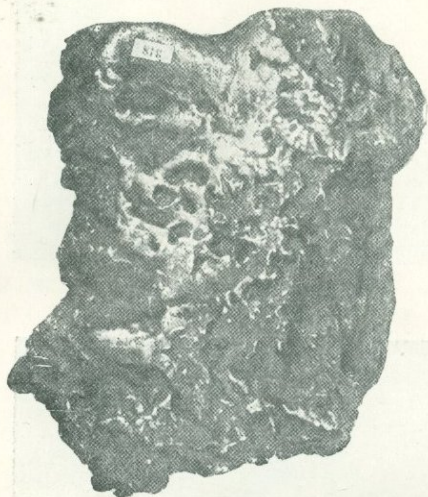
Одним из главных восстановителей серебра из растворов (преимущественно сульфатных) является FeSO_4 по реакции:



4. В некоторых осадочных месторождениях самородное серебро наблюдалось в связи с органическими остатками, как результат восстановления из растворов органическими веществами.

Вместе с самородной медью серебро не раз наблюдалось среди песчаников, частью содержащих углестое вещество. В виде зерен и небольших самородков оно попадает в элювиальных и аллювиальных россыпях, но гораздо реже, чем золото.

В поверхностных условиях самородное серебро менее устойчиво по сравнению с золотом. Как продукт изменения на его зернах часто наблюдаются черного цвета пленки, природа которых до сих пор с точностью еще не выяснена. В местностях с жарким сухим климатом оно нередко переходит с поверхности или полностью в кераргирит (AgCl) и другие галоиды, устойчивые в этих условиях. Эти процессы изме-



Фиг. 1. Окатанный самородок серебра, в углублениях покрытый чернью. Минералогический музей Акад. Наук СССР. 3/4 натуральной величины.



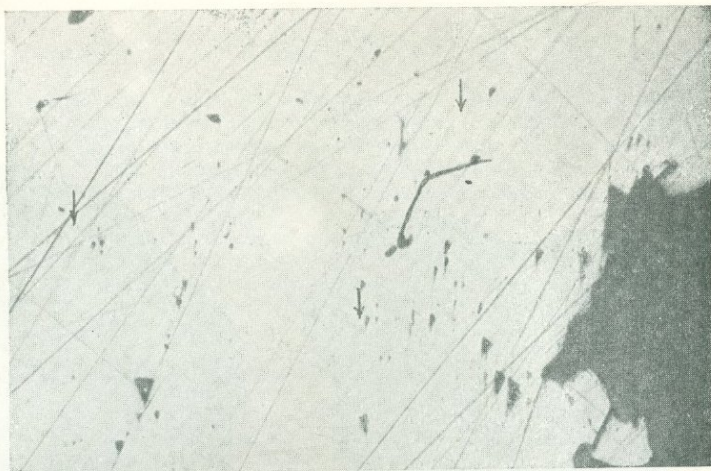
Фиг. 2. Окатанный самородок серебра. Минералогический музей Акад. Наук СССР. 3/4 натуральной величины.



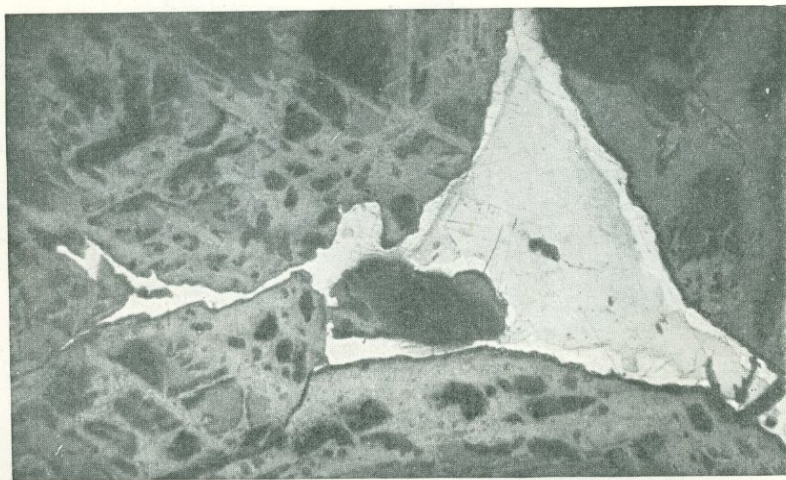
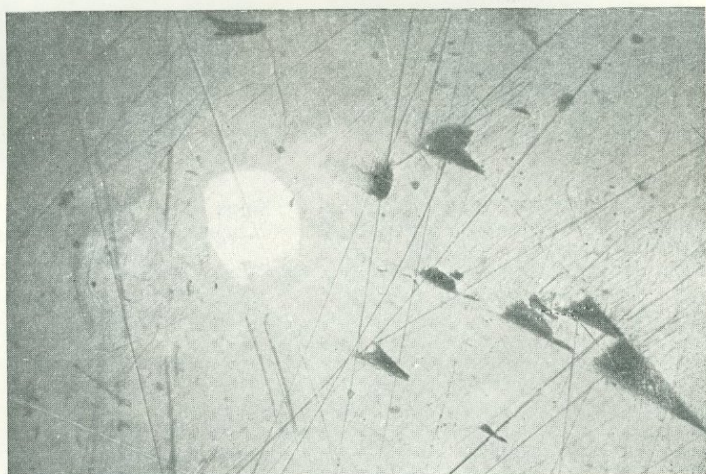
Фиг. 3. Самородное серебро с аргентитом (?) и сфалеритом среди гальцевой массы (белое). Минералогический музей Акад. Наук СССР. 3/4 натуральной величины.

Фиг. 4 Мельчайшие включения самородного серебра показаны стрелками в галените.

Темносерое — кварц. Месторождение Стенняк. Глубина 160 м. $\times 150$.



Фиг. 5. Изометрическое зерно самородного серебра (белое) в галените (серое). Заметны явления замещения серебром галенита. Месторождение Стенняк. Глубина 160 м. По А. Г. Бетехтину. $\times 250$.



Фиг. 6. Замещение самородным серебром (белое) пираргирита (светлосерое). Окружающая темносерая масса — частично лимонитизированный сидерит. Месторождение Безымянное (Верхоянье). По образцу из коллекции С. С. Смирнова. $\times 150$.

нения, по всей вероятности, обусловлены реакциями серебра с галоидами щелочей (NaCl и др.).

Применение. Применение серебра общеизвестно. Главная масса его идет на изготовление различных сплавов, главным образом, с медью, употребляемых в серебряных изделиях. Чистое серебро применяется для филигранных работ, изготовления чашек и тиглей для плавления щелочей, для серебрения, изготовления химических препаратов, часть которых используется для приготовления фотографических эмульсий.

Крупного самостоятельного значения месторождения самородного серебра обычно не имеют.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ САМОРОДНОГО СЕРЕБРА В СССР

Промышленных месторождений самородного серебра в СССР неизвестно. Находки, имеющие минералогическое значение, были сделаны во многих пунктах территории нашего Союза. Специальными исследованиями этого минерала у нас почти никто не занимался. Подробные сведения по минералогии самородного серебра мы находим лишь в монографиях, посвященных изучению отдельных рудных месторождений.¹

Кольский полуостров

Месторождения самородного серебра на Кольском полуострове известны в его южной части (Кандалакшская губа, Медвежий полуостров). Здесь, в окрестностях с. Умбы, в прежнее время находили самородки серебра, достигавшие довольно крупных размеров. В первые годы работ (в начале XVIII столетия) здесь было добыто около полтонны самородков серебра. Четыре из них хранятся в Минералогическом музее Академии Наук СССР и весят по несколько килограммов каждый. Это самые крупные самородки, встреченные в СССР. Окатанные самородки находили иногда в морском песке на берегу в Порьегубском заливе Кандалакшской губы (фиг. 1 и 2).² Кроме того, в виде отдельных кристаллов с преобладанием (111), а также дендритовидных форм серебро встречалось здесь в сопровождении аргентита, сфалерита и галенита в кальцитовых жилах (фиг. 3). В настоящее время эти месторождения выработаны.

[В. И. Вернадский, 1914; Д. Белянкин и Б. Куплетский, 1924.]

Новая Земля

В последние годы на Новой Земле открыт ряд полиметаллических месторождений на Митюшевом Камне, на северном и южном побережье Маточкина Шара. В рудах жильных месторождений Митюшева Камня, в частности в районе мыса Отвесного, были обнаружены включения самородного серебра. Главными рудными минералами здесь являются: пирит, сфалерит, галенит, халькопирит и кварц. Самородное серебро в виде мелких включений наблюдалось в пирите и галените. Иногда вокруг зерен галенита оно выделялось в виде каемочек.

[Н. Н. Мутафи, 1937.]

Украина

Небольшие количества самородного серебра были обнаружены в месторождениях Нагольного Кряжа и в частности в Семеновом Бугре, среди ми-

¹ Е. С. Федоров и В. В. Никитин, Месторождения Богословского горного округа (1901); П. П. Филипенко, Месторождения Алтая (1915); Я. В. Самойлов, Месторождения Нагольного кряжа (1906); С. С. Смирнов, Месторождения Восточного Забайкалья (1933) и др.

² В каталоге образцов, составленном еще М. В. Ломоносовым, было указано, что образцы были найдены на восточном берегу, в песке, у подошвы высокой горы недалеко от моря, на небольшом и необитаемом острове (А. Гебель, О каталогах Минералогического музея Академии Наук, составленных Ломоносовым 1865).

нерала «слагающего железную шапку» (Я. В. Самойлов). В этом месторождении серебро парагенетически тесно связано с серебряной амальгамой. В морфологическом отношении серебро образовано здесь дендритовыми и мелкими спутанно-волокнистыми массами. Оно имеет серый, темно-серый и бронзовый цвет, часто с пестрой побегалостью. Проба на золото обнаружила едва уловимые следы его.

[Я. В. Самойлов, 1906.]

Кавказ

Сведения о находках самородного серебра на Кавказе и в Закавказье крайне скудны. В литературе мы находим часто непроверенные указания.

Более определенные указания на находки самородного серебра по данным Минераграфической лаборатории ЦНИГРИ приводятся С. П. Соловьевым в медных рудах в верховьях р. Б. Тырны-ауз (на Северном Кавказе).

По сообщению инж. П. Давыдова, в прежние времена серебро добывалось на месторождении Джышра (Абхазия), очевидно, из окисленных зон свинцово-цинковых жил.

В Закавказье, в Кировабадском районе Азербайджана, самородное серебро якобы встречалось в бедной золотоносной россыпи по р. Кашкар-чай (бассейн р. Куры). По указанию Иваницкого (1853 г.), оно было найдено также в золотоносной россыпи по р. Акстафе.

В том же районе в галечных выносах сильных потоков с. Чайкенд в 1934 г. был найден наиболее крупный для Закавказья самородок серебра, весом 4197 г. Образец серебра имеет плоскую форму. Для серебра характерно губчатое сложение, обязанное сильному развитию дендритовых и нитевидных форм роста. Те и другие заключены в известняке.

[В. И. Вернадский, 1914; Г. Барсанов, 1936.]

Урал

Самородное серебро на Северном Урале в свое время было обнаружено в известных Турьинских рудниках. Впервые этот минерал в Турьинских месторождениях описал Бегер (1826), детально изучавший эти месторождения в течение нескольких лет.

«В пластах медных руд Турьинских рудников, — пишет он, — попадает самородное серебро в виде налетов весьма часто, реже в листоватом виде и весьма редко в проволочном и кристаллическом виде». По дальнейшему описанию можно догадаться, что серебро обычно встречалось в разрушенном эпидозите, в смеси «с глиной и глинистым железняком», т. е., очевидно, в зоне окисления медных месторождений.

Г. Розе в своем известном труде указывает на находки самородного серебра в Фроловском руднике в сплошном, вкрапленном и волосистом виде, в сопровождении бурого железняка.

Интересным является то обстоятельство, что мы здесь имеем случай, когда серебро сконцентрировалось в самородном виде в железной шляпе месторождений, первичные руды которых очень бедны содержанием серебра.

Этот минерал был встречен, кроме того, в Першинской шахте в парагенезисе с купритом и железной охрой, а также в золотоносном кварце «Александровской разведки». В последнем месторождении, по В. В. Никитину, «в одной из пустот мелкие кристаллы кварцевой друзы были слегка прикрыты рыхлой корочкой самородного серебра».

Благотатные месторождения находятся в Мурзинском районе Среднего Урала, сложенного в основном породами габбровой магмы. Небольшие скопления самородного серебра здесь были встречены среди листовитов в зоне окисления золото-меднорудных кварцевых жил. Вместе с серебром здесь наблюдаются сербросодержащие блеклые медные руды, серебряная

чернь, серный колчедан, самородная медь, галенит, а также ряд окисленных соединений металлов — окислы железа, медная зелень и синь, желтые свинцовые охры и некоторые другие вторичные минералы.

В Соймоновской долине (Кыштымский район Челябинской обл.) самородное серебро было встречено в месторождениях так называемого Аннинского увала по речке Аннинке, где еще с давних времен были заложены рудники Коноховский и Смирновский.

Месторождения представлены колчеданными рудами, в составе которых принимают участие пирит, халькопирит, блеклые медные руды и пр. Самородное серебро в этих месторождениях было приурочено к зоне железной шляпы, где оно, наряду с золотом, было констатировано в небольших количествах среди бурых железняков. Вес отдельных самородков достигал нескольких грамм.

Среди месторождений Южного Урала, по литературным указаниям, серебро встречалось в Кочкарском районе Челябинской обл. (Михайловский рудник) вместе с эмболитом, затем изредка в россыях (прииск Ольшевского) в виде тонких налетов.

[Е. С. Федоров и В. В. Никитин, 1901; К. И. Богданович, 1912; А. Н. Заварицкий, 1929.]

Казахстан

Среди месторождений Казахстана самородное серебро, по архивным данным, обнаружено в Джекказганском медном месторождении, находящемся в Карсакпайском районе Карагандинской области. Выделения серебра установлены в кернах двух скважин Анненского района, с глубины 84.7 и 126.8—128.6 м. Спутником серебра является аргентит. Подробное описание этих минералов отсутствует. В новейшее время они не найдены. Первичные руды в Джекказгане представляют собой вкрапленники преимущественно халькопирита и борнита в песчаниках.

В месторождении Степняк (Северный Казахстан), по неопубликованным данным, сообщенным С. С. Боршанской, самородное серебро встречается в первичных рудах среди галенита, иногда среди блеклой руды и джемсонита. При наличии джемсонита в нем сосредоточивается основная масса самородного серебра.

В галените самородное серебро наблюдается в виде мелких округленных (фиг. 4) или неправильной формы зерен, часто микроскопических размеров (от тысячных до сотых, иногда до десятых долей миллиметра в поперечнике).

Каких-либо других серебросодержащих минералов (аргентита, блеклых руд и др.) в шлифах с галенитом при этом не наблюдалось. Более крупные зерна самородного серебра изредка обнаруживают явления частичного замещения галенита (фиг. 5). Распределение включений серебра в галените крайне неравномерное, и нет никаких признаков, которые могли бы указывать на явления распада твердых растворов.

Образование самородного серебра трудно отнести за счет супергенных процессов. Оно встречается в образцах с глубины 100 м, где совершенно отсутствуют какие-либо следы поверхностных процессов.

Приведенные данные до некоторой степени позволяют подвергать сомнению возможность нахождения серебра в так называемых серебристых галенитах в виде истинного твердого раствора (в собственном смысле этого слова). Более вероятным является предположение о дисперсном распределении серебра или серебросодержащих минералов в галените, или, иначе говоря, речь может идти о твердом коллоидальном растворе.

В Каркаралинском районе самородное серебро было найдено в руднике Кзыл-эспе в виде тонких пластин среди медно-свинцовых руд и в Шуптыкульском месторождении.

[В. И. Вернадский, 1914; И. С. Яговкин, 1932; И. С. Яговкин и П. М. Никитин, 1934.]

Алтай

На Алтае самородное серебро наблюдалось в разных пунктах. К числу отдельных месторождений, по П. П. Пилипенко, относятся рудники Белоусовский, Заводинский, Змеиногорский, Зырянковский, Карамышевский, Крюковский, Николаевский, Петровский, Риддерский, Семеновский, Сокольный, Сугатовский, Черепановский и ряд других. В наибольших количествах серебро наблюдалось в Крюковском руднике.

Во всех этих месторождениях самородное серебро установлено в зоне так называемых сажистых руд в кварцевых и кварцево-баритовых жилах.

Характерной особенностью серебра этих месторождений является то, что оно здесь наблюдается преимущественно в тонко рассеянном состоянии; иногда в виде тонких пластинок, пленок и чешуек, реже в виде неправильных зерен, спутанных волокон и дендритов. Большие скопления его в форме крупных массивных кусков здесь неизвестны. Ясно выраженные кристаллические формы серебра встречаются редко.

Отдельные листочки серебра часто наблюдались выделившимися по трещинам скольжения в сильно железистой сланцеватой глине, которая является продуктом изменения боковой породы. Листочки серебра при этом обычно бывают изогнуты и штриховаты соответственно рельефу трещин.

Несомненный минералогический интерес представляет серебро Семеновского рудника, где оно наблюдалось как в верхних горизонтах месторождения (в глинах и среди железо-свинцовых охр, а также на глинистых сланцах в сопровождении церуссита), так и в нижних горизонтах, в зоне колчеданистых руд. Серебро верхних горизонтов представлено чрезвычайно нежными палетами и листочками, напоминающими снег (так называемое «снежное серебро»). В нижних горизонтах серебро образовано отдельными сростками мельчайших кристалликов, среди которых наблюдались:

- 1) параллельные сростки пластинчатых кристаллов (111),
- 2) ветвистые сростки октаэдрических форм с двойниковой плоскостью (111) и
- 3) сростки удлиненных пластинок, кустообразно расходящихся от центрального кристалла.

В последнем случае можно было видеть, что ветви большею частью отходят под углом около 60° . В качестве сопровождающих минералов здесь встречены кварц, барит, сфалерит, смитсонит, церуссит, англезит, серебряная чернь, кераргирит, халькантит, мелантерит, гидраты окислов железа, железо-свинцовые охры и др.

Согласно наблюдениям П. П. Пилипенко, обращает на себя внимание самый характер выделения самородного серебра. Так, например, в ассоциациях с сильным преобладанием кварца серебро имеет форму тонких изогнутых пластинок, соответствующих формам скорлуповатых трещин в кварце. Волосистое же серебро приурочено к более широким трещинам; при этом, как показывают наблюдения, вытягивание его в форме нитей происходило, по видимому, во время роста вдоль самой трещины. Некоторые нити серебра окружены слоем смитсонита на подобие тончайшего чехла.

Некоторый минералогический интерес представляет серебро в Сокольном руднике, где этот минерал находится «среди тальковатых» охристых руд, содержащих барит, кварц, роговик и пр. Самые руды образованы железистыми и свинцовыми охрами, церусситом, серебряной чернью, тальком, малахитом и азуритом.

Серебро в этом месторождении имеет форму пластинок, мелких чешуек, дендритов и иногда неправильных зерен и волокон. Мелкие кристаллики его имеют величину не больше 1.5 мм. Уд. вес 9.83. Габитус кристаллов пластинчатый и определяется, главным образом, преобладанием одной пары параллельных плоскостей октаэдра, срезанной плоскостями ромбического

додекаэдра. Помимо одиночных кристалликов наблюдаются двойники по (111). Из простых форм, по определению П. П. Пилипенко, чаще всего наблюдались (100), (111), (110), (311).

Данные анализа самородного серебра из Сокольного рудника приводятся ниже:

Ag	96.78%
Cu	0.56
Zn	1.12
Fe	1.04
Нерастворимый остаток . .	0.22
Сумма	99.72%

В Зыряновском руднике была встречена медистая разновидность серебра в тонком срастании с самородной медью (вероятно, серебросодержащей).

На основании своих наблюдений П. П. Пилипенко рассматривает образование самородного серебра в описываемом районе в связи со следующими процессами:

- 1) окисление аргентита;
- 2) восстановление соединений серебра под действием серноокислых солей, преимущественно солей железа;
- 3) восстановление соединений серебра под действием органических веществ;
- 4) распад кераргирита.

Исследования показывают, что самородное серебро Алтая лишено примесей золота, вследствие чего такой минерал, как кюстелит, здесь никогда не наблюдался.

[П. П. Пилипенко, 1915.]

Средняя Азия

Самородное серебро встречается в восточной части Кармазарских полиметаллических месторождений, расположенных на южном склоне Кураминского хребта. Этот минерал был найден в месторождении Тары-экан, но очень вероятно, что серебро встречалось и в других, выработанных в старые времена пунктах.

Самородное серебро наблюдалось в виде включений в кварцевых жилах, прорезающих толщи палеозойских пород, вместе с халькопиритом и некоторыми другими сульфидами. Кроме того, вкрапленность самородного серебра известна также в зоне вторичных руд, где оно парагенетически связано с медью, купритом, халькозином, ковеллином, азурином, малахитом, церусситом, лимонитом, псиломеланом, пираргиритом и некоторыми другими минералами.

Работами Таджикско-Памирской экспедиции самородное серебро было обнаружено в Мадыгенском горном районе, на территории бассейнов рр. Исфара, Ляйляка и Сох. Серебро здесь было встречено в зоне железной шляпы среди бурого железняка, совместно с окислами марганца, гипсом и другими минералами. Само месторождение располагается в палеозойских известняках и образовалось метасоматическим путем.

[А. Ф. Соседко, 1934; Б. Н. Наследов, 1935.]

Западная Сибирь

В Миусинском районе Красноярского края самородное серебро в виде примазок совместно с галенитом, малахитом и азурином было констатировано в окремненных известняках Чибижика, в области рудных контактовых зон Ольховско-Чибижекской интрузии. Согласно указаниям П. Ере-

меева, серебро наблюдалось также в золотоносной россыпи по р. Куртучику (бассейн р. Уса).

Вторым пунктом нахождения серебра является Салаирское полиметаллическое месторождение, расположенное на северо-восточном склоне Салаирского кряжа среди кварцево-серицитовых и серицитовых сланцев.

В этом месторождении из первичных минералов наблюдаются сфалерит, пирит, галенит, тетраэдрит, халькопирит, теннантит и золото, а из вторичных — церуссит, свинцовая охра, ковеллин, халькозин, аргентит, серебряная чернь и самородное серебро.

[А. Н. Булытников, 1926; Г. С. Лабзин, 1932.]

Восточная Сибирь

В весьма небольшом количестве самородное серебро констатировано в месторождениях системы р. Джиды (Закаменский и Селенгинский районы Бурят-Монгольской АССР). Минералогический интерес серебро здесь приобретает в том отношении, что отдельные частицы его в виде небольших включений, совместно с самородной медью и аргентитом, наблюдаются вкрапленными в церуссит. Следует также указать на интересные с генетической точки зрения гальки самородной меди, содержащей включения макроскопически видимого серебра, собранные П. И. Преображенским по левым притокам р. Оки в ее верхнем течении.

Чрезвычайно богато серебро-свинцово-цинковыми месторождениями, преимущественно метасоматического типа, Забайкалье. Наиболее распространенным серебросодержащим минералом в окисленных зонах этих месторождений является, по видимому, кераргирит. Самородное серебро встречается сравнительно редко. Его находки констатированы и в зоне вторичного обогащения.

Эндогенные серебросодержащие минералы представлены, главным образом, блеклыми рудами, галенитом, сульфосолями серебра (прустит, пираргирит и др.). В описываемом районе самородное серебро было встречено в Кадаинской группе месторождений (в 55 км к ЮЗ от Нерчинского завода). Эта группа месторождений расположена на площади выходов кембро-силурийских отложений и образует обособленный район среди обширного гранитного массива. Жилы Кадаинской группы по минералогическому составу весьма разнообразны. Среди рудных минералов здесь наблюдаются сфалерит, галенит, пирит, халькопирит и др. Самородное серебро является редкостью. В качестве спутников его встречаются кальцит, мангананкерит, кварц, серицит и др.

[В. М. Крейтер, 1931; С. С. Смирнов, 1933; П. И. Налетов, 1935.]

Якутия

Небольшие скопления самородного серебра были встречены в Верхоянье, в Болбукском месторождении, расположенном по южному склону Верхоянского хребта (по одному из притоков верхнего течения р. Болбука, притока р. Тумеры, находящейся в системе р. Алдана).

Этот район богат месторождениями, в которых встречаются различные минералы серебра. Здесь еще в 1915 г. Северным горнопромышленным товариществом были открыты по правому склону ключа Усуччана жилы с большим содержанием цинковой обманки. Основным телом жил являются кальцит и кварц. Серебро было извлечено путем промывки делювиальных наносов (С. В. Обручев, 1933).

Самородное серебро было встречено также на восточном склоне северной оконечности Верхоянского хребта, в ключе Застолбованном, притоке р. Имтаджи. Здесь, в толще осадочных пород пермского возраста, пред-

ставленных сланцами и песчаниками, образующими антиклинальную складку, зарегистрировано несколько даек кварцпорофира и около сотни различных по характеру минерализации жил.

Исследование шлифов показало, что среди галенитов пластовых жил наблюдаются неправильной формы зерна серебра, почти всегда немного вытянутые в направлениях спайности галенита. Размер серебряных частиц от 0.02 до 0.07 мм. Наблюдения показывают, что серебро распределено спорадически.

В одном из образцов Безымянного месторождения (коллекция С. С. Смирнова), богатом пираргиритом, было обнаружено самородное серебро в виде включений и кайм в пираргирите (фиг. 6). Взаимоотношения между этими двумя минералами таковы, что создается впечатление замещения серебром пираргирита. Вопрос о происхождении серебра остался не совсем ясным. Однако, судя по тому, что самородное серебро местами развивается вдоль спайности в полуразложившем (замещенном лимонитом) сидерите, можно предполагать, что оно образовалось в результате разложения сульфантимонита серебра.

[С. В. Обручев, 1933; А. М. Москвой, 1935; С. С. Смирнов, 1935.]

ЛИТЕРАТУРА

- Барсанов Г. П. Новые находки. Серебро. Тр. Ломоносов. инст. Акад. Наук, 1931, в. 7, 341.
- Белянкин Д. и Куплетский Б. Горные породы и полезные ископаемые Сев. побережья и прилегающих к нему островов Кандаганской губы Белого моря. Тр. Сев. научно-промышленной экспед., в. 18, 1924.
- Богданович К. И. Рудные месторождения, т. I. 1912, 306.
- Булытников А. Я. Геологические исследования в Нижне-Кызырском районе Минусинского округа в 1926 г. Изв. Зап.-Сиб. отдел. Геол. ком., 1929, 9, 2, 41.
- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии. 1914, 1, 279.
- Заварицкий А. Н. Геологический очерк месторождений медных руд на Урале, ч. 2. Тр. Геол. ком., 1929, 173, 95, 143.
- Крейтер В. М. Разведки Кадаинского рудника в Нерчинском округе. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, 84, 14.
- Лабазин Г. С. Салаирские полиметаллические месторождения. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-разв. тр., 1932, 2, 3.
- Москвой А. М. Генезис и минералогия рудных жил Имтанджи. Проблемы сов. геол., 1935, № 11, 1017.
- Мутафи Н. Н. Вулканические циклы и металлогения Новой Земли. Проблемы сов. геол., 1937, № 3, 210—225.
- Налетов П. И. Геологические исследования долины верхнего течения р. Джиды. Тр. Вост.-Сиб. геол.-гидр.-геодез. треста, 1935, 11, 31.
- Наследов Б. Н. Кара-Мазар. Матер. Тадж.-Памир. экспед. 1933 г., в. 19. М.—Л. 1935, 1—402.
- Обручев С. В. Геология и полезные ископаемые Ленско-Янского района Якутии. Тр. Совета по изуч. произв. сил. СССР, Якутская АССР, 1933, в. 2, 123.
- Пилипенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томск. унив., 1915, 62.
- Самойлов Я. В. Минералогия жильных месторождений Нагольного Кряжа. СПб., 1906, 93.
- Смирнов С. С. Полиметаллические месторождения Восточного Забайкалья. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1933, 327, 1—491.
- Смирнов С. С. Металлогения Западного Верхоянья. Проблемы сов. геол., 1934, № 4, 1—28.
- Соседко А. Ф. Полезные ископаемые Туркестанского хребта. Сб. Тадж.-Памир. экспед. 1933 г. Л., ОНТИ, Госхимтехиздат, 1934, 62.
- Федоров Е. С. и Никитин В. В. Богословский горный округ, ч. 2. СПб., 1901, 25.
- Яговкин И. С. Медистые песчаники и сланцы Казахстана. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, 185, 43.
- Яговкин И. С. и Никитин П. М. Джеказганские медные месторождения Казахской АССР. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1934, 290, 28.

А. А. СМЕРНОВ

ЭЛЕКТРУМ — ELECTRUM

Au, Ag

Название происходит, повидимому, от греч. слова *ήλεκτρον* — янтарь, по сходству желтоватого цвета электрума с цветом янтаря.

Физические и химические свойства. Электрум кристаллизуется в куб. с., встречаясь иногда в хорошо выраженных кристаллах, в которых обычно преобладают формы: (111), иногда (100), но не (110). Известны двойники по октаэдру. Чаще встречается в виде вкраплений различной формы: пластинок, дендритов и примазок.

Структура электрума представлена центрогранным кубом. Уд. вес 12—15. Тв. 2—3. Цвет светложелтый, до серебряно-белого. Черта металлически блестящая, обладает аналогичным цветом. Блеск металлический. Спайность отсутствует. Излом крючковатый. Весьма ковкий и тягуч. Непрозрачен. Электропроводность весьма высокая. Температура плавления для электрума, содержащего 35.4% Ag, 1061°, т. е. очень мало разнится от точки плавления самородного золота (1064°). Для электрума с 39.9% Ag температура плавления падает до 1046°.

Кенгот предложил называть электрумом золото с содержанием 15% Ag и серебро с содержанием Au 37.8%. На основании имеющихся анализов между электрумом и золотом наблюдается химически непрерывный переход. Обычно электрум представляет разности золота, содержащие от 30 до 43% Ag. В качестве примесей наблюдаются медь и железо (до десятых долей процента).

Условия нахождения в природе. Электрум в природе встречается значительно реже, чем самородное золото и серебро, с которыми он генетически связан.

1. Наиболее распространен гидротермальный тип его месторождений, генетически связанный с кислыми изверженными породами. В этих условиях электрум встречается в мезо- и эпитермальных месторождениях жильного типа.

Характерен парагенезис электрума с различными серебросодержащими минералами: аргентитом, блеклыми рудами, красной серебряной рудой, штрмейеритом и пр.

2. Кроме коренных месторождений, электрум в незначительном количестве встречается в золотоносных россыпях элювиального и аллювиального типа.

Благодаря большой примеси серебра, электрум при выветривании изменяется значительно сильнее, чем золото: на нем нередко образуются темные пленки галоидных и сернистых соединений серебра, из которых со временем выделяется тонкая пленка самородного серебра.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Кавказ

В бассейне р. Куры, по р. Акстафе, встречается низкопробное золото 72-й пробы, которое близко к электруму. В Армении, около Агаракского завода, повидимому, также попадался электрум.

[Н. Лебедев, 1859; Г. Смирнов, 1905.]

Урал

На Урале электрум, повидимому, более распространен, чем это принято думать, и многие разности золота, богатые серебром, следует отнести к электруму. Таковы, например: разности золота, встречающиеся в районе г. Златоуста, Челябинской области, в частности с Ильинского прииска, около

Петропавловского рудника, где электрум встречался гнездами среди обыкновенного золота. По данным геолога Н. К. Высоцкого, в коренном жильном месторождении золота Кочкарской системы, в зоне первичных сульфидов, встречаются разновидности, которые следует отнести к электруму: они содержат золота 70% и меньше. Таково золото из жилы Серебряной приисков на левом берегу р. Оссейки.

[Н. К. Высоцкий, 1900.]

Средняя Азия

По исследованиям Таджикской комплексной экспедиции 1932 г. в россыпях района Дарвазских золотоносных конгломератов на Язгулеме (Таджикская ССР) встречается белое серебристое золото, повидимому, близкое к электруму.

[В. И. Попов, 1934.]

Алтай

По данным А. Зайцева, в бассейне р. Кии, в кварцево-золотоносных жилах, содержащих пирит, халькопирит и галенит и залегающих в гранитах, сиенитах, диоритах и порфиритах, иногда метаморфических сланцах, встречается очень богатое серебром золото, которое следует отнести к электруму.

В наибольшем количестве электрум встречается в СССР среди жильных месторождений серебра Змеиногорского и Зыряновского месторождений. Здесь электрум наблюдается в кварцевых и баритовых жилах. Некоторые экземпляры его из этих месторождений представляют собой перемежающиеся тонкие пластинки высокопробного золота и электрума. Нередко вместе с последним встречается барит, который в виде прожилков сечет жилы кварца и роговика. Парагенетически электрум связан здесь с халькопиритом, халькозином, аргентитом и штроемeyerитом; встречалось также и золото.

Самородки электрума значительной величины встречались неоднократно в россыпях окрестностей Зыряновского и Змеиногорского месторождений. Так, например, в каталоге Горного музея Ленинградского горного института, составленном А. Э. Купфером, указываются самородки от 200 до 400 г весом. Они имеют обычно желтовато-серебряный цвет и толсто-пластинчатую или вытянутую форму. Из тех же россыпей известны небольшие самородки в виде зерен зубчатой формы.

Кроме указанных месторождений, электрум известен здесь в Крюковском, Петровском, Риддерском, Семеновском, Черепановском и Греховском рудниках. Во всех этих рудниках электрум встречался в так называемой зоне сажистых руд.

В Семеновском руднике электрум был описан еще В. Севергиным (1809) под видом золотистого самородного серебра.

В Греховском месторождении, по описанию П. П. Пилипенко, электрум встречается в отдельных неправильных и угловатых зернах или сростках, светложелтого, почти белого цвета, в парагенезисе со свинцовыми и железистыми охрами и кварцем. По облику напоминает электрум Зыряновского месторождения.

П. П. Пилипенко указывает на важную связь электрума с серебро-содержащими сульфидами и сернокислыми охрами. Согласно его представлениям, осаждение электрума, повидимому, обусловлено действием циркулирующих золотосодержащих растворов на сернокислые соли, образовавшиеся при окислении сульфидов. Электрум в указанных месторождениях преобладает над бедной серебром разновидностью золота. В имеющихся немногочисленных анализах отношение золота к серебру приближается к 1:1, 2:1, 4:3. Постоянного отношения Au к Ag в алтайских электрумах не наблюдается.

Электрум из Алтайских месторождений

Элементы	Месторождения		
	Змеиногорское	Зыряновское	Зыряновское
Au	64	60.98	61.86
Ag	36	38.38	38.14
Cu	—	—	—
Fe	—	0.33	0.20
Сумма	100	99.69	100.20
Уд. вес	—	14.556	14.68
	Клапрот (1795)	Г. Розе (1842)	П. П. Пилипенко ¹ (1915)

Серебристое золото Змеиногорского месторождения

(по П. П. Пилипенко)

Au	71.02	Au	77.50
Ag	28.86	Ag	22.46
Cu	нет	Cu	0.11
Fe	следы	Fe	0.11

По данным В. С. Реутовского, в системе Шалтырь-Кожуха была встречена руда, содержащая золотистое серебро (электрум) и золото. В отдельных штуфах Дмитриевского месторождения на р. Чирковой (приток Шалтырь-Кожуха), по исследованиям А. Зайцева, были встречены образцы серебристого золота, которые представляют собою, повидимому, электрум.

[В. Севергин, 1809; А. Зайцев, 1893; В. С. Реутовский, 1905; А. Э. Купфер, 1911; П. П. Пилипенко, 1915.]

Западная Сибирь

Светлые разности золота, богатые серебром, которые, повидимому, следует отнести к электруму, встречаются при разработке золотоносных россыпей по р. Мамону (Успенский, Николаевский и др. прииски).

[Л. Тове и М. Горбачев, 1899.]

Забайкалье²

Наиболее крупным месторождением электрума в СССР надо считать Балей, находящийся в 45 км к югу от ст. Присковая ж. д. им. В. М. Молотова (см. Золото, стр. 160). Электрум находится здесь в кварцевых жилах, пронизывающих в разных направлениях массу лейкократового гранита и гранодиорита. Обычно электрум находится в виде очень мелких частиц, иногда эти частицы скапливаются, давая рыхлые сростки и скопления, видимые простым глазом и называемые «зеленым золотом». Под микроскопом балейское «зеленое золото» представляет собой частицы от 0.05 мм диаметром и менее, кристаллического строения; при травлении легко обнаружить двойники. Парагенетически электрум здесь связан с кварцем, кальцитом, халцедоном, пиритом, халькопиритом, линнеитом (?), пираргиритом, сурьмяным блеском.

Химический состав балейского электрума дан в таблице.

¹ Приведены средние цифры из двух анализов одной пробы.

² Сведения по Забайкалью сообщены О. Е. Звягинцевым. — *Ред.*

Состав байлейского электрума

Э л е м е н т ы	Образец № 1 I горизонт	Образец № 2 II горизонт	Образец № 3 III горизонт	Образец № 5 IV горизонт
Au	69.83	73.62	73.06	74.71
Ag	19.53	22.48	22.81	20.63
Fe	8.74	1.11	1.21	1.22
Cu	+	0.11	+	+
S	0.34	1.06	—	1.40
MgO+CaO	1.55	1.29	1.79	1.56
Te	0.18	0.4	0.3	0.7
Se	+	+	+	+
Mn	+	+	+	+
Pt	0.09	—	менее 0.1	менее 0.1
Pb	0.16	—	0.21	0.18
Sn	—	—	+	—
Sb	+	0.15	+	0.1
As	+		+	+
Сумма	100.42	100.22	99.38	100.5
Отношение Au: Ag	3.5	3.3	3.2	3.6

Примечание. Знаком плюс (+) отмечены элементы, обнаруженные качественно, знаком (—) не найденные.

Глубина I горизонта составляет 30 м от устья шахты, глубина IV — около 120 м.

Проделанные спектрографические исследования образцов электрума на содержание никеля, кобальта, иридия, радия, палладия, висмута, цинка, молибдена, вольфрама и руты не дали положительного результата.

[О. Е. Звягинцев, 1937 и 1938.]

Восточная Сибирь

По данным геолога А. П. Герасимова, электрум иногда встречается в золотоносных россыпях элювиального и аллювиального типов Олекминской золотоносной системы. Особенно низкопробное золото, относящееся, по видимому, к электруму, было встречено также в элювиальной Воскресенской россыпи на р. Хомолхо. В системе Ленских золотоносных россыпей по р. Ныгри были встречены «золотинки», которые по анализу К. А. Ненадкевича дали содержание серебра 43.3%.

[А. П. Герасимов, 1907.]

Дальний Восток

В Приамурье нередко в различных россыпях среди высокопробного золота Читинской области находили «светлосеребристые золотинки», которые, по видимому, нужно отнести к электруму (Успенский прииск, бассейн р. Эмака).

[В. Д. Рязанов, 1903.]

ЛИТЕРАТУРА

- Балейское золоторудное месторождение. Сов. золотопром. 1936, 8, 23—35.
 Высочкий Н. К. Месторождения золота Кочкарской системы в Ю. Урале.
 Тр. Геол. ком., 1900, 13, 3, 56—57.
 Герасимов А. П. Геол. исслед. в золотоносных областях Сибири. Ленский золотоносный район, 1907, 4, 33.

- Зайцев А. О коренных месторождениях в Мариинском округе Томской губ. Вестн. золотопром. Томск, 1893, 149.
- Звягинцев О. Е., Волкова В. А. и Писаржевская Э. Л. Химическое исследование золота Балейского рудника. Сов. золотопром., 1937, 10, 13—16.
- Звягинцев О. Е., Волкова В. А. и Писаржевская Э. Л. Химическое исследование золота Балейского рудника (Забайкалье). Изв. Акад. Наук, сер. хим., 1938, № 2, 509—518.
- Рупфер А. Э. Минералогическая коллекция Горного института (каталог). СПб., 1911, 29.
- Лебедев Н. Описание месторождений минералов, открытых в Кавказском крае с 1799 по 1848 гг. Горн. журн., 1851, 1, 104.
- Пилпенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томского унив., 1915, 62, 271, 283, 295, 299, 303, 323.
- Попов В. И. Месторождения золота Вост. Таджикистана. Тр. Таджикской компл. эксп. 1932 г., в. 1. Работы по золоту. Лг., 1934, 49.
- Реутовский В. С. Полезные ископаемые Сибири, ч. 1, СПб., 1905, 303.
- Рязанов В. Отчет по статистико-эконом. и техн. исслед. золот. Амурско-Приморского района, т. II, ч. 2. СПб., 1903, 140.
- Севергин В. Опыт минералогического землеописания Российского государства, ч. 2. СПб., 1809, 110.
- Смирнов Г. Матер. для геол. Кавказа, сер. 3. Тифлис, 1905, 7, 202.
- Тове Л. и Горбачев М. Отчет по статистико-эконом. и техн. исслед. золот. южной части Енисейского окр. СПб. 1899, 53.
-

А. А. СМЕРНОВ

МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА

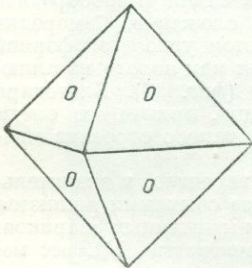
1. Золото — Gold (Au, Ag).
2. Порпецит (палладистое золото) — Porpezite (Au, Pd).
3. Родит (родистое золото) — Rodite (Au, Rh).
4. Висмутистое золото (бисмут-аурит) — Bismuth Gold (Au, Bi).
5. Медистое золото — Copper Gold (Au, Cu).
6. Платинистое золото — Platinum Gold (Au, Pt).
7. Иридийское золото — Iridium Gold (Au, Ir).

1. ЗОЛОТО — GOLD

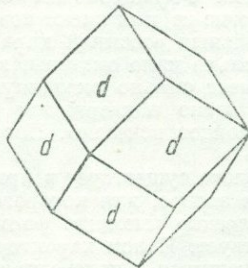
Au, Ag

Физические свойства. Кристаллы обычно октаэдрического габитуса (фиг. 1), иногда также додекаэдрического (фиг. 2), реже — кубического. Наиболее частые и развитые грани отвечают формам (111), (110), (100). Далее следует ряд форм: (310), (410), (520) и (211). Довольно характерны также грани (18.10.1). Обычны следующие комбинации: (111) и (100); (111) и (110); (111), (110), (311) или (211), (111) (100) и (311); (111), (110) и (100).

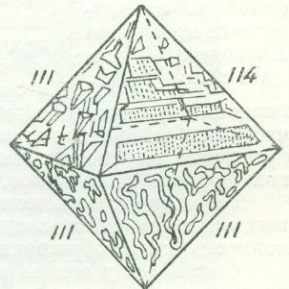
Плоскости граней бывают тусклыми, неровными, иштрихованы и покрыты скульптурой (фиг. 3). Грани (111) иногда обладают комбинационной штриховкой, параллель-



Фиг. 1. Октаэдрический кристалл золота. Нижний Тагил, Урал; o — (111). G. Rose 1831 г.



Фиг. 2. Ромбо-додекаэдрический кристалл золота из россыпей окрестностей Свердловска (Урал). P — (110). G. Rose 1831.



Фиг. 3. Октаэдрический кристалл золота из Сысертска (Урал) с гранями, покрытыми скульптурой. Helmhacker 1877.

ной ребрам (111) : (311) и (111) : (110). Плоскости (110) штрихованы параллельно ребру (110) : (100). Иногда кристаллы имеют квадратный облик вследствие их сплюснутости или вытянутости вдоль четверной оси (фиг. 4). Характерны волосовидные кристаллы, сильно вытянутые вдоль осей второго и третьего порядка.

Часто встречаются параллельные сростки и двойники по шпинелевому закону (фиг. 5), причем субиндивиды, входящие в двойник, нередко бывают уплощены по (111). Многочисленные параллельные и двойниковые сростания, состоящие из мельчайших неделимых, соединяются в кристаллические скелеты в виде древовидных образований (дендритов) и сетчатых пластин. В этих сложных образованиях опять преобладают формы (111), (110), (100) и (311) (фиг. 6).

Сетчатые пластины, по Ф. Рату и Гельмгакнеру, отвечают множеству мельчай-

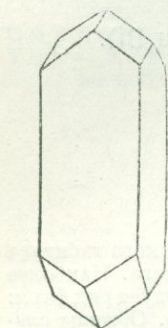
ших неделимых, срощившихся в двойниковом положении по (111), причем плоскость пластины, плоскость срастания и двойниковая плоскость параллельны между собою. Нередко на самородном золоте наблюдаются отпечатки других минералов (фиг. 7).

Структура золота отвечает центрогранной решетке с параметром $a = 4,070 \text{ \AA}$.

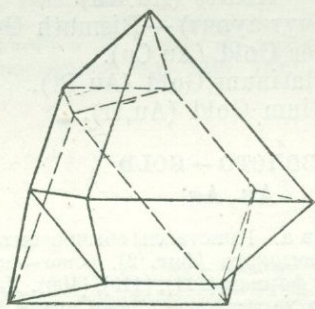
По данным рентгеноанализа, наиболее вероятной пространственной группой, к которой принадлежит золото, является O_h^5 (по Е. С. Федорову: 73 S). Эта группа относится к гексаоктаэдрическому виду симметрии. Однако прежние исследователи относили кристаллы золота к одному из кубических видов симметрии, не содержащих четверных осей симметрии. Последнее обстоятельство объясняется тем, что некоторые кристаллы золота развиваются в виде ясно выраженных тетраэдров.

Однако золото чаще встречается не в виде кристаллов, а в форме пластинок, чешуек, свободных или вкрапленных в породу, в зернах неправильной формы, а также в дендритах и изредка в проволочных и волосистых агрегатах.

Преобладающей формой частиц золота коренных месторождений является плоская, несколько вытянутая, с крючковатыми выступами и очень неровной бугорчатой поверхностью золотинки (фиг. 8). Кроме того, рудное золото нередко встречается в формах, приближающихся к сфероидальным (фиг. 9), а также в виде сильно удлинённых форм, представленных различными палочковидными неделимыми (фиг. 10). На фиг. 11 изображены смешанные формы частиц рудного золота.



Фиг. 4. Ромбо-декаэдрический кристалл золота, вытянутый вдоль одной из его четверных осей. Гора Благодат, Урал. Weisbach 1858.



Фиг. 5. Двойник золота по шпинелеву закону. Урал. По Кокшарову.

до весьма крупных, весом доходящих до нескольких десятков килограммов. Форма золотых самородков самая разнообразная причем многие из них имеют ноздреватое сложение. Самородки из элювиальных россыпей характеризуются угловатой формой и сравнительно мало окатаны, в то время как золото из аллювиальных россыпей обычно имеет сильно окатанную форму (фиг. 13). Благодаря чрезвычайной мягкости золото легко подвергается деформации, причем все следы срастания слагающих его индивидов исчезают. Повидимому, таково строение многих больших самородков.

Кроме кристаллического золота существует в природе и, вероятно, в значительных количествах коллоидальное золото, для которого наиболее обычными являются конкреционные образования, нередко имеющие форму ясно выраженных шариков.

Спайность у золота отсутствует. Излом характерный крючковатый. Уд. вес меняется в зависимости от содержащихся в золоте примесей и колеблется в пределах от 12,5 до 19,3. Тв. от 2,5 до 3. Цвет желтый и, в зависимости от содержания серебра, более светлый. Золото чрезвычайно ковко и тягуче, так что может быть вытянуто в тончайшие нити или листочки. Блеск его типичный металлический. Оно вообще не прозрачно, но в тончайших листочках просвечивает голубым или зеленым цветом. Температура плавления от 1065° до 1421° . Электропроводность весьма высокая.

Химические свойства. Обычно в природе золото никогда не встречается в химически чистом виде, а всегда содержит в себе примесь серебра, количество которого иногда доходит до 50%. Богатое серебром золото выделяют в особый минеральный вид — электрум.

Кроме серебра в золоте встречаются в виде примеси: Fe (до 2%), Cu (до 1,5%), Pd, Ir, Bi и другие более случайные примеси.

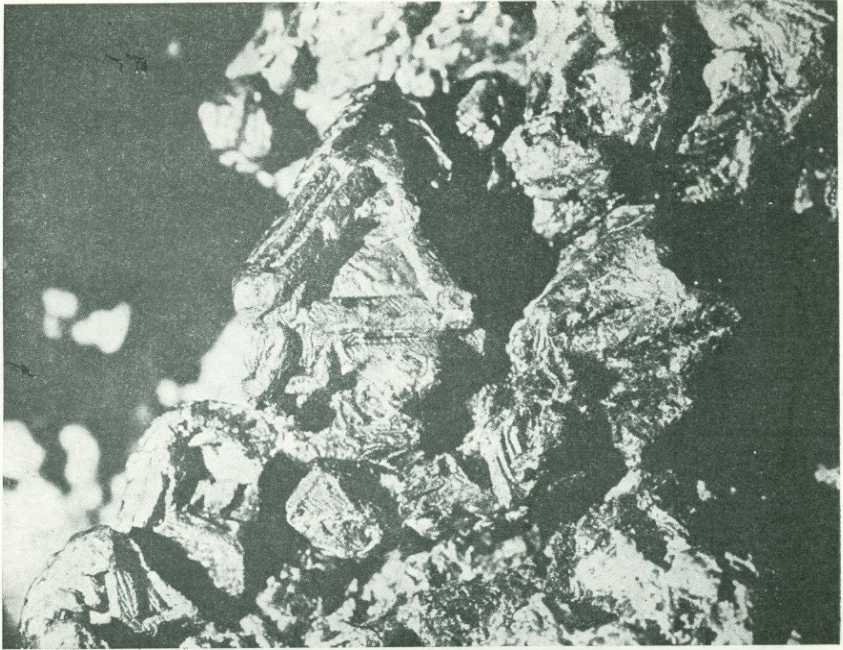
П. п. тр. плавится. В расплавленном состоянии имеет голубовато-зеленый цвет; при затверждении сильно сжимается. Легко возгоняется в разреженном пространстве.

Нерастворимо ни в HCl, ни в HNO₃, но легко растворяется в царской водке или смесях, выделяющих хлор и бром, например, в хлорной и бромной воде, причем получается сначала хлорное золото AuCl₃, затем (в присутствии HCl) — золотохлористоводородная кислота — HAuCl₄, дающая соли — хлораураты оранжево-желтого цвета.

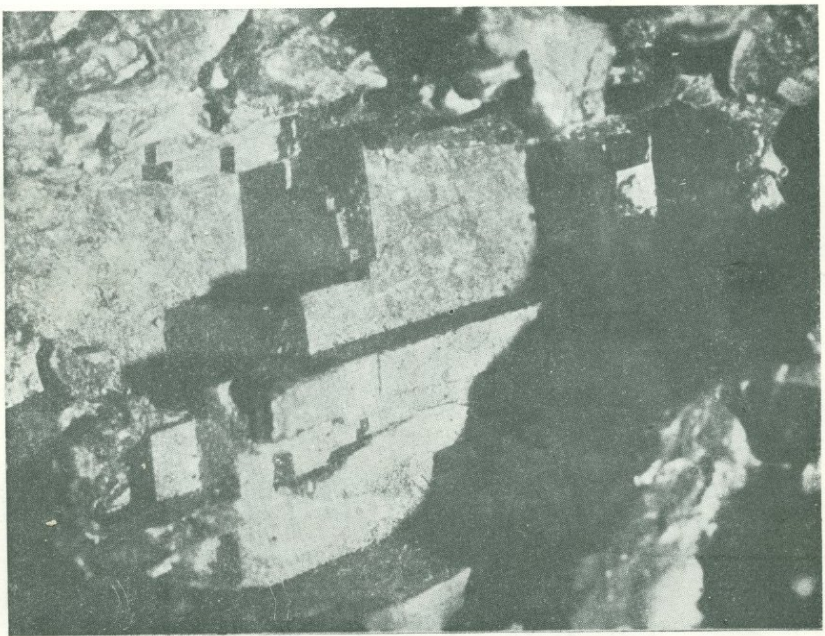
В отношении внутреннего строения частиц золота можно отметить, что чаще всего они имеют массивный вид и иногда обладают пористо-ноздреватым, порой чрезвычайно тонким, строением. Скелетообразные срастания золота, развиваясь в одной плоскости, нередко дают дендриты (фиг. 12).

Размеры частиц золота могут быть самые различные, но чаще золото встречается в виде микроскопически мелких зерен. Хэт, исследуя золото пиритов, нашел, что частицы золота редко были больше 0,077 мм.

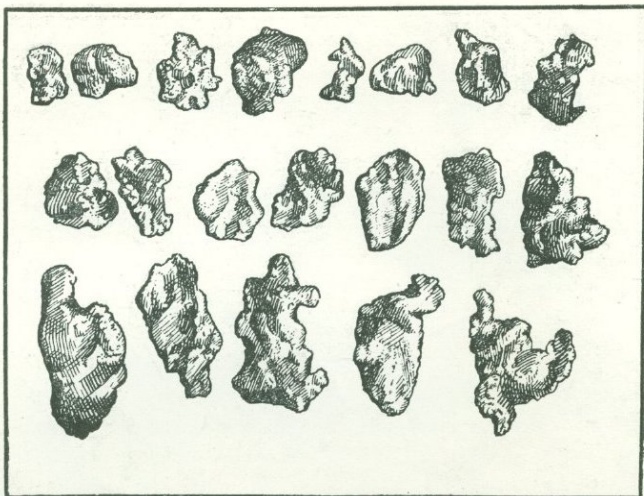
В россыпях золото иногда встречается в виде так называемых самородков от очень мелких



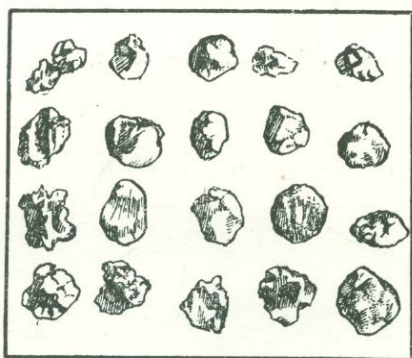
Фиг. 6. Скелетные октаэдры.



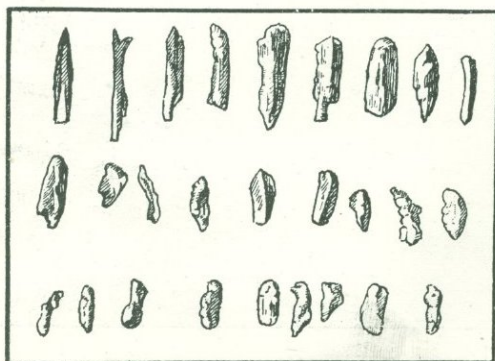
Фиг. 7. Отпечаток ромбоэдра кальцита. Самородок весом 453.7 г из окрестностей г. Свердловска.



Фиг. 8. Тип плоскостных частиц рудного золота с неровной бугорчатой поверхностью. По И. Н. Плаксину.



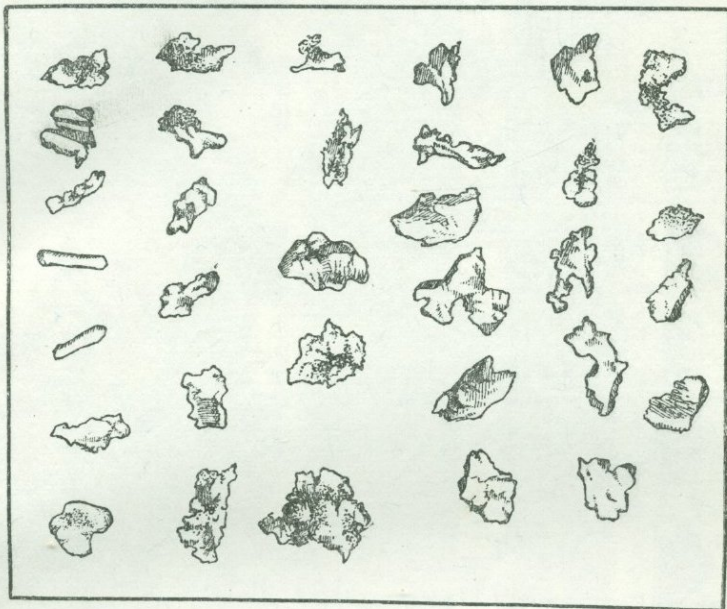
Фиг. 9. Тип сфероидальных частиц рудного золота. По И. Н. Плаксину.



Фиг. 10. Тип вытянутых (палочковидных) частиц рудного золота. По И. Н. Плаксину.

Растворы некоторых солей щелочных металлов, например KCN, растворяют золото, на чем основан технический способ извлечения золота из руд: амальгамация, хлорирование и цианирование.

Вода и кислород воздуха ни при каких температурах не оказывают на золото никакого действия. С серой золото соединяется, но не непосредственно при сплавлении с нею, а в случае, если сера находится в виде высших сернистых соединений. Го-



Фиг. 11. Различные формы частиц рудного золота. По И. Н. Пласкину.

рячие многосернистые щелочи растворяют металлическое золото, образуя сульфосоли. Известно также сернистое золото Au_2S_3 , которое получается осаждением при действии H_2S на раствор $AuCl_3$. Оно растворимо в сернистых щелочах (K_2S) с образованием той же сульфосоли: KS_2Au .

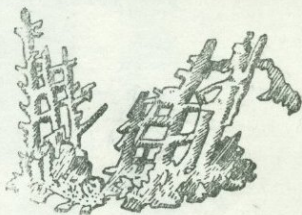
Минералогия. Золото в отраженном свете изотропно, желтоватого цвета. Со ртутью дает белую амальгаму. HNO_3 и HCl не действуют. От KCN медленно чернеет с образованием шероховатой поверхности от растворения. $FeCl_3$, $HgCl_2$ и KOH не действуют. $KCN + CaF_2$ выявляет структуру. От смеси $HCl + CrO_3$ или царская водка $+ CrO_3$ выявляется структура агрегата.

Главнейшими диагностическими признаками золота являются: его светлорозовато-желтый цвет, малая твердость (легко режется ножом), большая ковкость, уд. вес и неспособность окисляться на воздухе.

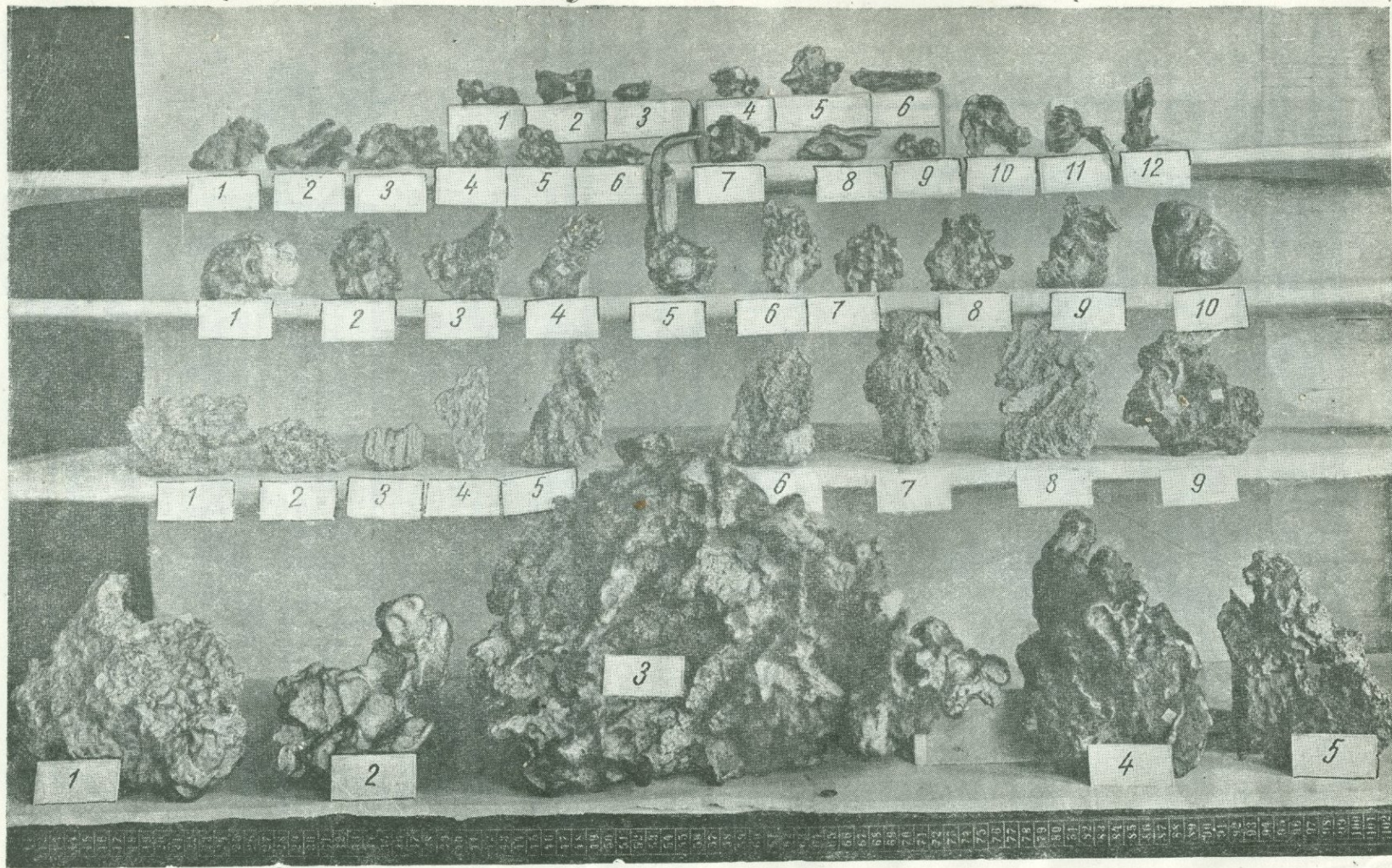
По внешнему виду золото в мелких вкраплениях легче всего смешать с халькопиритом, миллеритом, пиритом и медью. От них оно отличается меньшей твердостью и отсутствием побежалости. Оно желтее пирита, но светлее халькопирита и миллерита. Золото обладает ковкостью и дает блестящую царшину. В полированных шлифах под микроскопом в мельчайших зернах в кварце золото легко отличается от халькопирита по реакции с азотнокислым серебром, от которого оно, в противоположность халькопириту, не чернеет.

Искусственное получение кристаллов золота. Кульману (Kuhlmann) в 1861 г. удалось получить пластинки золота медленными реакциями через перепонки. В 1863 г. Л. Кноффл (Knoffl) получил кристаллы золота до 6 мм в длину при медленном нагревании золотой амальгамы при t 80°.

В дальнейшем ряду исследователей удавалось получать золото в кристаллическом или нитеобразном состоянии восстановлением теллуристого золота водородом; продолжительным действием раствора хлористого золота на галенит; сплавлением золота с пиросернистым натром; длительным нагреванием до 250° со слабыми водными



Фиг. 12. Золото в форме дендрита.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 2 3 4 5

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102

Фиг. 13. Самородки золота из различных месторождений СССР.

І ряд сверху (слева направо):

1 — Березовское месторождение на Урале; 2 — оттуда же; 3 — оттуда же; 4 — оттуда же; 5 — район Верхнейвинского завода на Урале; 6 — Березовское месторождение на Урале.

ІІ ряд:

1 — Успенский прииск на Южном Урале; 2 — оттуда же; 3 — из песков по р. Березовая на Урале; 4 — из окрестностей г. Свердловска; 5 — оттуда же; 6 — оттуда же; 7 — Березовское месторождение, вес 269 г; 8 — толстопроволочное золото из Петро-Михайловской шахты (около Березовска) на Урале, вес 248 г; 9 — оттуда же; 10 — из окрестностей г. Свердловска, вес 328 г; 11 — оригинальной формы самородок из россыпей Мурзинского прииска на Южном Урале, вес 452 г; 12 — из россыпей Николаевского прииска (Гороблагодатский район на Урале).

ІІІ ряд:

1 — из окрестностей г. Свердловска; 2 — из Петро-Михайловской шахты (Березовское месторождение на Урале), вес 350 г; 3 — оттуда же, вес 308 г; 4 — из окрестностей г. Свердловска, вес 335 г; 5 — оттуда же толстопроволочное золото, вес 731 г; 6 — оттуда же, вес 645 г; 7 — оттуда же, вес 383 г; 8 — оттуда же, вес 452 г; 9 — оттуда же, вес 328 г; 10 — из провинции Патаз (Перу, Ю. Америка).

ІV ряд:

1 — из окрестностей г. Свердловска, вес 1 кг 449 г; 2 — из россыпей Царево-Александровского прииска (Миасский район на Южном Урале), вес 354 г; 3 — оттуда же, вес 478 г; 4 — из россыпей Бразилии (Ю. Америка); 5 — из россыпей Царево-Александровского прииска (Миасский район), вес 1 кг 49 г; 6 — оттуда же, вес 529 г; 7 — из россыпей Нагорского прииска (окрестности г. Свердловска), вес 1 кг 574 г; 8 — самородок из окрестностей г. Свердловска, состоящий из вееровидно сросшихся пластинок, вес 623 г; 9 — из Петро-Михайловской шахты, вес 1 кг 152 г.

V ряд:

1 — из россыпей Царево-Александровского прииска (Миасский район), вес 4 кг 11 г; 2 — оттуда же, вес 6 кг 89 г; 3 — оттуда же (самый крупный самородок в СССР), вес около 36.04 кг; 4 — оттуда же, вес 10.08 кг; 5 — оттуда же, вес около 3 кг.

растворами, насыщенными угольным ангидридом; восстановлением из сернокислых растворов и т. д.

В общем золото искусственным путем можно получить: 1) осаждением его из растворов различными агентами, неорганическими и органическими, например: железным купоросом, перекисью водорода, сернистой кислотой, амиловым спиртом и т. п. Во всех этих случаях золото выпадает из растворов в различных видах: в кристаллах, дендритах, в порошковатом виде и т. д. и 2) электролизом.

2. ПОРПЕЦИТ (ПАЛЛАДИСТОЕ ЗОЛОТО) — PORPEZITE

Au, Pd¹

Кристаллизуется в кубической сингонии. Наблюдается в кристаллах обычно в виде простых форм. Чаще встречается в неправильных губчатых массах, пленках, пластинках, а также шаровых конкрециях. Спайность отсутствует. Тв. около 3. Уд. вес 15.73. Блеск металлический. По цвету почти не отличим от золота, но на поверхности его часто наблюдаются оттенки сероватого, а иногда и бронзового цвета. Иногда имеет серебрино-белый цвет и тогда трудно отличим от платины. Черта металлически блестящая. Ковок. Излом неровный, крючковатый.

Химический состав. Представляет твердый раствор палладия с золотом. П. п. тр. плавится. В HCl и HNO₃ не растворяется, но растворяется в царской водке, хлорной и бромной воде и вообще в растворителях, содержащих свободные галоиды.

Дает обычные реакции на Au. При действии Hg (CN)₂ на раствор минерала в азотной кислоте выпадает белый студенистый осадок цианистого палладия. При действии на тот же раствор KJ выпадает черный осадок. Действием NH₄Cl выделяются характерные иглы оранжевого цвета двойной соли палладия.

В зоне окисления происходит отделение золота от палладия, так как при выветривании порпецита палладий окисляется до PdO (палладит).

3. РОДИТ (РОДИСТОЕ ЗОЛОТО) — RODITE

Au, Rh²

Сингония не известна. Кристаллы до сих пор не наблюдались. Твердость родита не изучена. Уд. вес 15.5—16.8. Цвет светложелтый. Хрупок.

Химический состав. Представляет твердый раствор Rh с Au. Родит из Закавказья по анализу Г. П. Черника содержит 11.6% Rh и 88.4% Au. Исследование искусственных сплавов показало, что Au смешивается с родитом во всех пропорциях.

В царской водке почти не растворим. Только при очень большом ее количестве в продолжении нескольких дней получается раствор светложелтого цвета.²

4. ВИСМУТИСТОЕ ЗОЛОТО (ВИСМУТ-АУРИТ) — BISMUTH GOLD

Au, Bi³

Висмут-аурит в кристаллах не известен. Обычно — в пластинчатых агрегатах, очень схожих с пластинками самородного золота. Тв. 2—3. Уд. вес 12.44—12.90. Подобно палладию имеет цвет стальносерый до белого.

Химический состав. Представляет твердый раствор Bi и Au при содержании Bi до 4%. Сплавленный дает хрупкий королек с поверхности желтый и красновато-серый внутри. В кислотах не растворим, но растворяется в царской водке.

Часто не отличим от самородного золота.

По последним исследованиям золото, богатое висмутом, представляет тончайшую механическую смесь висмута с золотом.

5. МЕДИСТОЕ ЗОЛОТО — COPPER GOLD

Au, Cu⁴

Медистое золото по своим свойствам повторяет основные свойства самородного золота, от которого оно по наружному виду не отличимо. Кристаллизуется в кубической сингонии и подобно золоту также встречается и в кристаллах.

¹ Впервые установлено Коутосом в 1798 г. Название дано Фребелем в 1845 г.

² Дель-Рио в 1825 г. впервые обнаружил золото, в котором содержалось Rh34—43% и Au 45%. Адам в 1869 г. дал название минералу.

³ Образцы родистого золота с Урала, по данным акад. В. И. Вернадского, являются скорее сростанием золота с осмистым иридием, а может даже пластинками осмистого иридия, покрытыми золотом.

⁴ Открыт в 1847 г. Шепардом.

Характер агрегатов тот же, что и у золота. Тв. 2—3, уд. вес — 15.2. Цвет с ясным красно-медным оттенком. Ковко. Излом крючковатый. Спайности нет.

Химический состав. Отвечает твердому раствору.

При 18% Cu кристаллы (Au, Cu) являются однородными. По исследованиям Н. С. Курнакова и С. Ф. Жемчужного золото и медь вначале дают сплавы во всех пропорциях.

При понижении температуры твердые растворы с большим содержанием меди распадаются по кривым *PQR* и *TON* (фиг. 14) на два химических соединения Cu_3Au и $CuAu$, которые способны к образованию твердых растворов с медью и золотом.

П. п. тр. медистое золото плавится. Дает отчетливую реакцию на медь.

6. ПЛАТИНИСТОЕ ЗОЛОТО — PLATINUM GOLD

Au, Pt

Физические свойства этой разновидности почти не изучены. Уд. вес 19.53.

П. п. тр. плавится с трудом.

Следует указать, что известны случаи находок сростаний золота с самородной платиной (россыпи Урала и Кузнецкого Алатау).

7. ИРИДИСТОЕ ЗОЛОТО — IRIDIUM GOLD

Au, Ir

Подобно платинистому золоту окончательно еще не изучено как минеральный вид. Уд. вес — 21.69.

Химический состав. Представляет твердый раствор Au с Ir. П. п. тр. не плавится.

Условия нахождения в природе минералов группы самородного золота

Самородное золото встречается в самых различных генетических типах рудных месторождений и в парагенезисе с различными ассоциациями минералов.

1) Самородное золото в ничтожных количествах встречается в изверженных горных породах и пегматитах. Как показывают детальные исследования, оно в этих породах выделяется в позднейшие фазы, будучи приурочено по времени образования к гидротермальной фазе минералообразования, вместе с сульфидами (пиритом, халькопиритом, пирротиниом и др.).

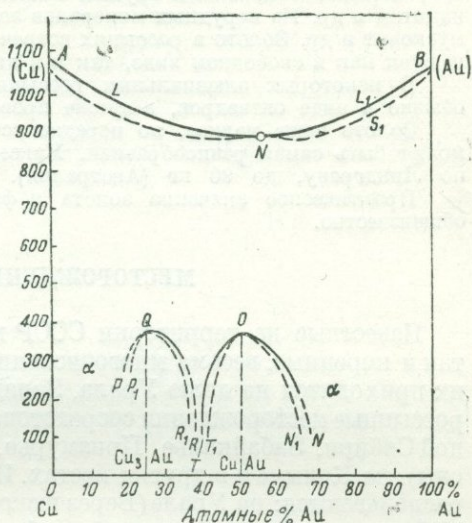
2) Иногда золото в самородном виде содержится в контактово-метасоматических месторождениях, где оно также выделяется в гидротермальную фазу оруденения. В контактово-метасоматических месторождениях встречаются также порпекцит, медистое золото и платинистое золото.

3) Наибольшая масса его распространена в типичных гидротермальных месторождениях, генетически связанных с кислыми, редко с щелочными и основными магмами. Оно встречается в различных генетических типах: гипо-мезо- и эпитептермальных месторождениях. Характерно, что оно выделяется обычно в самые последние фазы минерализации.

Наиболее самородное золото парагенетически бывает связано с кварцем и сульфидами: арсенопиритом, пиритом, блеклыми рудами, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, иногда с теллуридами золота и серебра, антимонитом, шеелитом и др. Из нерудных минералов в ассоциации с самородным золотом встречаются: турмалин, барит, карбонаты и др.

В жильных гидротермальных месторождениях золота встречаются и его разновидности: висмутистое золото (Шилово-Исетское месторождение на Урале) и медистое золото (Карабаш на Урале).

4) Как новообразование, самородное золото иногда встречается в зонах окисления сульфидных месторождений в ассоциации с лимонитом, ярозитом, азуритом, купритом, висмутовой, сурьмяной и свинцовой охрами и др.



Фиг. 14. Термическая диаграмма системы золото — медь. По Н. С. Курнакову.

Весьма интересным с минералогической точки зрения является коллоидное состояние золота, наблюдающееся в отдельных случаях в железных шляпах сульфидных месторождений. Подобные интересные разности коллоидного золота встречаются в железных шляпах ряда месторождений Казахстана.

5) Чрезвычайно широко распространены россыпные месторождения золота. В них также встречаются и его разновидности: порпечит, родит, медистое, платинистое и придистое золото. Золото в россыпях встречается со следующими рудными минералами: чаще всего с магнетитом, реже с касситеритом, вольфрамитом, шеелитом, изредка минералами группы платины, хромитом, гематитом, ильменитом, монацитом и др. Из нерудных минералов золото сопровождают кварц, гранат, циркон, мусковит и др. Золото в россыпях встречается чаще в виде мелких зерен, пластинок, чешуек как в свободном виде, так и в виде включений, обычно в кварце.

В некоторых элювиальных россыпях встречается и кристаллическое золото, обычно в виде октаэдров, а также провололочные формы и дендриты.

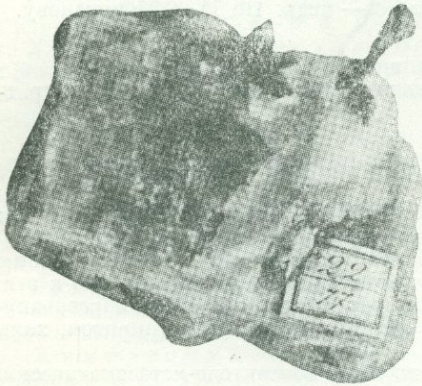
Золото чаще мелкое, но нередко встречаются и самородки, величина которых может быть самая разнообразная. Максимальный вес золотых самородков доходил, по Линдгрену, до 90 кг (Австралия).

Практическое значение золота в финансовом хозяйстве, обиходе и технике общеизвестно.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА СССР

Известные на территории СССР месторождения золота, как россыпные, так и коренные, весьма многочисленны (см. карту). Наибольшее количество их приходится на долю Урала, Западной и Восточной Сибири. Крупнейшие россыпные месторождения сосредоточены преимущественно в Сибири: в Западной Сибири, Забайкалье, Приамурье, в Якутии (Ленский и Алданский районы), на Колыме и в других местах. Из коренных месторождений главнейшие располагаются: на Урале (Березовское, Кочкарское), в Казахстане (Степняк, Майкаин и др.), в Западной Сибири (Знаменитое, Коммунар, Ольховка,

Берикуль и др.), в Енисейской тайге (Советское и др.), в Забайкалье (Балейское, Дарасунское, Дмитриевское и др.) и в других местах Союза.



Фиг. 15. Золото ветвистое в кварце. Воицкий рудник, Карелия. Коллекция Ленинградского горного музея.

Карелия и Кольский полуостров

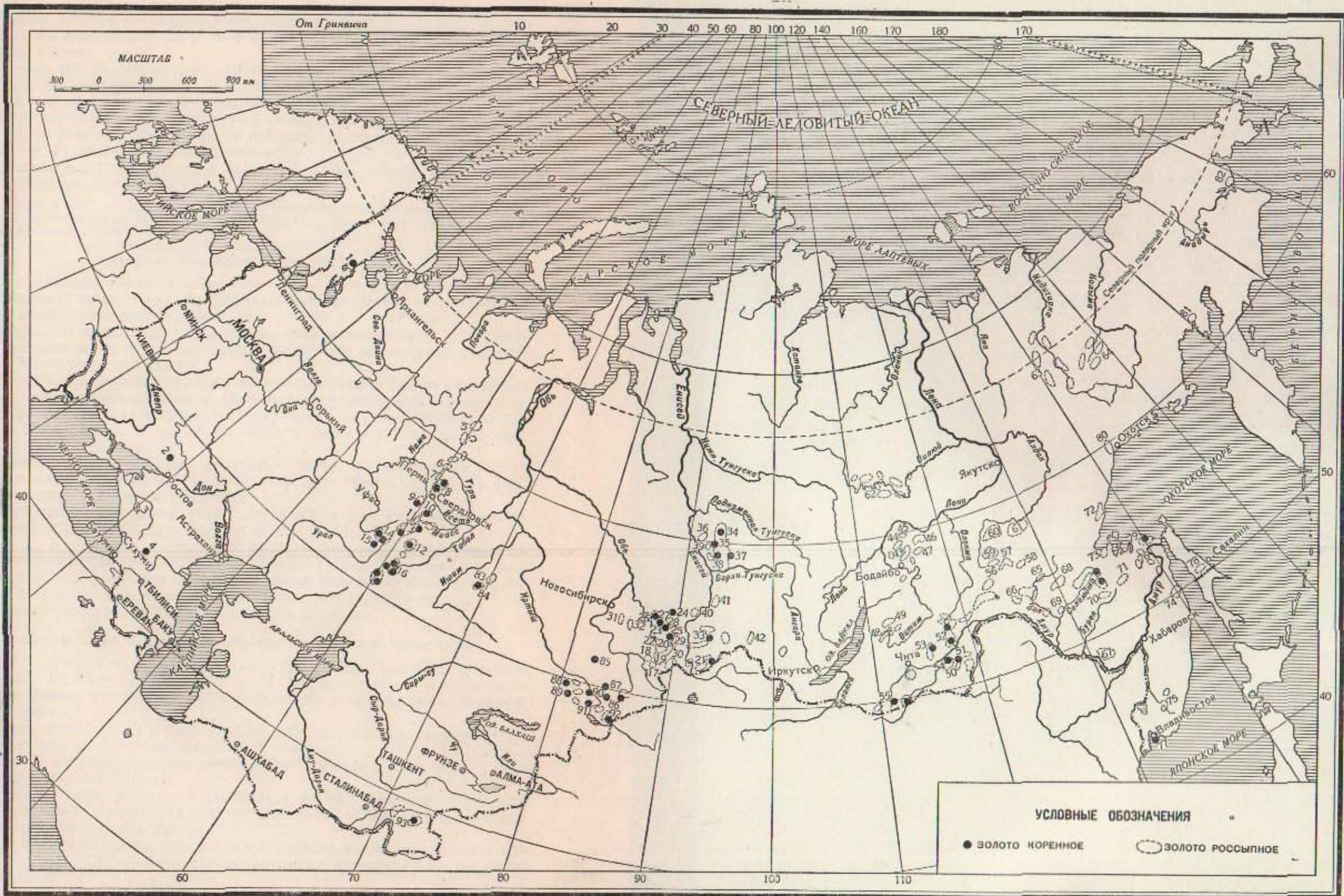
В пределах Карелии золото было известно в Воицком руднике близ дер. Надвоицы у устья р. Выг.

Месторождение было открыто еще в середине XVIII в. и разрабатывалось с 1745 по 1784 гг. Оно представлено кварцевой жилой мощностью в 1,5—2,0 м, залегающей в тальковом-кварцитовых сланцах. Минералогический состав жилы: кварц, кальцит, бурый шпат, борнит, молибденит, шеелит.

Кварц светлый, не охристый. Решительное преобладание медных минералов в руде приближает данное месторождение к медно-золотым.

Золото часто встречалось в ветвистых формах (фиг. 15). В жиле были найдены значительные самородки золота до 400 г весом, губчатого строения. В древовидных формах наблюдались отдельные кристаллы с гранями куба, реже октаэдра.

По старым данным, золото встречалось и в некоторых других жилах по р. Выгу. В Медвежьегорском (б. Повенецком) районе, по данным Ренованца, золото находили в медном руднике («Надежда»); признаки его были также констатированы в медных рудниках у Пергубы (Вороноборское месторождение и некоторые другие).



Карта месторождений золота СССР.

УКАЗАТЕЛЬ К КАРТЕ КОРЕННЫХ И РОССЫННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА СССР

I. Карелия

1. Воицкое месторождение (кор.).

II. Украина

2. Месторождение Наголь, прыжа (кор.).

III. Кавказ

3. Лабишское месторождение золотоносных конгломератов.
4. Месторождение Арси-Ком (кор.).

IV. Урал

5. Сосвинский район (росс.).
6. Турьинский район (росс. и кор.).
7. Невьянский район (кор. и росс.).
8. Березовско-Благодатный район (Березовск — кор. и росс.).
9. Сысертьский район (кор. и росс.).
10. Кыштымский район (м-ние Соймочинской долины кор. и росс.).
11. Миассский район (росс.) и Ново-Андреевское м-ние (кор.).
12. Кочкарск, район (Кочнарь-кор. и росс.).
13. Вознесенский и Миндидский районы (кор. и росс.).
14. Тогувакский и Гумбейский районы (кор. и росс.).
15. Тавалык-Байманск, район (кор. и росс.).
16. Дзетыгаринский район (Дзетыгара, Ак-карга и Кумак—росс.).

V. Западная Сибирь

- A. Горно-Шорская группа
17. Лебедский район (росс.).
18. Кондомский район (кор. и росс.).
19. Мрасский район (кор. и росс.).
- B. Томская группа
20. Балхашинский район (кор. и росс.).
21. Усинский район (кор. и росс.).
22. Терепинский район (кор. и росс.).
23. Тайтоповский район (кор. и росс.).
- B. Мартайгинская группа
24. Беркуловское месторождение (кор.).
25. Район Центральной рудинка (кор.).
26. Кельбесск, район (Ольгин, м-ние—кор.).
27. В. Кийский район (кор.).
- C. Хакасская группа
28. Саралинский район (кор. и росс.).
29. Чебаковский район («Знаменское» и «Коммунар» — кор.).
- D. Садырский прыж
30. Уйбатск, район (басс. р. Абагана—кор.).
31. Егорьевский район (кор. и росс.).
32. Салаирский район (кор. и росс.).
- E. Саяны
33. Кизыльский район и Артемовское (Ольховское) м-ние (кор.).

VI. В. Сибирь

- A. Енисейская тайга
34. Северо-Енисейский район (росс. и кор.).
35. Южно-Енисейский район (росс. и кор.).
36. Советское месторождение (кор.).
37. Ковымо-Демьяновское м-ние (кор.).
38. Герасимо-Федоровское м-ние (кор.).
39. Лятинское месторождение (кор.).
40. Красноярский район (росс.).
41. Капский район (росс.).
42. Бирюлинский район (росс.).

B. Дюкский золотоносный район

43. Бодайбинский район (росс.).
44. Район р. Ныргы (росс.).
45. Район р. Хомолхо (росс.).
46. Платомский район (росс.).
47. Жуковский район (росс.).

B. Забайкалье

48. Витиманский район (росс.).
49. Цыпинанский район (росс.).
50. Уидинский район (росс.).
51. Дзхтриевское и Амурское м-ние (р. Кара — кор.).
52. Илинское месторождение (кор.).
53. Дарасунское месторождение (кор.).
54. Бальейское месторождение (кор.).
55. Бальджиканское месторождение (кор.).

VII. Якутия

56. Верхне-Оленгинский район (росс.).
57. Верхне-Тимтогонский район (росс.).
58. Сутамский район (росс.).
59. Верхне-Алданский район (росс.).
60. Алданский район (росс.).
61. Нижне-Тимтогонский район (росс.).*
62. Вилюйский район (росс.).
63. Индигирский район (росс.).
64. Колымский район (росс.).

VIII. Дальний Восток

A. Приамурье

65. Зейский район (росс.).
66. Верхне-Амурский район (росс.).
67. Хинганский район (росс.).
68. Ульино-Бомский район (росс.).
69. Селемджинский район (росс.).
70. Ниманский район (росс.).

B. Приморье

71. Амгуно-Кербинский район (росс.).
72. Район р. Лантара (росс.).
73. Район р. Уды (росс.).
74. Район р. Туминна (росс.).
75. Район р. Имага (росс.).
76. Район оз. Орель (росс.).
77. О-в Аскольд (кор.).
78. О-в Сахалин (росс.).
79. Охотский район (Белая гора — кор. и росс.).
80. Район г. Охотска (росс.).
81. Гижигинский район (росс.).
82. Чудотский район (росс.).

IX. Казахстан и Алтай

83. Кокчетавский район (росс.).
84. Груша Стенник (кор.).
- 84а. Майканинская группа.

Гр. полиметал. месторождений

85. Зменогорское (кор.).
86. Зыряновское (кор.).
87. Ридерское (кор.).
- 88—91. Западная и Восточная группы м-ний Калбинского хребта (кор.).
92. Район Тельцкого вьера (росс. и кор.).

X. Ср. Азия

93. Группа Саук-сай и др. (кор. и росс.).

Бедные золотом россыпные месторождения известны в районе рек Северного и Южного Выга и по р. Кочкме, где золото встречено в форме очень мелких чешуек.

В пределах Кольского п-ова промышленных месторождений золота не имеется, хотя содержание его констатировано в пирротиновых месторождениях Хибин и сульфидных рудах Монче-тундры.

Коренное золото было встречено к З от озера Имандра в кварцевой жиле, а А. А. Полкановым обнаружено на побережье Мотовского залива и в верховьях р. Туломы в пирито-баритовой жиле.

Россыпное золото находили в послеледниковых песках по р. Поною и в других местах.

[Бутенев, 1837; А. А. Иностранцев, 1877; Кованько, 1892; Ячевский, 1894; Майер, 1907; В. И. Вернадский, 1914; Ю. М. Балт, 1933; Е. А. Салье, 1933; Советская золотопромышленность, 1934].

Северо-восток Европейской части СССР

По указанию Рязанова, кварцевые жилы, содержащие, повидимому, золотоносный пирит, были обнаружены в бассейне Печоры по р. Оч-Парме среди метаморфических сланцев.

На р. Ухте признаки золота в породах были установлены И. И. Гинзбургом при разведке на нефть. Золотые промыслы были известны еще в старину по р. Вые в Онежском районе.

В 1922 г. признаки золота были установлены в Южном Тимане в верховьях р. Пот, левого притока Нившера. По данным, опубликованным Селезневым, в б. Архангельской губернии золото встречалось по рекам: Шугору, Волосовке, Ильчу, Унье, Печоре, Ярге, Ляге, а также в бассейне р. Вишеры, по рр. Зюлоб и Нившере.

В районе Ильча (верховье рр. Ярга — Ляга), по сведениям Белоусова и Милорадовича, встречались даже коренные месторождения золота, а в россыпях находились самородки.

По данным Макиеровского (1851), россыпное золото наблюдалось также по ключам Сити и Савкону, впадающим в р. Н. Шоу.

По Д. В. Соколову (1825), в б. Вятской губернии бедное россыпное золото наблюдалось близ Холуницкого завода. Гурьев описывает очень мелкое золото около дер. Мыз Нолинского района Кировской области, а также очень бедные россыпи в окрестностях Камско-Воткинского завода.

Еремин упоминает о следах золота близ Малмыжа.

Центральные и западные области Европейской части СССР

В Московской области, по данным Лури (1904), была сделана заявка на золото на Лосином острове по р. Москве и в овраге у станции Икша (линии Москва—Савелово) в очень бедных ледниковых россыпях Дмитровского района.

Очень бедные золотоносные россыпи известны также в песчаных отложениях близ г. Гороховца Ивановской области.

Еще П. Паллас упоминает бедное золото в песках р. Оки, около г. Муром Горьковской области.

Имеются также указания о нахождении золота в Калининской области, при впадении р. Холохольни в Волгу. Любарский упоминает о присутствии золота в Осташковском районе.

По данным Кованько, Самойлова и Ячевского, золото содержится в серном колчедане Боровичского каменноугольного месторождения, совместно с серебром.

[П. Паллас, 1773; Д. Соколов, 1825; Гурьев, 1832; Макиеровский, 1851; Лури, 1904; В. И. Вернадский, 1914; Селезнев, 1930; Советская золотопромышленность, 1934.]

Украина

На Украине золото известно в коренных месторождениях Нагольного кряжа Донецкой области. О его присутствии здесь впервые упоминается в 1895 г. в работах Ф. Чернышева и Г. Романовского, но детальная минералогия этого месторождения дана Я. Самойловым. По данным последнего, золото здесь встречается в месторождении на «Остром бугре».

Золото приурочено к кварцевым жилам, секущим каменноугольные породы. Кроме золота в них содержатся хорошо образованные кристаллы пирита, арсенопирит, изредка сфалерит, галенит, бурнонит, анкерит, широзит и бурый железняк.

Золото преимущественно связано с пиритом, на котором иногда наблюдаются небольшие гроздевидные сростки его, или же пирит находится в виде мелких включений в массе золота. Псевдоморфозы бурого железняка по пириту содержат иногда до 13% Au.

Помимо этого, самородное золото в виде мелких зерен находится как в самом кварце, так и в анкерите. В последнем случае оно включено не непосредственно в анкерит, а в кварц, который уже позднее был покрыт анкеритом. В незначительном количестве содержание золота обнаружено в галените (0.0004—0.0006%) и сфалерите (следы).

Золото «Острого бугра» обычно имеет листоватую, пластинчатую, дендритовую форму, с довольно сложным узором, но встречается и в виде сравнительно хорошо образованных кристаллов.

П. В. Еремеевым описаны кристаллы рудного золота из Нагольного кряжа (б. рудник Глебова). В одном из штуфов кварца на стенке пустоты находился выросший кристалл золота пластинчатой формы до 1.5 мм в поперечнике. Последний характеризовался развитием двух параллельных плоскостей октаэдра, лежащих в двойниковом между собой положении, при отсутствии входящих углов. При слабом увеличении на плоскостях (100) ясно наблюдалась двойниковая штриховатость, параллельная ребрам октаэдра и характеризующая полисинтетическое двойниковое сложение тончайших неделимых золота.

Во втором штуфе кварца наблюдался октаэдрический кристалл, в котором две противоположные плоскости октаэдра (111) и (111) были очень слабо развиты, другие же две (в верхней части кристалла) преобладали над первыми, вследствие чего кристалл по первому впечатлению казался тетраэдрическим.

По А. В. Самойлову, господствующей формой кристаллов золота Нагольного кряжа является октаэдр, и лишь один кристалл (коллекция Московского гос. университета) представлял комбинацию куба с октаэдром.

По цвету золото «Острого бугра» встречается двух оттенков: более светлого и более темного. Уд. вес его 16.90. Химический анализ дает Au — 85.21, Ag — 14.71%, Σ 99.92%. Обнаружены следы Fe.

Приведенное процентное содержание Au и Ag в самородном золоте «Острого бугра» отвечает приблизительно формуле Au₂Ag.

Самородное золото наблюдается в верхних поверхностных частях жил. С глубиною знаки золота становятся реже, но, как показали анализы И. Шредера, содержание золота в оруденелой колчеданной массе повышается. В общем же золото распределено в жилах неравномерно.

Далее, по непроверенным данным А. Мевюса, известны были случаи нахождения самородного золота в мелком конгломерате на р. Несветае. Согласно И. Морозевичу, самородное золото было встречено в районе г. Мариуполя в дайках мончикита и комптонита. Имеются также указания, согласно В. И. Вернадскому, о нахождении золота в б. Полтавской губернии, напр. в Хорольском районе.

[Иваницкий, 1833; А. Мевуис, 1873; П. В. Еремеев, 1895; Г. Романовский, 1895; И. Морозевич, 1903; Я. В. Самойлов, 1908; В. И. Вернадский, 1914.]

Кавказ

На Северном Кавказе золото известно в бассейне р. Лабы, где оно встречается в красных конгломератах, занимающих огромную площадь. Генезис этих конгломератов и их золотоносность далеко еще не выяснены. Конгломераты состоят из небольших валунов, галек и песчинок самой разнообразной величины, цементированных известковым и известково-глинисто-железистым веществом. Золото сосредоточено в цементной массе, отсутствуя совершенно в гальках. Впервые присутствие россышного золота установлено было в 1929—1930 гг. в аллювиально-делювиальных отложениях некоторых рек в системе р. Б. Лаба.

Коренное месторождение золота и мышьяка известно в Куртатинском ущелье. Здесь близ балки Арси-ком в кварцевых жилах были встречены: пирит, пирротин, халькопирит, арсенипирит, галенит, сфалерит и брукит. Золото здесь было обнаружено Чижевским в 1917 г.

Россышное золото было известно в долине Терека, по р. Уруху, а в последнее время оно установлено в целом ряде рек. Встречаются даже самородки до 200—300 г весом. В Грузии золото, преимущественно россышное, известно в бассейне р. Куры и ее притоков. В среднем и нижнем течении р. Дамблуд оно наблюдалось обычно в мелком виде, хотя встречались золотишки весом от 0.25 до 3.5 г. Золото констатировано также в Дамблудской полиметаллической руде, которая разрабатывалась еще в XVIII в.

В Казахском районе Азербайджанской ССР по р. Акстафе золото наблюдалось в кварцевых, реже в баритовых жилах с аметистом, галенитом, азуритом и пр. Оно встречалось и в разрушенных изверженных породах (сиените и порфире). Последние разведки установили золотоносность аллювиальных отложений в бассейне р. Машавер. Россышное золото обнаружено также по рр. Кара-су и Пинозаур; по последней оно сравнительно мало окатанное.

Помимо этого, признаки золота встречаются в Арагве, Норюс, Марткобис- и Сахценис-цхали, местности Ерцо, в долинах р. Тезами, по р. Алазани, в окрестностях с. Омало, в ущельях рр. Охота, Дид-хеви и Стори, в верховьях р. Норы, в окрестностях с. Тианеты и пр. По Симоновичу в области рр. Охота, Дид-хеви и Стори золото в небольшом количестве наблюдалось в виде чрезвычайно тонких чешуек.

Конюшевский сообщал (1921) о признаках золота в золотоносных прожилках, залегающих в кварцитах р. Стори.

Марголиус описывал делювиальные и аллювиальные россыши в верховьях р. Глданки и р. Тезами, где местами золото находилось в пылевидном состоянии и потому было трудно уловимо.

Более богатое золото известно в бассейне рр. Ингура, Цхенис-цхали и Риона.

По данным инж. Гильева, известен случай нахождения золотого самородка близ дер. Ад в россыях, залегающих среди черных аспидных сланцев.

По Симоновичу, в аллювиальных россыях р. Ингура были встречены два самородка золота, в которых золото частью заключалось в виде зерен в кварце молочного цвета. Подобный же самородок наблюдался в долине р. Алазани.

Согласно Симоновичу, золото аллювиальных россыпей рр. Ингура и Цхенис-Цхали образовалось за счет разрушения кварцевых жил, причем наиболее благонадежным является район р. Ингура.

Эрнст сообщает о самородке золота, который был обнаружен в кварцевой жиле близ дер. Ушкули. Известно также коренное золото в местности Уквали. Далее, в бассейне р. Риона, на р. Устунис-цхали Г. Смирновым

было встречено золото в кварцевой жиле, содержащей прожилки пирита и галенита.

В С в а н е т и и недавно были найдены самородки весом от 108 до 495 г. Самородки же весом в 10—20 г попадались довольно часто.

В А д ж а р с к о й АССР, в бассейне р. Чорох, золото известно в нескольких пунктах, в частности по Кахаберской долине в окрестностях г. Батуми.

В долине р. Чороха вместе с золотом были встречены редкие его разновидности: порпецит и родит.

На основании геологоразведочных работ последних 5—6 лет выясняется, что Кавказ, повидимому, более богат золотом, чем это казалось прежде.

[С. Симонович, 1877; Н. М. Лебедев, 1898; Меллер и Денисов, 1900; А. Марголиус, 1903; Г. Смирнов, 1905; В. И. Вернадский, 1914; Г. Цулукидзе и Ш. Лежава, 1933.]

Урал

Урал является старейшим из золотопромышленных районов СССР и во второй половине XVIII в. и в первой половине XIX в. занимал первенствующее положение по добыче золота. Здесь находится ряд месторождений, которые, будучи открыты в середине или в конце XIX в., разрабатываются до сих пор. Таково, например, знаменитое Березовское месторождение, являющееся и в настоящее время одним из крупных золоторудных месторождений Союза.

В XIX в. главная масса золота на Урале добывалась из россыпей, из которых мировую известность приобрели россыпи района Березовка, Кочкаря и, в особенности, в бассейне р. Миасса, откуда были добыты крупнейшие самородки золота Союза.

По мере истощения богатых месторождений россышного золота, в конце XIX в. и особенно в начале XX в. на Урале постепенно росла эксплуатация коренных месторождений. В настоящее время по добыче рудного золота Урал продолжает занимать виднейшее место в ряду других золотоносных районов Союза.

Крупнейшие месторождения как рудного, так и россышного золота расположены преимущественно на восточном склоне Уральского хребта и частью на западном, вблизи от водораздела.

Почти все коренные месторождения золота Урала относятся к гидротермальному типу жильных месторождений различных формаций, из которых наиболее важными являются месторождения: 1) мышьяковистой формации, представленные кварцево-арсенопиритовыми золотоносными жилами (Кочкарь, Джетыгара), 2) медистой формации — медные золотоносные кварцевые жилы (Благодатные рудники), 3) сурьмянистой формации, представленные кварцево-сурьмянистыми золотоносными жилами (Арамашевское месторождение), 4) кварцево-пиритовые золотоносные жилы (Березовск) и наконец 5) кварцевые жилы, не содержащие сульфидов.

Все указанные типы Урала генетически связаны с интрузиями кислых магм гранитного или гранодиоритового типа. Особняком стоят месторождения золота Соймоновской долины, приуроченные к основным породам.

Россыпи на Урале протягиваются почти непрерывной полосой с С на Ю, начиная с полярного Урала в бассейне р. Сосьвы и кончая Южным Уралом. По содержанию золота и размерам уральские россыпи уступают сибирским. Размеры россыпей по протяжению на Урале измеряются десятками километров (рр. Салда, Тагил).

По времени своего образования уральские россыпи относятся к мезозойским, третичным и четвертичным образованиям и залегают как на изверженных, так и на осадочных породах, а также на метаморфических сланцах.

Кроме собственно золотых месторождений на Урале имеется довольно много месторождений типа колчеданных залежей, железные шляпы которых нередко составляют предмет добычи золота.

С минералогической точки зрения золото Урала представляет большой научный интерес как со стороны хорошо выраженных кристаллических форм золота отдельных месторождений (Березовский, Сысертский, Кочкарский районы), так и со стороны интереснейших ассоциаций золота с другими минералами, примером чего могут служить золоторудные месторождения Березовского района, Соймоновское (Карабашское) месторождение медистого золота, Мелентьевское полиметаллическое месторождение золота и пр.

При описании месторождений золота Урала вначале выделены наиболее крупные и интересные в минералогическом отношении коренные месторождения, после чего описаны россыпные с попутным указанием на встречающиеся вблизи них коренные месторождения, не попавшие в число месторождений первого раздела.

Коренные месторождения золота на Урале

1. Чувальское коренное месторождение золота находится на Северном Урале (по р. Вишере). По Штукенбергу золото обнаружено здесь в кварцевых жилах, залегающих в известняках в форме небольших зерен или листочков, иногда видимых невооруженным глазом. Вместе с золотом в жилах наблюдались вкрапления: галенита, сфалерита, халькопирита, пирита и блеклой медной руды. Кроме кварцевых жил золото констатировано и в самой толще тонкослоистого известняка черного цвета в виде мелких чешуек и листочков, так что золото представляет здесь целый золотоносный горизонт.

2. Месторождение Поповской сопки (бассейн р. Вишеры) по р. Б. Мартайке. Золотоносность связана с пиритизированными хлорито-серицитовыми сланцами, залегающими среди кварцитов, близ контакта последних с метаморфическими сланцами. Большое содержание золота наблюдается в зоне окисления в лимонитизированном пирите.

3. Месторождения 1-й Вагранской дачи (Серебрянское и Мысовское). В Мысовском месторождении золото встречается в маломощных кварцевых жилах, обычно располагающихся по периферии выходов кислых интрузий.

Серебрянское месторождение представлено маломощными кварцево-колчеданными жилками, залегающими в диорите, вблизи контакта его с гранитом. Золотоносными являются и боковые породы, которые сильно карбонитизированы, силицифицированы и пиритизированы.

4. Сухогорское месторождение (в 23 км к С от Павдинского завода). Золото заключено в мощной кварцевой жиле в граните, залегающем среди габбро. Содержание золота бедное. Вместе с золотом наблюдаются магнетит, пирит и халькопирит.

5. Богомоловское золото-мышьяковое месторождение (в 5 км к В от г. Красноуральска). Золото здесь преимущественно связано с арсенопиритом, кроме которого изредка встречаются пирит, халькопирит и сфалерит. Месторождение приурочено к плагиогранитам девонского возраста, залегающим среди эффузивной свиты, собранной в складки. Последняя местами изменена в хлоритовые и серицитовые сланцы.

6. Горно-Анатолевское месторождение (на р. Тагиле в 20 км к СВ от Нижне-Салдинского завода). Золото встречается в кварцевых жилах, залегающих в тальково-хлоритовых сланцах. С ним ассоциирует галенит, реже сфалерит и халькопирит.

7. Месторождение Долгий Мыс. Золото встречается в кварцевых жилах и прожилках, залегающих в каолинизированных, частично оталькованных и сильно рассланцованных породах, являющихся, повидимому, продуктами гидротермального изменения талько-хлоритовых сланцев. В участках, значительно насыщенных кварцевыми прожилками, вмещающие породы содержат золото. Оно наблюдается в ассоциации с пиритом, галенитом, халькопиритом. В зоне окисления наблюдается пироморфит и крокоит.

8. Середовинское месторождение представлено кварцевой жилой с простиранием 320° протяжением 1260 м, приурочено к тектонической зоне, секущей гранитоиды и зеленокаменную толщу, образовавшуюся за счет эффузивных и осадочных пород. Кварцевая жила залегает то в гранитоидах, то в зеленокаменной толще. Зеленокаменная толща представлена весьма разнообразным и сложным комплексом пород. Значительное развитие имеют скарпы. Падение жилы более или менее выдержано на ЮЗ под углом $85-90^\circ$. Местами падение переходит на СЗ под тем же углом.

Жила имеет четковидную форму с колебаниями в мощности от 0.02 до 1.8 м, в некоторых случаях наблюдаются только проводники.

Минерализация жилы неравномерна и выражена то сплошными выделениями, то редкой вкрапленностью сульфидов и несколько различная в зависимости от характера вмещающих пород. Минерализация представлена пиритом, халькопиритом, блеклой рудой, реже гематитом, борнитом и, как исключение, галенитом. Из вторичных — малахит, медная зелень, ковелин, бурый железняк. В последнее время обнаружен айкинит. Распределение золота неравномерное и находится в зависимости от распределения сульфидов. Видимое на глаз самородное золото встречено на 150 горизонте.

9. Кунаро-Шайдуринские месторождения представляют собою обширное рудное поле кварцевых золотоносных жил, распространенных на весьма значительной площади. Подавляющее большинство кварцевых жил имеет широтное простирание, согласно с направлением контакта Верхне-Исетского гранитного массива и с вулканогенной толщей. Только единичные месторождения имеют простирание близкое к меридиональному. Золотоносность этих двух типов различна: в то время как жилы широтного и близкого к нему простирания являются наиболее золотоносными, жилы меридионального и близкого к нему простирания являются менее золотоносными. В основном жилы залегают в порфиритах и только некоторые — на контакте с гранитами или в последних. В одном из месторождений на горизонте 30 м встречено оруденение вольфрамитом.

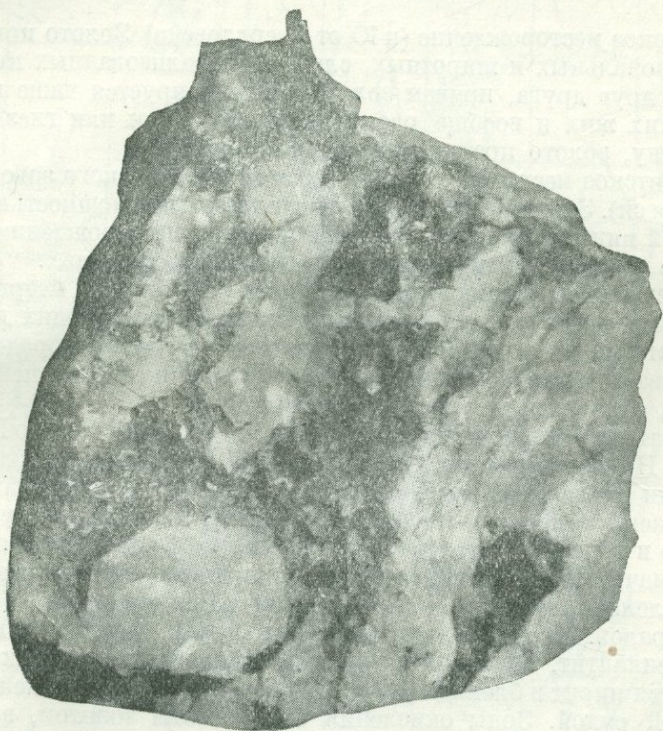
10. Коневские месторождения Кировградского (б. Невьянского) района. Золотоносность связана с кварцевыми жилами непостоянной мощности, залегающими среди порфиритов и гранитов. Порфириты около жил пропитаны золотом и обогащены пиритом. Распределение золота столбовое и кустовое. В первичной зоне минерализация выражена пиритом и реже галенитом и халькопиритом. Иногда золото наблюдается в проволочных и пластинчато-листоватых формах (фиг. 16).

11. Сусанинские месторождения (в районе Пётро-Каменского завода). Золото встречено в кварцевых слабо минерализованных жилах, залегающих в метаморфических сланцах и частью в самом граните. Распределение золота очень неравномерное.

12. Шамейское месторождение в районе Изумрудных копей (Свердловской области) представлено тонкими кварцевыми прожилками, которые залегают в талько-хлоритовых и хлорито-серицитовых сланцах согласно их сланцеватости. Сланцы располагаются среди выходов габбро-диоритовых пород. Золото содержится как в кварцевых прожилках, так и в самих сланцах. Местами боковые породы представлены березитизированными кварцевыми порфирами.

Кроме того, коренное золото известно в месторождении Крутой Лог в 6 км от Шамейского месторождения. Золотоносность здесь приурочена к мощной березитовой дайке.

13. Аятское месторождение (золото-сурьмяно-ртутное) в 75 км к С от Свердловска. Золото встречается в парагенезисе с антимонитом и кинноварью в кварцевых жилах, содержащих иногда также турмалин и апатит. Встречается оно частью в самородном виде, в ассоциации с пиритом, антимонитом и другими рудными минералами. Золото, повидимому, серебристое, хотя не исключена возможность связи серебра с антимонитом и другими рудными минералами.



Фиг. 16. Золото в пластинчато-листоватых формах в кварце (в левой части снимка). Невьянск, Урал. Коллекция Ленинградского горного музея.

14. Рефт-Покровское месторождение представляет собою мощную рассланцованную зону, прослеженную до 25 км при ширине 100 м, представленную хлоритовыми и в меньшей мере талько-хлоритовыми сланцами. Золотоносность в большей или меньшей степени приурочена ко всей ширине рассланцованной зоны, среди которой наблюдаются участки более золотосодержащие. Последние приурочены к зонам окремненных сланцев. Минерализация представлена пиритом.

15. Березогорское месторождение (в 4 км от ст. Хромпик ж. д. им. Л. М. Кагановича). Золото приурочено к кварцевым и кварцево-баритовым жилам, залегающим по сланцеватости в сильно рассланцованных кварцевых альбитофирах, превращенных в кварцево-серицитовые сланцы. Рудные минералы, кроме золота, представлены преимущественно пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом в количестве 1—1.5%, причем минерализованы не только жилы, но и их контакты. Золото распределено неравномер-

но, «столбами». В отношении золотоносности наибольшее значение имеет галенит.

16. Белостановское месторождение (в 2 км на ЮВ от дер. В. Макаровой, Свердловского района). Представлено свитой крутопадающих кварцевых жил, залегающих в гранодиоритах и частично в метаморфических сланцах. Кварц двух генераций: 1) сильно раздробленный, серого цвета, бедный золотом, и 2) темного цвета (от присутствия сульфидов) и более богатый золотом. Распределение золота в жилах неравномерное, столбовое. Золото концентрируется преимущественно в контактах жил с пиритизированными боковыми породами и отчасти в самых боковых породах. Обогащение верхней части месторождения зависит, по видимому, от наличия вторичного золота.

17. Шабровское месторождение (к Ю от Свердловска). Золото приурочено к свите меридиональных и широтных, слабо минерализованных кварцевых жил, секущих друг друга, причем золото концентрируется чаще в местах пересечения этих жил и вообще распределено столбами или гнездами. По П. И. Кутюхину, золото преимущественно вторичное.

18. Горнощитское месторождение (в 18 км от Мраморского завода по дороге в Свердловск). Здесь мы имеем свиту кварцевых жил мощностью до 0.5—0.6 м, с большей минерализацией, чем в Шабровском месторождении, и с более или менее равномерным распределением золота в жилах.

19. Благовещенское месторождение (в 1 км к СВВ от В.-Сысертского завода). Золото приурочено к серии кварцевых жил, залегающих в гнейсах и в приконтактной зоне гнейсов с лиственитами. Боковые породы сильно силицифицированы и карбонатизированы с попутной импрегнацией пирита, халькопирита, сфалерита и реже арсенопирита.

20. Благодатные месторождения (в 18 км к С от Березовска). По В. В. Никитину и А. Н. Заварицкому, месторождение представлено кварцевыми золото-медными жилами. Кварцевые жилы залегают в контактах гранит-порфировых даек и в самих дайках, секущих (по Д. С. Штейнбергу) гранитную интрузию и полосу основных интрузивных и эффузивных пород. Жилы отличаются значительной мощностью, приурочены к тектоническим зонам и идут параллельно дайкам. Минерализация характеризуется богатством рудных минералов: кроме золота здесь мы имеем пирит, халькопирит, тетраэдрит, теннантит, сфалерит и галенит. Наибольшим содержанием золота отличаются пирит и блеклые руды. Местами жилы представлены сплошной пиритовой рудой. Зоны окисления были богаты золотом, заключали в себе следующие минералы: лимонит, малахит, азурит, перуссит, скородит, куприт, изредка крокоит. Для месторождения характерны изменения боковых пород: березитизация и лиственитизация.

21. Первомайское месторождение (б. Мостовское, в 45 км к С от Свердловска). Золотоносными являются березитизированные дайки и штокообразные залежи гранитов и дайки гранитоида. Рудными минералами, сопровождающими золото, являются пирит и реже галенит. Наиболее богатые участки с золотом приурочены к окисленной зоне, в которой вместе с золотом встречается крокоит, пироморфит и перуссит. Месторождение крупное, но сравнительно убогое в отношении содержания золота и по своему генезису близко к Березовску.

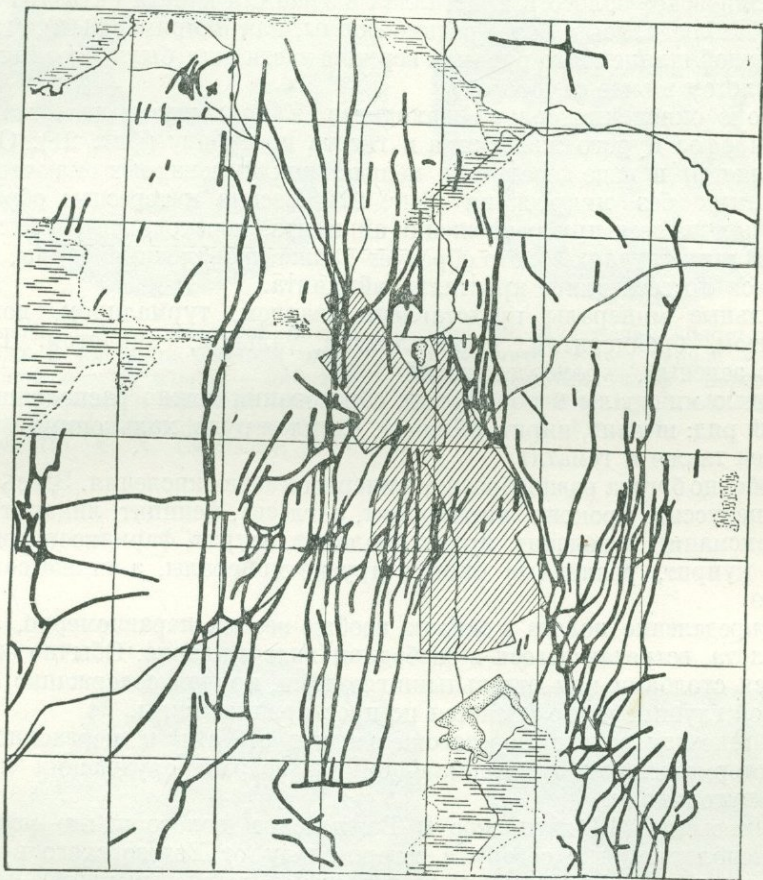
22. Арамашевское месторождение Режевского района Свердловской области. Золото встречается в парагенезисе с антимонитом в кварцевых жилах, залегающих в глинистом тальковатом сланце, сильно кремнистом близ жил.

Коренное золото известно также в Пробойном руднике, около Режевского завода, где оно заключено в кварцевой жиле, залегающей в жильном березите, среди лиственита и кремнисто-глинистых сланцев.

23. Березовское месторождение (в 13 км к СВ от Свердловска). Это классическое гидротермальное месторождение представлено огромным количе-

ством (до 30 000) маломощных кварцевых жил, залегающих в дайках гранитоидов различного состава и возраста, или же в метаморфических породах (филлитах, хлоритовых и других кристаллических сланцах (фиг. 17). Кварцевые жилы имеют широтное простирание.

Золотоносность генетически связана с гранитами, залегающими к югу от месторождения. Весьма типично сильное изменение боковых пород, заключающих кварцевые золотоносные жилы, под действием рудоносных



Фиг. 17. Березитизированные дайки гранит-порфиров и кварцевых порфиров, содержащие золотоносные кварцевые жилы. Березовск, Урал. По Окладных.

растворов. В кислых породах это изменение выразилось в разложении полевых шпатов и в образовании серицита и кварца с одновременным обогащением породы пиритом.

В основных породах под влиянием термальных процессов произошло замещение железисто-магнезиальных силикатов углекислыми солями Ca и Mg с выделением свободного кремнезема, в результате чего образовались так называемые листвениты и лиственитизированные породы, богатые кварцем и карбонатом, за счет таких пород, как серпентиниты, габбро и диабазы.

Наиболее обогащенными золотом являются кварцево-карбонато-сульфидные жилы. Золото встречается как вне видимой связи с сульфидами, так и в парагенезисе с ними, преимущественно с пиритом, блеклыми рудами,

айкинитом (фиг. 18) и в меньшей степени с халькопиритом и галенитом (фиг. 19).

В свободном виде золото встречается в кварце в зернах различной формы, чешуйках, примазках, реже в проволочных формах и еще реже в кристаллическом виде. Очень интересным является характерное прорастание галенита золотом в виде червеобразных включений, обычно следующих вдоль плоскостей спайности галенита (фиг. 20).

В Преображенском руднике, по данным Чайковского (1830), встречалось кристаллическое золото в кристаллах с гранями куба и октаэдра и в виде кубов. Наблюдались и более редкие формы, как например (113), (124) и др. В железной шляпе этого рудника верхние части жил были чрезвычайно богаты золотом в виде самородков.

В зоне окисления золото находится в больших количествах среди псевдоморфоз бурого железняка и гетита по пириту (фиг. 21). Оно часто обособляется в виде зерен, или мельчайших пылевидных включений, едва различимых без микроскопа (фиг. 22). Весьма интересные образования золота получают при разложении айкинита, переходящего в висмутовую охру. В этих случаях золото образует также проволочные формы, располагающиеся по всей длине кристалла айкинита.

Жильные минералы представлены кварцем, турмалином, доломитом, анкеритом, брейнеритом, пирофиллитом, тальком, эпидотом. Турмалин обычно зеленый, хромосодержащий.

Рудные минералы в порядке их образования можно расположить в следующий ряд: шеелит, пирит, айкинит, блеклая руда, халькопирит, галенит. Известен также и гематит.

Особенно богата разнообразием минералов зона окисления. Здесь встречаются: перуссит, крокоит, пироморфит, англезит, феницит, линарит, каледонит, лаксманит, вокеленит, ярозит, малахит, азурит, фармакосидерит, вульфенит, куприт, различные охры и другие минералы, а также самородное серебро.

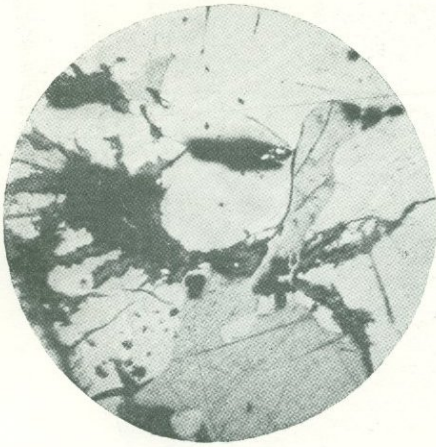
Распределение золота в жилах вообще весьма неравномерно, особенно для золота, встречающегося в свободном виде в кварце. Обычно оно располагается столбами или отдельными гнездами, причем содержание его даже на одной глубине часто меняется по простиранию жилы.

По генезису золота Березовска следует отнести к переходному типу от мезотермального к гипотермальному, а возраст оруденения к верхнекаменноугольному.

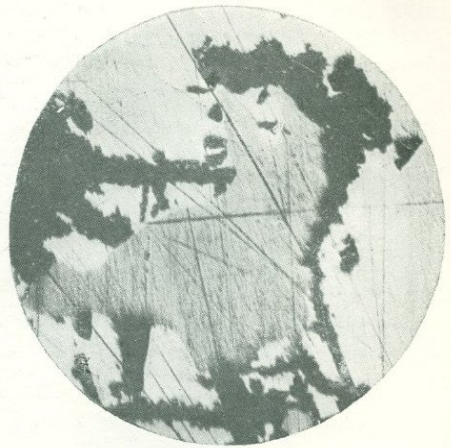
Кремлевское, Шульгинское и Балтымское золоторудные месторождения располагаются к северу и северозападу от Березовского в 6—7 км. Золото в этих месторождениях встречается в кварцевых жилах небольшой мощности с широтным простиранием, проходящих в свите метаморфических сланцев, частично подвергшихся березитизации и листовенитизации. В Шульгинском и Балтымском месторождениях золото связано с пиритом, обычно измененным в зоне окисления в бурый железняк, и в меньшей степени — с халькопиритом. В редких случаях в жилах наблюдается и галенит.

В Кремлевском месторождении золото, кроме так называемых «красичных» жил, залегающих в метаморфических породах, встречается в дайках березитизированного гранитпорфира, которых насчитывается здесь около десятка. Золото распределено в жилах весьма неравномерно, столбами, короткими по простиранию и быстро выклинивающимися по падению. Золото преимущественно свободное, так как колчеданы (пирит и халькопирит) содержат следы Au и Ag.

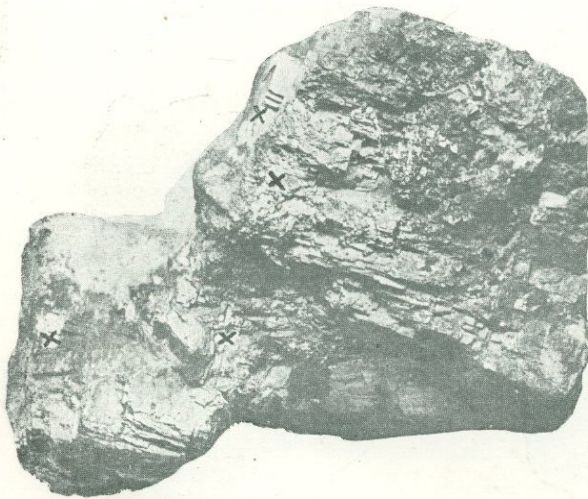
По характеру минерализации оно сходно с Березовским месторождением. Кроме пирита и халькопирита встречаются вместе с золотом в небольшом количестве блеклая руда, галенит и айкинит, а в зоне окисления — лимонит, висмутовая охра, медная зелень и синь.



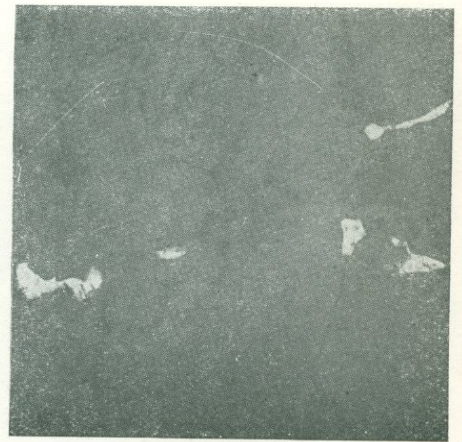
Фиг. 18. Форма выделений золота (серое) в айкините (светлая окружающая масса); черное — окисленные минералы и пустоты. Полированный шлиф. Березовское месторождение. По А. А. Смирнову. $\times 38$.



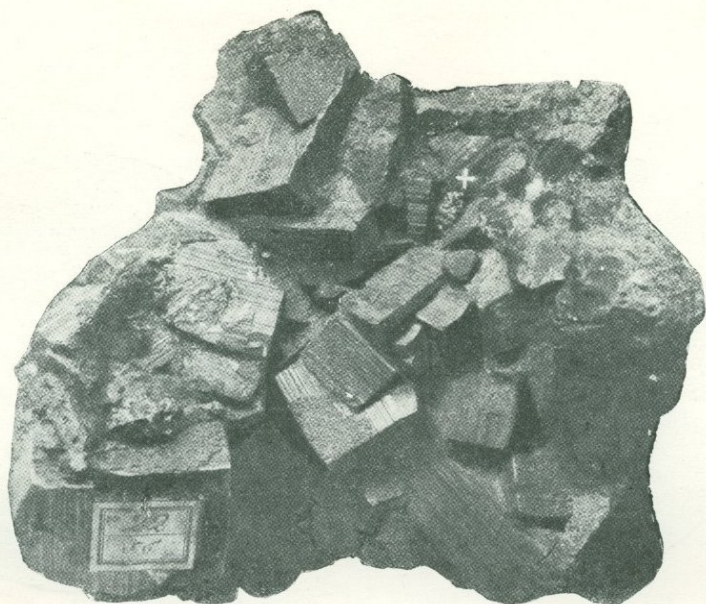
Фиг. 19. Включения золота (серое) в галените (белое); черное — кварц. Полированный шлиф. Березовское месторождение. По А. А. Смирнову. $\times 115$.



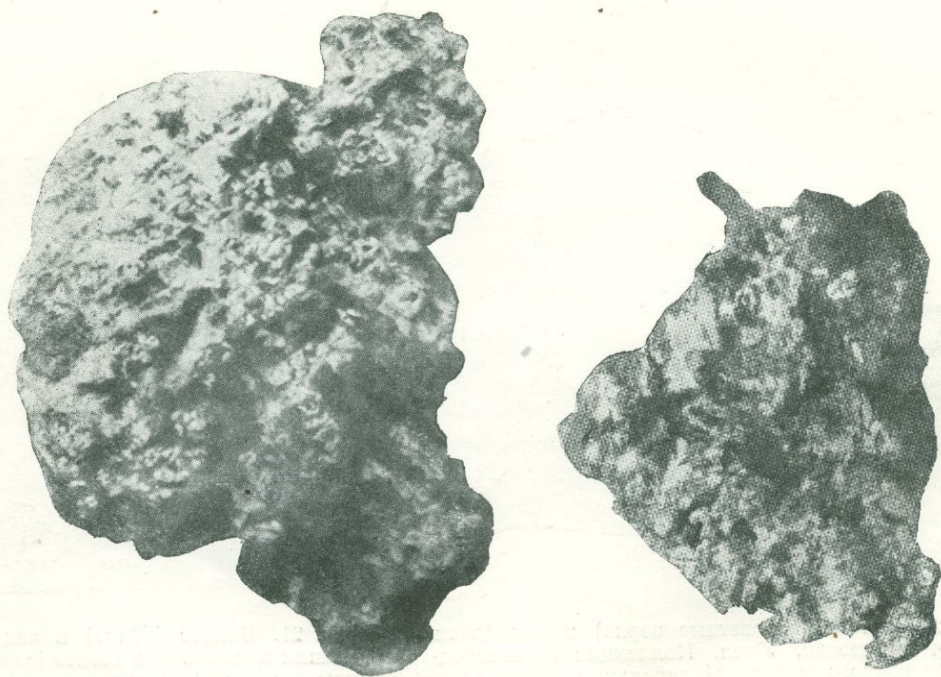
Фиг. 20. Золото (x, светлые зерна) в свинцовом блеске. Березовск, Урал. Коллекция Ленинградского горного музея. Натуральная величина.



Фиг. 21. Золото (белое) в виде мельчайших включений в пирите (серая вмещающая масса). Полированный шлиф. Березовское месторождение. $\times 180$.



Фиг. 22. Самородное золото в губчатых агрегатах на друзе псевдоморфов гетита по пириту (возле крестика). Березовск, Урал. Коллекция Ленинградского горного музея.



Фиг. 23 и 24. Самородки рудного золота весом: в 14.37 кг (слева) и в 9.5 кг (справа), найденные в 1936 г. в Новоандреевском месторождении, на прииске Тьелгинского управления. Урал. Уменьшено в 3.5 раза.

Из этого месторождения известны две группы кристаллов самородного золота, которые, по данным измерения П. В. Еремеевым, представляют комбинацию ромбододекаэдра (110) и куба (100), являющихся почти одинаково развитыми, с присоединением к ним других подчиненных плоскостей: «октаэдра, дельтоидального икоситетраэдра (тетрагон-триоктаэдр), пирамидального куба (тетрагексаэдр) и сорокавосьмигранника (гексаоктаэдр)». Тетрагон-триоктаэдр является сравнительно редкой формой для золота.

С минералогической точки зрения интересно также золоторудное Пышминское месторождение, находящееся в 7 км к В от Березовска. Здесь кварцевые золотоносные жилы широтного простирания залегают в дайках березитизированных микрогранитов, кварцевых порфиров и альбитофириров, которые в поверхностных частях месторождения превращены в совершенно разрушенную каолинизированную массу, так называемые «белики». Указанные дайки секут змеевиковый массив, вблизи жил сильно карбонатизированный, а местами вдоль жил превращенный в типичные листовениты, которые с поверхности разложены в кварцево-охристую массу, получившую название «красиков».

Золото чаще находится в свободном состоянии в мелких вкраплениях в кварцево-карбонатных жилах и концентрируется обычно в карбонате в виде неправильных выделений, иногда имеющих удлиненную форму. При разложении карбоната (анкерит, листомезит) образуется большое количество железистой охры. Меньшее значение имеет золото, связанное с колчеданами — пиритом, халькопиритом. Из других сульфидов в жилах присутствуют галенит и герсдорфит (по П. И. Кутюхину). Последний образует характерную графическую структуру среди карбонатов, встречаясь в виде интересных вкраплений удлиненной формы, располагающихся часто по направлению спайности карбоната. Участки с таким сульфидом наиболее богаты золотом. В зоне окисления наблюдаются: бурый железняк, часто богатый золотом, церуссит, азурит и медная зелень.

24. Коренные месторождения Соймоновской долины. В минералогическом отношении очень интересно месторождение Соймоновской долины Кыштымской дачи. В самородном виде в этом месторождении золото, согласно данным А. Николаева, встречается в буром железняке в так называемой «баритовой жиле», откуда был добыт и крупный самородок весом около 108 г. В пирите золото присутствует в пылеобразном рассеянии и распределено сравнительно равномерно. Наблюдалось и кристаллическое золото в форме октаэдров и в двойниках. Золото содержится и в боковых породах. Отношение золота к серебру колеблется в пределах от 1 : 4,5 до 1 : 13.

В кварцевых жилах Сак-Элгинского поселка встречается также золото, непосредственно вкрапленное в кварц в виде зерен различной крупности, или же приуроченное к прослойкам сланца среди кварца в форме тонких примазок и листочков по сланцеватости породы. Иногда золото с поверхности покрыто тончайшими пленками окислов железа. Золото высокопробное.

25. Новоандреевское месторождение золота (в 40 км от г. Миасса у с. Новоандреевского Челябинской области) известно с начала 30-х годов прошлого столетия. Золотоносность связана с кварцевой жилой, состоящей из плотного белого кварца, залегающей в диоритах, которые местами переходят в тальково-хлоритовые сланцы. Месторождение получило громкую известность, после того как в феврале 1936 г. здесь были найдены два исключительно крупных самородка, из которых один весом 14,37 кг является самым крупным из найденных при советской власти. До этой находки величина наиболее крупного самородка рудного золота из найденных в Миасском районе не превышала 2 кг. Оба самородка имеют очень прихотливую неправильную форму (фиг. 23 и 24) губчато-ноздреватого строения с многочисленными выступами и углублениями. Подробных данных, освещающих генезис самородков, еще не имеется.

Мелкие самородки рудного золота весом до нескольких граммов довольно часто находят за последнее время на приисках Тыелгинского управления, к которому относится данное месторождение.

Золото встречается здесь также в зоне окисления в буром железняке, образовавшемся за счет золотосодержащего пирита.

26. Мелентьевское полиметаллическое месторождение, в 8,5 км к ССЗ от г. Миасса, интересно с минералогической точки зрения.

По исследованиям И. С. Рожкова (1935), рудное тело месторождения представлено сульфидной линзой неправильной формы и меняющейся мощности. Вмещающей рудное тело породой являются диабазы, которые вблизи рудного тела изменены в тонко рассланцованные кварцево-хлоритовые и альбито-хлоритовые сланцы, импрегнированные сульфидами, причем сами диабазы являются также золотоносными.

Золото ассоциируется здесь со следующими рудными минералами: пиритом, сфалеритом, галенитом, теннантитом, халькопиритом, а также с магнетитом. Из нерудных присутствуют: кварц, карбонаты, хлорит и серицит.

Золото чаще встречается в зернах неправильной формы размером от 0.005 до 0.05 мм. В отдельных случаях наблюдаются выделения его удлиненной формы, имеющие до 0.2 мм в длину.

Парагенетически оно часто связано с теннантитом, реже с халькопиритом, или же встречается на контактах с пиритом и сфалеритом (фиг. 25).

Из остальных коренных месторождений золота в этом районе следует упомянуть прежде всего о Владимирском и Ключинском, где мы имеем золоторудные жилы с высоким содержанием золота в глинистых сланцах.

Васенинское коренное месторождение представлено кварцевыми жилами, залегающими в граните и местами в контакте последнего с диоритом. Золото большей частью находилось в мелко рассеянном виде, но иногда здесь наблюдались и крупные самородки.

Фиг. 25. Рудный шлиф из Мелентьевского полиметаллического месторождения. Урал. Зернистая структура $\times 560$. Белое — нерудные, Тп — теннантит, Ру — пирит, Гн — галенит, Сл — сфалерит, Св — ковеллин, Ау — золото (черное). По И. С. Рожкову.

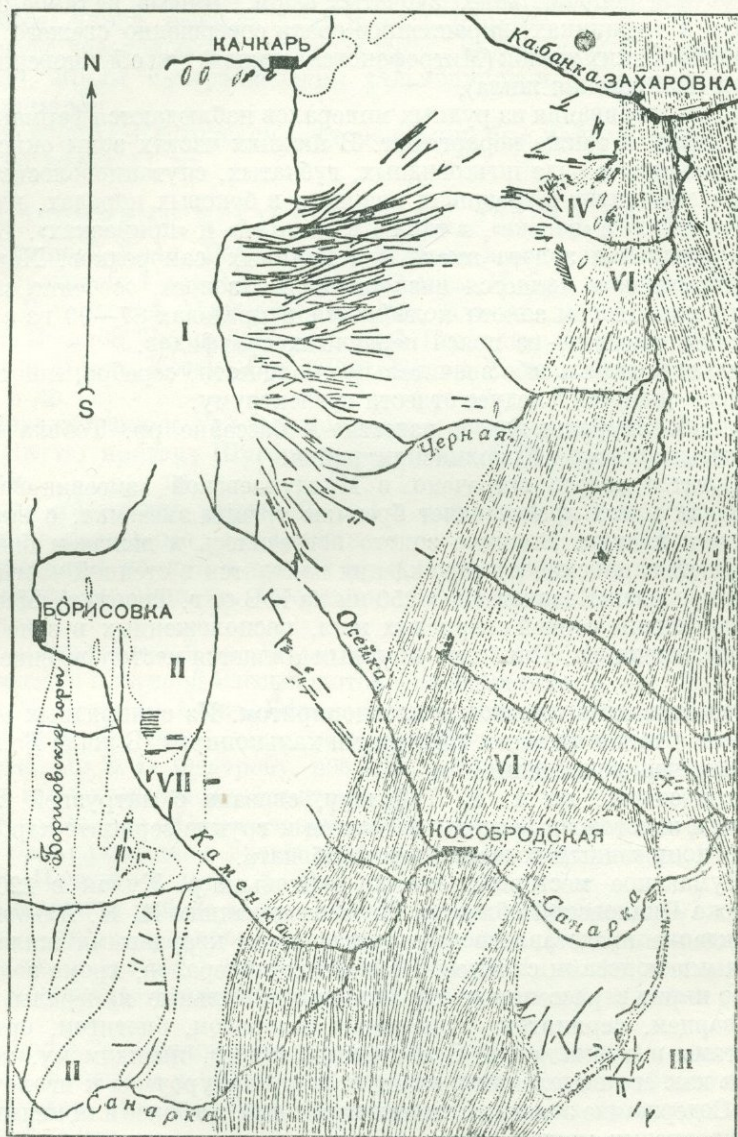
В Кащеевском месторождении золото встречалось в жиле среди бережков, в которой местами наблюдались агрегаты золота весом до 2.4 кг, а в одном участке жилы среди глинистого вещества были встречены гнезда золота, общим весом до 13 кг.

Наконец, коренное золото здесь известно в Маринском месторождении, кварцевые жилы которого залегают в глинистых сланцах. На глубине в жилах наблюдались колчеданы.

27. Коренные месторождения золота Челябинского района. Рудное золото здесь известно в ряде коренных месторождений, находящихся в 5 км к югу от Челябинска, и приурочено к свите кварцевых жил, которые сопровождают трещины, заполненные разрушенным гранитом. Золото связано с колчеданами: пиритом и арсенопиритом (Михайло-Архангельский рудник и др.). Месторождения относятся к гидротермальному типу и связаны с гранитными интрузиями.

28. Кочкарское месторождение. По данным Н. К. Высоцкого, в строении рудоносной площади принимают участие граниты и различные динамометаморфические породы. Породой, вмещающей золотоносные жилы, яв-

ляется обычно сильно измененный гранит, сопровождающийся так называемой «табашкой», богатой железо-магнезиальными силикатами: биотитом, актинолитом, хлоритами и другими минералами. В расположении жил среди гранита намечается веерообразный рисунок (фиг. 26).



Фиг. 26. Кочкарская система золотоносных жил. По Н. К. Высоцкому. I, II, III, IV — пояса жил в гранитах и порфирах; V — жилы в порфиритах; VI — область динамометаморфических сланцев; VII — жилы в известняках.

Жильная масса состоит из кварца, местами в сопровождении сульфидов: арсенопирита, пирита, галенита, джемсонита, халькопирита. Золото встречается как в жилах, так и в боковых породах, импрегнированных колчеданами и пересеченных тонкими прожилками кварца.

Форма частиц золота находится в зависимости от того, найдено ли оно в первичной руде, или в верхних окисленных зонах жилы, или в россыпях.

В первичных рудах золото в самородном виде встречается преимущественно в кварце, распределяясь во всей его массе в виде тонкой пыли, а иногда и в более крупных выделениях в разновидностях белого плотного или кристаллического кварца. Оно имеет вид чешуек, пластинок, тонких жилок, волокон, дендритов или неправильных зубчатых форм. Иногда видимое золото наблюдается в трещинках, вкрапленное среди совершенно свежего арсенопирита в форме тонких жилок (Митрофановская жила) или обыкновенных вкрапленников (Павловская жила).

В зоне выветривания из рудных минералов наблюдаются фармакосидерит, арсеносидерит, а также кераргирит. В нижних частях зоны окисления золото встречается в виде почковидных, губчатых, спутанноволосистых образований с лимонитом в трещинах кварца и в боковых породах, в так называемых «корках» и «запеке», а также в «мякоти» и «примазках». Иногда отдельные скопления золота имели вид крупных самородков. Характерной для месторождения является низкопробность золота, особенно связанного с сульфидами. Пробы золота колеблются в пределах 87—90 из зоны окисления и 70 и менее — из пояса первичных сульфидов.

Золото содержит в себе значительное количество серебра, и потому некоторые разновидности следует отнести к электруму.

В южном Зауралье золото известно в бассейне рр. Тобола и Урала, в б. Джетыгаринско-Айдырлинском районе.

29. Богатое золото встречено в Мулдукаевской «змеевиковой жиле», где жильная масса представляет брекчию трения змеевика, с включением карбоната и кварца. Видимое золото встречалось в лежащем боку жилы.

30. Джетыгаринские месторождения находятся в степной части Южного Урала, в пределах Казахстана (в 250 км на ЮВ от г. Троицка). Месторождения представлены серией кварцевых жил, расположенных в зоне контакта гранита и змеевиков. Наиболее крупным является месторождение Веселый аул.

Золото связано с пиритом и арсенопиритом. Из сульфидных минералов наблюдаются также галенит, сфалерит и халькопирит. В жиле Белой (Сбросовой) встречен молибденит.

Золотоносность, по А. Н. Гейслеру, связана с интрузией кварцевых диоритов, а золотоносные жилы относятся к группе серицито-карбонатных с сильно пониженным содержанием карбоната.

31. Кумакское месторождение (в верховьях р. Кумак в 120 км к В от г. Орска Чкаловской области). По исследованиям М. Н. Альбова (1930), месторождение представлено многочисленными кварцевыми жилами и золотоносными полосами сланцев. Из рудных минералов, кроме золота, присутствует пирит в рассеянных вкраплениях. Жильные минералы представлены: кварцем, серицитом, мусковитом, хлоритом, биотитом, ортоклазом, карбонатами и турмалином. С последним золото, по видимому, тесно связано, так как его выделения в сланцах часто приурочены к иголочкам турмалина. Содержание золота в сланцах невысокое, но более или менее постоянное. В кварцевых жилах золото обычно характеризуется «кустовым» распределением.

По Альбову, месторождение относится к типу гипотермальных золотых месторождений замещения.

32. Ак-Каргинский золотоносный район. В этом районе золото известно в различных пунктах, из которых наиболее важными являются месторождения Ак-Каргинское и Воскресенское.

По данным М. Н. Альбова, золото приурочено к кварцевым жилам, залегающим в метаморфических сланцах, змеевиках и графитах. В зоне окисления охристые руды иногда обогащены видимым золотом, проба которого около 800. Золото распределено в жилах неравномерно, часто в виде «столбов».

В Воскресенском месторождении видимым золотом богат кварц в верхних горизонтах месторождения, причем оно обычно наблюдается в виде чешуек и листочков преимущественно в поздраватом кварце.

В Ак-Каргинском месторождении видимое золото чаще рассеяно в массе поздраватого слабоохристого кварца. Из рудных минералов вместе с золотом встречаются: пирит, реже галенит и халькопирит.

Наименее золотоносны кварцевые жилы, залегающие в гранитах района р. Тобола. Жилы минерализованы халькопиритом и пиритом и содержат также турмалин.

В 1935 г. в Ак-Каргинском месторождении был найден крупный самородок золота весом 3.2 кг.

Россыпные месторождения золота на Урале

1. Полярный Урал. Россыпное золото на восточном склоне Полярного Урала встречается в верховьях рр. Б. Сосьвы, М. Сосьвы и по их притокам: Таганке, Вогульской, Изокурья, Куксии, Куции, Ленсинке, р. Лобсилья, Широкой, Веселой, Утячьей, Безымянной, Подтопны, Алле-сос, Мон-сос, Тамрот-Чехмия, Поля, Косье, Сев. и Юж. Манья, Халас, Сос-ю, Коссем-суя-сос, Сукорье и др.

На западном склоне Урала золотоносные россыпи известны по притокам Илыча, Яруте, притоку Шугора, в верховьях Б. Печоры и некоторым другим рекам.

Россыпи имеют как русловой, так и увальный характер и отличаются небольшими размерами. Содержание золота не высокое. Золото в россыпях образовалось из жил и мелких прожилков кварца, иногда содержащего вкрапленность колчеданов. Последние наблюдаются также в диабазах и порфиритах.

В россыпях верховий рр. Лозьвы (Лялинская дача) золото нередко встречается вместе с платиной. Здесь золотоносными являются рр. Петропавловская, Б. и М. Потемки, Вижай, Манья, Тынья, Талица и Ивдель. Золото крупное, зернистое. По Ивделю иногда обнаруживаются скопления богатых золотом гнезд. По Е. С. Федорову, россыпи здесь связаны с диабазами, с диабазовыми и авгитовыми порфиритами.

2. В Чердынском и Соликамском районах Пермской области (на западном склоне Урала) россыпное золото встречалось по притокам р. Печоры (Безымянной, Почтоку и др.) и р. Вишеры.

В Соликамском районе золото вместе с платиной добывалось по р. Кырья и М. Косье среди тальково-хлоритовых сланцев. В россыпях левых притоков Кутима и правых Улса находились самородки золота весом до 200 г. Россыпи преимущественно элювиальные, аллювиальные и, может быть, ледниковые.

3. В южной Заозерской даче россыпное золото в аллювиальных россыпях встречалось в системе р. Лангура и его притоков, среди порфиритов, диабазов и их туфов. На Покровском прииске наблюдались проволочные формы россыпного золота.

4. В Серовском золотоносном районе золото находили преимущественно в россыпях бассейна р. Сосьвы и ее притоков: Б. Волчанки, Б. Чапу, Ларьковки с их притоками. Наиболее богатое золото наблюдалось в бассейне р. Каменки в районе Турьинского и Фроловского рудников, по притокам р. Каквы. По р. Какве золото встречалось в магнетите. Золотоносность здесь связана с выходами авгитгранатовых пород, описанных Е. С. Федоровым и В. В. Никитиным. Коренное золото здесь известно еще с конца XVIII в. в кварцевых жилах близ с. Воскресенского.

По М. Карпянскому, диориты некоторых россыпей содержали золотоносный пирит. Бедные золотом кварцевые жилы известны здесь также по р. Ларьковке.

5. В Вагранской даче в россыпях системы р. Лобвы находили небольшие самородки до 6 г весом, обычно угловатой формы (Крестовоздвиженский прииск).

Крупное золото наблюдалось также в россыпях бассейна р. Косьвы и по рр. Тылаю, Фарковке, Малой Косье (с большим количеством платины), Березовке, Малафеевке, притокам р. Колвы, а также в бассейне р. Кырья.

6. В Николае-Павдинском золотоносном районе, по А. Зайцеву, золото известно в аллювиальных россыпях в области метаморфических пород по рр. Б. и М. Нясымам, по притокам рр. Ляли и Лати. На р. Генералке (приток Б. Нясымы) с золотом наблюдалось большое количество платины. Местами в Нясыминском районе встречались крупные самородки до 400 г и более весом. В россыпях речки Оленьей Травянки в золотоносных песках встречалось значительное количество галек киновари. Здесь же известно и коренное золото в кварцевых жилах, залегающих в жильных полевошпатовых породах, близких к аляскииту.

7. В Верхотурском районе Свердловской области золото известно в элювиальных и аллювиальных россыпях с большим количеством платины, которая здесь преобладает над золотом, особенно в нижнем течении рек. Золотые прииски здесь находятся в системах рр. Туры, Салды, Тагила, Серебряной и др., в долинах р. Б. Имянной и ее притоков: Чекменя, Ломовки и др. Золото обычно неокатанное с кварцем и охрою. В Усть-Нейвинском прииске по р. Салде встречались небольшие самородки до 10 г весом.

По А. П. Карпинскому, коренное золото приурочено к кварцевым жилам, залегающим среди сиенито-гранитов, гнейсов, диоритов и др. пород в системе рр. Имянной, Лаи и др.

8. В Бисерском районе Пермской области золото вместе с платиной известно в россыпях бассейна р. Чусовой. В золотоносных россыпях Адольфовского прииска были встречены алмазы.

9. В Гороблагодатском золотоносном районе Пермской области по р. Серебрянке и ее притокам золото встречалось в отдельных удлиненных формах с кварцем, а также в форме удлиненных октаэдрических кристаллов.

10. В Нижне-Тагильском районе Свердловской области россыпное золото преимущественно известно по р. Тагилу и его притокам, причем во многих россыпях золоту сопутствует платина.

Краснопольский отмечает интересные образцы крупного ветвистого золота в россыпях р. Порожной. По р. М. Теляне встречались самородки до 2,4 кг весом. Швецов отмечает нахождение в россыпях восточного склона Урала интересных образцов титанистого железняка с включениями золота. Золото богатейшего в этом районе Виллоевского прииска встречалось в сопровождении платины, многочисленных кристаллов магнетита и псевдоморфоз бурого железняка по пириту.

Наиболее богатыми являлись россыпи по рр. Шиловке, Зырянке и др.

Коренное золото здесь известно в кварцевых жилах в парагенезисе с галенитом в руднике Анатолевском, Надпорожинском, Павловском, Уткинском и др. По данным Романовского, золото в Андреевском месторождении было связано с халькопиритом.

11. В Кировградском (б. Невьянском) районе Свердловской области, очень богатом золотом вообще, главными золотоносными россыпями славятся преимущественно рр. Нейва, Быньга, Виллой, Аят, Шуралка и др. Согласно Краснопольскому, золото здесь нередко сопровождается платиной и осмистым иридием. Россыпи элювиального и аллювиального типа.

По р. М. Быньге золото встречалось довольно крупное, часто с хорошо выраженным кристаллическим очертанием.

12. В Верхне-Тагильском золотоносном районе россыпи известны по рр. Хмелевке и Черемшанке. В Александровском прииске были случаи нахождения крупных самородков золота, из которых один весил почти 5 кг.

13. В Исетском районе Свердловской области наиболее интересное россыпное золото встречается в Мостовском участке, где россыши связаны с выходами серпентина и березита. Здесь наблюдаются прекрасно выраженные кристаллы, дендриты и пластинчатые формы золота.

Интересные образцы золота отсюда приведены в каталоге А. Купфера из собрания Горного музея (Ленинград), именно: толстопроволочное золото в переплетенных формах, в сетчатых формах, в виде отдельных самородков, состоящих из октаэдров, а также в виде самородков, состоящих из сросшихся ромбододекаэдров иногда кустовидной формы.

Вес некоторых самородков доходил до 120 г.

14. В Верхне-Нейвинской даче богатое россыпное золото известно в долине р. Нейвы. В некоторых приисках, расположенных по этой реке, были встречены самородки до 0.25 кг весом (прииск Ягодный и др.). Вообще здесь золото наблюдалось крупное, иногда в виде зерен, выросших в кварц. Здесь же известны и коренные месторождения золота в кварцевых жилах среди туфосланцевых пород, причем иногда золотоносны и окружающие породы.

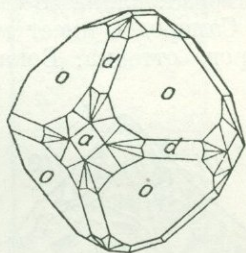
15. В Березовском районе Свердловской обл. россыпное золото окрестностей Березовского завода отличалось как своим богатством, так и разнообразием интереснейших форм кристаллов (фиг. 27). В образцах россыпного золота из этого района в минералогической коллекции Ленинградского горного института, описанной А. Купфером, упоминаются самородки золота в виде отдельных октаэдрических и ромбододекаэдрических кристаллов, сросшихся вместе.

Некоторые кристаллы имеют удлиненную форму иногда со ступенчатыми углублениями на плоскостях. Отдельные самородки имеют зубчатую или толстопроволочную переплетенную форму, другие пластинчатую, состоящую из ряда веерообразно сросшихся пластинок. Иногда наблюдаются ветвистые, а также и крючковато-ветвистые разновидности. Величина таких самородков самая разнообразная, от нескольких граммов до 1 кг и более.

Из россыпей окрестностей Березовска, открытых в 1814 г. штейгером Бруеницыным, наибольшим богатством отличались россыши по р. Пышме (между с. Пышмой и Пышминским заводом) и правому ее притоку р. Березовке, а также рр. Калиновке, Шиловке и др. Вместе с золотом в Нагорной россыши по р. Березовке встречались интересные штриховатые кристаллы гематита, а в Камышевской россыши — киноварь. В одной из россыпей р. Пышмы были найдены образцы метеорного железа. Проба золота Березовских россыпей около 900—920. Россыши частью элювиального, частью аллювиального типа.

Южнее Свердловска и Березовска золотоносные россыши протягиваются к Сысертску. Из них наиболее интересными являются шабровские с очень высокопробным золотом, в которых нередко встречались интересные кристаллы золота форм (111) и (110) (Болотовская россыпь), а также многочисленные самородки различной крупности. Все они образовались за счет жильных месторождений.

16. В Сысертском районе россыпное золото известно в бассейне р. Чусовой. В россыпях этого района встречались интересные образцы кристаллического золота, например в россыпях по Юзельскому логу, с преобладанием форм (111), нередко в двойниках по (111). Из них наиболее интересными являются: ступенчатый скелетообразный сросток октаэдрических кристаллов (фиг. 28), октаэдрические кристаллы золота с гранями, покрытыми



Фиг. 27. Кристалл золота из Березовска, Урал. Комбинации октаэдра o (111), ромбододекаэдра d (110), куба — a (100), тетрагон-триоктаэдра m (113) и двух гексаоктаэдров: n (211) и λ (18.10.1) G. Rose 1837.

скульптурой (фиг. 3), золото в виде параллельных сростков октаэдрических кристаллов (фиг. 29) и золото в виде ступенчатого сростка (фиг. 30), описанные Гельмгакером (Helmhacker, 1877).

Местами содержание золота в россыпях было очень богатое. Россыпи в значительной степени уже выработаны.

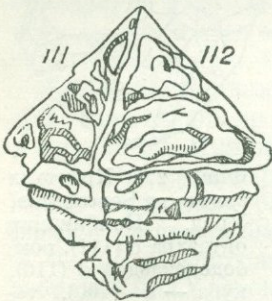
17. В Уфалейском районе Челябинской области, по данным Е. Н. Барбот-де-Марни, россыпное золото добывалось по рр. Суховязу и Анцифировке, протекающим среди кристаллических сланцев и змеевиков.

Рудное золото встречено здесь в отдельных месторождениях, аналогичных Березовским.

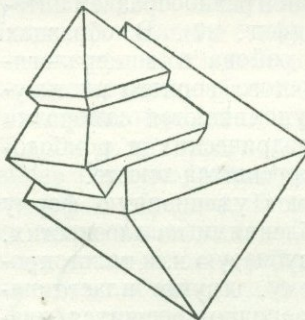
В 1935 г. 15 декабря на территории Сысертского приискового управления Уралзолото, в россыпи Никольского лога (приток р. Чусовой), бригадой старателей был найден большой самородок золота весом 13,8 кг. Это второй по размерам самородок, найденный при советской власти. По описанию Чванова и Трифонова он имеет толстопластинчатую форму при следующих размерах: длина 38 см, ширина 8—13 см, толщина 1,5—6 см.

Самородок имеет матовожелтый цвет с отдельными пятнами красновато-бурого оттенка. Бока и плоскость самородка сильно сглажены, благодаря

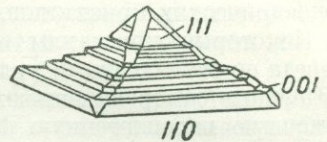
чему он имеет вид удлиненного, плоской формы валуна. Местами на нем наблюдаются небольшие углубления с бугристой поверхностью. Включений посто-



Фиг. 28. Ступенчатый скелетообразный сросток октаэдрических кристаллов золота. Сысертск, Урал. Helmhacker, 1877.



Фиг. 29. Параллельный сросток октаэдрических кристаллов золота. Сысертск, Урал. Helmhacker, 1877.



Фиг. 30. Ступенчатый сросток золота. Сысертск, Урал. Helmhacker, 1877.

ронных веществ не имеет. Сильно окатанная форма и наличие удлиненных продольных борозд свидетельствуют, что в россыпи самородок подвергся сильным изменениям. Он был обнаружен на глубине 4 м в нижней части золотоносного пласта на склоне плотика в сторону тальвега (фиг. 31); длинная сторона самородка была обращена по течению.

Обычно вес находимых здесь самородков, чаще сильно окатанных, не превышал 12 г. Мелкое золото чаще наблюдалось в зернах крючковатой формы или в шероховатых пластинках. Ясно кристаллических форм и срастания золота с кварцем в россыпях не наблюдалось.

Возможно, что описываемый самородок генетически не связан с кварцевыми золотоносными жилами правого увала Никольского лога, но точных данных о его генезисе не имеется.

18. В округе Кыштымских заводов на Южном Урале многочисленные россыпные месторождения золота, в значительной части выработанные, известны с 1844 г., в области распространения кристаллических сланцев, гнейсов, известняков и ультраосновых пород. Среди них необходимо упомянуть богатые россыпи в районе Соймоновска, связанные с выходами серпентиновых пород, где золото встречалось вместе с платиной и осмистым иридием. Нередко золото наблюдалось вросшим в кварц

и серпентин. По Г. Розе, титанистый железняк здесь также нередко содержал золото.

Далее, россышное золото известно по речкам Б. Мауку, Хмелевке и др. в районе Каслинской дачи.

Небогатые россыши известны и на западном склоне Урала по рр. Кусе и Изранде.

19. В Троицком районе в Миасской даче известны многочисленные месторождения россышного золота и коренного в имеющихся среди метаморфических сланцев кварцевых жилах, связанных с гранитами и березитами.

Золото обнаружено также в серпентинитах в районе Константиновского прииска, а по данным И. В. Мушкетова, и в хлоритовых сланцах Верхне-Андреевского прииска.

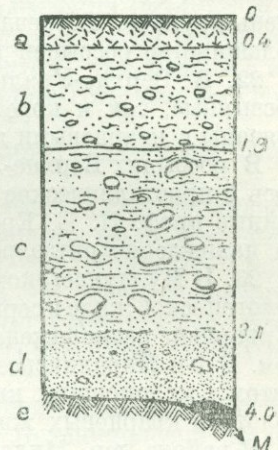
Богатейшие россыши, местами уже выработанные, находятся в средней части долин р. Миасса и его притока Атляна. Они происходят за счет разрушения различных пород: гранитов, серпентинитов и золотосодержащих кварцевых жил. Россыши как элювиальные, так и аллювиальные. Количество их огромно. Из отдельных россыпей можно упомянуть Нижне-Миасские Ильменские, Фулоновские и знаменитые Ташкутарганские. В последних и был найден самый крупный самородок золота СССР.

Золотоносные россыши северной части Миасской дачи состоят из крупнозернистого песка; они малоглинисты и содержат циркон, корунд и гранат.

В южных частях золотоносные пески более мелкозернисты и россыши залегают на известняке. Здесь с золотом встречается брукит и анатаз. В самых южных частях района россыши сильно глинисты и залегают на выходах серпентинитов.

По данным И. В. Мушкетова наиболее рентабельными являются россыши, залегающие в районе известняков. В 1842 г. на одном из приисков Миасского горного округа (б. Александровский) в золотоносной россыпи р. Ташкутаргана, притока р. Б. Ирмель, в основании россыпи на плотном диорите, на глубине около 3.4 м и в 35 м от плотины рудничного пруда, был найден самородок-исполин весом около 36.04 кг (фиг. 13). Приводим описание этого самородка (О з е р с к и й, 1843).

«Главное очертание самородка-исполина имеет вид неравностороннего треугольника; длина боков его простирается на $15\frac{3}{8}$, 13 и 10 дюймов, а линия, проведенная из точки пересечения двух катетов на гипотенузу равняется 10 дюймам. Наибольшая толщина его простирается до $4\frac{5}{7}$ дюймов, а к окраинам он постепенно утоньшается. Самородок обладает весьма сильным золотистым цветом и поверхность его представляет большие неровности. В некоторых углублениях небольшие отростки сохранили в себе следы кристаллической формы, преимущественно очертания ромбоэдрических додекаэдров и октаэдров, некоторые впадины представляют как бы многогранные отпечатки, вероятно следы кристаллов кварца, некогда вросшие в горную породу, облекавшую эту глыбу. Посторонних тел заметно только один след, а именно: местами усматривается кварц и, вероятно, титанистое железо. Общее сложение всей массы сливное, плотное, незаметно ни швов, ни трещин, которые указывали бы на сваривание нескольких отдельных



Фиг. 31. Разрез дудки, россыпи Никольского лога, в которой был найден в 1935 г. самородок золота весом в 13.8 кг. Сысертский округ, Урал.

a — растительный слой и суглини, *b* — песчанистая глина с галькой, *c* — глинисто-песчанистый щебневатый галечник, *d* — золотоносные пески, *e* — почва («плотник»), *M* — самородок золота и место его нахождения.

кусков золота. При нахождении самородок был покрыт наружной глиняной оболочкой».

Из других самородков, найденных в той же россыши, можно указать на самородок весом в 10.08 кг (фиг. 13), найденный в 1826 г. в 1.5 км к СВ от жильного месторождения, и на самородок весом в 20.07 кг, найденный в 1854 г. (фиг. 32). Небезинтересно также привести фотографию самородка весом в 3345 г, найденного там же в 1935 г. (фиг. 33).

20. Многочисленные россыпи известны в районе станиц: Кундравинской, Степной, Травниковской, Уйской и др.

21. В Кочкарском районе Челябинской области, в окрестностях известного Кочкарского месторождения рудного золота, расположены многочисленные россыпи элювиального и аллювиального типа, содержащие разнообразные минералы, например, розовый топаз, брукит, гранат и др. Россыпи залегают на граните или на размытом известняке с весьма неравномерным содержанием золота, местами очень высоким. Золото чистое и очень крупное. Встречались самородки до 2 кг весом. В настоящее время большинство россыпей выработано.

22. В Верхне-Уральском районе Челябинской области известны как россыпные, так и коренные месторождения золота. Россыпи здесь всюду связаны с кварцевыми жилами и диоритовыми породами.

В россыпях Верхне-Уральского и Троицкого районов нередко встречалось и кристаллическое золото в форме (111), (110), также (311) и др., описанные проф. П. Е. Еремеевым в 1887 г. Авдеев еще в 1844 г. указывал на нахождение октаэдров и дендритов золота в Ильтабанских россыпях.

23. В Мулдукаевском золотоносном районе, где в Козьмо-Демьяновской золотоносной жиле в серпентинитах золото встречается с тальком, кальцитом и кварцем, расположена золотоносная россыпь с сильно окатанным золотом. В 1-м Наралинском месторождении известно золото с окисленным пиритом в маломощных кварцевых жилках, а во 2-м Наралинском — бедное золото в кварцевых жилах среди лиственитов.

В районе дер. Мулдашевой встречаются россыпи, содержащие весьма мелкое золото.

Коренные месторождения здесь связаны с выходами гранит-порфиров, измененных серицитизацией. Золото находится частично в глинистых продуктах разрушения гранит-порфиров, частью вдоль кварцевых жил. Возможна связь его с халькопиритом, при разложении которого оно выделялось.

По р. Убале золото известно в россыпях и бедных коренных месторождениях. Иногда оно наблюдалось в тальковой породе. В районе дер. Мулдукаевой богатое золото встречалось в Орловской и других жилах, залегающих в плотных рассланцованных туфах.

В этом же районе многочисленные золотоносные россыпи.

В районе озера Ауш-куль известны золотоносные россыпи и коренные месторождения в кварцевых жилах. Из последних наибольшее значение имеет первая Константиновская кварцевая жила, залегающая в каолинизированных туфогенных сланцах и содержащая, по описанию Дингельштедта, золото в виде крупных поздреватых или извилистых включений, которые заполняли в ней мелкие трещинки.

24. В золотоносных россыпях Вознесенского района наблюдался значительный процент осмистого иридия. Знаки золота были также обнаружены в лиственитах Соколиной горки.

У подножия горы Малый Кумач работалась богатая Варваринская кварцево-золотоносная жила, недалеко от которой расположена известная Балбукская золотоносная россыпь.

В южной части района золото обнаружено в золотоносной жиле на «Бугре», близ кварцитов Уй-таша, которая залегают в серицито-хлоритовых сланцах. Золото в жиле видимое, в виде редких знаков.

В гранодиорите, составляющем продолжение Мало-кумачинского гранитного массива, золото констатировано в Успенской жиле, заключавшей, согласно И. В. Мушкетову, галенит, пирит, халькопирит, близ которых было самое богатое золото.

В окрестностях с. Поляковского работалась кварцевая жила, содержащая золото в парагенезисе с галенитом, пиритом и халькопиритом. Змеевики, находящиеся вблизи жилы, также содержали золото.

К Ю от Рябковской горки золото было встречено в так называемой Кривой жиле, жильная масса которой, кроме золота, состояла из кварца с вкрапленностью пирита, халькопирита и галенита.

Довольно богатое золото известно в Александровской жиле, где оно заключено в сети тонких частых кварцевых прожилков, местами охристых, с кустовым содержанием.

Южнее золото обнаружено в кварце Глазуновской жилы.

Знаки золота наблюдались к В в полосе яшм, испещренных тонкими кварцевыми жилками с разложенным пиритом. В месторождении рудника Малый Каран жильное вещество золотоносных жил представлено альбитом, импрегнированным пиритом. Золото связано с пиритом, при разложении которого оно и выделилось. Близ дер. Абзяковой золото встречено в буром железняке, но с сравнительно бедным содержанием.

К С от дер. Муйнаковой известно россыпное золото, связанное с кварцевыми жилами.

Среди лиственитов так называемого Красного Камня также работались кварцевые золотоносные жилы. Далее коренное золото было встречено в Краснахтинской жиле, залегающей среди туфов, близ контакта между ними и змеевиками. Золото здесь довольно богатое, заключенное преимущественно в «примазках». Видимое золото обнаружено в лежащем боку пластинчатых змеевиков змеевиковой жилы, состоящей из магнетита, тремолита и хризотила.

№ 25. В Ильинско-Вознесенском золотоносном районе россыпное золото известно в Шамбалинской россыпи, а коренное в Брусицинской жиле, преимущественно в тальковых полосах.

Воскресенские россыпи содержат самородки до 1,5 кг весом. Здесь имеются и коренные месторождения, в которых Дингельштедом установлена связь золота с жилами, секущими дайку гранит-порфира. Значительное содержание золота наблюдалось во 2-й Рытовской жиле, состоящей из ряда маломощных прожилков, а также и в 1-й Рытовской.

Близ оз. Сиптю-Куль известна так называемая Гановская золотоносная жила, а к В от оз. Калкан — золотоносные Калкановские жилы.

Крупное кустовое золото наблюдалось в Вознесенской жиле, где оно содержалось вместе с кварцем и кальцитом, а также и в тальковых зальбандах. Золото — иногда видимое, генетически связанное с арсенопиритом.

Интересное кусковое золото, до 1 кг весом, наблюдалось в кварцевых жилах района р. Шартымки.

В Б у й л и н с к о м золотоносном районе, по данным Дингельштеда, коренные месторождения золота известны на горе Идрис и на прииске «Ураган», в жилах, залегающих в кварцевых диоритах и туфогенных породах. Здесь, кроме самородного золота, из рудных минералов встречается халькопирит. На правом берегу р. Урала у дер. Юлдашевой известна Тарасовская золотоносная жила в контакте известняков и змеевиков, где золото находится в примазке жил. У дер. Рысаевой встречается ряд золотоносных россыпей, из которых наибольшим богатством отличались россыпи «Березовой рощи».

Коренное золото обнаружено здесь в жиле Мураны и Пучковской. Первая содержит значительное количество золота и состоит из карбоната и кварца, залегающая в контакте между лиственитами и сканцами. В Пучковской

жиле золото—в парагенезисе с халькопиритом. Известны здесь также и россыпи (например, Карашар), наиболее богатые золотом тогда, когда они залегают на известковых плотиках.

26. В Гумбейском и Тогузакском золотоносных районах золото, по данным А. Н. Заварицкого, встречается в следующих местах. В Гумбейском — на приисках в окрестностях пос. Требия (Требиинская группа), по логу Ачебутаку и на водоразделе р. Гумбейки и Куйсака (Сахаринская группа), на приисках восточной части Гумбейского бассейна и по верхнему течению р. Гумбейки. В Тогузакском районе — в окрестности Великопетровской ст-цы (Яушевские и другие прииски) и по р. Таяткану. Золото преимущественно россыпное, жильного не более 25% от общей добычи.

В окрестностях ст-цы Наваринской известны как коренные, так и россыпные месторождения. Здесь в россыпях иногда встречались самородки весом до 40—48 г. В одной из россыпей Абрамовского прииска был встречен интересный самородок около 800 г весом, представлявший выполнение золотом пустоты в кварцевой жиле. На самородке с нескольких сторон ясно наблюдались отпечатки кристаллов кварца с поперечной штриховатостью от призматических граней кристаллов кварца. Вообще здесь встречалось крупное золото, и небольшие самородки, весом по 8 г, были нередки. Россыпи преимущественно делювиальные, иногда элювиальные. Источником россыпей, повидимому, являются кварцевые золотоносные жилы, в которых в нижних горизонтах наблюдался пирит. Золото в жилах распределено неравномерно.

В золотоносных россыпях Требиинской группы встречалось довольно богатое золото и притом крупное. В так называемой Мидхатской россыпи было найдено 3 крупных самородка, состоящих частью из золота, частью из кварца. Самый большой весил около 24 кг, следующий — 9.6 кг (из них золота 5.4 кг) и последний 5.2 кг. Все самородки имели плоскую форму, причем золото равномерно переплеталось с кварцем. Небольшие самородки здесь встречались часто.

Коренное золото здесь известно в ряде отдельных пунктов, или в тонких прожилках золотоносного кварца, залегающих в метаморфических породах, часто карбонатизированных (преимущественно в хлоритовых сланцах), или в кварцевых жилах среди березитов. Местами золото получалось из разрушенных боковых пород («примазковое» золото). В отдельных случаях «кусты» золота в жилах, по рассказам старателей, доходили до 1.2—1.6 кг. В кварцевой жиле Искандеровского прииска кроме золота, наблюдались розовый полевой шпат, пирит и халькопирит. По данным А. Н. Заварицкого, в образцах жильного золота нередко наблюдалась губчатая или спутанноволосистая структура («моховое» золото), типичная для зоны поверхностного изменения жил. Так называемые «примазковые» жилы, содержащие богатое самородное золото, обязаны своим существованием процессам вторичного перемещения золота под влиянием поверхностных вод.

В Сахаринской группе приисков золото встречается во многих россыпях и притом иногда крупное. На Фуадском прииске нередко попадались самородки золота в 80—160 г. Золото местами богатое.

Коренные месторождения в виде кварцевых жил приурочены преимущественно к кислым породам, но известны и случаи связи их с основными (диабазы и др.). Местами золото заключено в примазках, сопровождающих жилу.

Золото, встречающееся в россыпях окрестностей Александро-Невского и Красногорского поселков, обычно средней крупности или мелкое. Наиболее богатое золото встречалось на почве россыпей, состоящих преимущественно из сланцев. По рассказам, в россыпях Успенского прииска встречались самородки до 2 кг весом.

Согласно А. Н. Заварицкому, в этом районе известны оригинальные месторождения коренного золота, залегающие в продуктах изменения сер-

пентинитов. На Евдокиевском прииске разрабатывался ряд небольших «примазковых» или «сланцевых» жил, которые представляли содержащие золото линзы тальковой породы в мятых и сильно оталькованных змевиках. В таких тальковых породах наблюдались псевдоморфозы бурого железняка по пириту, содержащие местами включение видимого золота.

В восточной части Гумбейского золотоносного района коренное золото встречается в месторождениях, подчиненных метаморфическим сланцам, и в более измененных и превращенных в тальковые массы змевиках.

Богатое золото здесь связывается с оруденелыми, проинкрустными бурым железняком, сланцами, с вкрапленностью пирита в них. Другим источником золота являются тонкие кварцевые золотоносные жилки, секущие различные метаморфические породы.

В Тогузакском золотоносном районе золото более бедное; оно известно как коренное, так и жильное. В кварцевой жиле по р. Тогузаку было встречено золото в сопровождении бурого железняка в пустотах кварца в виде скопленных губчатой или спутанноволосистой формы величиной до сантиметра в поперечнике. Вместе с золотом в жиле находятся редкие включения пирита и халькопирита и черные натеки окислов марганца.

В приисках по р. Ольховке встречались образцы жильного кварца с видимым золотом и вкраплениями тетрадимита. В кварцевых жилах прииска Эльдорадо встречалось богатое «кустовое» золото. По непроверенным указаниям здесь золото низкопробное.

Россышное золото в Тогузакском золотоносном районе преимущественно встречается в многочисленных аллювиальных россыпях, рассеянных по мелким логам района. Распределение золота неравномерное «кустовое».

По А. Н. Заварицкому, золотоносность этого района связана или с кварцевыми жилами и прожилками, или с импрегнацией золотоносным пиритом отдельных толщ метаморфических сланцев, причем первичным источником золота явилась гранитная магма, образовавшая массивы Джабык-Карагайский и Тугунский.

27. В Баймакском районе Башкирской АССР встречается как коренное, так и россышное золото.

В бассейне р. Урала на р. Сувундуке золото находится в конгломератах.

Около дер. Мамбетовой известны кварцевые жилы с золотом в парагенизе с галенитом в Таналькском прииске. В пределах Таналькской станции Чкаловской области работали довольно бедные россыпи.

Далее близ дер. Султановой золото известно в диабазовом порфирите и в туфе, сильно проникнутом кальцитом и хлоритом. В обоих случаях наблюдается обильное выделение золота по трещинам. Кроме того, золото в виде мельчайших частиц рассеяно и в самой массе указанных пород. По Ф. Н. Чернышеву, обособление золота в породе связано с изменением первоначального бисиликата и переходом его в водные соединения.

Мезозойские россыпи¹ известны в пределах всего восточного склона Урала — от крайнего севера до южной его границы. В широтном направлении они обнаружены также в разных участках от Западно-сибирской низменности до Уральского водораздела. Наиболее крупными месторождениями этого возраста являются месторождения Лангуровской группы (Екатерининская площадь, Семеновский увал и др.), Масловское («делювий»), Белужная россыпь в районе прииска Мысовой, «Кюютуровский покос» и др. По морфологическим особенностям среди них выделяются следующие типы: 1) пластовые (долинные), 2) в эрозионных впадинах, 3) карстовые.

Глубина залегания колеблется от нескольких метров до 60 м и более. Часто промышленный пласт песков залегает под углом и в таких случаях россыпи называются «косыми пластами». Золото распределено в большин-

¹ Раздел о мезозойских россыпях написан И. С. Рожковым.

стве случаев крайне неравномерно. Возраст мезозойских россыпей установлен от верхнего мелового до нижнего юрского или верхнетриасового. В верхней части разреза преобладают песчано-глинистые отложения светло-серого, светложелтого и белого цветов, с прослоями отложений темносерого цвета, содержащими в большом количестве растительные остатки, обломки бурого угля, а иногда прослой сплошного бурого угля. Нижняя часть разреза представлена песчано-галечными отложениями.

Шлихи мезозойских россыпей характеризуются большим количеством составляющих их минеральных видов; циркон и монацит—обычные минералы этих шлихов; в ряде россыпей они содержатся в большом количестве и имеют несомненно промышленное значение (промышленные запасы подсчитаны, например, по россыпи «Каюгуровский покос»).

Магнетит в мезозойских россыпях присутствует в небольшом количестве, что объясняется его окислением в россыпях и переходом в гематит.

[П. Паллас, 1786; Hermann, 1789; Чайковский, 1830; G. Rose, 1831, 1837; Колотов, 1836; Окладных, 1869; И. Мушкетов, 1877; Helmhacker, 1877, 1892; А. П. Карпинский, 1881; Arzruni, 1885; П. В. Еремеев, 1887; А. И. Зайцев, 1893; О. Кобылинский, 1892; F. Poserpu, 1895, 1901; Н. К. Высоцкий, 1900; Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, 1900; С. Колесников, 1907; В. В. Никитин, 1907; А. Николаев, 1908; Malcolm-MacLaren, 1908; Е. Н. Барбот-де-Марни, 1910; А. Э. Купфер, 1911; К. И. Богданович, 1913; В. И. Вернадский, 1914; А. Н. Заварицкий, 1926; А. К. Мейстер, 1926; Н. Ушаков, 1927; М. Альбов, 1928, 1930; П. Замятин, 1928; А. Н. Гейслер, 1929; Э. Мориц, 1929; Н. Н. Дингельштедт, 1932; А. Иванов, 1934; И. Рожков, 1935; А. П. Смолин, 1936; Золотопромышленность, 1936; П. М. Чванов и В. П. Трофимов, 1936.]

Казахстан и Алтай

Золото, как рудное, так и россыпное, известно во многих пунктах Казахстана.

В районе Кокчетавских гор месторождения золота начали разрабатываться еще в начале 30-х годов прошлого века. Бедное россыпное золото добывалось здесь по р. Джаны-су, впадающей в оз. Булат-чалкар, по логам северо-западной части оз. Бий М. Чебачьего и по системе р. Сары-булак, впадающей в озеро Балхаш. По системе Джаны-су и по логам, впадающим в оз. Кара-сор и Базарбай, россыпи залегают на порфиритах.

В этих россыпях наибольшее количество золота находится в глинистых примазках, в трещинах рассланцованных порфиритов. В последние годы геолого-разведочными работами треста Каззолото были открыты многочисленные небольшие россыпи, носящие характер элювиальных россыпей.

Из коренных месторождений наибольшего внимания заслуживают месторождения Северного Казахстана, среди которых наиболее известным является месторождение Степняк.

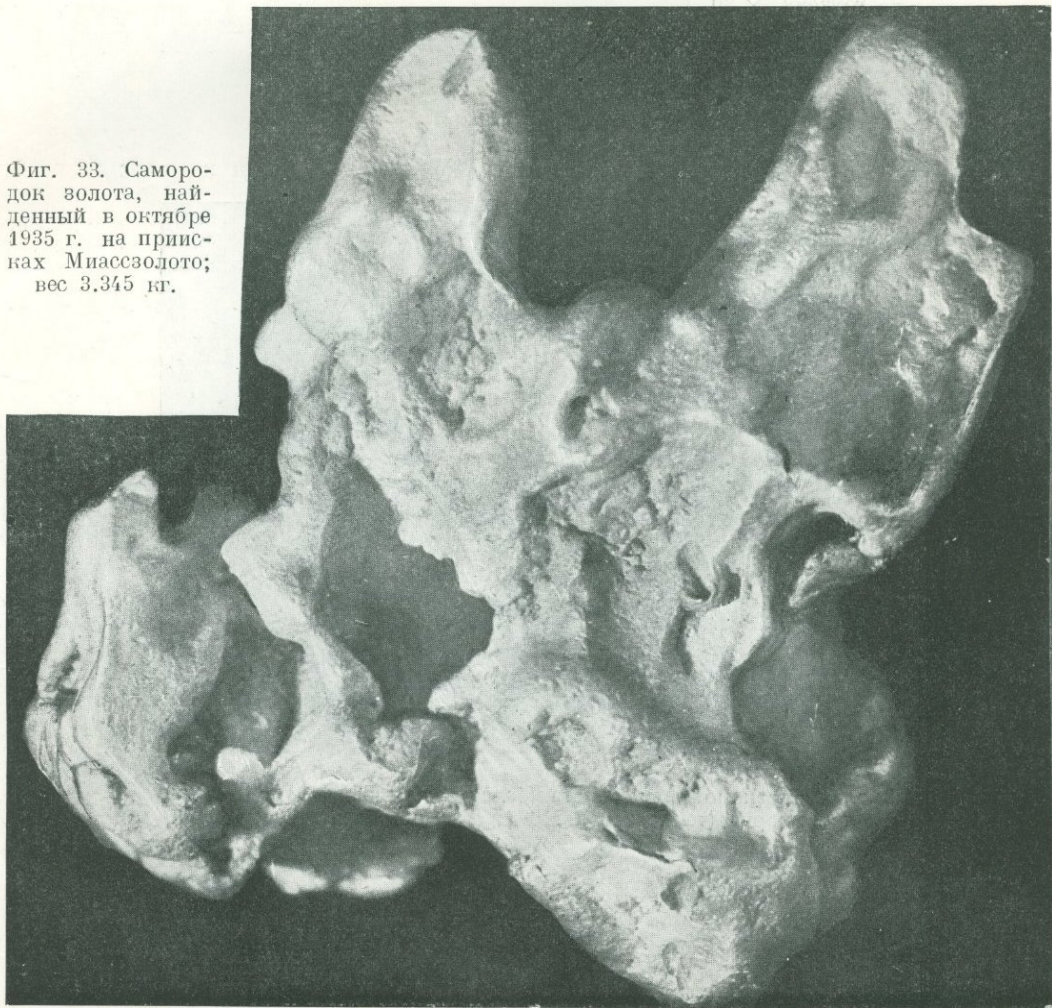
Минералогия этого месторождения детально описана М. Н. Альтгаузенем и С. С. Боришанской.¹ По их данным, самородное золото, встречающееся здесь в кварцевых жилах, парагенетически связано преимущественно с сульфидами, причем в разных жилах наблюдаются различные парагенетические ассоциации минералов. Так, например, для жил рудника им. Куйбышева особенно характерна приуроченность золота к участкам, обогащенным арсенопиритом и серицитом. Для жил южных рудников (Первомайский, Ирмовский и Ударный), характерен парагенезис с блеклой рудой и замещающими ее ковеллином и лимонитом (фиг. 34). Изредка включения золота встречаются в свинцовом блеске и аргентите, а также в виде буквально «точечных» выделений (до тысячных долей миллиметра) в кальците. Характерно, что в пирите золото наблюдается очень редко.

¹ Нижеприводимые сведения даются с любезного согласия авторов по их представленной к печати работе: «Золоторудное месторождение Степняк».

Фиг. 32. Самородок золота весом около 20.07 кг, найденный в 1854 г. в россыпях Миасской дачи на Южном Урале. 0.5 натуральной величины.



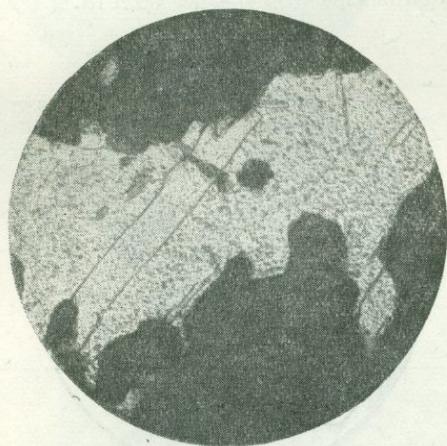
Фиг. 33. Самородок золота, найденный в октябре 1935 г. на приисках Миассзолото; вес 3.345 кг.



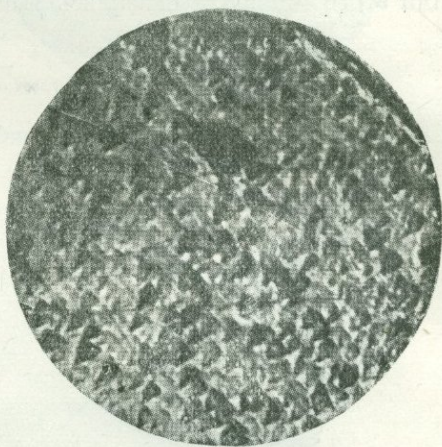
В некоторых случаях на различно ориентированных зернах наблюдаются фигуры травления, обладающие одинаковой ориентировкой в пределах каждого зерна (фиг. 40).

Данные минералогического изучения руд убеждают в том, что золото в процессе минералообразования выделялось одним из последних. При процессах выветривания золото в зоне окисления месторождений, повидимому, склонно к миграциям. Об этом говорят текстурные особенности выделений его среди экзогенных минералов, а также факты наличия зоны вторичного обогащения на глубине 20—55 м параллельно нижней границе зоны окисления. Кроме того следует отметить, что золото окисленной зоны является более высокопробным по сравнению с зонами первичных руд.

Южнее Степняка на значительной площади имеется ряд месторождений, в которых установлено присутствие золота: Сталинское, Бес-тюбе, Таукин.



Фиг. 39. Пластинчатые двойники золота. Месторождение Степняк. По М. Н. Альтгаузену. $\times 80$.



Фиг. 40. Внутренняя структура золота. Месторождение Степняк. По М. Н. Альтгаузену. $\times 240$.

Джеламбет, Кара-агач, Даниловское, Бурли и др. По данным Ф. В. Чухрова (1938), золотеносность в этих месторождениях связана с кварцевыми жилами, секущими различные породы. Последние возле жил большей частью импрегнированы пиритом и отчасти арсенопиритом. Из первичных сульфидных минералов в жилах наиболее обычен пирит, несколько реже встречается халькопирит; в отдельных месторождениях наблюдаются: галенит, сфалерит, блеклая руда и молибденит. В месторождении Бес-тюбе встречается антимонит, дающий местами значительные скопления.

Вторичные сульфиды обычно представлены халькозином и ковеллином. Из минералов зоны выветривания установлены: бурый железняк, псиломелан, кальцит, малахит, азурит, церуссит, гипс, ярозит и др.

В Сталинском месторождении золото в виде неправильных выделений встречено в трещинках кварца и в полостях выщелачивания пирита; частью оно заключено в охристом буром железняке. В месторождении Бес-тюбе золото установлено в ассоциации с антимонитом и блеклой рудой, а также в кварце, окрашенном гидроокислами железа. Тесная ассоциация золота с сульфидами из глубоких горизонтов указывает на его гипогенный характер. Форма выделений золота обычно неправильная. В месторождении Таукин золото наблюдается в трещинках и полостях кварца в виде выделений неправильной формы; частью оно заключено в буром железняке, замещающем пирит. Такой же характер имеют выделения золота в месторождении

Джеламбет, где оно встречается чаще и в больших количествах. В месторождениях Кара-агач, Даниловском и Бурли золото также встречено в ассоциации с бурым железняком, образовавшимся по пириту, или в полостях кварца. В месторождении Бурли в парагенезисе с золотом иногда наблюдается молибденит.

В Восточной части Казахской степи находится золоторудное месторождение Майкаин, имеющее выдающееся значение. По данным Ф. В. Чухрова (1938), оруденение здесь связано с баритовыми залежами, ячеистыми кварцевыми породами и отчасти с массивным жильным кварцем. Разработка ведется в зоне выветривания, глубина которой достигает 60 м. Кроме золота, в Майкаинских рудах содержится серебро, а местами наблюдаются значительные выделения медных и свинцовых минералов. Встречены также минералы цинка.

Первичными сульфидными минералами Майкаина являются: пирит, халькопирит, галенит, сфалерит. Минералы вторичного сульфидного обогащения представлены халькозином и ковеллином. В зоне выветривания наибольшие скопления дают бурый железняк и ярозит, частью свинцовистый. Местами в значительных массах представлена самородная сера. Кроме того встречены: галоиды серебра, церуссит, малахит, азурит, гипс и др. Особенностью Майкаина является наличие несомненно гипергенного золота.

Распределение видимого золота в майкаинских рудах весьма неравномерное. Ф. В. Чухров отмечает следующие формы выделения этого минерала в Майкаине:

а) Неправильные выделения среди зернистого барита, реже среди ячеистого кварца. В барите изредка встречаются самородки, вес которых достигает 3 г и более.

б) Пленки в трещинах и неправильные выделения в полостях массивного белого кварца, содержащего в небольшом количестве галенит, пирит и сфалерит, халькопирит на ряду с баритом, количество которого более значительно.

в) Тонкие пленки на скорлупках бурого железняка и в трещинах последнего. Эта форма выделения золота является ярким доказательством его гипергенной миграции в майкаинских рудах.

К Ю от Майкаина находятся месторождения Александровской группы. На одном из них, находящемся на расстоянии 1.5 км от б. Александровского завода, вскрыта залежь полиметаллической сульфидной руды, содержащей лишь незначительное количество нерудных минералов (барит и кварц). Главную роль в строении залежи играют: пирит, халькопирит, борнит, галенит, сфалерит, ковеллин, изредка встречается видимое золото. По наблюдениям Ф. В. Чухрова (1938), золото в значительной части приурочено к кварцу, представляя по отношению к нему более поздний минерал. В тесной ассоциации с золотом наиболее обычен ковеллин, реже встречаются борнит, пирит, галенит. Золотые самородки, встречающиеся в месторождении, обычно имеют пластинчатую форму, представляя результат выполнения трещинок. Наиболее крупный самородок, найденный в этом месторождении, весит 79 г (по неопубликованным данным треста Каззолото).

В Джеказгано-Улутавском рудном районе, по данным К. И. Сатпаева, видимое золото встречено в кварцевых жилах месторождения Мык. В этих же жилах установлены: пирит, халькопирит, малахит, тенорит, кирпичная медная руда и гидроокислы железа.

В том же районе в окрестностях горы Шайтантас видимое золото встречено в нескольких кварцевых жилах. Выделения золота в жилах № 43 и 43а представлены тонкими пленками в трещинах кварца, проникнутого водными окислами железа. Помимо золота и окислов железа в этих жилах, по наблюдениям Ф. В. Чухрова (1937), присутствуют натрояррозит, гипс

и самородная сера. В жиле № 30 золото установлено в виде неправильных выделений среди кварца.

На Алтае на основании последних исследований месторождения россышного золота установлены в следующих пунктах: 1) в районе Чарыша, 2) по Аную и Песчаной, 3) в системе Катуня, 4) в районе Телецкого озера; кроме того имеются указания на присутствие золота по Кумиру.

1. В районе Чарыша коренное золото известно в многочисленных месторождениях по самой р. Чарышу. Кварцевые золотоносные жилы залегают среди палеозойских сланцев или гранитов по правому берегу р. Чарыша. Золото встречается вместе с сульфидами: халькопиритом, реже пиритом, блеклой рудой и галенитом. Из них наиболее интересна жила Гребнюха (к С от с. Слюденки) с небольшим содержанием золота.

Известны также кварцевые жилы близ сс. Слюденки и Михайловского, а также у дер. Татарки, подобные месторождениям Гребнюхи, но более бедные сульфидами.

2. В системе Ануя и Песчаной известно почти исключительно россышное золото, главным образом в системе Песчаной, по речкам Баранче, Быстрой, Быструхе, Тишке и др.

3. В системе Катуня известны россыши с низким содержанием золота по речке Каянге (приток Устюбы) и речке Мульте и в верховьях Катуня.

4. В бассейне Телецкого озера рудное золото встречено в кварцевой жиле в районе М. Колычака, а россышное — по притокам р. Самыш, речкам М. Колычаку и Б. Колычаку, а также по речкам Колдор, Ерши, Талаголь и Кичерле.

5. В районе Кумира в россыпях по Красноярке и близ ее устья по Кумиру в ничтожном количестве установлено наличие пылевидного золота. Довольно богатое россышное золото открыто по рр. Бии и Катуня близ г. Бийска.

В ю.-в. Алтае имеются сведения о россышном золоте в бассейне рр. Сумульты и Кадрина (притоки Катуня). В системе р. Чуи, по Чихачеву, золото известно по рр. Садаклар, Айгулак, Ярбалык, Чибит и Тайджелу, а также по р. Караколе, правому притоку р. Шавлы.

В районе Калбинского хребта среди отдельных золотоносных площадей Прииртышья, согласно И. С. Яговкину, можно выделить следующие группы месторождений золота.

1. Группа Лайлы. Здесь известно до 20 кварцевых золоторудных жил, из которых работают только 2 жилы: Гениальная и Пионер.

2. Группа Кулуджун. В Кулуджунском районе известно до 40 кварцевых жил, и этот район по добыче золота занимает в Калбинском хребте первое место. Жилы приурочены к трещинам разлома и значительная часть их дает высокое содержание золота, хотя некоторые показывают, наоборот, и довольно убогое содержание. В жилах отмечается значительное количество антимонита, кроме того встречаются теллуриды золота, пирит, халькопирит и арсениррит.

Большинство жил распределяется по рудной площади полосами, приурочиваясь к зоне смятия с.-з. простирания.

3. Группа Балажал. Здесь известно до 10 маломощных кварцевых жил с высоким содержанием золота, залегающих в сильно измененных диабазх и порфиритах. Но золотоносность здесь связана не с диабазами, а с кислыми гипабиссальными интрузиями — кварцевыми порфирами и аплитами.

Согласно Ф. В. Чухрову (1938), золото образует неправильные выделения в кварце, как содержащем окислы железа, так и лишенном их. В распределении золота по вертикали определенной закономерности установить нельзя. Наблюдаются скачки на различных глубинах. Максимальные содержания по жиле Никольской наблюдаются ниже третьего горизонта, т. е. ниже 50 м. По жиле Ивановской отмечается обогащение в верхах жилы

приблизительно до глубины 16 м. Определенной связи между мощностью и содержанием золота нет. Распределение золота в горизонтальном направлении отличается непостоянством. Местами, как по жиле Никольской, имеются признаки столбообразного расположения обогащенных золотом участков.

Золотоносность месторождения «Золотая горка», входящего в Балажальскую группу и расположенного на р. Чигилике (10 км к В от Балажала), связана с дайками березита. Золото здесь наблюдается как в свободном виде, так и связанным с арсенопиритом и пиритом, концентрирующимся преимущественно по плоскостям отдельностей березита.

4. Группа Сенташ. Золото наблюдается в кварцевых жилах, которых насчитывается больше 30. Жилы чаще залегают вдоль контакта сланцев осадочного происхождения и туфов и имеют сеткообразный характер, причем главные из них сосредоточены на горе Аюжаткан. Золото преимущественно свободное, так как колчеданы почти отсутствуют. По Ф. В. Чухрову (1938), золото в образцах из этого месторождения частью цементирует кварц. Породы сильно пиритизированы и потому тоже золотоносны. Распределение золота кустовое.

Россышное золото, в значительной части уже выработанное, известно здесь по речке Сенташ и ключам Булкулдан, Коже-булак, Чекоман, Какбастоу, Кара-эгенъ и др.

5. Группа Акжал. Сюда входят месторождения Акжал, Боко, Карасай и др., охватывающие около 30 рудных и нерудных жил, которые, согласно И. С. Яговкину, в зависимости от минералогического состава и характера оруденения, можно подразделить следующим образом:

1) Кварцево-мышьяковистые жилы, в которых золото преимущественно связано с арсенопиритом и отчасти пиритом. Наблюдаются также гематит и в незначительном количестве карбонаты.

2) Кварцево-карбонатные жилы, в которых наблюдается следующая ассоциация минералов: кварц, карбонаты, пирит, халькопирит, реже сфалерит и галенит и очень редко арсенопирит.

3) Карбонатно-кварцевые жилы с убогим содержанием золота, зависящего, повидимому, от очень бедной вкрапленности сульфидов в боковых породах.

4) Чисто карбонатные золотоносные жилы с редким содержанием кварца и рудных минералов.

5) Чистые кварцевые, нерудоносные жилы, состоящие из молочного кварца.

6) Кварцевые золотоносные жилы с галенитом, иногда с значительным содержанием золота.

Золоторудные жилы Акжала генетически связаны с кварцевым диоритом и относятся к гидротермальному типу.

По данным Ф. В. Чухрова (1938), в месторождении Акжал самородное золото встречается частью непосредственно в кварце, частью в тесной ассоциации с пиритом. Форма выделений в обоих случаях неправильная. Иногда наблюдается также золото в буром железняке, образовавшемся по пириту. Выделения золота в этом случае имеют вид жилок и неправильных участков. Первичный характер видимого золота, по крайней мере в значительной части, не вызывает сомнения. В распределении золота по вертикальному и горизонтальному направлениям закономерностей не установлено.

В месторождении Боко, по данным того же автора, наблюдались следующие выделения золота:

а) Тесные ассоциации с галенитом, частью сростания с ним (жила Гористая 3-я), а также ассоциации с пиритом и галенитом (жила Обратная).

б) Жилки в пирите и в заместившем его буром железняке (жила Колорадо 2-я).

в) Неправильные выделения в массивном почти белом кварце, содержащем отдельные кубики пирита (жила Обратная) или не содержащем его (жила Колорадо 1-я).

г) В полостях кварца, содержащего выделения бурого железняка (жила Колорадо 2-я).

В месторождении Карасай видимое золото частью встречено в почти белом кварце с пленками окислов железа и черными дендритами на плоскостях трещин. Форма выделения неправильная.

6. Сункарская группа. К этой группе относятся Сункарский и Кандыгатайский золоторудные районы. В Кандыгатае золото связано одновременно и с вольфрамитом.

В Сункаре наблюдаются, с одной стороны, кварцевые золотоносные жилы, связанные с богатым вкраплением в них сульфидов и приуроченные к трещинам отдельности. С другой стороны, здесь имеются кварцевые жилы, почти не содержащие сульфидов, приуроченные к зонам смятия и отличающиеся постоянством своего простирания, но золотом они беднее жил первой группы.

Помимо этого в гранитном массиве (Сары-бийик) находится еще система кварцевых золотоносных жил Сары-куяк.

В западной части Калбинского хребта можно упомянуть еще о следующих группах золотоносных жил: Ала-айгыр, Казанчункур, Канайка, Уланка, Джантас и Сартбулах, а в восточной — Джумба и Теректы, которые связаны с выходами кислых интрузий: альбитофиров, гранодиоритов, микрогранитов.

Из месторождения Казанчункур, по Ф. В. Чухрову (1938), известны образцы массивного белого кварца, сцементированного золотом. В месторождении Джумба, по данным того же автора, выделения самородного золота сравнительно нередки в жиле Параллельной. Они частью очень тонки, но весьма распространены и хорошо различимы невооруженным глазом. Отложение золота после кварца несомненно. Доказательств в пользу вторичного отложения золота нет. Наоборот, отсутствие гипергенных минералов и наличие богатых золотом участков значительно ниже уровня грунтовых вод, а также относительно равномерное распределение золота в вертикальном направлении, — все это говорит о гидротермальном характере его выделений.

Помимо жилы Параллельной самородное золото встречено также в следующих жилах на площади, тяготеющей к Джумбинскому шахтоуправлению: Федоро-Ивановская, Можеренская, Первая Речковская, Буксир и др.

Весьма значительными запасами золота на Алтае обладают полиметаллические месторождения Западного Алтая.

По данным П. П. Пилипенко, золото в Западном Алтае встречается в следующих месторождениях: Березовском (в железисто-свинцовых охрах и в кварце с галенитом), Бухтарминском, Греховском, Ереминском, Заводинском, Змеиногогорском, Зырянском, Карамышевском 1-м и 2-м, Комиссаровском, Крюковском, Малеевском, Москвинском, Мурзинском (вместе с баритом, тетраэдритом, аргентитом, электрумом), Путиновском, Риддерском, Семеновском (в волосистых формах на цинковой обманке и в виде тонких чешуек и зерен в других рудах), Снегиревском, Сокольном, Филипповском, Царев-Александровском, Черепановском (на роговике в мелких вкраплениях и листочках с кераргиритом) и в кварце в горах между деревнями Усть-Пустынкой и Маралихой.

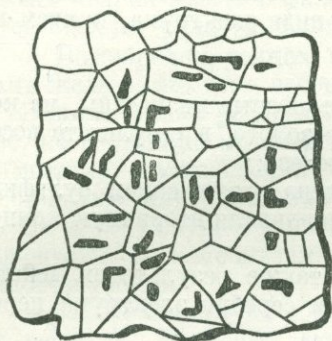
В Заводинском месторождении интересен парагенезис золота с гесситом. Здесь золото, по исследованию П. П. Пилипенко, образует тонкие пленки и пластинки, которые обычно расположены почти параллельно или под прямым углом одна к другой среди отдельных зерен гессита (фиг. 41). Подобные вросстки золота местами наблюдаются и в алтаите. Золото встречается в парагенезисе или с онкозином, гесситом, пиритом и кераргиритом, или с квар-

цем, гесситом, аргентитом и кераргиритом. Характерна связь золота с минералами серебра.

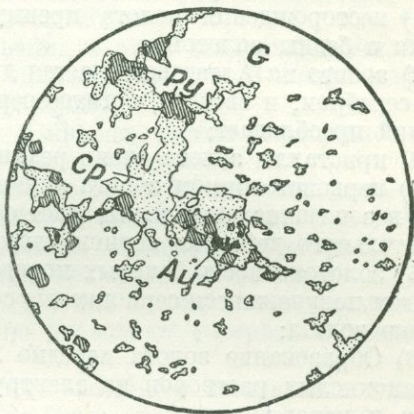
Золото Заводинского месторождения, по П. П. Пилипенко следует отнести к вторичным выделениям, связанным с зоной сажистых руд.

В Змеиногорском месторождении золото обычно встречается в виде пластинок и неправильных угловатых зерен. В отдельных случаях в пластинках его наблюдаются углубления неправильной формы, обусловленные образованием в них зерен кераргирита. Значительно реже золото наблюдается в виде налетов, дендритов или волосистых и хлопьевидных агрегатов. Очень редки кристаллы в форме: (100), (111) и (110).

Золото в этом месторождении преимущественно связано с баритом, редко встречаясь в жильном кварце и при том преимущественно в верхних горизонтах месторождения, именно, в зонах охристых и сажистых руд. Первичное золото, связанное с сульфидами, с достоверностью здесь констатировано не было.



Фиг. 41. Пластинки золота (черное) на гессите. Заводинский рудник Алтай. По П. П. Пилипенко. $\times 15$.



Фиг. 42. Золото (Au) в первичной вкрапленной руде. G — жильная порода, Py — пирит, Cp — халькопирит. 2-й Карамышевский рудник, Алтай. По И. Ф. Григорьеву. $\times 66$.

По пробам, произведенным П. П. Пилипенко, все золото Змеиногорского месторождения сильно серебристо и, согласно Ренованцу, дает ряд постепенных переходов от чистого золота к чистому серебру.

В Зырянском месторождении, по Герману (данные которого приводит П. П. Пилипенко), золото встречалось зернами, размером с горошину, и пластинками в рассыпчатом кварце, иногда также на азурите, реже в галените, барите и хризоколле и очень редко в плотном кварце.

В образцах музея Томского университета наблюдались неправильные вкрапления золота, нередко с занозистыми краями, реже пластинки. Из этого месторождения имеется даже экземпляр моховидного золота в кварце (Ленинградский горный музей). Кристаллы золота из этого месторождения не известны.

Густав Розе упоминает о самородках золота больше килограмма весом.

Цвет золота из Зырянского месторождения обычно более светлый, зеленовато-желтоватый, редко желтый.

В Крюковском месторождении золото встречается чаще всего в виде тонких прожилков в барите, нередко в парагенезисе с аргентитом, электрумом, кераргиритом, церусситом. Цвет светложелтый. Большая часть его относится уже к электруму.

Во 2-м Карамышевском месторождении рудное золото известно в первичной руде в ассоциации с пиритом и халькопиритом (фиг. 42), вкрапленным в жильную породу.

В Мурзинском месторождении — золото желтого цвета, обычно встречается в ячеистом кварце, содержащем медную смоляную руду и тенорит, как продукты разложения колчеданов. Оно наблюдается чаще в виде зерен, неправильных сростков, а также в порошковатом виде, встречаясь на халцедоне или выполняя полости от разрушения сульфидов. Содержит следы Ag и Cu.

В Риддерском месторождении, по Ренованцу, золото было известно в кристаллических и листоватых формах в пористом и трещиноватом кварце в ассоциации с аргентитом, баритом, кераргиритом и различными охрами. По данным Готта оно встречалось и в нитевидных формах.

В Ленинградском горном музее имеются экземпляры ветвистого золота в кварце или листоватого в кварце с бурым железняком.

Ц. П. Пилипенко в результате изучения месторождений Западного Алтая пришел к следующим выводам:

1) месторождения золота преимущественно коренного типа; россыпи редки и бедны золотом;

2) золото на Алтае встречается двух типов: обыкновенное темное, бедное серебром, и светлое, богатое серебром, в виде электрума, причем последний преобладает;

3) кристаллы золота очень редки;

4) первоисточником золота являются золотоносные колчеданы, из которых в зоне окисления и выпадает самородное золото, в результате восстановительного действия сернокислых солей железа;

5) золотоносность боковых пород обусловлена разложением сульфидов, причем получавшиеся сернокислые соли обуславливали вторичную концентрацию золота;

6) Образование золота нередко являлось также результатом действия солянокислых растворов на электрум, причем серебро электрума переходило в кераргирит.

На Южном Алтае значительный интерес представляет Курчумский золотоносный район, который примыкает к Нарымскому хребту. Золотые прииски здесь расположены по долинам правых притоков р. Курчум рек Булакде, Джаман-Киинсу и Киинсу с притоками и по речкам Коктерек и Ср. Теректы, притокам р. Нарыма. Другая часть приисков расположена по левым притокам р. Курчум: рр. Кыстав-курчум, Чикай-булак и Каинды-булак (северного склона хребта Сары-тау) и рр. Караагач и Майкапчегай (южный склон Сары-тау).

Россышное золото здесь мелкое. Встречаются небольшие самородки весом не более 0.1—0.25 г, редко до 0.4 кг (обычно всегда с породой — гранитом, содержащим пирит). Местами на откосах русла и в карманах сланцев золото наблюдается в значительном количестве.

Золото промышленного содержания открыто в настоящее время также в районе хребта Сары-тау, преимущественно по системе р. Кальджира.

По данным А. Аверина, в Курчумском районе наблюдаются три типа кварцевых жил:

1) Кварцевые жилы наиболее древние, в которых наблюдается оруденение железистыми охрами с слабой вкрапленностью сульфидов: блеклой руды, пирита, арсенопирита. Жилы маломощные и слабо золотоносны.

2) Кварцево-пегматитовые мезотермальные жилы с небольшим содержанием сульфидов (пирит и блеклая руда) и с убогим содержанием золота.

3) Кварцево-золотоносные жилы наиболее молодые, с непостоянными минерализацией и металлоносностью. В них наблюдается следующая ассоциация минералов: псевдоморфозы бурого железняка по пириту, пирит, галенит, блеклые руды, халькопирит, халькозин, антимонит, арсенопирит и различные охры как продукт разложения сульфидов. Они отличаются значительным содержанием золота, которое распределено неравно-

мерно в зависимости от неравномерной минерализации рудных минералов.

В Курчумском районе известны еще листовенитовый и березитовый типы золоторудных месторождений. Сюда можно, например, отнести жилу рудника Березит.

К южному Алтаю принадлежит Алкабекская группа месторождений, среди которых наибольшее значение имеет месторождение Манка. Последнее, по данным Ф. В. Чухрова (1938), объединяет группу кварцевых жил, секущих графиты и кристаллические сланцы. Наиболее доступны для наблюдения жилы Манка и Секущая. Сульфидные минералы в этих жилах представлены блеклой рудой, галенитом, пиритом, халькопиритом, сфалеритом и ковеллином; наиболее часто наблюдается блеклая руда.

Самородное золото встречается как в жиле Манка, так и в жиле Секущей. Отмечены следующие формы его выделения:

а) Неправильные выделения и пленки, частью дендритовидные, в трещинах кварца вместе с малахитом и окислами железа. В кварце наблюдаются блеклая руда, халькопирит и сфалерит.

б) Выполнения тонких трещинок в кварце, частью окрашенном окислами железа. Местами ассоциируется с блеклой рудой.

В жиле Манка распределение золота по горизонтали очень неравномерное, по вертикали местами характеризуется общей тенденцией увеличения, а местами — уменьшения его содержания. Между содержанием золота и степенью минерализации намечается прямая зависимость.

По жиле Секущей данные о распределении золота в вертикальном и горизонтальном направлениях также не позволяют говорить о какой-либо закономерности.

В районе Семиречья россышное золото известно в Джаркентском районе, по речке Б. Кетменке, левом притоке Чалкоды; проба его от 790 до 800. Золото здесь крупное. В шлихах вместе с золотом встречались также самородное серебро, медь и изредка платина.

[Renovantz, 1788; G. Rose, 1837, 1842; К. Гривнак, 1873; Г. Майер, 1896; В. С. Реутовский, 1905; К. Кулибин, 1908; В. А. Обручев, 1909; В. И. Вернадский, 1914; П. П. Пилипенко, 1915; Д. Ф. Мурашов, 1925; А. К. Мейстер, 1926; А. К. Болдырев и И. Ф. Григорьев, 1927; И. Ф. Григорьев, 1927; В. С. Домарев, 1934; И. С. Яговкин, 1934; И. С. Яговкин и В. В. Груза, 1934; К. И. Сатпаев, 1935; Ф. В. Чухров, 1937 и 1938].

Средняя Азия

По рр. Баянколу и Караколу, впадающим слева в р. Текес (Каракольский район Киргизской ССР) россышное золото встречается в районе развития гнейсов и гранитов. Золото обычно залегает неравномерно в виде гнезд в глинистом песке и не приурочено к определенному горизонту россыпи. Золото высокопробное и очень чистое, наблюдается в мельчайших зернах, крупинках и листочках. Кроме того, в том же районе Джунгарского Алатау признаки золота были обнаружены по рр. Тентеке, Лепсе, Ргайты, Баскану, в долине р. Коры, а также по р. Текели.

Рудное золото было встречено по р. Чижам в 25 км от Карабулакского поселка Киргизской ССР.

В пределах Киргизии золото встречается также по р. Чаткалу, чаще в пылевидной форме.

Золоторудные месторождения Памиро-Дарвазского золоторудного пояса прослежены от перевала Кызыл-арт по долинам рр. Кара-Джилга, Саук-сай, Мук-су, Арзынг, Хингоу, Оби-Хумбоу до границ СССР.

Золоторудные месторождения находятся в тесной генетической связи с жильными дериватами кислой магмы, кератофирами, порфирами, фельзитами варисцийского магматического цикла.

В восточном Таджикистане, по В. И. Попову, намечаются следующие типы месторождений золота:

1) Гипотермальные кварцевые жилы с пиритом, халькопиритом, карбонатами, слюдами и т. д.

а) молодые (альпийские)

б) древние (варисийские).

2) Древние (варисийские) золотоносные фельзиты и порфиры (пиритизированные, серицитизированные, окварцованные).

3) Полиметаллические и медные месторождения, могущие дать попутно золото при извлечении других металлов.

4) Золотоносные россыпи различных типов.

В Дарвазе с конца XIX в. известны, кроме того, золотоносные конгломераты. В 1931 г. они были обнаружены также и в районе Сарыгора (Борнеманом). Наиболее золотоносной является свита неогеновых конгломератов.

Старые разработки рудного золота известны на Саук-сае (Джаргучак) и Мук-су.

Молодые золоторудные жилы Памиро-Бадахшанской золотоносной группы составляют одно неразрывное целое с золотыми месторождениями восточного Таджикистана и Афганистана, являясь особой золотоносной провинцией с двумя металлогеническими эпохами образования золотых месторождений: варисийской и альпийской.

1. В Сауксайской группе наибольший интерес представляют золоторудные кварцевые жилы, которые сосредоточиваются исключительно среди зеленой метаморфической сланцевой толщи. Золотоносность, повидимому, связана с сильно хлоритизированными породами диоритовой магмы. Содержание золота неравномерное. Минерализация выражена кварцем двух генераций, золотоносным пиритом, сидеритом, доломитом, кальцитом, альбитом. В меньшем количестве наблюдаются мусковит, хлорит, роговая обманка, эпидот, халькопирит, халькозин.

Наиболее богатое золото встречается в серицитизированных боковых породах. Последние содержат пирит, с которым и связано золото. В результате выветривания золотоносного пирита нередко выделяется видимое золото в форме золотых пластинок, пылинков и зерен.

Д. В. Никитин установил 19 золоторудных участков в пределах Саук-сай, Каинды и на Мук-су (у Алтын-мазара). Наиболее интересными из них являются: Борушаш, Саук-сай, Средний Кузгун-су, Кок-таш, Курган-куль, Кок-чеку.

Золото указанной группы относится к мезотермальному типу.

2. Муксуйская группа месторождений. Основными носителями рудного золота, повидимому, являются зоны пиритизации метаморфической толщи, сопровождаемые кварцевыми жилами и интенсивным окремнением.

В долине р. Мук-су коренное золото обнаружено Д. И. Щербаковым в березитизированных породах, залегающих в непосредственной близости интрузивного кварцевого порфира.

3. Хингоуская группа месторождений. Здесь, по данным Д. И. Щербакова, Ю. А. Арапова и Т. Б. Боровской, россыпное золото встречается в верховьях р. Хингоу.

Коренных месторождений не обнаружено. В отношении золотоносности наиболее интересны громадные пиритизированные зоны по периферии гранитных интрузий.

4. Каланхумбская группа золоторудных месторождений, по В. И. Попову, генетически связана с интрузивными порфирами и фельзит-порфирами, рвущими толщи рассланцованных эффузивных порфиров и их туфов, согласно подстилаемых известняками D_1 (по Д. В. Наливкину). Носителями и источниками рудного золота являются оба типа порфиров. Золото находится также в осыях и россыях тех же пород.

По сообщениям Журавко-Покорского, в кристаллических породах к В от области золотоносных конгломератов Ях-су выходят золоторудные кварцевые жилы у Джорфа на Пяндже и в горном хребте с восточной стороны р. Хумбоу.

5. Дарвазские древние россыши (золотоносные конгломераты), по В. И. Попову, практически золотоносными являются только в самой верхней их части. Золотоносная свита состоит из галечника средне и нижнепалеозойских метаморфических свит и изверженных пород Памиро-Дарвазского золоторудного пояса. Золотоносность установлена также в свите известковистых серых конгломератов.

Максимум золотоносности находится в хребте Джари-Дирида (россыши Сары-об, Сия-хок-дара, верховья Ях-су). Менее золотоносны конгломераты Даштако.

Молодые россыши известны в районе дарвазских золотоносных конгломератов на водораздельном пространстве рек: Кызыл-су, Хингоу и Пянджа.

В результате геологоразведочных работ С. И. Попова в 1931 г. россышные месторождения установлены в долинах Бомовле и Мучкакион. В общей сложности выявлено свыше 100 золотосодержащих россышей.

Золото в этих россыях мелкое, и самородки его весом более 5 г неизвестны. Обычно преобладает золото в форме овальных пластинок. Наиболее крупное и менее расплющенное золото встречается в россыях, приуроченных к району ю.-в. синклиналей неогеновых конгломератов. Вместе с золотом встречается довольно много золотой амальгамы и самородной ртути и немного серебряной амальгамы. Шлих состоит из магнетита, отчасти гематита, окисленного пирита и граната.

Золото содержится чаще во всей массе россышей, но содержание его по направлению к плотнику все же увеличивается.

6. Сарнобская группа (рр. Хингоу, Сары-об). Золотоносные россыши известны по р. Акбе (бедные), а также по р. Кулумбе. Золото мелкое; отдельные зерна его достигают размера 4—7 мм. Цвет орашжевый, изредка желтоватый.

Наконец, россышное золото встречается на плато Кулумба, которое по количеству древних работ и размерам является самым крупным месторождением россышного золота в Дарвазском районе. Здесь золото скопилось над аллювиально-пролювиальными выносами с хребта Джари-дирида из размывавшихся рыхлых и слабо цементированных неогеновых конгломератов.

В центральном Таджикистане золото обнаружено в россыях по рр. Кафирнигану и Зеравшану, ниже р. Риомут. Повидимому, золото связано здесь с разрушением арсенопирита.

В Узбекистане золото известно в Северном Нуратинском хребте, в ущелье р. Синтаб к кварцевых жилах, в виде очень мелких чешуек в светлосером кварце. Оно присутствует также в зальбандах жил вместе с сульфидами, представленными пиритом, галенитом, сфалеритом и минералом группы блеклых руд.

[В. Севергин, 1791; Богословский, 1842; Брусницын, 1892; Журавко-Покорский, 1895; К. Кулибин, 1900; В. С. Реутовский, 1905; В. Н. Вебер, 1913; Д. В. Наливкин, 1916; А. С. Уклонский, 1923; Д. В. Никитин, 1926; Б. Л. Баскин, В. С. Мясников и др., 1936; Г. В. Фосс, 1936; В. И. Попов и Н. И. Дингельштедт.]

Западная Сибирь

В Западной Сибири месторождения золота преимущественно встречаются в горных системах Кузнецкого Алатау, Салаира и Саян, причем наиболее богатой по золоту является первая.

Во всех указанных горных системах известны как коренные, так и россышные месторождения золота. Из первых наибольшее значение имеют квар-

цевые золотоносные жилы и затем железные шляпы колчеданных месторождений, отличающиеся высоким содержанием золота.

Что же касается золотоносных россыпей Западной Сибири, то они представлены разнообразными типами: русловыми, террасовыми и элювиальными, из которых первые два типа наиболее важные. Большинство россыпей относятся к постплиоценовому времени.

Согласно А. Я. Булытникову, можно выделить следующие золоторудные формации, встречающиеся в Западной Сибири:

I. Контактные золоторудные месторождения.

II. Жильные золоторудные месторождения.

A. Группа гипотермальных месторождений:

- 1) кварцево-турмалиновые золотоносные жилы;
- 2) пирротин-висмутовая формация;
- 3) висмуто-медная формация;
- 4) медно-мышьяковая формация.

B. Группа мезотермальных месторождений:

- 1) пирротинно-свинцово-цинковая формация;
- 2) арсено-пирито-свинцово-цинковая формация;
- 3) сурьмяно-свинцово-цинковая формация.

B. Метасоматические месторождения:

- 1) сульфидные свинцово-цинковые с баритом;
- 2) вторичные кварциты:
 - а) из порфиров,
 - б) из известняков.

Г. Вкрапленные месторождения — зоны импрегнации пород сульфидами.

Д. Экзогенные месторождения — юрские и третичные конгломераты.

1. Кузнецкий Алатау

Кузнецкий Алатау в отношении золотоносности А. Я. Булытников разделяет на 4 группы: 1) Горно-Шорскую, 2) Томскую, 3) Мартайгинскую, 4) Хакасскую.

1) Горно-Шорская группа золотоносных районов (южная часть Кузнецкого Алатау): бассейны рр. Лебедя, Кондомы и Мрассы.

а) В Лебедском золотоносном районе россыпное золото известно в верховьях р. Лебедя и по некоторым правым его притокам. Наиболее богатые россыпи расположены по рр. Коучаку, Андобе и Чанышу. Здесь работали русловые россыпи, террасовые, а также и элювиальные.

В системе р. Андобы по Воронцовскому ключу в 1906 г. был найден крупный самородок золота весом 24.92 кг. Наибольшая его длина 38 см, ширина 25 см, толщина 6 см; сложение почти плотное. Местами наблюдались крупные впадины. Цвет самородка темный, медно-золотистый, местами с буроватым оттенком (фиг. 43). Источником золота россыпей р. Лебедя являются кварцевые золотоносные жилы и полосы прожилков кварца, залегающие в зеленокаменных породах.

В 1932 г. в системе рр. Андобы и Чаныша найдено коренное месторождение золота в виде системы кварцевых золотоносных жил с включениями халькопирита.

б) Кондомский золотоносный район (в верхнем течении р. Кондомы) характеризуется наиболее богатыми золотом россыпями по рр. Мунже, Коаре, Кочуре и М. Кондоме, а также россыпями по Александровке с Ляпиновкой, Солдатовой, Тузасу. В системе Кочуры в 1933 г. найдено интересное золоторудное месторождение, представленное кварцевыми жилами с богатым содержанием золота в парагенезисе с пиритом, галенитом и халькопиритом. Одновременно были обнаружены золотоносные конгломераты в низовьях р. Казынака.



Фиг. 43. Самородок золота весом около 24.92 кг, найденный в 1906 г. в россыпях р. Лебедь Зап.-Сибирского края.
0.5 натуральной величины.



Фиг. 44. Самородок весом 23.64 кг, добытый в 1934 г. на Артемовском руднике (Минусинский район) треста Запсибзолото.

Золотоносные жилы известны также по р. Александровке, а также по р. Кочуре и Проккопьевскому ключу.

Золотоносность Кондомского района, по Булынникову, связана с интрузией пород средней кислотности, именно с адамеллитами, сиенитами и габбро-диоритами.

в) Мрасский золотоносный район обнимает россыпные месторождения по истокам р. Мрассы и левым ее притокам рр. Большая, Суета и др. и площадь, расположенную по рр. Ортону, Базасу и Заслонке, являющуюся самой производительной по добыче золота. Из коренных месторождений наибольшей известностью пользуется открытое в 1904 г. Джелсайское месторождение рудного золота, где в 1931 г. был найден крупный самородок золота с кварцем, весом до 3 кг.

Месторождение представлено жилами белого или обохренного кварца. Из рудных минералов вместе с золотом в значительном количестве встречаются пирит и халькопирит, реже галенит и арсенопирит. Золото чаще приурочено к обохренным участкам кварца, что указывает на его связь с сульфидами. Золотоносность связана с интрузией диоритов. Золото коренное встречено здесь еще на горе Тебечек, в верховьях р. Мрассы, в многочисленных кварцевых жилах, залегающих в банатитах и роговиках контактовой зоны. Вместе с золотом наблюдаются: пирит, халькопирит, реже галенит и сфалерит.

2) К Томской группе золотоносных районов относятся районы в верхнем течении рр. Томи, Балыксы, Бельсы и Усы, Верхней Терси, Средней Терси, Нижней Терси и Тайдона.

а) В Балыксинском золотоносном районе известны как коренные, так и россыпные месторождения золота.

Коренные месторождения по левым притокам Балыксы представлены золотоносными жилами темносерого кварца, проходящими в хлорито-серпичитовых сланцах. Наиболее богатое самородное золото встречается в жилах «Золотая», «Кедровая» и «Комсомольская». Оруденение приурочено чаще к зальбандам, иногда к боковым породам. Из рудных минералов вместе с золотом встречаются пирит, пирротин и халькопирит. К 3 от Кедровки известно золото в кварцевых жилах, залегающих в диоритах и известняках. Золото встречается вместе с серебром, пиритом и халькопиритом.

Золотоносные кварцевые жилы известны среди порфиров Инокентьевского прииска. Макаров установил также присутствие золота в кварцитах по р. Изасу в контакте гранита и сланца.

Генетически коренные месторождения золота связаны с интрузией диоритов и гранодиоритов.

По системе р. Коксы расположены довольно богатые россыпи.

б) Усинский район занимает бассейн золотоносных рек Усы и Бельсы, правого притока р. Томи. Здесь россыпное золото работалось в районе верхнего течения р. Усы по рр. Нымыртыху, Березовой, Кедровке, Усинской Собаке, Усе, Базану, Шатаю.

Коренное золото известно в системе рр. Тюктерека, Усы и Б. Сыи. Золотоносность связана с кварцевыми жилами.

в) Терсинский золотоносный район включает золотоносные площади по рр. Верхней, Средней и Нижней Терсям. Богатые россыпи золота были известны по рр. Панфиловке и рр. Терсям. В районе Нижней Терси богатые россыпи золота расположены по рр. Пейзасу, Проккопьевке и Икчельбаку, где известно крупное золото в сростании с кварцем. В Пейзасе вместе с золотом в россыпях попадает и киноварь. На Ивановском Гольце в истоках Средней Терси известно коренное золото в кварцевых жилах. В районе рр. Александровки и Налимовки найдены слабозолотоносные мощные кварцевые жилы, заключающие пирротин.

г) Тайдоновский золотоносный район находится в бассейне р. Тайдона к С от Терси. К числу коренных месторождений золота по р. Бурлевке относится так называемое Георгиевское, где золото встречается вместе с галенитом в охристом ячеистом кварце среди мусковитового гранита.

По Ивановскому ключу в 1932 г. открыты довольно мощные кварцевые золотоносные жилы среди диоритов. Золото парагенетически связано с пиритом и халькопиритом. Интересно наличие здесь жилок висмута. В некоторых жилах наблюдается свободное золото, сопровождаемое турмалином.

В системе Сасизаса встречаются небогатые руды золота в маломощных кварцевых жилах, содержащих галенит и сфалерит. Наиболее богатые россыпи известны по рр. Бурлевке, Рождественке, Аузасу и др.

3) Мартайгинская группа золотоносных районов включает районы: Берикунский, Кельбеский, Центральный и Верхне-Кийский. Сюда относятся наиболее производительные по россыпному золоту районы Кузнецкого Алатау. Здесь же расположен ряд крупных коренных месторождений золота.

а) Берикунский золотоносный район богат рудным золотом. В системе р. Сухого Берикуня находится коренное месторождение золота, представленное сетью кварцевых золотоносных жил, залегающих среди диабазовых порфиритов. В контакте известняков и порфиритов местами наблюдаются залежи золотоносных колчеданов, преимущественно из пирита. Золото встречено как свободное, так и связанное с сульфидами. Из сульфидов в кварцевых жилах присутствуют: пирит, арсенопирит, сфалерит и галенит, а также никелевые арсениды и др. Кроме того, наблюдаются: халькопирит, блеклые медные руды и редко пирротин. Среднее содержание золота довольно высокое, но с глубиной падает. Арсенопирита в рудах много, так что месторождение представляет интерес, как мышьяковородное. Из жильных минералов, кроме кварца, встречаются карбонаты.

К ЮВ от этого месторождения в 6 км известно Ново-Берикунское месторождение, состоящее из нескольких кварцевых золотоносных жил с значительным скоплением арсенопирита.

К Ю от Берикуня золото известно в кварцевых жилах Гавриловского месторождения, залегающих в контакте диоритов с амфиболитами. Жилы богаты сульфидами: пиритом, сфалеритом, галенитом, блеклыми медными рудами и буланжеритом. Арсенопирит встречен только в некоторых жилах более богатых золотом.

Южнее в системе рр. Тулуяла и Николки известно коренное золото в кварце с примесью полевых шпатов и сульфидов, сфалерита, галенита, пирротина и т. д. Жилы залегают в сиенит-аплитах. Мощные толщи кварцитов здесь также показывают признаки золота.

В истоках р. Кашкадак в 1932 г. обнаружен золотосодержащий магнетит.

Богатые золотоносные россыпи известны в системе среднего течения р. Кии с притоками Берикунем и Тулуялом и в системе рр. Тисуля, Колбы и Чебулы.

б) В район Центрального рудника входят золотоносные площади рр. Большого Кожуха, Шалтырь-Кожуха и Кундата с Кундустуюлом. Особенно богата золотом р. Шалтырь-Кожух и система р. Кундата.

Коренные месторождения золота представлены группой золотоносных кварцевых жил Центрального месторождения. Видимое золото встречается преимущественно в охристых рудах. В колчеданных рудах оно обычно присутствует в распыленном виде. Чисте оно связано с сульфидами: пиритом, арсенопиритом, галенитом и сфалеритом. Белый безрудный кварц содержит золота очень мало. В кварце нередки примеси карбонатов. Месторождение относится к мезотермальному типу и связано с адамеллитами, которые вблизи рудных жил густо импрегнированы пиритом и арсенопиритом и сильно серицитизированы.

К Ю от месторождения «Центральное» также известно рудное золото в кварцевых жилах в парагенезисе с пиритом и галенитом (жилы Варваринская, Константиновская). По Булытникову, между Варваринской и Бурылевской жилой расположено месторождение, в котором золото находится в парагенезисе с висмутином.

Очень богатое коренное месторождение открыто на Павловском прииске по р. Троицкие Вершины.

Золото встречено также на водоразделе рр. Воскресенки илевой Троицкой среди рудных прожилков кварца с арсенопиритом.

Горевановым обнаружены богатые золотоносные жилы в участке Кундустуола. В системе р. Татьянавки известны коренные месторождения золота с пиритом и галенитом в кварцевых жилах среди монцититовых порфириров. Золотоносный узел Шалтырь-Кожуха, Кундата и Кайдона характеризуется богатыми россыпными месторождениями золота.

в) Кельбесский золотоносный район обнимает систему р. Яи, преимущественно ее правых притоков — Золотого Китата, Кельбеса и Барзаса.

Из коренных месторождений золота наиболее важным является Ольгинское контактово-метасоматическое месторождение в истоках р. Золотой Китат. Золото в самородном виде обычно приурочено к интерстициям кальцита в гранато-диопсидовых скарнах с весьма неравномерным распределением. Вместе с золотом в скарнах наблюдается вкрапленность пирита и халькопирита.

Золотоносными здесь являются и конгломераты юрского и третичного возраста, которые и послужили источником золота большинства россыпей. Юрские конгломераты более богаты золотом и занимают площади правобережья Н. Суеты, Конохты, Солонечной и т. д. Третичные, более бедные золотом, дают начало богатым россыпям по рр. Н. Суете, Единису и Кельбесу. В гальке россыпей нередко попадалось золото в сростаниях с кварцем. Помимо этого россыпное золото известно по р. Ушайке в окрестностях г. Томска.

г) Верхне-Кийский золотоносный район представлен системой золотоносных рек Талановой (левый приток Кии), Кийского Шалтыря, Татарки, Вобровки и Растая.

Коренные месторождения известны по р. Громатухе близ гольца Таскыл. Самородное золото с неравномерным гнездовым скоплением встречено в жиле «Пятилетка». В других жилах руда представлена слабо оруденелым кварцем, пиритом, реже галенитом и сфалеритом, иногда арсенопиритом.

Коренное месторождение обнаружено в долине р. Бердовки в кварцевых жилах среди битуминозных сланцев и известняков. Рудные минералы, кроме золота, представлены здесь: галенитом, сфалеритом, пиритом и реже пирротинном. Из нерудных присутствует, кроме кварца, кальцит.

Вблизи Щетинкинского золоторудного месторождения золото встречается в кварцевых жилах, расположенных в адамеллите, вместе с галенитом, сфалеритом и арсенопиритом.

Россыпные месторождения в этом районе известны по рр. Кийскому Шалтырю, Талановой, а богатые террасовые россыпи — в системе р. Большого Тулуола. Богатые россыпи золота встречаются также в долине р. Бердовки, а бедные — в системе р. Урюпа, впадающего в Чулым.

4) Хакасская группа золотоносных районов расположена в системе рр. Черного и Белого Июсов, Туима и левых притоков р. Абакана.

а) В Саралинском районе, по исследованиям А. Я. Булыникова, коренное золото приурочено к кварцевым жилам, которых в настоящее время насчитывается более ста. Жилы залегают в порфиритах, диабазах, туфо-песчаниках и реже в кремнистых сланцах. Самородное золото встречено как в охристых рудах, связанных с пиритом, пирротинном, арсенопиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и магнетитом, так и в первичных, ассоции-

руясь наиболее часто с галенитом, сфалеритом и арсенопиритом, распределяясь очень неравномерно по падению и простиранию жил, обычно в виде столбов, кустов или гнезд. В генетическом отношении Саралинские жилы относятся к мезотермальным образованиям, связанным с интрузией гранодиорита.

Россышное золото здесь встречается по рекам: Средняя и Правая Сарала, Бобровке, Аязбасу, Демидовке и др., особенно по первым двум.

б) В Чебаковском районе главные месторождения золота относятся к коренным и сосредоточены в нескольких рудных узлах: в месторождении Знаменитом, в месторождении истоков р. Изекиюла, на руднике «Коммунар» (б. «Вогомдарованный») и месторождении Железный ключ.

По Булытникову, здесь выделяются два типа кварцевых золотоносных жил: 1) висмут-золоторудные и 2) золоторудные типа «Коммунар», сопровождаемые рудным окварцеванием боковых пород.

Месторождение Знаменитое содержит золото в кварцево-карбонатных жилах. Из сульфидов преобладает халькопирит, реже встречаются пирит и блеклая руда. Некоторые жилы («Поздняя», «Знаменитая») содержат скопления висмутина.

Висмутовый блеск является характерным спутником золота, и такие жилы обычно более богаты золотом. Жилы залегают в порфиритах, в контакте с кварцевым монцитом.

В районе р. Изекиюла небогатое рудное золото в парагенезисе с халькопиритом и галенитом встречается в ряде кварцевых золотоносных жил.

В месторождении Коммунар (15 км на Ю от Знаменитого) кварцевые золоторудные жилы генетически связаны с интрузией диоритов и габбро. Оруденение выражено различными типами рудных образований, связанных между собой генетически: а) кварцевыми золотоносными жилами, б) зонами «рудного окварцевания», в) золотоносным магнетитом, г) скоплениями пирротиновых руд.

Высокое содержание золота показывают магнетитовые руды Калиостровского месторождения. Золотоносные пирротиновые скопления чаще наблюдаются в контакте кварцевых жил с известняками.

Видимое золото нередко наблюдается в заметных скоплениях среди белого, слабо оруденелого, кварца. Из сульфидов с золотом обычно связаны: пирит, пирротин, халькопирит, реже арсенопирит, сфалерит и галенит. В ничтожных количествах в некоторых жилах присутствуют висмутовые минералы. Из жильных минералов, кроме кварца, встречаются: карбонаты, амфибол, гранат, альбит, эпидот и пиррофиллит. Содержание золота в рудах высокое, но оно распределено неравномерно.

В районе Железного ключа золото встречается в кварцевых жилах, среди порфиринов. Жилы отличаются высоким содержанием золота и содержат висмутовые минералы.

В системе р. Андата также известно промышленное рудное золото, сопровождаемое сульфидами.

В системе гор Тигир-Тыш, в вершине Белого Июса, золото встречается в кварцевых жилах, содержащих галенит, пирит и сфалерит.

Наиболее богатые россыпи работали по рр. Малому Черному Июсу, Рождественке, Сухим Логам, Изекиюлу, Большой Собаке, Солгону и Тюктереку.

в) В Уйбатском районе золото встречается на Думном руднике по р. Тибки в кварцевых жилах, залегающих в гранитах. Из рудных минералов в парагенезисе с золотом присутствуют: пирит, халькопирит, блеклые медные руды, галенит, реже сфалерит и молибденит. В жилах констатировано присутствие касситерита и рутила. Наиболее богатые золотом участки приурочены к зоне окисления.

Далее коренное золото известно в кварцевых жилах Воскресенского рудника по р. Нене.

Небогатые россыпные месторождения встречаются на приисках, расположенных по правым притокам р. Белого Июса, по р. Туиму, а также Уйбату и Аскызу (левым притокам р. Абакана).

2. Салаирский край

По А. Я. Бульничкову, здесь можно выделить три золотоносных района: а) Егорьевский — в с.-з. части края; б) Салаирский — в средней и в) Уксунайский — в южной части края.

Золото — преимущественно россыпное; известно еще с 30-х годов прошлого столетия. Коренные месторождения золота представлены кварцевыми золотоносными жилами.

а) Егорьевский золотоносный район содержит месторождения коренного золота, обычно связанного с рудными кварцевыми жилами, содержащими медные сульфиды: халькопирит, борнит, халькозин. Распределение его в рудной массе весьма неравномерное. Иногда встречаются очень богатые участки. В наиболее интересной жиле № 13 (по р. Каменке) крупное золото попадалось чаще всего в ассоциации с галенитом. Кроме того, золото встречается в парагенезисе с пиритом и халькопиритом, а из нерудных, кроме кварца, присутствует кальцит.

Помимо кварцевых жил, в районе известны также золотоносные конгломераты силурийского возраста по р. Берездовой, где золото содержится в кварцевой гальке.

Наиболее богатые россыпные месторождения работали в системе р. Суенси, а также по рр. Матвеевой, Матренке, Мостовушке и в системе р. Ика по Крохалевке. Золото в россыпях мало окатанное, ветвистое, иногда в сростании с кварцем. Местами в шлихах наблюдалась киноварь, платина и осмистый иридий. Россыпи элювиально-делювиального типа.

б) В Салаирском золотоносном районе рудное золото известно в кварцевых жилах в системе р. Касьмы, по Третьей Елани и на Кулебакинской сопке. В системе р. Ур золото в парагенезисе с баритом встречается в кварце, пронизанном жилками бурого железняка. То же наблюдается в районе рр. Бирюли и Звончихи.

В Белоклочевском месторождении системы р. Ут золото обнаружено в баритовой сыпучке.

На глубине золото связано с сульфидами: халькопиритом, сфалеритом и галенитом. В небольшом количестве оно присутствует и в рудах Салаирского поллиметаллического месторождения.

Затем коренное золото обнаружено в кварцевых жилах по системе р. М. Толмовой и на левом берегу р. Осиновки, где жилы залегают в известняках и отличаются богатым содержанием золота.

Крупное золото в сростании с кварцем встречалось по Иродовому логу и в кварцевых валунах р. Преображенки. Наиболее богатое россыпное золото встречается по рр. Касьме, Чесноковке, Чебуре, Иванову и Гришину логам, а также в системе рр. Ур и Бирюли с притоками Колбихой и Портняжной.

Крупные золотые самородки наблюдались по Рабочему Логу, на Кубалде. Также славились богатством россыпи системы рр. Мунгая, Тогула и Аламбая.

По Бульничкову, россыпи относятся или к элювиально-делювиальному, или аллювиальному типу.

в) Уксунайский золотоносный район сравнительно беден золотом. Рудное золото встречается по Уксунаю в кварцевых жилах, залегающих среди железистых сланцев.

Небогатые россыпи известны по р. Ср. Уксунаю, где золото в россыпях встречается нередко в сростании с кварцем.

3. Саянский хребет

К Западной Сибири относится горная система Западных Саян и небольшая ю.-з. часть Восточных Саян (бассейны рр. Кызыра и Казыра).

Золотоносными площадями Западных Саян являются районы: Кызас-Анзасский, Чахан-Джебашский, Кантегирский, Табатский, Ойский, Усинский, Копский, Средне- и Верхне-Амыльский.

а) В Кызас-Анзасском районе коренное золото играет меньшую роль, чем россыпное. Оно представлено преимущественно кварцевыми золотоносными жилами. Жилы с видимым золотом были встречены, например, в системе Анзасса, по ключу Золоторудному, где золото находится в парагенезисе с пиритом.

В жиле «Волшебной», залегающей в кварцево-серицитовых сланцах, встречается как свободное золото, так и золото, связанное с сульфидами: пиритом, халькопиритом и галенитом.

Видимое золото в кварцевых жилах обнаружено еще на Троицкой горе, по долине ключа Безымянного.

В районе находятся богатые россыпи, расположенные в вершинах рр. Большого и Малого Кызаса и р. Безымянки. Менее богатыми являются россыпи рр. Анзассов и низовий Кызаса.

По В. А. Обручеву, источником золота в россыпях являются золотоносные пириты, которые импрегнировали полосы метаморфических сланцев и песчаников. И. К. Баженов считает источником россыпей кварцевые золотоносные жилы.

б) В прочих золотоносных районах коренные месторождения золота редки. Известны кварцевые жилы, содержащие золото, халькопирит и блеклую медную руду в районах к В от р. Енисея по рр. Рудной и Бараксану. Преимущественно распространены бедные золотом россыпные месторождения по системам рр. Чехана, Табата и Кантегира. Золото в них обычно мелкое и полуокатанное.

в) В Усинском районе золото в коренных месторождениях впервые обнаружено в 1932 г. в кварцевых жилах у истоков рр. Золотой (система Уса), Теплой и Илюхема, бассейна р. Улу-Кхема.

Кварцевые жилы, содержащие свободное золото, залегают среди песчаников и сланцев кембрия и генетически связаны с интрузией диорита.

Россыпное золото известно по рр. Узюму, Тихой, Кальгу, Теплой и Золотой. В россыпях вместе с золотом здесь встречалась и платина.

г) Амыльская группа месторождений содержит преимущественно россыпное золото. Наиболее богатые скопления наблюдались по р. Бургони. В истоках р. Копи, правого притока Амыла, расположен богатый золотом Копский золотоносный район. Коренное золото приурочено к кварцевым слабозолотоносным жилам. По Я. С. Эдельштейну, золотоносность связана с роговообманковыми породами, преимущественно диоритами.

д) В Средне-Амыльском районе (система рр. Тюхтета и Зибизяна) известны бедные коренные месторождения, представленные кварцевыми жилами, содержащими золотоносные пирит и халькопирит. Жилы залегают среди метаморфических сланцев.

е) Верхне-Амыльский район (истоки р. Амыла) представляет собой очень богатый золотоносный район. На водоразделе Амыла и Систикема известно Октябрьское месторождение с высоким содержанием золота, представленное кварцевыми жилами среди сланцев. Оно встречается в парагенезисе с сульфидами: пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и реже арсенопиритом. Бедное рудное золото обнаружено в кварцевых жилах по Кундусуку.

Россышное золото встречается по р. Систикему, а также рр. Кундусуку, Изынзюлу и Акульке. В россыях последней встречалась кварцевая галька с богатым видимым золотом.

Золотоносные районы в юго-западной части Восточных Саян расположены по системам рр. Кызыра и Сисима. Из наиболее крупных золотоносных участков следует отметить: Сисимский, Шиндинский, Ольховско-Чибижекский и Тарбатский.

а) Сисимский участок. Коренное золото известно здесь в Предтеченском месторождении в кварцевых жилах среди гранодиоритов.

Наиболее богатые россыпи района были приурочены к системе рр. В. и М. Сейбы. Золото обычно мелкое, окатанное, часто с кварцем.

б) В Кызырском участке находятся крупные месторождения коренного золота. Из них наиболее важное Артемовское (Ольховское) в истоках р. Ольховки, притока р. Джеби, где за последнее время встречались крупные самородки золота (фиг. 44).

По А. Я. Бульникову, это месторождение контактно-метасоматического типа приурочено к контакту адамеллита с кембрийскими известняками. Оно представлено жилообразными линзами пирротиновой руды, содержащей тонкое золото. Кроме того, встречается примесь пирита и халькопирита. В зоне цементации сажистые колчедановые руды богаты золотом. Высоким содержанием его характеризуются кварцевые жилы, проходящие в интрузивном теле адамеллита и в скарновой зоне.

В другом крупном коренном месторождении — Дистлеровском свободное золото встречается в мощной кварцевой жиле с пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом. Содержание золота в жилах высокое. По Бульникову, жила проходит в скарнированных известняках среди адамеллитового тела.

Наконец, золото встречается в кварцево-золотоносной жиле в истоках р. Бегьи.

Богатое россышное золото в районе известно в Чибижекском участке, где расположены русловые россыпи и элювиально-делювиальные. Наиболее богатые россышным золотом прииски Верхнего Чибижека. На одном из приисков (С. Преображенском) в 1898 г. было найдено 14 крупных самородков золота, из которых один весил до 30 кг.

По Бульникову, источником золота богатых россыпей Чибижека и Бегьи являются оруденелые зоны контактов.

в) Другие районы Восточных Саян. Признаки золотооруденения с развитием кварцевых жил обнаружены А. Г. Вологдиным по притоку Кызыра на ключе Гремячик.

Небольшие небогатые россыпи встречаются в истоках рек: В. Шинды, а также по рр. Тарбатке, Каспе и Канзыбе.

[С. Еремин, 1892, 1893; А. Зайцев, 1893, 1894, 1901; В. С. Реутовский, 1905; Я. С. Эдельштейн, 1909, 1923, 1925; А. А. Ячевский, 1909; Е. Н. Барбот-де-Марни, 1910; А. Гернет, 1911; П. Гудков, 1911; В. А. Обручев, 1911, 1917; М. А. Усов, 1917, 1933; К. И. Богданович, 1919; А. Я. Бульников, 1925, 1926, 1927, 1929, 1931, 1933 и 1934; А. К. Мейстер, 1926; А. Грибан, 1928; А. Г. Вологдин, 1931; Е. А. Гукковский, 1931; Г. С. Лабазин, 1932; А. М. Кузьмин, 1933; А. К. Кюз, 1933; Б. Ф. Сперанский, 1933.]

Восточная Сибирь

Огромное пространство этой части РСФСР богато большим количеством золотых месторождений, среди которых имеют первенствующее значение. В отношении золотоносности весь этот огромный край можно разделить на 3 обширных района: 1) Енисейская тайга, 2) Ленский район и 3) Забайкалье.

В последнем очень большую роль играют коренные месторождения золота, например, Балейское и Дарасунское, в то время как первые два сла-

вятся своими богатейшими россыпями, среди которых Ленские получили мировую известность.

Коренные месторождения золота Восточной Сибири представлены преимущественно карцевыми золотоносными жилами (Балей, Дарасун, Советское месторождение и др.) или вкрапленными месторождениями типа рассеянных импрегнаций, где золото содержится в сульфидах, преимущественно в пирите (Ленский район). Последний тип еще мало исследован.

Россыши преимущественно элювиального и аллювиального типа. Наиболее древние отличаются большой протяженностью, прослеживаясь непрерывно на десятки километров при мощности от 2 до 2.5 м и залегая под аллювием иногда на глубине до 40 м. Образование россышей шло за счет разрушения обоих типов указанных коренных месторождений.

1. Енисейская тайга

Россышное золото здесь открыто в 1837 г., коренное — в 1870—1880 гг. Главные месторождения сосредоточены в Енисейском районе, который обнимает северную и южную группы приисков.

По Л. А. Ячевскому, золотоносными в районе являются четыре обособленных геологических комплекса: 1) древние гранито-гнейсы, 2) тейская свита, 3) толщи метаморфических глинистых сланцев и 4) красные кварцевые конгломераты. Источником золота является древняя гнейсо-гранитовая толща, за счет разрушения которой образовалась тейская свита осадочных пород.

Россыши северной группы приисков располагаются преимущественно в бассейне р. Енисея, главным образом по р. Б. Питу и его притокам и в бассейне р. Теи с Енашимо. В районе последней находятся самые богатые россыши. Главная масса россышей бассейна Енисея имеет долинный характер.

а) В северной части Енисейской тайги богатые россыши имеются в системе р. Нойбы (левый приток Теи) и правых притоков Енашимо: по рр. Количикаву, Олонокону, Огне, а также нижнему течению Вангаши, по р. Дытыну и др. Золото этих россышей большей частью мелкозернистое или чешуйчатое, с содержанием серебра от 3 до 11%. Повсеместно с золотом в россыпях встречается магнетит, а по р. Огне — циркон. В верховьях Енашимо встречалось крупное золото, а также и крупные самородки. Наиболее богатые россыши находятся по среднему течению Енашимо (от устья Калами до устья Олонокона). В россыпях встречаются куски брекчий и бурого железняка, которые золотоносны. Пылевидное золото наблюдалось по нижнему течению Енашимо в песчаниках, перешедших в железистый кварцит, а также в кварцитах Енашимо, близ устья Количикана.

По р. Огне, притоку Енашимо, золото в россыпях распределено неравномерно, имея преимущественно гнездовый характер. Здесь встречались самородки от 4 г до 6 кг весом. Проба золота 981—982.

В системе р. Дюбкоша находится ряд приисков с россышным золотом. Золото обычно гнездовое, мелкое и тертое. Вес золотины не более 0.5 г. Проба золота 948—955. Золото Успенского прииска крупное, 960—964 пробы, и представлено ноздреватыми малотертыми золотинами, вес которых в верхней части пласта достигал от 4 до 48 г. По р. Дытыну золото мелкое, но изредка попадались самородки ноздреватого сложения от 4 до 25 г весом. Самыми богатыми были россыши по р. Севагликону в бассейне р. Калами, притока Енашимо. Богатство россышей, повидимому, объясняется присутствием на склоне горы Эльдорадо целой сети золотосодержащих жил, залегающих среди гнейсов и метаморфических сланцев, которые при разрушении обогатили россыши. Золото содержит от 87 до 93% Au и от 6.5 до 12% Ag. По р. Калами встречалось также богатое золото с пробой от 880 до 923.

В россыпях золото известно далее в системе р. Нойбы, левого притока р. Теи. Золото мелкое, 915—917 пробы. В Барнаульском прииске золото встречалось весьма различного цвета, от желтовато-бурого, благодаря оби-

лию железных окислов, до светложелтого. Золото чаще мелкое, но иногда встречались самородки до 20 г весом.

По левому притоку Теи р. Оллоночимо россыпное золото находится обычно в виде крупинок, иногда самородков, покрытое «рубашкой» окислов железа.

В системе р. Иочимо и ее левого притока Немуни, наблюдалось крупное золото, с редкими включениями породы. Встречались и самородки весом до 28 г. Проба золота 960—976.

В системе р. Чапы, притока Вельмо (бассейн Подкаменной Тунгуски), наблюдались выходы конгломератов с признаками золота.

Менее богаты россыпное золото известно в бассейне р. Вапгаши. В одном из приисков этой системы, именно Гавриловском, наблюдались самородки с кварцем, в виде кристаллов, жилок и веточек.

Средняя проба россыпного золота в северной части Енисейского района колебалась от 871 до 981, причем наиболее высокопробное золото встречалось в россыпях, богатых самородками.

Коренные месторождения золота известны по среднему течению Енашимо, близ устья Олопокона, у мыса «Золотой бугорок». Золото содержится в кварцевых жилах в виде включений по трещинам в массе кварца. Гнездовое золото обычно сопровождалось железной охрой, пиритом, арсенопиритом и халькопиритом.

Далее рудное золото известно на руднике Эльдорадо в системе Севагликона, в свите пластовых кварцевых жил, залегающих в гнейсе. По Ячевскому, золото наблюдалось в двух разновидностях кварца: белом, слабооруденелом, и сером, богатом арсенопиритом и пиритом. Содержание золота в жилах разнообразно и непостоянно, наиболее богато в местах сжатых, чечевицеобразных толщ. Форма золота моховидная, цвет светложелтый, проба не выше 890. Бедные золотом кварцевые жилы наблюдались в системе р. Дюбкош, колчеданистые жилы по р. Чиримбе и в системе р. Пит. Кроме кварцевых жил, рудное золото в очень малом количестве наблюдалось в массивных породах и брекчиях, связанных с тектоническим нарушением.

б) В южной части Енисейского золотоносного района золото известно в россыпях (террасовых, долинных и увальных) системы рр. Удерея, Удоронги, Мурожной, Рыбной, Татарки, Б. Пита, Пенченги и Горбылки. По р. Удерею, в верховьях его, золото крупное, гнездовое. В средней части Удерея — мелкое, плотное, пластинчатое или окатанной формы. По р. Тагдатайке (приток Удерея) золото содержит 96% Au и 4% Ag. По р. Масмону, притоку р. Удерея, оно очень крупное, плоской формы и чистожелтого цвета, с пробой 910—920. В среднем течении этой реки золотишки обычно средней крупности и более окатанные. Золото здесь сильно серебристое, с более низкой пробой 840. В нижнем течении золото еще мельче, обычно плоское, иногда плавучее, с пробой 860—870.

По р. Ишимбе, притоку р. Удерея, золото весьма чистое, но мелкое (при пробе 952—956).

В системе р. Удоронги, согласно А. К. Мастеру, золото распределяется весьма неравномерно; оно обычно крупное, окатанное, часто покрытое пленкой бурого железняка («в рубашке»), нередко с кварцем.

В системе р. Б. Мурожной и в верховьях Талой золото встречалось как в долинных, так и в увальных россыпях. Оно здесь обычно мелкое, частью окатанное, неправильной формы. В среднем и нижнем течении — пластинчатой формы и более шероховатое.

Крупное золото в сростании с породой наблюдалось по рр. Боровой и Талой.

В россыпях верховьев р. Удерея и Мурожной, согласно Гофману, встречались кристаллы и самородки золота, причем по Мурожной вес самородков доходил до 4 кг. В Александровском прииске наблюдалось кристалличе-

ское золото, в форме (100) и в виде параллельных сростков. По А. К. Мейстеру, по р. Шааргану (Благодатный прииск) золото встречалось в форме (110). Гофман (1844) упоминает об интересной округлой форме золота: самородки величиной с орех были покрыты бурой блестящей коркой водных окислов железа.

В системе р. Пенченги золото в россыпях наблюдалось с большим количеством черного рудного шлиха, состоящего из кристаллов и зерен магнетита, ильменита и гематита.

в) В Красноярском золотоносном районе россыпное золото (относительно бедное) известно по левым притокам Енисея: Почвенной, Чистовитой, Осиновой, Серебрянке, Кубаку и др. и по притокам р. Бирюсы.

В нижнем и среднем течении Маны и по ее речкам Малой и Большой Слизневым (правые притоки Енисея) бедные золотоносные россыпи известны в области развития хлоритовых сланцев и диоритов.

Россыпи аллювиального типа и содержат мелкое золото.

г) В Канском районе Красноярского края встречается почти исключительно россыпное золото. Золотоносными здесь являются правые притоки р. Енисея: речки Веснина, Кузеева, Кимбирка, Юдина, Большая Посольная и правые притоки р. Кана: Тарак, Алешина, Сакаревка и ключ Междупорожный, расположенные в области развития гранитов и гнейсов. Золото не богатое и очень мелкое. В Успенском прииске с р. Кимбирки был найден гранит с прожилками золота.

д) В Нижнеудинском районе Иркутской области золотоносность приисков, расположенных по Бирюсе, приурочена к крутопадающим пластам известняка. Последнему подчинены пласты глинистого и талькового сланцев, среди которых залегают различные зеленокаменные породы, граниты и жилы кварца. Здесь россыпное золото, кроме Большой и Малой Бирюсы, встречается также по их притокам Хорме с Унгурбеем, а также по Катъшиндыге и Мокрому Мирючину. Золото местами крупное. Изредка попадались самородки до 400 г весом (Ново велико николаевский прииск). Проба золота изменялась от 903 по Хорме до 915 по Унгурбею.

На некоторых приисках Хормы в золотоносном шлихе, кроме большого количества магнетита, встречался также и осмистый иридий. Прииски по Б. Бирюсе менее богаты золотом, чем прииски Хормы и имеют пробу золота от 891.5 до 903. Проба золота по Катъшиндыгаю всего около 868.5. Россыпи здесь, повидимому, элювиальные, генетически связанные с различными породами: авгитовыми сиенитами, диабазами, гранитами и другими, чаще сильно измененными.

Особый интерес с генетической точки зрения представляют россыпи Красного ключа в Верхне-Ангарском районе. Здесь золото находится часто в тесном сростании с теллуридом серебра — гесситом, причем оно внутри гессита распределено неравномерно. Золото по данным минералогических исследований (Е. П. Негурей и В. К. Земель) образует извилистые ветвящиеся жилки в виде неправильной сети, либо систему «параллельных прямолинейных полос». Золото, как показывают фракционные анализы, содержит небольшое количество серебра.

Крупные коренные месторождения в Енисейском золотоносном районе встречаются редко. Обычно золото залегают в кварцевых жилах, содержащих пирит.

Подобные месторождения рудного золота известны в системе р. Мурожной (Герасимо-Федоровское месторождение), где видимое золото встречается в кварцевых жилах среди сланцеватых измененных диабазов, и в системе р. Рыбной, на которой находится Козьмо-Демьянское месторождение, приуроченное к кварцевым жилам, в мусковитовом гнейсе или глинистом сланце. Местами золото рассеяно и в глинистых сланцах, в филлитах, доломитах

и известняках. Сланцы содержат иногда и колчеданы, но золотоносность их не всегда связана с последними.

Из других коренных месторождений Енисейского золотоносного района можно упомянуть Советское месторождение (1-е Авенировское) и Аяхтинское (Второниколаевское), в которых золотоносность также связана с кварцевыми жилами, залегающими среди метаморфических сланцев.

Советское месторождение, по данным Н. И. Горностаева, представлено свитой пластовых седловидных жил типа Бендиго. Из рудных минералов встречены в кварцевых жилах: висмутин, пирротин, арсенопирит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит и самородное золото. В зоне цементации встречены самородная медь и ковеллин, а зона окисления представлена скорродитом и лимонитом.

Самородное золото встречается большей частью на границах всех перечисленных рудных минералов в виде мелких зерен, а также на границе их с вмещающим кварцем и в самом кварце. По отношению к пириту золото ясно эпигенетично. В самом пирите золото встречается всегда по трещинкам или в местах их пересечения. При наличии халькопирита в руде золото обычно сосредоточивается вблизи его.

В сульфидах золото весьма мелкое — размерами в несколько сотых миллиметра и меньше, до мельчайших включений, едва заметных при больших увеличениях. Оно обычно имеет неправильные формы, а в кварце чаще идиоморфно или же обладает скелетным строением.

В лежачем боку главной жилы были встречены мелкие кристаллики видимого золота, которые частично переходят и во вмещающие глинистые сланцы черно-серого цвета.

2. Ленский золотоносный район

В Ленском золотоносном районе золото известно еще с 1825 г. Здесь преимущественно встречается россышное золото, наибольшая часть добычи которого падает на знаменитые Ленские прииски (р. Бодайбо). Коренное золото хотя и известно, но пока сравнительно мало разведано.

В ю.-з. части этого района золото наблюдается в системе р. Оки, Белой и оз. Байкала, причем наиболее богатые россыши расположены по Б. и М. Коту, частично залегают на конгломератах, цемент которых содержит золото. Оно здесь встречается или в тонких листочках, или же в пылевидной форме. Признаки золота обнаружены и в Китойских вершинах по р. Китою.

а) В Верхне-Ленском районе сравнительно бедные россыши наблюдаются в верховьях р. Сармы, впадающей в озеро Байкал, и в верховьях Лены по речкам Ср. Иликту и Курге, а более значительные — в бассейне р. Тыи по р. Нюрундукану (левый приток Тыи) и его притоку Кавынаху. Золото встречается частью в сильно ячеистом кварце серого цвета, заключающем нередко мелкие скопления пирита, частью же в хлоритовом сланце.

б) В Олекминской системе золото найдено в 1843 г., а в Витимской в 1860 г. Горные породы этих золотоносных районов представляют собою реже массивные кристаллические граниты, чаще же слоисто-кристаллические породы архейского возраста: гнейсо-граниты, гнейсы и различные кристаллические сланцы, а также метаморфические породы осадочного типа (известняки, песчаники, кварциты, глинистые сланцы и пр.). По данным, приводимым Реутовским, для изучаемых районов характерно: 1) в местах наибольшего развития золотоносности, именно в среднем и верхнем течении рек системы Бодайбо, — большое разнообразие различных пород и 2) здесь же обильные включения в этих породах пирита и бурого шпата.

Золотоносные россыши представлены четырьмя типами: 1) доледниковые, глубокие, 2) междуледниковые, 3) ледниковые и 4) современные. Из них практически наиболее важны доледниковые (глубокие россыши элювиаль-

ного и аллювиального типов). Золотоносные пласты таких россыпей обычно имеют вид элювиальный: встречается совершенно несортированный материал, обломки пород, обычно окатанные, и золото различной крупности.

В золотоносном районе Олекминско-Витимской системы расположены: Витимская система приисков с рр. Бодайбо, Энгажимо, Безымянной и Тахтыгой и Олекминская с золотоносными приисками по рр. Ныгри, Атыркан-Бирикану, Нундрамичу, Ваче, Аунакиту, Угакану, Кадаликану и вершинам Хомалхо.

Из россыпей Витимской системы наиболее важными являются россыпи по р. Бодайбо, где и расположены знаменитые по своему богатству золотом Ленские прииски.

Из притоков Бодайбо наиболее замечательный Накатами, где встречаются россыпи всех указанных типов. В бассейне Бодайбо встречены богатые доледниковые россыпи.

Далее россыпное золото известно по р. Аканак-Накатами, где имеются как увальные, так и русловые россыпи, и по долине рр. Дагалдына, Онмона и Иллигира.

В системе р. Энгажимо работали элювиальные россыпи по р. Тахтыгап-Бирекану.

Россыпное золото известно далее по притокам Бодайбо: В. и М. Догалдыну, Верхнему и Нижнему Аканану и др.

В россыпях системы Бодайбо распределение золота обычно равномерное; крупных самородков мало, причем более крупное золото встречается в глубоких «долинных» россыпях. По р. Ныгри золото известно как в древних русловых увалных россыпях, так и в современных аллювиальных. В бассейне р. Ныгри наибольшим богатством отличалась элювиальная россыпь Предтеченская по Сухому Логу. В россыпях р. Ныгри золото крупное и распределено неравномерно.

Россыпи по р. Атыркан-Бирекану (бассейн Вачи) отличаются своей массивностью, причем содержание золота сверху значительнее, чем внизу. Золото здесь высокопробное, с содержанием Ag от 4 до 8.2%.

В системе Б. Боголонах золото очень крупное с неравномерным залеганием. Повидимому, здесь россыпи связаны с гранитами, а не сланцами, содержащими пирит. В шлихе этой россыпи присутствуют: магнетит, гранат и биотит, но нет пирита (долина Спектрального ключа).

В системе р. Жуи (притока Олекмы) золото менее богатое и связано с наличием золотоносного пирита в зонах наибольшего смятия.

Далее, россыпное золото работалось в системе Кадали по Кадаликану и по р. Хомалхо. В последней встречается очень низкопробное золото (Воскресенская россыпь).

Наконец, в россыпях оно встречается в системе Б. Патома по рр. Анагре, М. Патому и по Молво в районах развития метаморфических сланцев.

Россыпное золото известно также в Киренском районе Иркутской области по левым притокам Витима, именно: по Даувгакиту, притоку Мамы, притокам р. Мамукана — Амгундаче и Амамбак и по р. Джелагун в системе р. Перши.

Коренное золото в Ленском золотопромышленном районе играет пока подчиненную роль. Оно представлено двумя типами: 1) собственно кварцевыми золоторудными месторождениями и 2) полосами песчаников, сланцев и кварцитов, сильно рассланцованных и часто богатых включением золотоносного пирита.

Из отдельных золоторудных месторождений можно указать Сибиряковскую жилу в верховьях Накатами в области развития кристаллических сланцев. Далее, по р. Бодайбо встречены тонкие кварцевые жилы, залегающие в метаморфизованном песчанике Водянистого прииска, которые содержат низкопробное серебристое золото. По р. Энгажимо известно корен-

ное золото в кварцевых жилах вместе с галенитом и пиритом. Содержание золота в колчедане местами очень высокое.

По данным В. А. Обручева и А. П. Герасимова, в большинстве случаев золото связано с различными метаморфическими породами (филлиты, сланцеватые песчаники, кварцево-глинистые сланцы, слюдястые известняки и пр.), содержащими пирит и бурый шпат. Содержание золота в этих породах приурочено лишь к определенным пунктам, полосам или зонам самих пород. Сюда относятся месторождения Иннокентьевского прииска и Тихоно-Задонского в бассейне Вачи по Атыркап-Вирекану.

На Витимском плоскогорье золотоносными являются некоторые базальты вулкана Мушкетова, а также базальтовые лавы р. Ивановки (бассейн Чикоя).

В россыпях Ленского золотоносного района хорошие кристаллы золота встречались сравнительно редко. Я. В. Самойловым описано несколько кристаллов золота из коллекции геолога А. П. Герасимова (в настоящее время — коллекции Горного музея), из россыпей прииска Верного Олекминской системы (бассейн р. Ныгри).

Указанные кристаллы имели следующие формы: 1) куба, 2) октаэдра 3) комбинации куба и октаэдра, 4) двойников октаэдра по плоскости (111), по так называемому шпинелевому закону, имеющих несколько сплюсненную форму, параллельно двойниковой плоскости, как обычно для шпинелевых двойников. Грани кристаллов золота несколько изменены под влиянием механического переноса, которому кристаллы подвергались. В кристаллах наблюдались включения зерен кварца и большое количество отпечатков от подобных же включений. Последнее обстоятельство позволило Я. В. Самойлову высказать предположение, что кристаллы образовались среди кварцевых масс и попали в россыпь в результате разрушения кварцевых золотоносных жил. А. П. Герасимов считал, что они являются результатом разрушения золотоносных пиритов, содержащихся в метаморфических сланцах описываемого района.

3. Забайкалье

Золото в Забайкалье встречается как рудное, так и россыпное. Из коренных месторождений наиболее важными являются: Балейское, Дарасунское, Дмитриевское. Россыпное золото известно в районах западного и восточного Забайкалья.

Богатые россыпи находятся в Баргузинской тайге, где золото добывается с 1844 г. Россыпи здесь преимущественно элювиального типа, образовавшиеся за счет разрушения золотосодержащих массивных пород и кристаллических сланцев, содержащих кварцевые жилы. Наиболее богатые россыпи расположены по рр. Витиму, Витимкану, Чине, Амалату, Ципе, Королону и др. Некоторые россыпи залегают на разрушенных доломитах.

По среднему течению р. Витимкана наиболее богатое золото наблюдается в месте развития пиритосодержащих кварцевых жил, секущих мелкозернистый гранит.

В косах и руслах вершин р. Витима содержание золота невысокое. По р. Тагараку в россыпи найдены валуны кварца с очень богатым золотом, а в почве ее — небольшие кварцевые прожилки с золотом. Обилием самородков от 4 до 23 г весом славилась россыпь по р. Кинчикану.

По р. Богдарину встречается золотосодержащий крупнозернистый конгломерат с известковым цементом, а также кварцевые золотоносные жилы в доломите.

В Троицко-Савском районе золотоносной является система р. Джиды, левого притока Селенги, в области распространения метаморфических сланцев, повидимому, заключавших кварцевые жилы.

По р. Хосуртаю золото обычно мелкое, в виде крупинок, нередко ноздреватых. Здесь встречались самородки до 30 г весом. В россыпях р. Хамнея, левого притока Джиды, с золотом вместе наблюдались касситерит, осмистый придий и пирит в кубических кристаллах.

В районе г. Улаи-Удэ менее богатое золото известно в системе р. Чикоя, в россыпях, залегающих на метаморфических сланцах. Подобные же небогатые россыпи расположены в Селенгинском районе, на ю.-в. берегу оз. Байкала.

В восточной части Забайкалья золото известно в районах: Читинском, Акшинском, Нерчинском и Нерчинско-заводском.

а) В Читинском районе золотоносными являются притоки (левые) реки Ингоды: Кручина и Б. и М. Байцегуй, р. Тура — правый приток Ингоды, и р. Или в бассейне р. Онона. Золото по р. Кручине мелкое, сильно округленное, богатое серебром (7.5—8.5% Ag). По р. Или — золото бедное, мелкое, обычно в виде зерен.

б) В Акшинском районе золото известно в системе рр. Кыры, Хамары и Тырина, левых притоков Онона (элювиальные и аллювиальные россыпи), и в системе рр. Бальджи и Акпинки. В вершине Бальджи золото крупное, иногда в самородках, с пробой 820—850. При равномерном распределении золота в россыпи характерно для него отсутствие черного шлиха. По Бальджикану золото залегают гнездами.

в) В Нерчинском районе золото встречается в россыпях, расположенных по р. Геримнаку (приток р. Ингоды), Дильмачику и по правым притокам Кии и Нерчи, левым притокам Шилки (Каре и др.).

Золото из россыпей Нерчинского района отличается высокопробностью (890—920). Значительная часть россыпей принадлежит к элювиальным и слабо перебитым.

Богатое россыпное золото встречается в свите Карийских россыпей по р. Каре, Куларкам, Лунжанкам, Богаче. При устье Кары известны золотоносные конгломераты. В россыпях золото сопровождают: гранат, черный шлик, реже галенит и очень редко киноварь. На Каре золото наблюдается в сиенитах, залегающих среди гнейсов и слюдяных сланцев. По Богаче в россыпях с золотом встречается пирит. По системе р. Урюма оно обычно зернистое, плотное, без породы, слабо окатанное, соломенножелтого цвета с пробой 898. В россыпях р. Амазара золото среднего зерна, тусклое, покрытое тонким слоем железных окислов.

Золотоносные россыпи известны еще в системе рр. Горбицы и Желтуги (приток р. Шилки), где местами они имеют ясно выраженный элювиальный характер. Золото здесь зернистое, крупное, шероховатое. Встречаются самородки с кварцем до 70 г. Золотоносность, повидимому, связана с выходом роговообманковых пород.

г) В Нерчинско-заводском районе золотоносные россыпи известны по рр. Тайне, Ильдикану и др. (притоки р. Газимура) в связи с диабазами и диоритами. Более богатое золото в россыпях наблюдалось там, где сами диориты и диабазы прорезаны порфиритом, содержащим колчеданы. В системе р. Аргунь в россыпях золото встречается с киноварью, галенитом, магнетитом, бурым железняком и халькопиритом; оно мелкое, низкопробное, с пробой 700. Мелкое золото по р. Унде известно в элювиальных россыпях в разрушенном граните.

Среди второстепенных коренных месторождений Забайкалья золото известно в старинном Крестовском руднике на р. Курлыче, притоке Шилки, в кварцевых жилках и охрах среди диоритов. Диориты с богатым содержанием этого металла встречаются и в среднем течении р. Витима.

Рудное золото, связанное с жильным арсенопиритом, наблюдается по р. Дильмачику, среди измененных грацитов и кварцевых порфиров.

По р. Кие на площади Жилого прииска известна жила, в которой обнаружено видимое золото.

В серебро-свинцовых месторождениях Чистяковского рудника в системе Урулунгуй рудное золото встречено в виде палета вместе с серебросодержащим галенитом и бурыми железными охрами.

Более богатое золото известно в Илинском месторождении в системе р. Или (приток Онона). По П. Ф. Степанову оно находится в рудной массе гранитного штокверка, которая представлена гранитной брекчией, богатой окислами железа и мелким пиритом. В парагенезисе с ним встречается магнетит, который иногда сплошь бывает усеян зернами золота. Последнее находится также в мельчайших зернах в продуктах разрушения пирита.

Далее рудное золото известно в Евграфовском руднике (системы Н. и Ср. Хонгорока) в виде зерен, полос и моховидных сплетений. Часть самородков распределена неравномерно в зальбандах кварцевых жил, состоящих из мелкой пористой массы глинистых сланцев.

Рудное золото в железистых кварцевых жилах известно также в Степановском руднике по р. Хаверге.

В системе р. Бальджи золото наблюдается в нескольких пунктах, причем в Прибальджинском золоторудном месторождении оно связано с кварцевыми жилами, содержащими пирит и арсенопирит.

В системе р. Унды рудное золото известно в кварцевой жиле по реке Козаковой среди гнейсов и диоритов, в ассоциации с шеелитом. В старом Преображенском (Култуминском) руднике золото встречалось в церуссите.

В бассейне р. Кары, левого притока р. Шилки, известно несколько крупных месторождений коренного золота, золотоносность которых связана с так называемой кварцево-турмалиновой полосой восточного Забайкалья.

Сюда относятся: Дмитриевское, в вершине Дмитриевского ключа, Мало-Пильненское, Амурское (против пос. Амурского между Дмитриевским и Мало-Пильненским) и Ключевское месторождения в верховьях рек Малого и Большого Урюмов.

В Амурском месторождении, по А. Я. Макерову и Проснякову, видимое золото приурочено к сети мельчайших кварцевых прожилков, заключенных в дайке кварцевого порфирита. Вкрапленники золота, от пылевидных размеров до зерен и листочков до 2 мм в диаметре, нередко с блестящими кристаллическими гранями, выделены в контактах жилок кварца и кварцевого порфирита. Золотоносность, повидимому, связана с гидротермальными процессами в результате интрузии молодых порфировидных гранитов, жильной фацией которых и является кварцевый порфирит, вмещающий золотоносные жилки кварца.

Рудное золото Дмитриевского месторождения относится к особой «турмалиново-колчедановой» золотоносной формации. По В. К. Бобру, золото концентрируется в жилах и прожилках кварцево-турмалиновой породы, залегающей в диоритах, гранитах и порфиритах. Рудными минералами в жилах являются пирит, арсенопирит. В зальбандах жил наблюдаются галенит и магнетит. Местами встречается кальцит. Золото очень мелкое и равномерно распределено в жильном материале, будучи связано преимущественно с колчеданами. Среднее содержание его довольно высокое. Боковые породы также золотоносны, благодаря содержащимся в них колчеданам.

Золотоносность Мало-Пильненского месторождения связана с серией кварцевых и кварцево-турмалиновых жил, заключенных в лейкократовых гранитах. Золото в руде очень мелкое и макроскопически не видимо. Рудными минералами, с которыми связано золото, являются пирит, халькопирит и арсенопирит, встречающиеся в виде вкраплений мелких кристаллов в рудном теле.

По данным инж. Славина, в зоне окисления в местах крупных включений сульфидов образовались охристые жилки с большим содержанием золота.

В Ключевском месторождении, по Н. Н. Горностаеву, золото представлено тонкими зернами и отличается серебристостью. Установлено присутствие мельчайших зерен золота в пирите. В отдельных жилах Урюмского района наряду с золотом наблюдается значительное количество сульфидных минералов.

Крупнейшими золоторудными месторождениями Забайкалья являются Дарасунское и Балейское.

Первое находится в 75 км к СЗ от ст. Шилка Забайкальской ж. д. Золотоносность связана с кварцевыми жилами, представляющими заполнения трещин тектонического происхождения, причем жилы, несущие на себе большие следы рудной тектоники, разнообразнее и интенсивнее минерализованы. Д. А. Зенковым установлено семь стадий минерализации (т. е. проявления процессов рудной тектоники). Каждая стадия минерализации характеризуется определенной ассоциацией минералов, пределы распространения которых прослежены для каждой из 8 более крупных жил.

Наиболее полно и интенсивно минерализованными оказались трещины, расположенные к СЗ и представленные жилами Главной и Свинцовой.

Самым сложным составом обладает Главная жила, в которой кроме самородного золота наблюдаются кварц, турмалин, карбонаты, флюорит, барит, пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, фальерц, бурнонит, менегинит, джемсонит, халькозин, серицит, причем кварц по сравнению с сульфидами играет подчиненную роль. По характеру минерализации Главной жилы в ее пределах выделяются три отличных друг от друга в минералогическом отношении вертикальных участка с ясно выраженными границами: западный золото-пиритовый, центральный полиметаллический и восточный золото-мышьяковый.

Главная жила представляет собою пример горизонтальной зональности.

Боковые породы (гранодиорит) сильно безвитизированы и содержат до 15% пирита, небольшое количество других сульфидов и золото.

Окисленная зона содержит по сравнению с первичными колчеданными рудами повышенное количество золота. Минералами вторичного происхождения здесь являются: бурый железняк, каолин, карбонаты, халькозин, ковеллин, сажастые руды, куприт, малахит, азурит и др.

По В. Н. Звереву, источником рудного золота являются гранодиориты, так как с ними связаны территориально и генетически кварцево-сульфидные золоторудные жилы.

Еще более богатым является Балейское золоторудное месторождение, находящееся в 55 км к ЮЗ от ст. Присковая Забайкальской ж. д.

Согласно Н. Н. Горностаеву, месторождение представлено весьма сложной сетью жил и прожилков и заключено в так называемом балейском гранодиорите, являющемся фациальной разностью удинского гранодиорита. Оруденение связано с интрузией, еще не вскрытой денудацией, по крайней мере в ближайших окрестностях месторождения, оно не связано ни с балейским гранодиоритом, ни с порфировидным гранитом. Сложная система трещин, которые пронизывают в различных направлениях Балейский гранодиорит, произошла в результате региональной дорудной тектоники, которая появляется в довольно широком размере, и особенно интенсивно в балейском гранодиорите, расположенном в ядре антиклинальной складки. Кроме обычного растрескивания здесь наблюдаются еще пологие трещины, по которым проходят пояса притирания, сыгравшие, по видимому, значительную роль в распределении золота. Сложная совокупность трещин в гранодиорите, служивших путями движения рудных растворов, и оказалась наиболее минерализованной, причем боковые породы сильно изменены гидротермальными процессами. Изменение боковых пород выразилось в пропилитизации и серицитизации. Связь этих процессов с отложением золота,

характерная для многих золоторудных месторождений, наблюдается и в Балее.

Жильным выполнением является кварц нескольких генераций и в значительно меньшей мере пластинчатый кальцит. Впоследствии тонкие пластинки кальцита заместились халцедоном, что и привело к образованию «псевдокальцитового кварца», с которым подмечена связь золотого оруденения. Связь эта, вероятно, объясняется хрупкостью псевдокальцитового кварца, растрескивавшегося при дорудном проявлении интерминерализационной тектоники лучше других кварцевых генераций.

Микроскопическое изучение замещенных кварцем кальцитовых участков показывает наличие мелких друзовых пустот, ограниченных кристалликами кварца. В участках, богатых золотом, последнее обнаруживает явный ксеноморфизм по отношению к кварцу (фиг. 45 и 46). Размеры отдельных зерен золота в большинстве случаев не превышают сотых долей миллиметра.

Из рудных минералов, кроме золота, встречаются в незначительном количестве пирит, халькопирит, молибденит, антимонит и некоторые другие.

В Балейском месторождении только незначительная часть золота относится к видимому. Последнее встречается в виде губчатых агрегатов 1—5 мм шириной и до нескольких сантиметров длиной.

Зеленоватое золото — низкопробное (717—746 пробы) с примесью серебра. Вторичные процессы, связанные с растворением золота, привели к выщелачиванию серебра и выпадению высокопробного желтого золота (вторичного). Количественные соотношения первичного и вторичного золота в верхних горизонтах составляют примерно 7 : 1. Количество желтого золота с глубиной убывает.

По Н. Н. Горностаеву, с генетической точки зрения Балейское месторождение относится к верхней части мезотермальной зоны.

[А. Озерский, 1867; П. Кропоткин, 1873; В. Аврамов, 1884; Я. Магеров, 1889; П. Ф. Степанов, 1893; П. В. Еремеев, 1895; А. Зайцев и А. Китменев, 1895; И. Герасимов, 1896; А. Гедройц, 1898; Н. Ижицкий, 1898, 1902 и 1903; Д. А. Ячевский, 1898; В. А. Обручев, 1899, 1923 и 1924; А. Геллер, 1900; Геол. иссл. в зол. обл. Сибири, Енис. район, 1900—1912; А. Герасимов, 1901, 1906; П. Яворский, 1902; В. С. Реутовский, 1905; Я. В. Самойлов, 1905; А. Демин, 1910, 1912; В. Котульский, 1910, 1913; 1915; К. И. Богданович, 1913, 1919; Ф. Конев, 1913; С. Бацевич, 1915; В. Бобр, 1915; В. Вознесенский, 1915; Б. Артемьев, 1925; С. Мальшев, 1925, 1927; А. К. Мейстер, 1925, 1926; Ю. И. Деньгин, 1923; П. А. Харитонов, 1934; А. Майроновский, 1935; Н. Н. Горностаев, 1936; М. П. Просняков, 1936; Е. П. Негурей и В. К. Земель, 1937.)

Якутия

По В. А. Обручеву, в настоящее время в Якутии можно выделить 9 золотоносных районов: Верхне-Олекминский, Верхне-Тимптомский, Сутамский, Верхне-Алданский, Алданский, Нижне-Тимптомский, Вилюйский, Индигирский и Колымский.

1. В Верхне-Олекминском районе золотоносными являются:

а) р. Тунгир, с ее притоками и притоками последних — Бугарихтой, Бухтой, Глубокой, Павлинкой, Черемной, Капур, Гулой;

б) левые притоки р. Олекмы: Маклакан с Сватковкой, Чокур и Н. Эрашь;

в) правые притоки р. Олекмы в ее верховьях — Б. и М. Колтукинки;

г) р. Нюкжа с притоками: Уркимом, Б. и М. Эльгаканом и тремя Ларбами.

По р. Тунгиру золотоносность связывают с жилами и штоками фельзит-порфира, а по р. Олекме и ее левым притокам — с кварц-порфирами и диоритпорфирами. По р. Нюкже золото связано с аплитами и пегматитами, прорывающими свиту гнейсов.

2. Верхне-Тимптомский район, занимающий около 9000 км², расположен по верховью р. Тимптом, его большим левым притокам Чульману и Иенгро,

и мелким — В. и М. Берокану, Баян-бира, Колбачи, Джагдали и др., текущим среди двух северных цепей Станового хребта.

Самым богатым является прииск Лебединый на р. Тимштом. Золото исключительно россышное. Золотоносность связывают с многочисленными кварцевыми жилками, содержащими колчеданы, и с пиритизированной свитой сланцев. Золотоносность кварцевых жил стоит в тесной связи с интрузиями порфириовидного гранита.

3. Сутамский район (к В от предыдущего, на северном склоне Станового хребта) расположен в верховьях р. Сутам, правого притока р. Гонам, впадающей слева в р. Учур.

Главные прииски расположены в системе р. Джалинды, правого притока р. Сутама. Золото россышное, различной крупности, претерпевшее мало изменений. Коренных месторождений еще не обнаружено. Золотоносность точно не выяснена, но по В. А. Обручеву, повидимому, обусловлена темными гнейсами и роговообманково-хлоритовыми сланцами, пронизанными пиритом и кварцем.

4. Верхне-Алданский район (к С от Верхне-Тимштомского). По исследованиям геолога В. И. Серпухова (1926) россышное золото обнаружено на р. Катъми в вершине р. Дес, по правым притокам р. Алдана — Аяпак и Кененай, далее по р. Амуткан и по верховьям рек Лянглиер, Тит и Эрга.

Распределение золота равномерное. Золото связано с пегматитами, кварцевыми жилами и гнейсами. На р. Амуткан встречены гнейсы и пегматиты с видимым золотом. Район мало обследован.

5. Алданский (Томмотский) район (к С от предыдущего). Один из важнейших золотоносных районов, очень богатый россышным золотом. Золотоносными являются:

а) система р. Орто-Салы, по правым ключам — Незаметному, Орочону, Пролетарскому и левому Кооперативному;

б) правые притоки р. Селигдар; ключи: Амурский, Чулковский и др.;

в) система р. Куронах с ключами: Кыллах, Ленским и Удачнонайденным; золотоносны также ключи: Ленинский, Первомайский и Лебединый;

г) система р. Якокут с ключами: Золотым, Турук и Неприглядным;

д) система р. Джеконды с ключами: Привлекательным, Перебуторенным, Тохто, Трудовым и Ясной Поляной;

е) система р. М. Ыллымах с р. Амбурдак с притоками: Кварцевым и Хрустальным и ключами Фартовым, Сухим и др.;

ж) система р. Томмот с притоками; богатые россыши известны по ключу Робкому в бассейне р. М. Юхты.

По главным рекам: Орто-Сале, Куронаху, Якокуту, Селигдару и Джеконде россыши беднее. Богатые приурочены к небольшим речкам и ключам.

Россышное золото — более или менее крупное, чаще шероховатое, крючковатое и вообще подвергавшееся слабому переносу, т. е. залегающее близ коренных месторождений. По ключу Незаметному золото мелкое, ровное и сильно обтертое, с редкими довольно крупными самородками.

По исследованиям В. Н. Зверева и Ю. А. Вилибина, золотоносность связана с кварцевыми жилами и прожилками, содержащими колчеданы (пирит и халькопирит), которые являются золотоносными, а также с оруденением в виде густой вкрапленности пирита в гранато-пироксеновом скарне, в контакте пород группы авгитовых порфиритов и кембрийских известняков.

Коренные месторождения золота с колчеданами найдены в вершине ключа Лебединого, левого притока р. Куронах.

6. Нижне-Тимштомский район (к В от Алданского). По данным Харитонова, россышное золото здесь встречается по р. Терканде и впадающим в нее ключам; по рр. Джалтуле, двум Рондонкитам и Идеку, правому притоку р. Тимштома.

Район геологически не исследован. В. А. Обручев допускает, что источником россышного золота р. Терканды, возможно, являются пегматитовые и кварцевые жилы, сопровождаемые колчеданами в архейской свите.

По исследованию В. Тихомирова, шлиховое золото из бассейна р. Алдана принадлежит к двум типам, резко различающимся и по своему наружному виду и по химическому составу. К I типу относится золото с прииска «Незаметный», очень мелкое, пластинчато-крючковатого строения. Хотя это золото на вид часто и блестящее, но в действительности покрыто тончайшей оболочкой, повидимому, магнезиального вещества, которое делает его жирным и легко плавающим в воде. Золото высокопробное, содержащее 944,5 Au и 5,05 Ag. Ко II типу относится золото с Орочинского прииска, известное под названием «рубашечного». Оно обычно имеет вид сравнительно крупных самородков, сверху покрытых бурым железняком, образовавшимся, повидимому, при окислении пирита. В таких самородках наблюдались многочисленные мелкие пустоты, наполненные окислами металлов и мельчайшими, хорошо развитыми, кристаллами кварца, видимыми только под микроскопом. Золото здесь более низкопробное с содержанием: Au 92,45, Ag 6,25.

Между указанными самородками изредка наблюдались золотишки слабо-желтого цвета, не покрытые окислами и не похожие на остальные самородки. В результате химического анализа В. Тихомиров установил в шлиховом золоте р. Алдана присутствие металла, весьма близкого по химическим свойствам к серебру, но с большим удельным весом, чем серебро. Последний в его анализах, приведенных в табл. 8, назван х-металлом.

7. Вилюйский район (в средней части р. Вилюя от устья р. Ахтаранды до г. Вилюйска). Здесь россышное золото известно по среднему течению р. Вилюя, от устья р. Укугут до устья р. Тонго, и по низовьям р. Мархи, а также по р. Тонго с ее притоком Датыгыр на 100 км вверх. В последнее время золото обнаружено в долине р. Олгуйдах, левого притока Ахтаранды.

По исследованиям В. Н. Зверева и Е. Н. Барбот-де-Марни, золото здесь встречается вместе с платиной. Частицы золота очень мелкие, плоские и оглаженные, золото почти пловучее и пылеобразное. Величина самых крупных золотинок не больше 0,5 мм, а большинство в 0,1—0,2 мм. Золото высокопробное, около 928 пробы.

В районе в общем золотоносны: а) современные пески и галечники кос и отмелей русла р. Вилюя и его притоков; б) послетретичные галечные отложения речных террас и в) конгломераты в свите нижней юры, слагающие коренные берега. Первосточником золота в наносах, упомянутых в пунктах «а» и «б», являются конгломераты. Они, повидимому, образовались в свою очередь, за счет трапш, представляющих интрузии и эффузии юрского времени. В трапшах известны вкрапления пирита и пирротина. Анализы трапша из бассейна р. Вилюя показали присутствие золота.

8. Индигирский район (бассейн р. Индигирки). В отношении золотоносности район почти не обследован. По данным горн. инж. Грунвальда, золото встречается в бассейне р. Момы (правый приток Индигирки) по речке Внучке, притоке р. Хатыска, и по речке Кыра, впадающей в р. Селегнях. Возможно присутствие золота в хребте Черского в связи с древними сланцами или оруденением, обусловленным послетриасовым гранитом, как на это указывает В. А. Обручев.

На признаки золота по речке Кыре и по речке Догдо в хребте Тас-Хаях-Тас в поясе пиритизированных песчаников, в связи с интрузией гранита, указывал и Харитонов.

9. Колымский район. Имеются коренные и россышные месторождения золота. По данным Ю. А. Вилибина (1928), в районе Сеймчана встречаются как россышные, так и коренные месторождения золота. Последние чаще в виде жил мышьяковой формации.

По С. В. Обручеву, обильные знаки золота находятся в бассейне реки Колымы, где золотоносность, повидимому, связана с интрузиями гранита.

До 1928 г., по данным Груинвальда, рудное золото отмечалось по речке Супри, впадающей в р. Березовку (близ г. Средне-Колымска). Известны образцы золота с речки Хириникан. По сведениям Дальстроя, россыпное золото известно по речкам Буянде и Сериникану, впадающим в Колыму выше р. Сеймчана.

Согласно А. П. Васильеву (1936), золотоносность Колымского края связана с кварцевыми золотоносными жилами и жилами различных порфиров и порфиринов. Признаки ее приурочены к области развития мощной толщи осадочных и туфогенных пород, отложившихся за время от верхнего триаса до нижнего мела включительно в морском бассейне, входившем в состав верхоянско-колымской антиклинали.

А. И. Педашенко (1936), изучавший Утинское золоторудное месторождение, наблюдал золото в жилах главным образом в ассоциации с арсенопиритом наиболее поздней генерации и отчасти с буланжеритом. На образцах из этого месторождения им доказано различие структур травления золота в зависимости от ориентировки разреза.

Для мелких колымских россыпей А. И. Педашенко отмечает обильное содержание крупных самородков. Спектроскопия золота Утинского месторождения дала сходные результаты вне зависимости от того, какое золото исследовалось — кристаллическое или рудное:

Ag — очень сильные линии	Mg — средней яркости
Pb — слабые или очень слабые	Si — слабые
Cu — слабые	Ti — очень слабые
Fe — »	Ga — » »
Al — средней яркости	

[В. А. Обручев, 1924, 1930; В. Н. Зверев, 1925, 1927; И. В. Тихомиров, 1926; П. В. Груинвальд, 1927; В. И. Серпухов, 1927.]

Дальний Восток

Золото на Дальнем Востоке встречается в Приамурье и Приморском крае, на площади которых известны как коренные, так и россыпные месторождения.

1. В Приамурье известно несколько золотоносных районов: Зейский, Верхне-Амурский, Хинганский, Унья-Бомский, Селемджинский, Ниманский.

а) В бассейне р. Зей россыпное золото встречается по рр. Джалону, Джальте, Иликану, Ильдекиту, в системе Брянты, Гилюя, а также по Сугджари, Гаргани и др. Средняя проба золота около 950. Золотоносными здесь являются амфиболиты, аплиты, пегматиты, а также амфиболовые гнейсы, содержащие колчеданы. Тип россыпей самый разнообразный: аллювиальные, русловые (Гилюй), увальные, древнеаллювиальные и пр.

В коренных месторождениях бедное рудное золото наблюдалось в кварцевых жилах по рр. Джалинде, Гилюю и др. Самородки сравнительно редки. По форме золото самое разнообразное.

По В. Д. Рязанову, пробы золота по р. Джалону 970, по р. Ильдекиту — 920, по р. Сигулену (приток Иликана) — 907, Иликану — 953, его притоку Арге — 934 и, наконец, по реке Унахе — 928.

Более низкопробное золото встречалось по р. Олонгро, с пробой 828, в нижнем течении Брянты, с пробой 824. По последней золото обычно состоит из мелких пылевидных частиц, тогда как крупные имеют каплеобразный вид.

По р. Кудаче встречалось золото средней крупности с пробой 937. Здесь передки и самородки до 8 г. В системе рр. Большого и Малого Могота россыпное золото около 871 пробы.

В россыях рек Конгамуни — Улягир встречалось россышное золото средней крупности при пробе 844—903. Такое же золото наблюдалось и по рр. Джагде-Улягир и Белой.

Низкопробное золото наблюдалось в системе р. Сугджари, а более высокопробное — в россыях системы р. Гилюя.

По В. Д. Рязанову, в системе рр. Уркана и Ольдоя золото встречалось различной крупности, пластинчатой, иногда чешуйчатой формы; более крупное золото сильнее окатано. Проба 926—954.

В ряде приисков по р. Ингагли (приток Уркана) и в системе р. Янкана золото наблюдалось самой разнообразной величины, от весьма мелкого до крупного, при пробе 952—957 по Ингагли и 936—944 — по Янкану.

б) В Верхне-Амурском золотоносном районе россышное золото известно в системе р. Ур, где золотоносны рр. Игнашка, Омутная, Уруши. Россыши здесь расположены в области гранито-гнейсов и метаморфических осадочных пород. Источником золота являются или массивные породы, или залегающие в них бедные кварцевые жилы. Залегание золота неравномерное, гнездовое. Долина р. М. Кунгурака содержит золото крупное, чистое, поздраватое. Самородки редки и не более 20 г. По р. Орогоче золото очень мелкое, самородки почти не наблюдаются.

в) В Хинганском золотоносном районе известна группа приисков, расположенных по верховьям рр. Сутара, Среднего Дачуна, Манджурки, Туловской и Поликарповки. Первоисточником золота являются граниты и амфиболовые гнейсы. Россыши различного типа. Золото чаще гнездовое, мелкое, самородки редки и не более 4—10 г весом. Проба золота 792,5 (Ключ Александровский). Известны и бедные золотом кварцевые жилы в гнейсах.

г) В Унья-Бомском районе золото встречается в россыях р. Уньи и ее притоков и по р. Бому, где известны современные и древние элювиальные россыши за счет разрушения кварцевых золотоносных жил, а по Бому — и аллювиальные. Распределение золота вообще неравномерное, с гнездовым залеганием. Золото сильно окатанное, чистое, с пробой около 920.

По р. Бому россыши древних террас и увалов содержат обычно золото чистое, крупное, с самородками от нескольких граммов до 2 кг. Самородки сопровождаются кварцем и сланцами. Местами в спаях плитняка на небольшом участке встречалось больше килограмма золота. Вместе с ним в россыях наблюдалась и платина.

д) Под Селемджинским золотоносным районом известна группа приисков, расположенных по притокам р. Селемджи: Б. и М. Наергену, Харгу, Караураку, Мышу и др. По А. И. Хлапонину, золотоносность связана с денудацией гнейсов и различных метаморфических сланцев. Россыши большей частью элювиального характера, частью русловые. Золото обычно мелкое; изредка наблюдались самородки до 55 г по притоку Харгу Догадлыну. Золото чаще чистое, окатанное, иногда плоское. По р. Харгу проба его 895—898. Золото мелкое, хотя известны редкие самородки до 4 г весом, обычно поздраватого сложения и в сростании с кварцем. Нередко они покрыты пленкой окислов железа.

Рудное золото видимое, встречено по р. Эльге, в кварцевой жиле, содержащей вкрапленности галенита.

е) Ниманская система золотых приисков расположена на правом притоке р. Нимана, р. Олге с левыми ее притоками — Салари, Агдой, Конаком и правым Олгаканом. Рудное золото здесь известно на Дмитриевой горе в кварцевых жилах, содержащих пирит и арсенипирит и залегающих в кристаллических сланцеватых породах.

На Дальнем Востоке кроме того известен ряд шеелито-золоторудных месторождений, из которых наиболее интересным является Харгинское месторождение в районе р. Харгу, притока р. Селемджи.

Месторождение представлено группой кварцево-карбонатных золотоносных жил, залегающих как в актинолитово-эпидотовых сланцах, так и вдоль контакта их с углистыми сланцами.

Золотоносные жилы обычно представляют собой отдельные системы жил различной мощности, которые параллельны или пересекают друг друга. Зальбанды жил часто сильно охристые. Золото встречается в парагенезисе с арсенопиритом, шеелитом, халькопиритом и галенитом. Наиболее часто видимое золото наблюдается в лежачем боку жил. Содержание золота незначительное и весьма неравномерное в различных частях жилы.

Подобный тип золото-шеелитового оруденения известен также на р. Угличикане в бассейне р. Селемджи. Здесь в зоне размятия сильно раздавленных углисто-сланцисто-кварцевых, серицитово-кварцевых и роговиковых сланцев наблюдается масса кварцевых жил малой мощности, содержащих видимое золото в ассоциации с арсенопиритом и шеелитом.

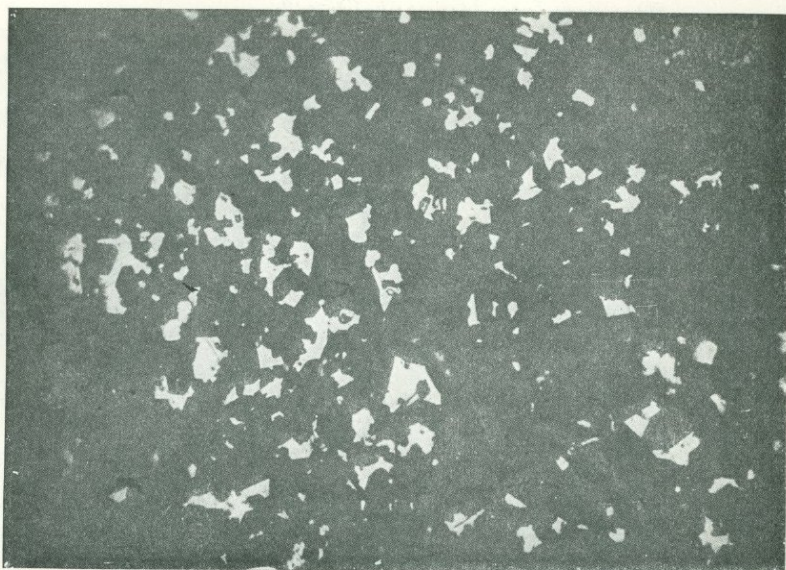
2. В Приморском крае золото известно преимущественно россышное. Золотоносные россыпи развиты в отрогах малого Хингана в системе левых притоков р. Амгуни: Нилану, Семи, Немилену, Керби, Харшучи и др. Наиболее богатые россыпи в системе р. Керби, особенно на Сулаткиткане и Алаките. Россыпи преимущественно аллювиальные, расположенные близ коренных месторождений. В верхних частях россыпей золото чаще крупное, неокатанное, с гнездовым расположением, ниже сильнее обтертое, с равномерным распределением. На Неожиданном прииске наблюдались крупные золотины, хотя самородки в 8—40 г здесь редки.

В верховьях Сулака (бассейн Керби) и Сивака (бассейн Нилана) средняя величина самородков доходила до 800 г. В Казанской россыпи встречались кристаллическое золото в комбинации (100), (111) и кристаллические скелеты в пластинках. Рудное золото связано с кварцевыми линзами, залегающими среди филлитов, которые тоже нередко содержат золото. Мелкие россыпи известны по притокам Амура, например, по рр. Битке, Вичу и др., где наблюдалось мелкое тертое золото, наиболее богатое в слоях речников. Золотоносными являются также р. Колчан в системе р. Коль, впадающей в Сахалинский залив, а также р. Токоинка в системе Тумпина. Золото последней более крупное и распределено по россыпи равномерно. Россыпи системы Колчана, по видимому, связаны с новейшими изверженными породами — трахитами. В месторождениях системы этой реки встречаются интересные образцы золота в проволочных формах (фиг. 47).

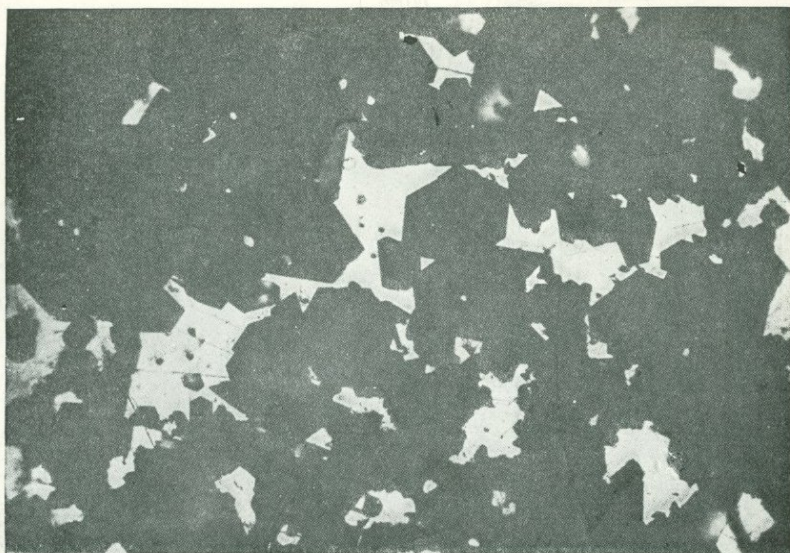


Фиг. 47. Золото в проволочных формах. Река Колчан, ДВК. Коллекция Ленинградского горного музея.

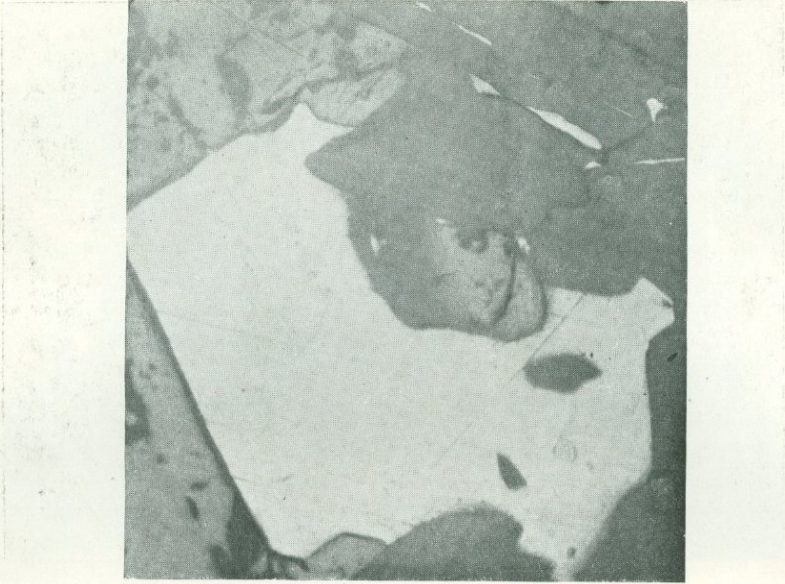
Из коренных месторождений Охотского побережья весьма интересным является месторождение Белая гора, представляющее центр излияний кислых изверженных пород среди области развития плагиоклазовых базальтов и других более основных пород. По Копроди, в характере золотоносности



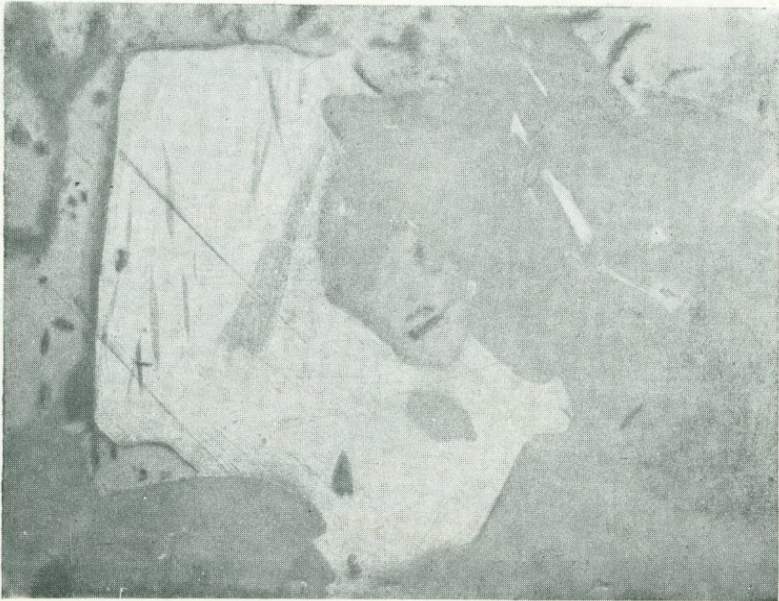
Фиг. 45. Форма выделений золота (белое) в «псевдокальцитовом кварце» (черное). Балеysкое месторождение. По А. Г. Бетехтину. $\times 120$.



Фиг. 46. Идиоморфизм зерен кварца по отношению к золоту (белое). Балеysкое месторождение. По А. Г. Бетехтину. $\times 102$.



Фиг. 48. Медистое золото (белое) с магнетитом (серое) и пироксеном (темносерое). Снято до травления. Карабашское месторождение. $\times 90$.



Фиг. 49. То же зерно после травления в парах царской водки. Обнаружилось сложное двойниковое строение его. $\times 90$.

здесь наблюдается три видоизменения: 1) Золото, видимое в чешуйках, встречается здесь в раздувах кварцевых жил, секущих сильно каолинизированную кислую породу; в каолине, заполняющем пустоты жил, наблюдались кристаллы золота, хорошо образованные со всех сторон. 2) Видимое золото обнаружено на склонах горы в валунах брекчий, цементированных золотоносным кварцем. Видимое золото наблюдалось в россыях р. Колчана, в отторженцах плотного серого, кварцитоподобного кварца, именно в кристаллах кварцевых друз, вершины которых окружены часто бурым железняком.

Золото во всех случаях низкопробное, латунно-желтого цвета, в каолине часто с гладкими блестящими кристаллическими гранями. Обычно оно плотного сложения и тесно вросшее во включающую его породу. Крупных самородков здесь не наблюдалось. Спутниками золота являются только минералы каолиновой группы, водная окись железа, кварц и реже опал.

В бассейне р. Усури золотоносны многие речки, принадлежащие к системе р. Имана. Кроме того, россышное золото констатировано в ряде небольших речек береговой полосы Усурийской области.

Из коренных месторождений наибольшего внимания заслуживает месторождение золота на о. Аскольде, где имеется, кроме того, и россышное золото. Золото этого месторождения обычно светлого цвета, встречается вместе с пиритом в кварцевых жилах, секущих свиту кварцитов, песчаников, слюдяно-глинистых сланцев. Кроме кварца золото наблюдается в серооливковых песчаниках темного цвета.

Россыши нередко содержат небольшие самородки золота в сростании с кварцем, весом от 2 до 48 г при средней пробе золота 927. Рудное золото также известно в кварцевых жилах; в проливе Стрелок имеются и морские россыши.

На о. Сахалине в некоторых речках установлено присутствие небогатого золота.

На Охотском побережье в районе р. Уды золото встречено по р. Угакану в бассейне Шевли. Здесь встречены и кварцевые жилы. Золото зернистое, крупное, светлое, плотного сложения. Севернее р. Уды на Охотском побережье россышное золото обнаружено в системе р. Лантера. Золото здесь иногда крупное, плоское и обтертое, с пробой 899.

По Кайчакиту встречены россыши с очень богатыми гнездами золота. Золото низкопробное, сильно серебристое. По р. Сивакчану, в системе Мутэ, наблюдается довольно крупное золото в слое под речниками.

Крупные окатанные золотины с серым пликсом намывались в россыях р. Айкангры.

На Чукотском п-ове, между мысом Литке и мысом Дежнева находятся бедные морские (береговые) россыши, связанные с глинистыми сланцами.

[Аносков, 1864; Ф. Шперк, 1885; Макаров, 1889; Л. Бацевич, 1894; Н. Боголюбовский, 1897; М. Иванов, 1897; П. К. Яворовский, 1900, 1902; К. И. Богданович, 1901; В. Рязанов, 1903; М. Риннас, 1904; В. С. Реутовский, 1905; Л. Тове и Д. Иванов, 1905; Э. Анерт, 1906; А. И. Хлапонин, 1907; В. И. Вернадский, 1914; П. И. Полевой, 1916, 1923; В. А. Обручев, 1924.]

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДРУГИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ И РАЗНОВИДНОСТЕЙ ЗОЛОТА В СССР

1. **Иорпедит** в пределах СССР был встречен лишь в Закавказье в бассейне р. Чороха в россышных месторождениях золота.

2. **Родит** в ничтожном количестве был встречен в тех же золотоносных россыях в бассейне р. Чороха, вместе с золотом и порпедитом.

3. **Висмутистое золото** известно на Урале в Шилово-Исетском месторождении. Оно залегает в кварцевых жилах, идущих вкост простирания хлоритовых сланцев и хлоритосодержащих пород, включающих указанные жилы. Обычно золото желтого цвета, вкрапленное в сильно разру-

шенный, часто сильно охристый кварц, сопровождаемое частыми вкраплениями редкого минерала тетрадимита $\text{V}_2\text{Te}_2\text{S}$. Жилы иногда содержат блестящую медную руду, халькопирит и пирит.

4. Медистое золото известно на Урале, в Кыштымском округе, в Соймоновской долине, где оно находится в парагенезисе с платиной и осмистым прирдеиом.

Богатые золотоносные россыши образовались здесь в связи с выходами серпентиновых пород.

По А. Николаеву, медистое золото на горе Карабаш встречается в двух разновидностях. Золото, заключенное в прожилках, секущих вкрест простирания главную жилу, встречается в тонко пластинчатых агрегатах, часто с блестящими, иногда поздраватыми плоскостями; оно заключено в диопсиде, располагаясь по его спайности, или же встречается в первичных хлорите, гранате и магнезите.

Золото, вросшее во вторичные минералы, как гранат, или наросшее на хлорит, магнетит, диопсид, образует нередко крупные скелетообразные или сплошные выделения до 100 г весом. В последнем случае оно более шероховатое, иногда в виде плохо образованных кристаллов.

По последним исследованиям М. П. Ложечкиным рудных шлифов Карабашского месторождения, здесь встречаются также кубический халькозин, брейтгауптит, аргентит и самородная медь, причем первый обычно концентрируется в участках, наиболее обогащенных золотом, нередко замещаясь ковеллином.

Под микроскопом золото всегда наблюдается в виде тонких жилочек в различных жильных минералах, в крупных же его выделениях иногда встречаются идиоморфные зерна диопсида размером 0.01—0.1 мм.

При травлении KCN в зернах золота выявляется характерная решетчатая структура, представленная рядом параллельных друг другу полос медистого золота, имеющих различную окраску. Система таких, параллельных полос наблюдалась в различных направлениях, следуя направлениям по октаэдру. Высокопробное золото под микроскопом обычно имеет зеленовато-желтый оттенок.

М. П. Ложечкин объясняет возникновение подобных структур результатом распада твердого раствора меди с золотом, что подтверждается экспериментальными работами Шарпи, Н. С. Курнакова и Жемчужного.

В некоторых случаях пластинчатые и решетчатые структуры распада твердого раствора бывают видны и до травления, особенно при рассмотрении полированных шлифов с кедровым маслом. При этом отчетливо различаются два минеральных вида; один по цвету приближается к золоту, другой — к меди. Повидимому, в этих случаях мы имеем дело с двумя твердыми растворами, образовавшимися при распаде первоначального раствора: с медистым золотом и богатой золотом медью.

Встречаются также зерна, по цвету похожие на самородную медь, но микрохимически обнаруживающие кроме меди золото (с пиридино-бромисто-водородной кислотой). Любопытно, что травление таких зерен в парах царской водки обнаруживает сложное двойниковое строение (фиг. 48 и 49).

М. П. Ложечкин считает причиной присутствия меди в золоте Карабашского месторождения не его связь с основными породами, как на это указывал В. И. Вернадский, а характер растворов, из которых отлагалось медистое золото. При низком содержании в растворе серы и высоком меди, после образования халькозина, избыточная медь выпала вместе с золотом в виде твердого раствора.

Медистое золото встречается, повидимому, и в некоторых россыпях Горного Щита на Урале, где было встречено золото меднозолотого цвета. Здесь в Болотовской россыпи иногда встречались самородки, а также кристаллы в форме (111) и (110) в сопровождении магнетита и талька.

В Кировградском районе Свердловской области в россыпях р. М. Быньги на Гнилом прииске, россыпь которого состояла из змеевиковой гальки, встречалось очень низкопробное золото с большим содержанием меди, которое, повидимому, следует отнести к медистому золоту.

5. Платинистое золото в СССР было встречено Г. П. Черником вместе с платиной в золотоносных россыпях бассейна р. Чороха в Закавказье. Имеются указания на нахождение сростков золота с платиной в россыпях Урала и Кузнецкого Алатау.

6. Иридийное золото в ничтожном количестве наблюдалось лишь в Закавказье в бассейне р. Чорох в бедных золотом россыпях.

Химические анализы самородного золота из месторождений СССР

Таблица 1

Месторождения Карелии, Украины и Кавказа

Элементы	Карелия. Воицкий рудник ¹	Украина. Острый Бугор, западн. часть Нагольного кряжа ²	Закавказье. Россыпи по р. Агстафа ³
Au	89.76	85.21	87.43
Ag	9.45	14.71	10.90
Cu	0.35	—	—
Нераствор. остаток	0.08	—	—
Сумма	99.64	99.92	98.33

¹ Ненадкевич К. Тр. Геол. музея Ак. Наук, 1907, 81; Ref. Z. Kryst., 1910, 289.

² Самойлов Я. Мат. по геологии России, 1906, 23, 229; Z. Kryst., 1909, 46, 286.

³ Горн. журн., 1852, 4, 147.

Таблица 2

Месторождения Урала

Элементы	Окрестности Свердловска ¹	Окрестности Свердловска ²	Окрестности Свердловска ³	Березовск ⁴	Окрестности Свердловска ⁵	Окрестности Свердловска ⁵	Окрестности Свердловска ⁵
Au	95.33	95.81	94.09	93.78	93.75	93.66	93.54
Ag	4.34	3.58	5.55	5.94	6.01	5.72	5.62
Cu	0.33	—	—	0.08	—	—	—
Fe	—	—	—	0.04	—	—	—
Нераствор. остаток	—	0.61	0.36	—	0.24	0.62	0.84
Сумма	100.00	100.00	100.00	99.84	100.00	100.00	100.00

¹ Авдеев. Pogg. Ann., 1841, 53, 153.

² Авдеев. Pogg. Ann., 1841, 53, 153.

³ Авдеев. Pogg. Ann., 1841, 53, 153.

⁴ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, 23, 175. Золотые листочки в разложенном серном колчедане.

⁵ Авдеев. Pogg. Ann., 1841, 53, 153.

Таблица 3

Месторождения Урала

Элементы	Шабровские золотые россыпи к ЮВ от Горного Щита ¹	Окрестности Свердловска ²	С р. Исети близ Уктуса. Окрестности Свердловска ³	Петропавловский рудник, на левом берегу р. Березовки в 4,6 км к С от Березовска ⁴	Березовск ⁵	Близ Н. Тагила ⁶	Близ Н. Тагила ⁷
Au	98.96	93.34	92.80	92.60	91.88	94.41	91.36
Ag	0.16	6.28	7.02	7.08	8.03	5.23	8.35
Cu	0.35	0.06	0.06	0.02	0.09	} 0.36	} 0.29
Fe	0.05	0.32	0.08	0.06	—		
Сумма	99.52	100.00	99.96	99.76	100.00	100.00	100.00

¹ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 175.² Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 176.³ Розе Г. Reise, 1842, **2**, 416; также Pogg. Ann., 1831, **23**, 178.⁴ Розе Г. Reise, 1842, **2**, Pogg. Ann., 1831, **23**, 177.⁵ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 175; Reise, 1842, **11**, 414. Анализ кристалла.⁶ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 174.⁷ Розе Г. Reise, 1842, **2**, 412; Pogg. Ann., 1831, **23**, 174.

Таблица 4

Месторождения Урала

Элементы	Окрестности Свердловска ¹	Борушская россыпь близ Н. Тагила ²	Район Миасский ³	Невьянск ⁴	Н. Тагил ⁵
Au	91.21	90.76	89.35	88.65	87.70
Ag	8.03	9.02	10.65	10.64	12.30
Cu	—	—	—	0.09	—
Fe	—	—	—	0.35	—
Нераствор. остаток	0.76	—	—	—	—
Сумма	100.00	99.78	100.00	99.73	100.00

¹ Авдеев. Pogg. Ann, 1841, **53**, 135.² Розе Г. Reise, 1842, **2**, 412; Pogg. Ann., 1831, **23**, 174.³ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 175; Reise, 1842, **2**, 43 и 413.⁴ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 415; Reise, **2**, 415 и 269.⁵ Розе Г. 1831; Reise, 1842, **2**, 415.

Таблица 5

Месторождения Урала

Элементы	Александро- Андреев- ский близ Миасса ¹	Н. Та- л ²	Н. Та- гил ³	Петропав- ловск близ Богослов- ска ⁴	Окrest- ности Свердлов- ска ⁵	Окrest- ности Свердлов- ска ⁶
Au	87.40	87.31	87.17	86.81	79.69	79.00
Ag	12.07	12.12	12.41	13.19	19.47	20.43
Cu	0.09	0.08	0.05	—	—	0.57
Fe	—	0.24	0.23	—	—	—
Сумма . .	99.56	99.75	99.86	100.00	99.16	100.00

¹ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 176; Reise, 1842, 2, **43**, 414.

² Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 176; Reise, 1842; **2**, 415.

³ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 176; Reise, 1842, **2**, 415.

⁴ Розе Г. Pogg. Ann., 1831, **23**, 175; Reise, 1842, **2**, 413.

⁵ Авдеев Pogg. Ann., 1841, **53**, 153.

⁶ Авдеев Pogg. Ann., 1841, **53**, 153.

Таблица 6

Месторождения Алтая и Памира

Элементы	Алтай ¹		Памиро-Бадахшанская группа (Таджикистан) ²				
	Эмисногор- ское место- рождение	Эмисногор- ское место- рождение	Саук-сай		Алтын- мазар (рос- сыпи)	Сафет- дара (рос- сыпи)	Куэнь- лунь (рос- сыпи)
			Саморо- док	Шлих			
Au	71.02	77.50	95.6	86.0	87.0	95.77	98.6
Ag	28.86	22.46	4.0	5.4	5.4	4.15	—
Cu	нет	0.11	—	—	7.2	—	—
Fe	следы	0.11	—	—	—	0.08	—
Примеси	—	—	0.4	8.6	0.4	—	—
Сумма . .	99.88	100.18	100.00	100.00	100.00	100.00	98.6

¹ Пилипенко П. П. Минералогия Зап. Алтая. Томск, 1915, 327.

² Таджикская комплексная экспедиция 1932 г. Труды, вып. I. Работы по золоту. 1934, 48.

Таблица 7

Месторождения Восточной Сибири и Дальнего Востока

Элементы	В. Сибирь. Енисейская тайга. Рос- сыпи р. Пескиной ¹	В. Сибирь. Енисейская тайга. Рос- сыпи р. Удерея ¹	В. Сибирь. Енисейская тайга. Рос- сыпи р. Сезагликон ²	Россыпи бас- сейна р. Ан- гары (р. Би- рюса, Хорма, Унгурбей) ³	Дальний Во- сток. Россыпи по Сулаку и Сиваку (Казан- ская россыпь) ⁴
Au	85—88	96	87—93	91—95	91.1—94.9
Ag	15—12	4	12—6.5	8—4	8—4.5
Cu	—	—	—	—	0.7—0.3
Сумма	—	100	—	—	—

¹ Тове Л. и Горбачева М. Отчет по стат.-экон. исслед. золота Енисейск. обл. СПб., 1883, 53.

² Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, 1914, т. I, 373.

³ То же, 379.

⁴ То же, 389.

Таблица 8

Анализы шлихового золота бассейна р. Алдана в Якутии

Элементы	Из различных приисков				
Au	90.100	88.512	82.746	88.480	89.020
Ag	5.360	6.538	6.150	6.030	4.716
X-металл ¹	—	—	1.521	1.025	—
Cu	—	0.060	0.100	0.175	—
Fe	2.296	1.938	2.928	1.650	2.872
Cr ₂ O ₃	0.812	—	—	1.330	—
SiO ₂	0.210	1.448	3.464	0.410	1.444
S	—	—	0.024	—	—
O	0.894	0.830	1.250	0.410	1.204
Потеря при прокаливании	0.310	0.644	1.797	0.420	0.704
Сумма	99.982	99.970	99.980	99.930	99.960

Литература: Тихомиров В. Анализ шлихового золота из бассейна р. Алдана. Горн. журн., 1926, № 10, 655.

¹ Неизвестный металл.

Таблица 9

Химические анализы порпечита, родита, висмутистого золота, медистого золота, платинистого золота и придистого золота

Элементы	Порпечит ¹	Родит ²	Висмутистое золото (Висмутаурит) ³	Медистое золото ⁴		Медистое золото ⁵	Платинистое золото ⁶	Придистое золото
	Закавказье. Россыпи р. Чорох		Урал. Шиловоисетское месторождение	Ю. Урал Соймоновская долина, г. Карабаш		Ю. Урал, Соймоновск. долина, г. Карабаш	Закавказье России р. Чорох	
Au	86.0—91.1	88.4	94.22	64.72	74.95	74.33	84.6	62.1
Ag	следы—4	—	2.84	3.92	4.53	4.49	2.9	2.1
Cu	0—следы	—	0.11	17.72	20.52	20.39	0.9	0.03
Fe	0—следы	—	—	—	—	следы	0.2	0.6
Pt	—	—	2.92	—	—	—	—	следы
Ir	0—0.1	—	—	—	—	—	10.5	3.8
Pd	—	—	—	—	—	—	—	30.4
Rh	8.2—11	—	—	—	—	—	—	следы
Нераствор. остаток . .	—	11.6	—	—	—	—	—	—
Сумма . .	—	100.00	100.09	99.16	100.00	99.47	99.1	99.03

¹ Hintze С. Handbuch der Mineral., 1898, 1, 320.² Черник. Журн. русского физ.-хим. о-ва, СПб., 1925, 27.³ Ненадкевич К. Тр. Геол. музея Акад. Наук, 1907, 1, 83.⁴ Черник Г., Тр. Уральского филиала Акад. Наук, 1935, в. 4, 41.⁵ Ненадкевич К. Тр. Геол. музея Акад. Наук, 1911, 5, 37.⁶ Черник Г. Тр. Геол. музея, 1912, 6, 8.

ЛИТЕРАТУРА

- Аврамов В. Очерк золотопромышленности Олекмы. Барнаул, 1884.
- Альбов М. Ак-каргинский золотonosный район (Южный Урал). Горн. журн., 1928, 9, 656.
- Золотonosные сланцы Кумакского района (Южный Урал).
- Цвет. мет. 1930, 8/9.
- Анерт Э. Геологические исследования в Верхне-Зейском золотonosном районе в 1903 г.
- Геологические исследования золотonosных областей Сибири, Амурско-Приморского района, 1906, 6.
- Аносов. Морские золотonosные россыпи у юго-восточных берегов Сибири. Горн. журн., 1864, 11, 592.
- Артемьев В. Рудоносные районы Лено-Байкальского края и его рудоносные перспективы. Мат. Иркутск. план. ком., 1925, 3.
- Балт Ю. М. Золото, серебро, свинец. Справочник «Полезные ископаемые». Ленинградская область и Карельская АССР, т. II. Лг., 1933, 53—54.
- Барбот-де-Марни Е. Н. Урал и его богатства. Екатеринбург, 1910, 87—117.
- Золотопромышленность в Зап. Сибири. Горн. журн., 1910, 3.
- Баскин Б. Л., Мясников В. С. и др. Геология и полезные ископаемые Нурагинских гор. Мат. Тадж.-Памир. экспед. 1935, М., изд. Акад. Наук, 1936, 30, 7—81.
- Бацевич Д. Материалы для изучения Амурского края, СПб., 1894.
- Бацевич С. Л. Отчет о геолого-поисковых работах в Ленском районе в 1913 г. Геол. исслед. золотonosных областей Сибири. Ленский район, 1915, в. 11.
- Бетехтин А. Г. Платина и другие минералы платиновой группы. М., изд. Акад. Наук, 1935, 65—66.

- Б о б р В. Полоса турмалиновых золотосодержащих руд в северо-восточной части Нерчинского округа. Горн. журн., 1915, 3, 237—252.
- Б о г д а н о в и ч К. И. Очерки Чукотского п-ова. СПб., 1901, 156.
- Рудные месторождения, 2, СПб., 1913, 102—109, 111—113, 398—403, 405—413.
- Золото. Сб. «Естествен. производ. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1919, 4, 10.
- Б о г о л ю б с к и й Н. Описание золотой промышленности Амурско-Приморского края. СПб., 1897.
- Б о г о с л о в с к и й. Записки о долине Зеравшана и горах ее окружающих. Горн. журн., 1842, 4, 21.
- Б о л д ы р е в А. К. и Г р и г о р ь е в И. Ф. Карта главных полиметаллических месторождений Русского Алтая. Мат. по общ. и прикл. геол., 1927, 67.
- Б р у с н и ц ы н Ф. П. Геологические и горные разведки в Семиреченской области. Горн. журн., 1892, 4, 464.
- Б у л ь н и к о в А. Я. Краткий отчет о геологических работах в Ольховско-Чибийском золоторудном районе. Изв. Сиб. отд. Геол. ком., 1925, 5, 1.
- К вопросу о генезисе золотоносных россыпей Кизырской системы. Геол. вестн., 1926, 27, 5, 4—5, 57—59.
- Северная контактовая зона Ольховско-Чибийской интрузии и Ольховское золоторудное месторождение. Изв. Сиб. отд. Геол. ком., 1927, 6, 2, 1—34.
- Основные черты золотооруденения Саралинского района. Горн. журн., 1929, 6—7, 1052—1061.
- Формация висмута-золоторудных жил Кузнецкого Алатау. Изв. Зап.-Сиб. геол.-разв. управл., 1931, 11, 2, 91—97.
- Золоторудные формации Кузнецкого Алатау. Сб. по геол. Сибири. Томск, 1933.
- Итоги геологического изучения золотоносных районов Западно-Сибирского края за первую пятилетку и дальнейшие задачи. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-разв. тр., 1933, 4, 21—33.
- Золото. Сб. «Полезные ископаемые Зап.-Сиб. края», т. 1, 1934, 186—220.
- Б у т е н е в К. Геогностические замечания на пути из С.-Петербурга в Олонецкую и Архангельскую губ. Горн. ж., 1837, 4, 385.
- В а с ь к о в с к и й А. П. Петрология рудоносных жил Колымского района. Мат. по изуч. Охотско-Колымск. края, сер. 1, 1936, 9, 1—74.
- В е б е р В. Н. Полезные ископаемые Туркестана. СПб., изд. Геол. ком., 1913, и прибавл. 1, 1917.
- В е р н а д с к и й В. И. Опыт описательной минералогии, I. СПб., 1914.
- В о з н е с е н с к и й В. А. Геологическое исследование басс. среднего течения р. Нерчи и Куэнги и верховьев р. Олекмы. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Амуро-Приморского района, 1911, 11.
- Верхнее течение Нерчи и перевалы в систему Витима и Олекмы. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Амуро-Приморского района, 1915, 19.
- В о л о г д и н А. П. Кизыр-Казырский район. Тр. Гл. геол.-разв. упр. 1931, 92.
- В ы с о ц к и й Н. Месторождение золота Кочкарской системы в Ю. Урале. Тр. Геол. ком., 1900, 13, 3.
- Г е д р о й ц А. Геологическое исследование по линии Сибирской ж. д., 1898, 10, 164.
- Г е й с л е р А. Н. Джетыгаринский золотоносный район. Изв. Геол. ком. 1929, 48, 6, 57.
- Г е л е р А. Записка о происхождении месторождений золота. Чита, 1900.
- Геол. исслед. в золотоносных областях Сибири. Енисейский район, 1900—1915, 1—13—
- Ленский район, 1900—1912, 1—8.
- Г е р а с и м о в А. Очерк Олекминской системы золотых приисков Иркутской губернии. Вестник золотопром., 1901, 11.
- Геол. исследования в бассейне рр. Кадали и Энгажимо в Ленском горном окр. в 1901 г. Геол. исслед. в золотоносных областях Сибири, Ленском районе, 1903, 2.
- Г е р а с и м о в И. Очерк Нерчинского горного округа 1896.
- Г е р н е т А. Рудное золото в Маринской и Ачинской тайге. Золото и платина, 1911, 23.
- Г о р н о с т а е в Н. Н. Золоторудное месторождение Советского рудника в Северо-восточной тайге. Тр. треста «Золоторазведка» и инст. Нигризолото, 1936, 3.
- Геология и генезис кварцево-турмалиновых золоторудных месторождений северо-восточного Забайкалья. Сб. трудов Всесоюзн. треста «Золоторазведка», 1936, 2, 97—127.
- Г р и б а н А. Описание некоторых золоторудных жил Центрального рудника Маринской тайги, открытых в 1926 и 1927 гг. Горн. ж., 1928, 9.
- Г р и в н а к К. Рудные месторождения Алтая. Горн. ж., 1873, 5 и 6; 1876, 6.
- Г р и г о р ь е в И. Ф. Исследование алтайских руд в отраженном свете, 1927, 12—13.
- Г р у н в а л ь д Д. В. Горные богатства Якутии. Мат. по геол. и полезн. ископ. Якут. АССР, 1927, 1.

- Гудков П. Рудник 6-я Бериккульская площадь. Изв. Томск. технолог. инст., 1911, 21, 1.
- Гуковский Е. А. Ольгинский рудник Марининской тайги. Цвет. мет. 1931, 3, 1213—1222.
- Гурьев А. Описание Нолинской известковой формации. Горн. ж., 1832, 4, 375.
- Демин А. Геологические исследования в басс. рр. Жуи и Пагома в 1908 г.
- Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Ленского района, 1910, 5.
- Геологические исследования в басс. рр. Пицкина и Усоя в 1909 г. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Ленского района, 1910, 7.
- Исследования басс. рр. Чиж, Усоя, Амалота, Цишы и Витима в 1910 г. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Ленского района, 1912, 7.
- Деньгин Ю. П. Вознесенское золоторудное месторождение в З. Забайкалье. Тр. 1 научн.-исслед. съезда, 1923, 1 и 2.
- Дингельштедт Н. Н. Геологический очерк Вознесенского и Миндякского золотоносных районов на Южном Урале. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, 195.
- Домарев В. С. Опыт сравнения результатов ковшевой промывки проб рудного золота с данными химических анализов. Вестн. золотопром., 1934, 3—4, 14—18.
- Еремеев П. О кристаллах золота из золотоносных россыпей некоторых уездов Оренбургской губернии. Зап. Мин. общ. 1887, 23, 341.
- Описание некоторых минералов из золотоносных россыпей на землях Оренбургского казачьего войска и на Башкирских землях. Горн. журн., 1887, 3, 264.
- О кристаллах золота из Кремлевского золотого рудника на р. Пышме. Зап. Мин. общ., 1894, 31, 363—364.
- Описание форм золота и серебра из Сухой россыпи в Нерчинском округе. Зап. Мин. общ., 1895, 33, 38—39.
- Еремеев С. Расположение золотосодержащих россыпей в долинах р. Лебедь. Вестн. золотопром., 1892/1893, 24.
- Журавско-Покорский. Горно-заводский листок, 1895, 10.
- Заварицкий А. Н. Материалы для изучения золотоносных районов Урала. Матер. по общ. и прикл. геол., 1926, 16.
- Зайцев А. И. О золотоносных россыпях Марининского округа. Вестн. золотопром., 1893, 14, 15 и 16. О коренных месторождениях, там же, 10, 11.
- О коренном месторождении золота Гавриловского прииска в Марининском округе Томской губернии и о золотоносных россыпях Марининского округа. Тр. Томск. общ. ест., 1894 (Келбес. и Кийск. сист.).
- В Ачинско-Минусинской тайге. Вестн. золотопром., 1901, 1, 3—9.
- Зайцев А. и Китменев А. Некоторые данные к геологии золотоносных россыпей Сев. Енисейского горного округа. Вестн. золотопром., 1895, 8 и 9.
- Замятин П. М. Богомоловские коренные месторождения золота. Поверхн. и недра, 1928, 3—5, 22.
- Зверев В. Н. Условия золотоносности Вилуйского района. Изв. Геол. ком., 1925, 539—562.
- Очерк полезных ископаемых Якутской республики. Сб. «Якутия». Л., изд. Акад. Наук, 1927, 165—196.
- Иваницкий И. Геогностическое описание Мариупольского округа. Горн. журн., 1833, 4, 59—63.
- Иванов А. Золотые россыпи и руды Урала. ОНТИ, 1934.
- Иванов М. Геологические исследования по линии Сибирской ж. д., 1897, 4, 31, 42.
- Геологические исследования в Зейском золотоносном районе в 1898 г. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Амурско-Приморского района, 1901, 2.
- Ижицкий Н. Геологические исследования в Иркутской губернии в 1875 г. (Приамурские месторождения). Геол. исслед. по линии Сибирской ж. д., 1898, 7.
- Геологические исследования в 1900 г. (бассейн рр. Пита, Горбылка и Удерей). Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Енисейский район, 1902, 3.
- Геологические исследования в 1901 г. (бассейн рр. Чиримбы и Вангаша). Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Енисейский район, 1903, 4.
- Иностранцев А. А. Геологические очерки Повенецкого уезда. Мат. для геол. России, 1877, 7, 678—682.
- Карпинский А. П. Обзор полезных ископаемых. СПб., 1881, 6—7.
- Кобылинский О. Описание Пышминского рудника и обработка руды на Пышминской толч. фабрике. Вестн. золотопром., 1892/1893, 9, 10, 11, 12.
- Кованько. Об извлечении из колчедана металлов. Зап. Русск. техн. общ., 1892, 10.
- Колесников С. О Соймоновских золотых промыслах. Золото и платина, 1907, 4, 5, 8, 9, 19, 20.
- Колобов. Геогностическое описание Преображенского золотого рудника. Горн. журн., 1836, 1, 219.
- Конов Ф. Золотопромышленность Витимского горного округа в 1911 г. Горн. и золотопром. изв., 1913, 15.

- Котульский В. Геологические исследования в Баргузинском округе. Геол. исследов. золотоносных областей Сибири, 1910, 7; 1913, 9; 1915, 11.
- Кропоткин П. Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции. Зап. Русск. геогр. общ., 1873, 3.
- Кузьмин А. Геологический обзор Горной Шории, район Сталинского завода. Минер. сырьев. база Кузнецкого комбината. Изд. ЗОГРТ, 1933.
- Кулибин. Месторождения рудного золота в Алтайском горном округе. Золото и платина, 1908, 6.
- Купфер А. Э. Минералогическая коллекция Горного музея. СПб., 1911, 20—28.
- Кюз А. К. Золото и редкие металлы Горной Шории. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-развед. тр., 1933, 4.
- Лабазин Г. С. Салаирские полиметаллические месторождения. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-развед. тр., 1932, 2.
- Лебедев Н. М. Золото на Кавказе. Мат. для геол. Кавказа, 1898, 1, 10—46.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Геологический очерк Южно-Заозерской дачи. Юрьев, 1900, 70.
- Ложечкин М. П. Карабашское месторождение медистого золота. Тр. Уральского фил. Акад. Наук, 1935, 35.
- Лурь Б. А. Золото в ледниковых отложениях Московской губ. Изв. Общ. горных инженеров, 1904, 1.
- Майер. Воицкий рудник. Горн. ж., 1907, 1, 277.
- Майер Г. Золото на Алтае. Горн. ж., 1896, 3, 1.
- Майрановский А. Новое рудное месторождение М. Пильный. Сов. золотопром., 1935, 2, 38.
- Макаров Я. А. Геологический очерк золотопромышленности Амурского края. Иркутск, 1889.
- Макаровский. Обзор действий золотоискательных партий в Архангельской губернии. Горн. ж., 1851, 2, 1.
- Малышев С. Месторождения золота в системе р. Чикоя. Горн. ж. 1925, 12, 1033.
- Россыпные и рудные месторождения золота в Забайкальском горном окр. Мин. сырье, 1927, 10, 621.
- Марголиус А. Золотоносность Сагурано-Глданского лесничества и окрестностей его. Мат. для геол. Кавказа, 1903, 5, 78.
- Мевюс А. Золотые россыпи в земле Войска Донского. Горн. ж. 1873, 1, 260.
- Мейстер А. К. Золото. Обзор мин. ресурсов СССР, изд. Геол. ком. 1925, 18, 1—48.
- Металлические полезные ископаемые СССР. М., 1926.
- Меллер и Денисов. Полезные ископаемые Кавказа. СПб., 1900, 35.
- Мориц Э. О месторождениях золота и платины в Уральских горах. Горн. ж., 1925, 6 и 7.
- Морозевич И. О некоторых жильных породах Таганрогского округа. Тр. Геол. ком., 1903, 8, 10—11.
- Мурашев Д. Ф. Геологический очерк золотоносных районов Семипалатинской области. Зап. Семипалат. отд. Русск. геогр. общ., 1925, 15, 45—72.
- Мушкетов И. Материалы для изучения геологического строения и рудных богатств в Златоустовск. горн. окр. в Южном Урале. Горн. ж. 1877, 8, 9 и 10.
- Наливкин Д. В. Золото горной Бухары и Памира. Геол. вестн., 1916, 2, 1.
- Никитин В. В. Геологические исследования центр. групп дач Верхне-Исетского завода. СПб., 1907, 154—155, 170, 180, 201.
- Никитин Д. В. Золоторудные месторождения на Памире. Мат. по общ. и прикл. геол. 1926, 9, 21.
- Никитин Д. В., Попов В. И. и Дингельштедт Н. Н. Таджикская комплексная экспедиция 1932 г., в. I. Работы по золоту. Л. Госхимтехиздат, 1934, 1—122.
- Николаев А. Коренные месторождения золота Соймоновской долины в Кыштымской даче на Урале. Мат. для геол. России, 1908, 23, 493—534.
- Обручев В. А. Геологические исследования по линии Сибирской ж. д., 1899, 19, 126.
- К вопросу о золотоносности пиритизированных сланцев Лено-Витимского района. Вестн. золота и платины, № 8, 12—13.
- Геологический обзор золотоносных районов Сибири. 2 ч. Южно-Алтайская область. Золото и платина, 1909, № 6, 130—134.
- Геологический обзор золотоносных районов Сибири. 2 ч. Средняя Сибирь, в. I, Саянская область. СПб., 1911.
- Ольгинское золоторудное месторождение в Кузнецком Ала-тау. Рудн. вестн., 1917.
- Олекминско-Витимский золотоносный район. Горн. журн., 1923, 2.
- Новые золотоносные районы Восточной Сибири. Горн. журн. 1924, 1—5, 6—8, 540—551.

- Обручев В. А. Золотоносные районы Якутии. Сб. «Полезные ископаемые и транспортная проблема Якутии». 1930, 3—32.
- Озерский А. Описание золотого самородка-исполина. Горн. журн. 1843, 3, 236.
- Очерк геологии, минеральных богатств и горного промысла Забайкалья. СПб., 1867, 78.
- Паллас П. Путешествие по разным провинциям Российской империи. СПб., 1773, 1, 57; 1786, 2.
- Педашенко А. И. О генезисе и парагенезисе руд золоторудных месторождений. Мат. по изуч. Охотско-Колымского края, сер. 1, 1936, 9, 75—102.
- Пилипенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Томск. 1915, 323—331.
- Полевой П. И. Золото Анадырско-Чукотского края. Поверхность и недра, 1916, 4, 147—153.
- Полезные ископаемые Приамурья. Мат. по геол. и полезн. ископ. Дальнего Востока, 1923 (отдельн. оттиск).
- Пошенин Ф. Районы Уральской золотопромышленности (перев. инж. Соколовского). Вестн. золотопром., 1900, 16—24; 1901, 19—24.
- Преображенский И. А. Харгинские золоторудные месторождения. Мат. по геол. и полезн. ископ. Дальнего Востока, 1926. № 48, 129.
- Просняков М. П. Золотоносность кварцево-турмалиновой полосы Восточного Забайкалья. Сов. золотопром., 1936, 3, 31—34.
- Реутовский В. С. Полезные ископаемые Сибири. СПб., 1905, 253—266, 266—368, 352, 368—439, 477.
- Риппас П. Геологические исследования в бассейнах рр. Уньи и Бома в 1901 г. Геологические исследования золотоносных областей Сибири, Амурско-Приморского района, 1904, 4.
- Рожков И. Мелентьевское полиметаллическое месторождение. Тр. Уральского фил. Акад. Наук, 1935, 4.
- Рязанов В. Отчет по статистическим исследованиям золота Амурско-Приморского района, II, СПб., 1903.
- Салье Е. А. Золото, серебро и платина. Справ. «Полезные ископаемые Ленингр. обл. и Карельской АССР», ч. 1, Л., 1933, 368.
- Самойлов Я. В. О кристаллах золота из приисков Верного (Ленский золот. район). Зап. Мин. общ., 1905, 18, 237.
- Минералогия жильных месторождений Нагольного кряжа. Мат. для геол. России, 1908, 23, 86—93.
- Самойлов Я. В. Самородки рудного золота. Сов. золотопром., 1936, 3, 35.
- Сатпаев К. И. Месторождения руды золота Джебказган-Улутавского района. Сб. «Большой Джебказган». Тр. Казахстанской базы Акад. Наук, 1935, 7, 319.
- Севергин В. Царство ископаемых. СПб., 1791, 2, 59.
- Селезнев. Производительные силы Северного края. 1930.
- Серпухов В. И. Главнейшие результаты геолого-поисковых исследований в Алданском районе в 1926 г. Вестн. Геол. ком., 1927, 1, 12.
- Симоневич С. Геологические исследования в долине р. Ингур. Мат. для геол. Кавказа, 1877, 7, 43.
- Смирнов Г. Сведения о месторождениях полезных ископаемых, открытых с 1879—1901 гг. Мат. для геол. Кавказа (3), 1905, 6, 202.
- Смирнов А. А. Березовское месторождение золота. Уральская Экск. Сев. маршр. VIII Межд. Геолог. Конгр. 1937, 88—98.
- Смолин А. П. Джетыгаринское золоторудное месторождение Веселый ауд. Сб. трудов Всесоюз. треста «Золоторазведка», 1936, 2, 69—82. Сов. золотопром., 1934, 247 (хроника); 1936, 1 и 3.
- Соколов Д. И. Об открытии золотосодержащих песков в округе Камско-Воткинского завода. Горн. журн., 1825, 3, 152.
- Сперанский Б. Ф. Об условиях золотоносности Салаирского кряжа. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-развед. тр., 1933, 6.
- Степанов П. Ф. О рудных месторождениях золота в В.-Забайкальском горном окр. Вестн. золотопром., 1893, 12, 183—185 и 14, 224—225.
- Тихомиров И. В. Анализы слиткового золота из басс р. Алдана. Горн. журн., 1926, 10, 655—657.
- Тове Л. и Иванов Д. Отчет по стат. исследованиям золота Амурско-Приморского района, 2. СПб., 1905.
- Уклонский А. С. Материалы для минералогии Туркестана. Тр. Туркест. научн.-общ., 1923, 1, 279.
- Усов М. А. Салаирский золоторудный район. Томск, 1917.
- Формации месторождений полезных ископаемых Салаира. Вестн. Зап.-Сиб. геол.-развед. тр., 1933, 6.
- Ушаков Н. Аятское месторождение золота, сурьмяного блеска и киновари. Мин. сырье, 1927, 12.
- Федоров Е. и Никитин В. Богословский горный округ. СПб., 1901, ч. 5, 90—94.

- Фосс Г. В. Геолого-поисковые работы по золоту в Восточном Памире. Сов. золотопром., 1936, 3, 24—28.
- Харитонов П. А. К генезису месторождения Советского рудника. Сов. золотопром., 1934, 1, 29—36.
- Хлопонин А. И. Геологическая карта Амурско-Приморского бассейна, р. Селенджа, II. СПб., 1907, 29.
- Цулукидзе Г. и Лежава Ш. Золото (сводные данные по золоту Грузии). Мин. ресурсы ССР Грузии. Тифлис, 1933, 269—282.
- Чайковский И. Геогностические исследования в округе Екатеринбургских заводов. Горный журн., 1830, 2, 298.
- Чванов П. М. и Трифионов В. П. Самый большой советский самородок золота. Сов. золотопром., 1936, 1, 32—35.
- Чернышев Ф. и Романовский Г. Отчет об осмотре месторождений свинцовых и цинковых руд, разрабатываемых в Нагольном кряже. Горн. журн. 1895, 1, 230.
- Шперк Ф. Россия Дальнего Востока. СПб., 1885.
- Шуровский Г. Уральский хребет. М., 1841, 250.
- Эдельштейн Я. С. Предварительный отчет о геологических исследованиях в Ачинском золотом округе 1907 г. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Енисейский район, 1909, 7.
- Коренные месторождения золота в сев.-вост. части Минусинского уезда. Материалы по общ. и прикл. геол., 1923, 20.
- Рудник Знаменитый в Кузнецком Алатау. Изв. Геол. ком., 1925, 8, 97—104.
- Яворский П. К. Геологические исследования в Зейском золотом районе в 1898 г. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Амурско-Приморский район, 1900, 1.
- О формах золота из россыпей Зейского золотомосного района. Зап. Мин. общ. 1900, 38, 387—394.
- Краткий очерк геологического строения берегов Амура от ст. Черняевой до г. Благовещенска. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Амурско-Приморский район, 1902, 3.
- Яговкин И. С. Коренное и россыпное золото Прииртышья. Сб. «Большой Алтай». М., Изд. Акад. Наук, 1934, 143—177.
- Яговкин И. С. и Груза В. В. Новые районы месторождений редких металлов и золота СВ Казахстана. Проблемы сов. геол., 1934, 9, 64—66.
- Ячевский Л. А. Северный Енисейский горный округ. Горн. журн., 1894, 1, 140.
- Предварительный отчет об исследованиях, произведенных в местности, прилежащей к южной части Байкала. Геол. исслед. по линии Сиб. ж. д., 1898, 7.
- Геологические исследования в районе золотых приисков по р. Кызасу. Геол. исслед. золотоносных областей Сибири, Енисейский район, 1909, 8, 1—27.
- Arzruni A. Untersuchungen einiger Granit-Gesteine aus dem Ural. Z. d. Deutsch. Geol. Ges., 1885, 34, 865.
- Helmhacker W. Gold von Sysertsck am Ural. Min. Mitt., 1877.
- Der Goldbergbau d. Umgeb. v. Berezovsk. Berg- u. Hüttenm. Ztg., 1892, 6, 7, 10, 16.
- Hermann B. Versuch einer mineral. Beschreibung d. Uralischen Erzgebirges. Berlin u. Stettin. 1789, 11 B.
- Miner. Reisen in Sibirien. St. Ptb. 1797, I, 143—144.
- Maclaren Malcolm. Gold. London. 1908, 199—208.
- Рошернау F. Golddistricte von Beresov und Mias im Ural. Archiv f. prakt. Geol., 1895, 11, 2.
- Renovantz H. M. Mineral.-geogr. u. andere vermischte Nachrichten v. d. Altai-schen Gebirgen. Reval, 1788. (Русский пер. Севергина с доп. СПб., 1792).
- Rose G. Ann. de Phys., 1831, 23, 2, 198.
- Mineral.-u. geognost. Reise nach d. Ural, d. Altai u. d. Kasp. Meere. Berlin, 1837, I, 177, 198, 288, 294 и 4842, I, 156.

А. Г. БЕТЕХТИН

МЕДЬ — COPPER

Cu

Латинское название меди *cuprum* связывают с о. Кипром, откуда в древнее время финикийцы ее вывозили, называя «кипрской рудой».

Физические и химические свойства. Самородная медь кристаллизуется в куб. с. в гексаоктаэдрическом или пентагонально-трететраэдрическом виде симметрии ($3L^4L^3 6L^29Pc$ или $4L^33L^2$).

Наблюдаются следующие формы:

Индексы	Буквы		Индексы	Буквы		Индексы	Буквы		Индексы	Буквы	
	Гольд-шмидт	Дана		Гольд-шмидт	Дана		Гольд-шмидт	Дана		Гольд-шмидт	Дана
(100)	c	a	(210)	e	e	(511)	l	o	(421)	φ	t
(410)	f	h	(740)	a	δ	(411)	k	μ	(531)	z	v
(310)	a	f	(530)	h	l	(311)	m	m	(12.3.2)	η	z
(520)	g	k	(110)	d	d	(211)	q	—	(11.6.1)	θ	x
(730)	D	ε	(611)	r	—	(111)	p	o	(18.10.5)	i	y

Наиболее характерные двойники сростания — по октаэдру или тетраэдру. Известны полисинтетические двойники. Двойники прорастания редки.

Очень часто встречается пластинчатые дендриты, состоящие из закономерно сростшихся отдельных кристаллических неделимых. Иногда самородная медь выделяется в виде тонких пластин по трещинам в массивных породах, реже встречается сплошными массами (до нескольких тонн весом). Иногда наблюдаются конкреционные формы, по внешнему виду близко напоминающие коломорфные образования.

Кристаллическая структура самородной меди принадлежит к типу центрогранного куба (по Эвальду и Герману, тип А 1). Размеры элементарной ячейки: $E = 3.60 \text{ \AA}$.

Спайность не наблюдается. Излом крючковатый, занозистый. Цвет медно-красный, иногда с побежалостями. С течением времени самородная медь покрывается налетом черной окиси меди.

Блеск металлический. Черта блестящая, металлическая, медно-красного цвета. Тв. 2.5—3. Минерал характеризуется высокой ковкостью. Уд. вес 8.4—8.9. Прекрасный проводник электричества. Электропроводность 99.95 (если для серебра принято 100). Теплопроводность 748 (если для серебра принято 1000). Температура плавления 1080—1398°.

Минерал не прозрачен; в поляризованном отраженном свете изотропен. Отражательная способность в воздухе полированной поверхности выражается в следующих цифрах, полученных с помощью фотометрокуляра: для зеленого света 61%; для оранжевого 83%; для красного 89%.

В химическом составе самородной меди в качестве примесей иногда содержатся: Ag (до 8%), Fe (до 2.5%), реже следы Pb и Au. Примеси обычно связаны с медью эндогенного происхождения, экзогенная медь обычно бывает почти совершенно чистой.

П. п. тр. плавится. При белом калии постепенно сгорает, окрашивая пламя в зеленый цвет. В разбавленной азотной кислоте легко растворяется. Растворима также в царской водке и серной кислоте (при повышенной температуре). В водном растворе ам-

миака медь растворяется, окрашивая его в синий цвет. В соляной кислоте растворяется с трудом, образуя хлорид меди.

В полированных шлифах под микроскопом самородная медь травится всеми основными реактивами. Внутреннее строение самородной меди легко выявляется с помощью: 1) $\text{NH}_4\text{OH}-\text{H}_2\text{O}_2$; 2) так называемого реагента Гейна; 3) $\text{HCl} + \text{CrO}_3$ (50% раствор).

Условия нахождения в природе. 1. Самородная медь в виде мелких рассеянных включений неправильной формы (большей частью тонких чешуек и зерен) наблюдается во многих гидротермально измененных изверженных породах — дунитах, перидотитах и др., где она образуется, во многих случаях, в момент наложения гидротермальной деятельности, повидимому за счет первичных медных сульфидов.

2. Типичные гидротермальные месторождения самородной меди самостоятельного значения крайне редки. К ним принадлежат огромные по размерам эпitherмальные месторождения Верхнего озера (в Северной Америке) в конгломератах и мицдалекаменных изверженных породах, где самородная медь ассоциируется с самородным серебром, цеолитами, кальцитом, кварцем и др.

Образцы самородной меди изредка встречаются в кварцевых жилах, генетически связанных с основными породами.

3. Самородная медь легко образуется при процессах выветривания медных месторождений, возникая главным образом за счет окисления халькозиновых руд (зоны вторичного сульфидного обогащения).

В зоне образования бурых железняков (железной шляпы) самородная медь принимает участие в коломорфном строении лимонита, выделяясь в виде тонких неправильных пластинок, располагающихся иногда вдоль концентрических зон в лимоните, или образует неправильной формы скопления в пустотах. Наблюдались также случаи ее коломорфных образований в сростании с натечным малахитом. Общеизвестна восстановительная роль органических веществ при образовании самородной меди (псевдоморфозы по дереву, корки на рудничных креплениях и т. п.).

Иногда самородная медь выпадает, повидимому, из коллоидальных растворов с образованием конкреционных форм.

4. В виде галек в россыпях самородная медь встречалась во многих пунктах земного шара.

5. Недостаточно изучены условия образования самородной меди в осадочных породах (песчаниках), иногда в ассоциации с купритом, малахитом, азурином, без видимой связи с первичными медными месторождениями.

Поведение самородной меди в кислородной обстановке характеризуется образованием окислов меди на ее поверхности, а в воздушно-водяной среде — образованием гидрокарбонатов (малахита и азурита) в виде пленок или корок. Псевдоморфозы меди известны по куприту, халькозину и ряду других медных минералов.

Искусственное получение. Металлическая медь искусственно легко восстанавливается из растворов ее соединений различными веществами: железом, водородом, фосфором, фосфористой кислотой, сернистым газом, сульфатом закиси железа, углеводородами и, наконец, микроорганизмами. Хорошие кристаллы меди получаются при электролизе.

Промышленное значение. Промышленные месторождения самородной меди редки.

Мировой известностью пользуются месторождения Верхнего озера в США, добыча меди из которых в 1915 г. составляла $\frac{1}{10}$ часть всей мировой добычи меди.

Для месторождений с самородной медью требования к минимальному содержанию металла значительно ниже по сравнению с месторождениями сульфидных и окисленных руд, так как процесс извлечения меди из этих руд сравнительно прост и дешев. Содержание меди в несколько десятых долей процента при больших запасах и прочих благоприятных экономических условиях может считаться уже промышленным.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Многочисленные месторождения этого металла в самородном состоянии в СССР так же, как и в большинстве других стран, имеют минералогическое значение. Однако в глубокой древности во многих месторождениях зоны окисления с самородной медью являлись главным источником получения этого металла.

С минералогической точки зрения в СССР особый интерес представляют Турьинские месторождения самородной меди района пос. Угольного, Свердлов-

ловской обл. (Северный Урал). Исключительно интересные в морфологическом отношении кристаллы ее из этих месторождений были детально описаны в свое время в классической работе Г. Розе «*Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural*», 1837.

Кольский полуостров и Карелия

Указания на находки самородной меди в этих районах мы имеем преимущественно в старой литературе. Согласно этим данным, в старину медь находили на Медвежьем острове, в Кандалакшской губе Белого моря, затем у с. Умбы и Красноволока. По данным В. З. Коленко, самородная медь встречалась также в районе губы Святухи вблизи дер. Башниной, в виде жилы с каолином в диорите (?). В том же районе отмечались находки меди в целом ряде старых выработок в рудниках Медной ямы, Успенском, Ковшерском и др., где преимущественным развитием пользуются черные шунгитоподобные сланцы и диабазы.

Далее медь была обнаружена в свое время на берегу Путкозера в виде тонких прожилков в диорите (?) против дер. Онежаны.

Повидимому, самородная медь вместе с купритом и малахитом встречается в окрестностях сел. Поной (у устья р. Руссенихи), где сохранилось 14 древних разработок на месте выходов медного оруденения.

Присутствие самородной меди указано во многих пунктах Заонежья: в районе Файмогубы, близ дер. Югनावолоки (на контакте со сланцами; здесь встречались самородки до 16 кг весом), в Кижском районе (также в виде крупных самородков), около Пертского озера (рудник Надежда), на Патмозере и в других местах.

В Заонежском районе Б. Воскобойниковым, кроме того, указываются вторичные месторождения самородной меди в виде тонких прожилков в диабазе.

Имеются указания на присутствие этого минерала в кварцевых золотоносных и медных жилах в районе, тяготеющем к Выгозеру, в частности в Воицком руднике и других местах.

[В. З. Коленко, 1885; В. И. Вернадский, 1914; В. И. Соколов, 1917; В. М. Тимофеев, 1926; Б. Воскобойников, 1928.]

Новая Земля

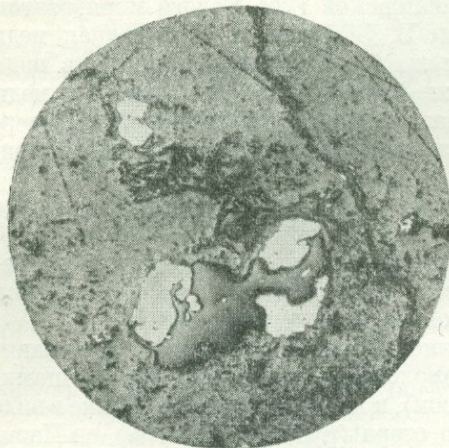
Большой известностью пользуются месторождения самородной меди на Новой Земле. Здесь на Медном полуострове, в Пропащей губе, меденосными породами являются светлозеленые пятнистые развидности эпидотизированных диабазов, сильно измененных гидротермальными растворами.

По данным Б. М. Куплетского, в породе желтый эпидот окаймляет в виде сетки крупные выделения бесцветного пироксена, в который вдаются длинные призмочки псевдоморфоз хлорита по плагиоклазам. Сохранившиеся полевые шпаты в составе породы играют ничтожную роль. Наблюдающиеся в породе пустоты выполнены кварцем или альбитом, в сопровождении эпидота, иногда хлорита и кальцита. К ним же, по наблюдениям А. Г. Бетехтина, бывает приурочена отчасти и самородная медь (фиг. 1).

Среди диабазовой свиты местами встречаются жилы кварца с пиритом и халькопиритом, который местами замещается экзогенным борнитом и халькозином, а в выветрелых образцах — малахитом. Что же касается самородной меди, то она встречается главным образом в сильно измененном, осветленном диабазе в виде мелких, неправильной формы включений, чешуек, реже в виде тонких прожилков, в ассоциации с хлоритом, кварцем, эпидотом и другими минералами, выделившимися в гидротермальную фазу. Распределение самородной меди крайне неравномерное. По данным химического

анализа меденосного диабаза, опубликованного В. С. Зверевым,¹ содержание меди может достигать 3,27%. По данным В. Куклина, среднее содержание меди в рудах составляет около 1%.

Минераграфическое изучение этих руд убеждает в несомненном гидротермальном происхождении этого минерала, по всей вероятности за счет восстановления меди из растворов при окислении закисного железа силикатов. За это говорит прежде всего приуроченность этого минерала к сильно измененным гидротермальными растворами участкам диабазов, а также резкое преобладание содержания окиси железа над закисью в этих участках.



Фиг. 1. Выделения самородной меди (белое) с кальцитом (темносерое с гладким рельефом) в мицелине меди эпидотизированного диабаза. Новая Земля. Медный полуостров. По А. Г. Бетхтину. $\times 60$.

[Л. Л. Иванов, 1915; В. Куклин, 1932; Б. М. Куплетский, 1932.]

Центральные области Европейской части СССР

Указания на находки самородной меди в этих областях чрезвычайно редки и малодостоверны.

В свое время Паллас (1773) указывал на присутствие этого минерала в песках р. Оки в Муромском районе Горьковской области. Игнатьевский (1832) сообщал о находках меди в виде пластинок и зерен в песчаниках пермского возраста в Елабужском и других районах Татарской АССР. Самородная медь встречалась в песчаниках на территории Чувашской АССР.

[В. И. Вернадский, 1914; Л. М. Миропольский, 1931.]

Украина

На территории Украинской ССР находки самородной меди отмечались в районах распространения медистых песчаников наряду с кислородными соединениями меди.

[Е. В. Рожкова и Т. И. Горшкова, 1926.]

Кавказ и Закавказье

Сколько-нибудь известных месторождений самородной меди на Кавказе в настоящее время мы не имеем. На Северном Кавказе сравнительно редкие находки ее были сделаны в зоне окисления Садонского месторождения, в Цусском руднике (в Ардонском ущелье), в Гуларском руднике, в Нальчикском районе (около с. Хасаута) и в других местах.

В Закавказье наиболее крупные самородки меди были найдены в Кедабекском месторождении (до 4 кг весом). Из других пунктов следует отметить находки на горе Мис-Даг в верхних горизонтах Аллавердских рудников, в окисленных зонах зангезурских медных жил, в Агаракском месторождении (около с. Агарак). На территории Аджаристана самородная медь была констатирована в россыпях бассейна р. Чорох (по р. Тальгомсу), в некоторых пунктах бассейна р. Мериси (повидимому, в окисленных зонах медных месторождений) и в других пунктах.

[Л. А. Варданянц, 1928; К. Е. Габуния, 1928; К. Н. Паффенгольц, 1928 и 1932].

¹ Мин. сырье, 1927, № 11, 763.

Урал

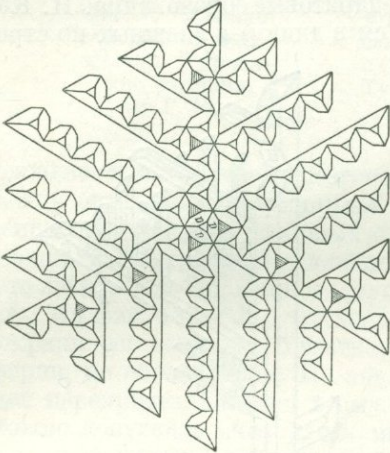
{Минералогические находки самородной меди на Урале давно обратили на себя внимание исследователей и изучены несравненно лучше, чем в других районах нашего Союза.

Главнейшие генетические типы месторождений этого минерала могут быть сведены к следующему:

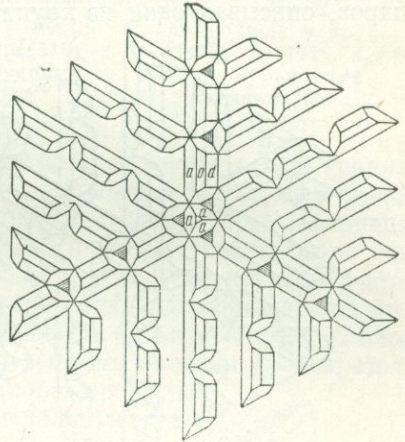
1. Месторождения самородной меди, связанные с процессом выветривания сульфидных месторождений. Сюда же следует отнести и находки в россыях, пространственно связанных с размывом окисленных зон коренных месторождений.

2. Осадочные образования, возникающие в результате восстановительных процессов под влиянием органических веществ.

3. Гидротермальные месторождения.



Фиг. 2. Двойники самородной меди: $a_s(100)$; $o(111)$. Турьинские рудники. По Г. Розе.



Фиг. 3. Двойники самородной меди: $a(100)$; $o(111)$; $d(110)$. Турьинские рудники. По Г. Розе.

4. Выделения при гидатометаморфизме основных и ультраосновных пород.

1. Образования самородной меди, связанные с процессом выветривания сульфидных месторождений, имеют наибольшее распространение на Урале. Остановимся на характеристике главнейших из них.

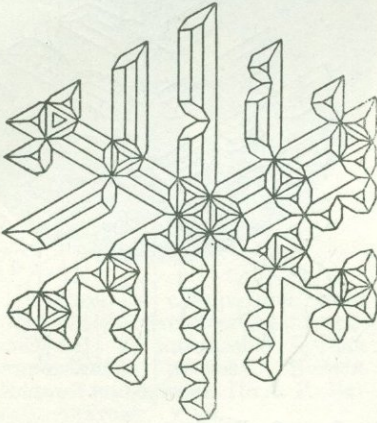
На Северном Урале, в районе Турьинских рудников, самородная медь еще в давние времена служила предметом добычи. В свое время Паллас (1770) и Герман (1787) описывали крупное гнездо самородной меди, встреченное в шахте № 7 Васильевского рудника. Кроме плотных масс здесь встречались дендритовидные, пластинчатые, проволочные, волосистые и моховидные выделения этого минерала.

Замечательные по своей форме кристаллы меди из этих месторождений, как уже указывалось, впервые были описаны Г. Розе (1837). Особый интерес представляют прекрасно образованные крупные дендритовидные кристаллы, в которых каждая ветвь состоит из двойниковых кристаллических индивидов, сросшихся параллельно граням ромбического додекаэдра. Эти неделимые представляют собой либо правильные изометрические формы (фиг. 2), либо несколько удлиненные (фиг. 3) по направлениям двойных осей симметрии. Иногда обе указанные формы встречаются в одном и том же дендрите (фиг. 4). Общая форма дендритов имеет гексагональный облик. Три главных ряда двойников пересекаются между собой под углом 120° , причем каж-

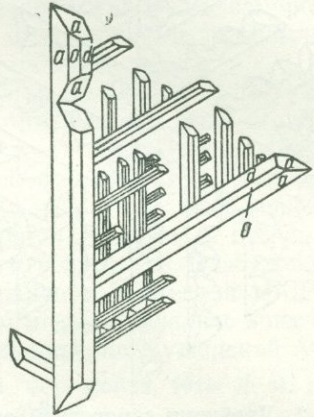
дый из них дает еще дополнительные ветви, и таким образом все пространство между главными направлениями выполняется более или менее равномерно. Встречаются также и менее правильно образованные дендриты (фиг. 5), иногда с искривленными ветвями.

Как видно из приведенных рисунков (фиг. 2, 3 и 4), строение дендрито-видных двойниковых образований представляет собой комбинацию попеременно располагающихся граней a (100) и d (110) с явно развитыми двумя гранями октаэдра o (111), ориентированными параллельно плоскости чертежа. Очевидно, что тройные оси октаэдра и куба в этом случае будут перпендикулярны к плоскости развития дендритовых осей. В. В. Никитин, изучая закономерности образования двойников в дендритах, описанных Г. Розе, пришел к выводу, что «направление роста двойника есть равнодействующая направлений роста обоих индивидов и может только или лежать в двойниковой плоскости, или быть к ней перпендикулярным».

Нередко встречаются также сплошные дендритовые образования. Н. Кокшаров, описывая один из крупных (до 18 см в длину) и сложных по строе-



Фиг. 4. Двойники самородной меди. Турьинские рудники.



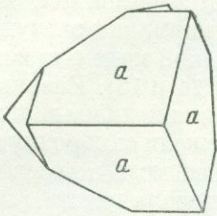
Фиг. 5. Двойники самородной меди: a (100); o (111); d (110). Турьинские рудники. По Quenstedt'y.

нию дендритов меди, указывает, что он состоял «из прекрасных кристаллов, скученных в самые затейливые ветвеобразные формы». Закономерности расположения их изучены не были.

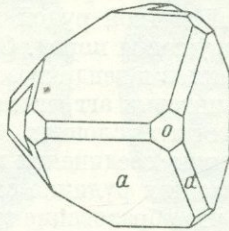
Единичные двойники с плоскостью срастания по (111) в районе Турьинских рудников встречались реже. Они представляют собой срастание двух кубов без комбинаций с другими гранями (фиг. 6) или в комбинации с гранями октаэдра и ромбического додекаэдра, притупляющими ребра куба (фиг. 7). Нередко эти двойники бывают удлинены по одной из двойниковых осей симметрии, параллельных двойниковой плоскости, и тогда принимают вид, свойственный ромбобипирамидальному виду симметрии (фиг. 8).

Простые кристаллы самородной меди наблюдались еще реже. Наиболее обычные формы их бывают представлены комбинациями куба, октаэдра, ромбического додекаэдра и иногда пирамидального куба (520) (фиг. 9). Следует заметить, что грани всех форм, за исключением плоскостей, принадлежащих к пирамидальному кубу, обладают сильным блеском и совершенно гладки. На гранях же пирамидального куба наблюдается штриховатость параллельно (100) и (110). Встречаются также менее правильные формы кристаллов, вытянутых или укороченных по тем или иным направлениям (фиг. 10 и 11).

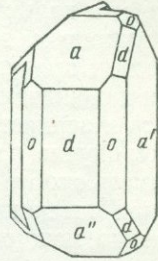
Минераграфическое изучение дендритов самородной меди из этих месторождений, проведенное А. Г. Бетехтиным, показало, что отдельные индивидуиды этого минерала, участвующие в строении дендритов, имеют явное кристаллически зональное строение, отчетливо обнаруживающееся после про-



Фиг. 6. Двойник самородной меди: a (100). Турьинские рудники. По Г. Розе.

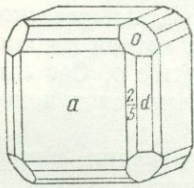


Фиг. 7. Двойник самородной меди: a (100); o (111); d (110). Турьинские рудники. По Г. Розе.

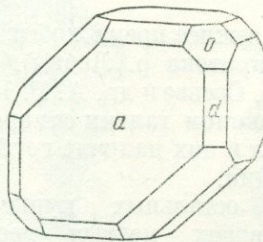


Фиг. 8. Двойник самородной меди: a (100); o (111); d (110). Турьинские рудники. По Г. Розе.

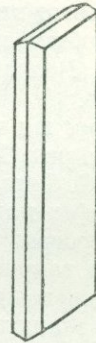
травы соответствующими реагентами. Однако следует заметить, что границы между отдельными сросшимися индивидуидами в большинстве случаев бывают неправильными. В некоторых случаях наблюдаются частичные деформации в зональном строении индивидуидов. На фиг. 12 и 13 сфотографировано одно и то же место полированного шлифа до и после протравы структурным реагентом. На фиг. 13 видно, что зональное строение индивидуидов самородной меди сохранилось не всюду. Участки, располагающиеся большей частью на периферии, не обладают им. По аналогии с изученными явлениями собирательной перекристаллизации в выделениях самородной меди можно допускать, что здесь мы имеем начальную стадию этой перекристаллизации.



Фиг. 9. Кристалл самородной меди: a (100); o (111); d (110); $2/5$ (520). Турьинские рудники.



Фиг. 10. Кристалл самородной меди: a (100); o (111); d (110). Турьинские рудники.

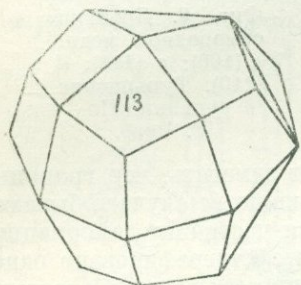


Фиг. 11. Кристалл самородной меди. Турьинские рудники.

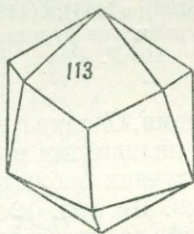
Условия нахождения самородной меди в Турьинских рудниках сводятся к следующему. Она наблюдалась исключительно в верхних горизонтах медных месторождений, т. е. в зоне окисления рудных тел, залегающих главным образом среди известняков и скарнов. Наибольшие ее количества были найдены в Васильевском руднике, который от остальных (Фроловского, Никитинского, Башмаковского и Богословского) отличался тем, что здесь зона окисления, а особенно зона вторичного сульфидного обогащения, богатая халькозином, достигали большой мощности. Есть основания считать, что на левобережье р. Турья, в частности в районе Васильевского рудника, мы имели сохранившиеся остатки древнего интенсивного выветривания

месторождений (в районе Фроловского рудника остатки мощной древней коры выветривания, как показали данные буровых скважин, сохранились лишь под Архангельским болотом).

Обильные выделения самородной меди в Васильевском руднике связаны с окислением зоны халькозиновых руд. При этом она встречается как в парагенезисе с халькозином (в более глубоких горизонтах), так и в парагенезисе с купритом, кирпичной медной рудой и бурым железняком, нередко в глинистых продуктах разрушения пород. Особого внимания заслуживают условия нахождения кристаллов и дендритов самородной меди в кристаллах кальцита и зернистых кальцитовых агрегатах (фиг. 14 и 15). Казалось бы, в данном случае, в поверхностных условиях образования меди мы должны были бы иметь скорее карбонатные соединения меди, нежели самородную медь. Поскольку на нижних горизонтах рудника самородная медь не встречалась совершенно, можно думать, что образование этого минерала вместе с кальцитом могло совершаться в восстановительной обстановке, по крайней мере у уровня грунтовых вод, в условиях недостатка кислорода.



Фиг. 16. Двойник самородной меди по (111). Нижний Тагил.



Фиг. 17. То же. Оттуда же.

Из других мест района Турьинских рудников заслуживают упоминания частые находки самородной меди на Дуэрбаховском железорудном месторождении, большую часть в глинистых продуктах разрушения, средитрещин в скарповой зоне и магнетитовых рудах. При старинных раз-

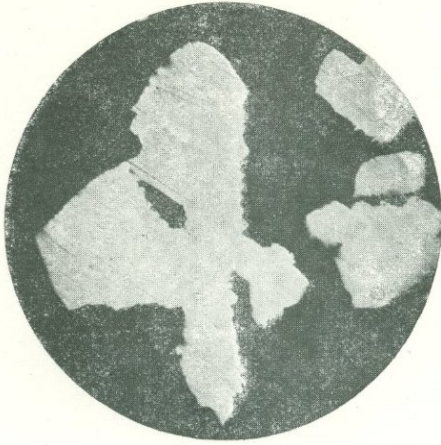
работках этот минерал встречался и во многих других местах Северного Урала в подобных же условиях. Самородки меди встречались, например, в Ольговском, Волчанском, Михайло-Архангельском, Покровском и других рудниках.

Самородная медь в прежнее время добывалась здесь даже в некоторых россыпях рек: Медной (притока р. Лобвы), Логовской, Андреевской, Суходойской, Турья, Какве, Сосье и др. А. Г. Бетехтин, изучая в полированных шлифах под микроскопом гальки самородной меди с р. Сосье, с помощью протрав установил в них наличие грубозернистых аллотриоморфных структур рекристаллизации.

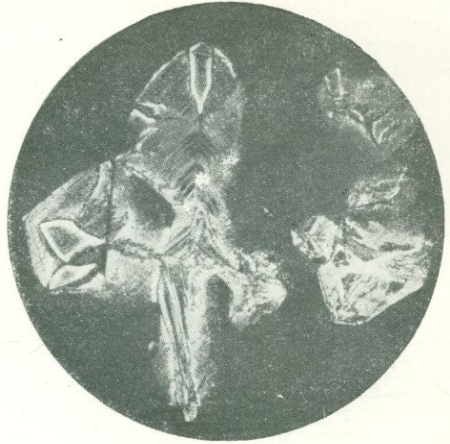
Из многочисленных остальных пунктов образования самородной меди в окисленных зонах медных месторождений укажем лишь главные.

В Меднорудянском месторождении (у Нижнего Тагила), откуда в прошлом столетии добывались большие массы поделочного малахита, самородная медь встречалась как в сплошных массах, так и в виде кристаллических образований. Один из оригинальных типов двойниковых образований по (111) описан Г. Розе и изображен на фиг. 16 и 17, где мы имеем в сростании тетрагон-триоктаэдры.

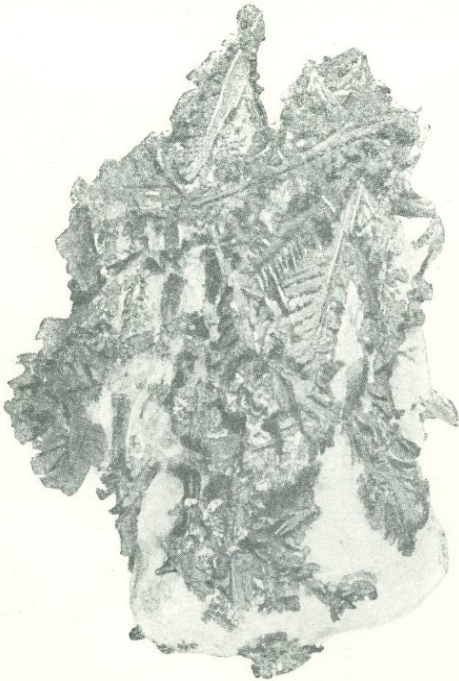
В Гумешевском месторождении (в районе Свердловска) наряду с малахитом встречались довольно большие массы самородной меди (иногда до десятков килограммов весом). Окисленные минералы меди здесь образовались за счет сульфидных руд, отложившихся метасоматическим путем на контакте гранита с известняками (фиг. 18). Описанные в литературе кристаллы самородной меди из «района Екатеринбург», по всей вероятности, относятся к Гумешевскому руднику (хотя находки самородной меди в районе Свердловска довольно многочисленны). Господствуют грани куба (фиг. 19 и 20)



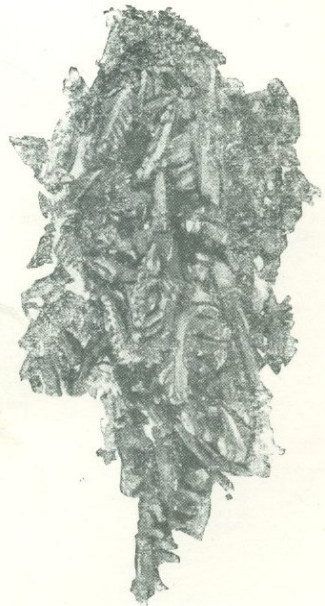
Фиг. 12. Дендрит самородной меди в полированном шлифе. Снято в отраженном свете до травления. Турьинские рудники. По А. Г. Бетехтину. $\times 30$.



Фиг. 13. То же после протравы реактивом Гейна. Турьинские рудники. По А. Г. Бетехтину. $\times 30$.



Фиг. 14. Самородная медь из Васильевского рудника. Музей Моск. геол.-разв. ин-та.

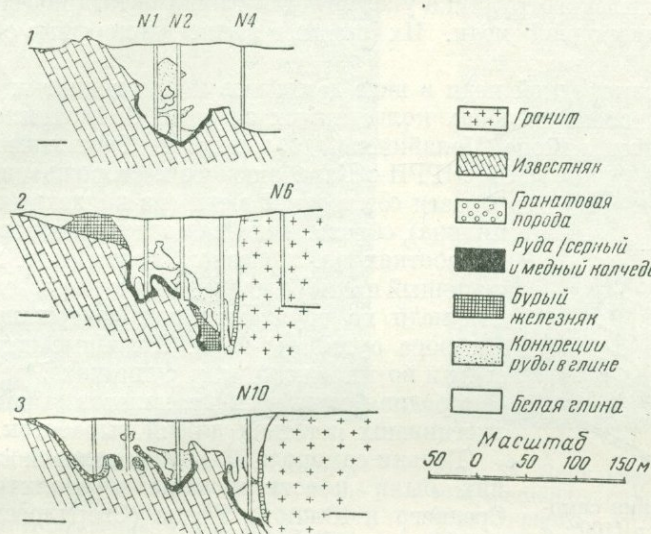


Фиг. 15. Самородная медь из Васильевского рудника. $\frac{9}{10}$ натуральной величины Музей Моск. геол.-разв. ин-та.

в комбинации с октаэдром (111), ромбическим додекаэдром (110), пирамидальным кубом.

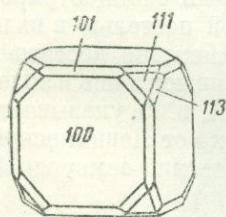
На фиг. 21 изображен двойник по (111), образованный двумя пирамидальными кубами (тетрагексаэдрами), а на фиг. 22 — двойник с гранями: (100), (111), (120), (110).

Минераграфическое изучение кристаллических образований самородной меди из образцов, хранящихся в Ленинградском горном музее, показало,

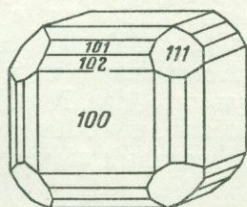


Фиг. 18. Геологические разрезы через Гумешевское месторождение.

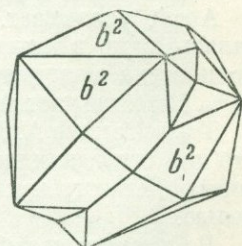
что в сплошных массах меди при травлении обнаруживаются явления позднейшей собирательной кристаллизации с образованием крупных зерен, среди которых иногда удается заметить реликты кристаллически зональных зерен с неправильной общей формой, обусловленной явлениями метасоматоза вновь растущими индивидами меди при перекристаллизации.



Фиг. 19. Кристалл самородной меди. Свердловский район. По Fletcher'y.



Фиг. 20. Кристалл самородной меди. Свердловский район. По Lévy.



Фиг. 21. Двойник самородной меди: b^2 (120). По Lévy.

Вытянутые мелкие кристаллики самородной меди одного из образцов в полированных шлифах¹ при протраве реактивом Гейна обнаружили в периферической части тонкое зональное строение (фиг. 23). Центральная же часть кристалла после протравы не показала структурных деталей. Инте-

¹ С целью изготовления полированных шлифов эти кристаллики предварительно цементировались бакелитовой массой.

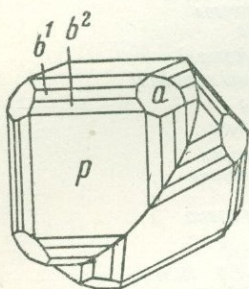
ресно, что у оконечности кристалла ориентировка параллельных зон не согласна с внешней границей центральной части кристалла меди. Чем вызвано это явление, объяснить пока трудно. На фиг. 24 при большом увеличении показаны детали соприкосновения двух индивидов самородной меди после протравы полированного образца аммиаком. Среди отдельных отчетливо выявившихся зон в индивидах местами заметно тонкое полисинтетически-двойниковое их строение (в центральной части снимка).

Для Гумешевского рудника указываются также октаэдрического облика кристаллы самородной меди. Их считают за псевдоморфные образования по куприту.

Находки самородной меди в виде дендритов и пластинчатых форм были сделаны в окисленных зонах колчеданных залежей Соимоновской долины (в Кыштымском районе Челябинской области). В Геологическом музее ЦНИГРИ с Карабашского месторождения хранится образец самородной меди (из коллекции И. И. Чупилина), образовавшейся в затопленных в свое время выработках на железном болте (фиг. 25). Это — типичный пример выделения так называемой цементной меди из грунтовых вод, содержащих в своем растворе сульфаты меди. Подобные находки известны и во многих других рудниках Урала. Иногда самородная медь в виде налетов выпадает на полусгнивших остатках крепи выработок.

Гальки самородной меди в золотоносных россыпях были констатированы в различных местах Среднего и Южного Урала (Свердловском, Миасском и других районах).

Фиг. 22. Двойник самородной меди: p (100); a (111); b^1 (110); b^2 (120). По Lévy.



По старым указаниям, записанным Антиповым, «галечная руда» встречалась в осадочных образованиях в Чкаловской области (у с. Бугульчан). Здесь попадались большие пластины самородной меди.

2. Находки самородной меди в осадочных образованиях, богатых органическими остатками, отмечаются в нескольких местах Урала. Так, в бассейне р. Тагила, по р. Левихе, среди торфяников, П. Гладким описаны порошокватые образования самородной меди, возникшие в результате восстановления из сульфидных растворов органическими веществами.

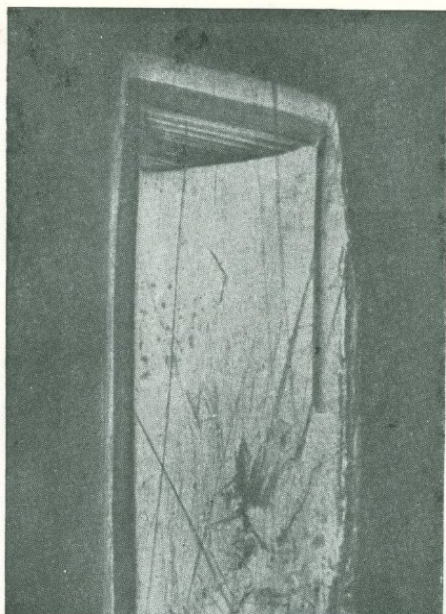
Автор указывает, что в слое торфяника самородная медь сконцентрировалась лишь в нижней его части, на границе с глинистой постелью в виде пропластка мощностью около 10 см. Содержание меди нередко достигает 50%. Верхние части торфяника содержание меди обнаруживают лишь в золе.

Точно так же А. Краснопольский (Изв. Геол. ком., 1904, в. 7) указывает, что при разведках на золото там же, по р. Левихе (недалеко от Левихинской горы), был встречен торф, пронизанный лимонитом и местами самородной медью.

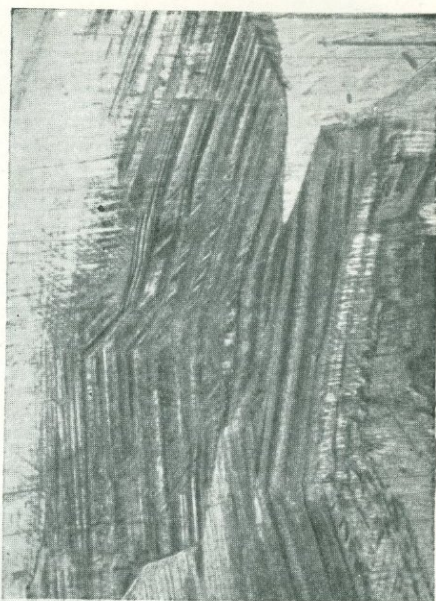
В Сысертском районе в б. Полевской даче самородная медь подобного же происхождения встречалась в Зюзельском болоте.

В ряде пунктов Западного Приуралья среди медистых песчаников пермского возраста многими отмечались находки этого минерала в связи с органическими остатками. При изучении одного из таких образцов из коллекции Н. К. Разумовского можно было убедиться, что медь псевдоморфно заместила остатки древесины с сохранением ее строения.

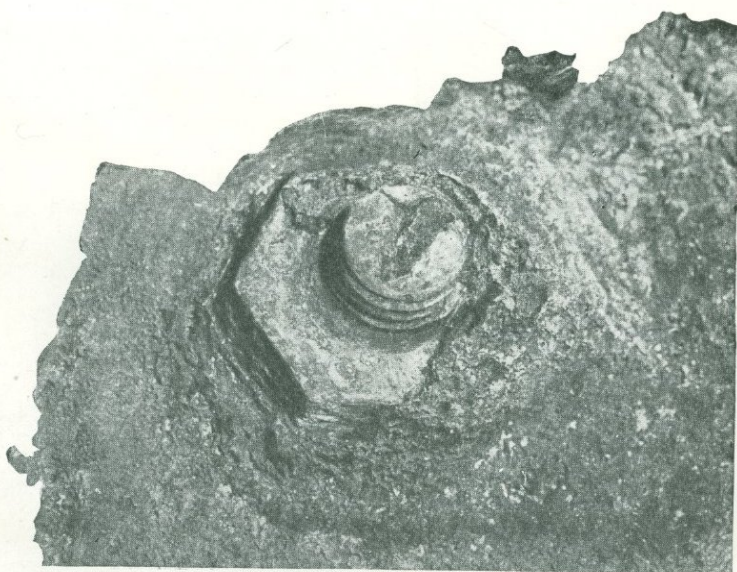
3. Типичным примером эндогенного образования самородной меди на Урале могут служить выделения в Карабашском месторождении медистого золота. Здесь самородная медь вместе с медистым золотом, халькозином (куб. с.), кальцитом, хлорапатитом, диоксидом, титанитом, магнетитом и др. генетически связана с диоксидо-гранатовыми породами,



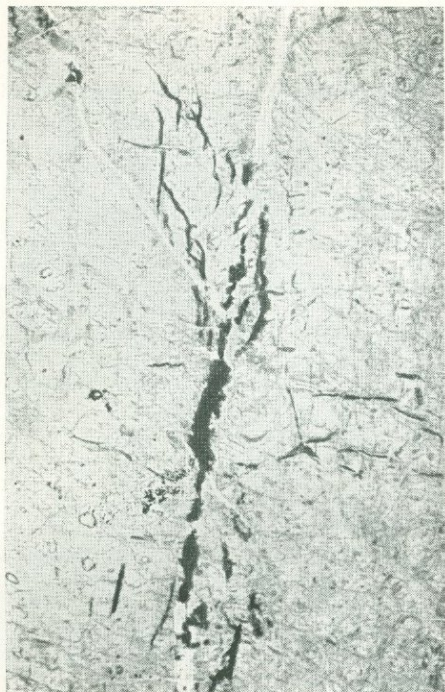
Фиг. 23. Вытянутый кристалл самородной меди в полированном шлiffe после протравы реактивом Гейна. Гумешевское месторождение. По А. Бетехтину. $\times 30$.



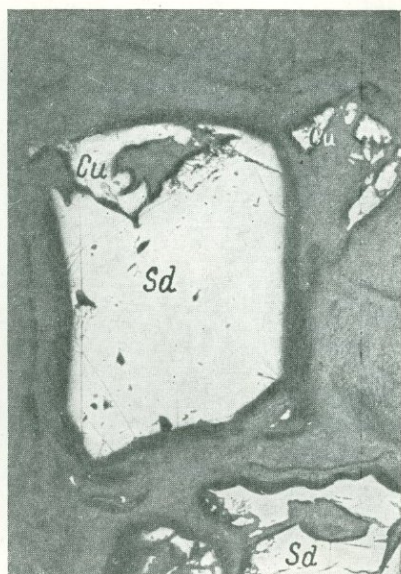
Фиг. 24. Зональное строение двойниковых индивидов самородной меди (после структурного травления). Гумешевское месторождение. По А. Бетехтину. $\times 30$.



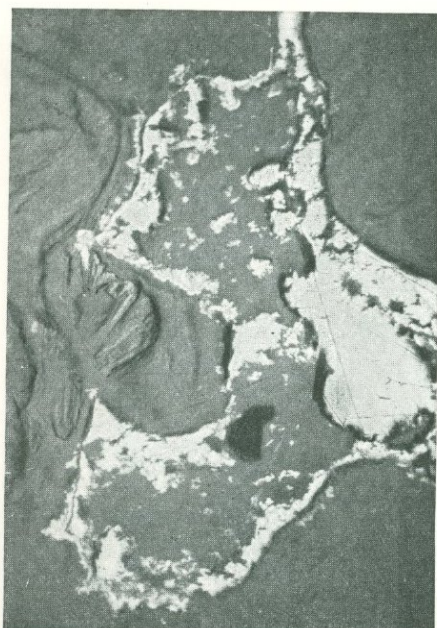
Фиг. 25. «Цементная медь», выделившаяся на железном болте. Месторождение Карабаш. По И. Чупилину. Музей ЦНИГРИ. Натуральная величина.



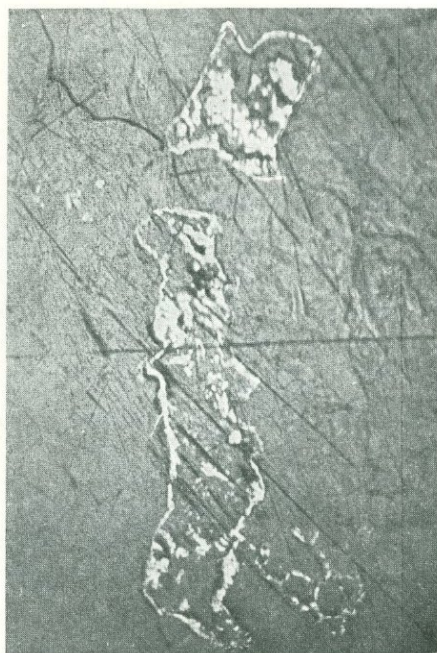
Фиг. 26. Выделения самородной меди (черное) в серпентинизированном дуните. Белые прожилки — аморфный серпентин. Нижне-Тагильский дунитовый массив. Прозрачный шлиф. $\times 25$.



Фиг. 27. Начальная стадия разложения медного сульфида (Sd) с выделением самородной меди (Cu). Окружающий темный фон — серпентинизированный оливин. Оттуда же. Полированный шлиф. $\times 80$.



Фиг. 28. Форма выделения самородной меди (белое) на месте бывшего зерна сульфида. Оттуда же. Полированный шлиф. $\times 90$.



Фиг. 29. Форма выделения самородной меди (белое) Оттуда же. Полированный шлиф $\times 90$.

залегаящими в виде жил меридионального простирания среди серпентинитового массива.

Выделения рудных минералов в сопровождении диопсида, граната, отчасти хлорита и карбонатов приурочены главным образом к поперечным тонким жилкам среди указанных жильных пород. Самородная медь и медистое золото встречаются также в боковых породах (серпентинитах). Чрезвычайно любопытны структуры распада твердых растворов золота и меди, наблюдающиеся при изучении под микроскопом в отраженном свете. В процессе распада возникают два закономерно сростающиеся между собой компонента: медистое золото и богатая золотом медь.

А. В. Ефремовым и Д. Ф. Мурашевым находки самородной меди отмечены в колчеданном месторождении, известном под названием «Левиха II», находящемся в районе Нижнего Тагила (в 88-м квартале Черноисточинской дачи). «Южный конец колчеданной линзы на глубине 53 м от поверхности заканчивается кварцевым прожилком с самородной медью, который полностью залегает в силифицированном, хлоритизированном порфирите, быстро выклиниваясь по простиранию». Хотя в рудах местами встречались ковеллин и халькозин в виде тонких прожилков в халькопирите, сфалерите и борните, однако общая геологическая обстановка выделений самородной меди такова, что невозможно объяснить возникновение этого минерала экзогенным путем. Кислородные соединения меди, столь характерные для экзогенных условий образования, здесь отсутствуют совершенно. Наибольший самородок меди, найденный здесь, весил 139,2 г.

В Миасском районе, в Евграфовском и Надеждинском рудниках, самородная медь встречалась в кварцевых прожилках среди диорита (повидимому, также эндогенного происхождения).

4. Выделения самородной меди, связанные с магматическими основными и ультраосновными породами, относятся к числу типичных метаморфических месторождений¹ этого минерала. Практического значения эти выделения не имеют, но представляют несомненный интерес с генетической точки зрения.

Наибольшим распространением пользуются выделения самородной меди в серпентинитах и серпентинизированных дунитах и перидотитах. Условия ее выделений детально были изучены А. Г. Бетехтиным вначале в Нижне-Тагильском дунитовом массиве, а затем во многих массивах Урала и Закавказья.

Для массивов ультраосновных пород с несомненностью установлено, что самородная медь образуется в процессе их серпентинизации в эпимагматическую фазу. Ее выделения в виде тончайших чешуек и неправильной формы жилок очень часто приурочены к прожилкам серпентина (фиг. 26).

В свежих (т. е. не затронутых серпентинизацией) дунитах выделений меди ни разу не удалось констатировать. В слабо серпентинизированных породах самородная медь, как правило, парагенетически бывает связана с частично разложившимися редкими сульфидами меди, предположительно относящимися к кубаниту (фиг. 27). В более сильно серпентинизированных участках на месте бывших ксеноморфных выделений сульфидов мы встречаем лишь аморфный серпентин с включениями самородной меди неправильной формы (фиг. 28), причем очень часто самородная медь выделяется по периферии того пространства, которое до этого было занято сульфидом (фиг. 29). Нередко с подобными выделениями бывают пространственно связаны и прожилки этого минерала среди серпентинита. На фиг. 30 показаны чрезвычайно тонкие ажурные выделения меди около зерна хромшпинелида.

¹ В собственном смысле этого слова, т. е. выделения самородной меди возникли при метаморфизме этих пород.

Иногда по прожилкам серпентина медь уходит на относительно далекие расстояния от своего первоисточника. Есть все основания утверждать, что медь при разложении сульфидов, по крайней мере частично, переходила в серпентиновые растворы и выделялась из них в самородном виде в одну из последних стадий процесса серпентинизации пород. Условия восстановления для меди, повидимому, были созданы изменением кислородного режима в процессе серпентинизации. Примерно подобная же картина была получена и при изучении условий выделения самородной меди и в других перидотитовых массивах Урала (Рай-Из, Кытлымский, Исковский, Баженовский, Халиловский и др.). Следует лишь указать, что в образцах из района ст. Баженово, любезно переданных автору для исследования В. И. Крыжановским, самородная медь выделилась вместе с антигоритом в метаморфизованной жильной породе, состоящей в основном из пироксена и граната (фиг. 31). В одном из образцов серпентинита из коллекции А. Н. Заварицкого, относящемся к району Тургояка Южно-Уральской ж. д., самородная медь в виде изометрической формы мелких выделений вместе с купритом наблюдается среди антигоритового агрегата (фиг. 32). Генезис этих выделений не ясен. Здесь не исключена возможность экзогенного происхождения этого минерала.

На Северном Урале, в Серовском районе у с. Еловки, Е. П. Молдавцевым и А. И. Демчуком описаны выделения самородной меди в виде тонких чешуек и мелких зерен в амфиболитизированных основных породах. Этот минерал здесь встречается в парагенезисе с водосодержащими силикатами эпимагматического происхождения (хлоритом, эпидотом, цоизитом и др.). По всей вероятности, источником меди были сульфидные минералы, разложившиеся при наложении гидротермальной фазы.

К этому же типу следует отнести также месторождения Верхне-Уральского района Челябинской области (на Ю. Урале) в окрестностях Верхне-Уральска и около пос. Спасского и Верхнекизильского. Здесь выделения самородной меди, встречающейся в парагенезисе с прецитом, приурочены к сильно измененным эффузивным разновидностям основных пород — порфиритам и диабазам. В менее измененных породах нередки выделения сульфидов меди, главным образом халькопирита.

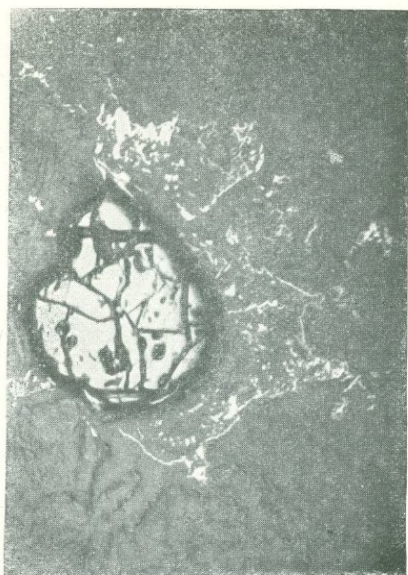
На Северном Урале, по берегам р. Северной Сосьвы (около устья р. Маньки), по Протасову, самородная медь в виде скоплений наблюдалась в «диабазе», возможно в условиях, аналогичных для Верхне-Уральского района.

[Н. Кокшаров, 1872; Гривнак, 1887; П. Гладкий, 1894; Е. С. Федоров и В. В. Никитин, 1901; А. В. Николаев, 1912; В. И. Вернадский, 1914; К. И. Богданович и А. Н. Заварицкий, 1917; А. Н. Заварицкий, 1927 и 1929; А. В. Ефремов и Д. Ф. Мурашов, 1928; Е. П. Молдавцев и А. И. Демчук, 1931; А. Г. Бетхтин, 1935; М. П. Ложечкин, 1935.]

Казахстан

На территории Казахстана самородная медь встречалась в многочисленных пунктах и притом главным образом в окисленных зонах сульфидных медных месторождений (Джесказган, Кызыл-Эспе, Арал-Тюбе, Беркара, Коктас, Капур-Адыре, Джур-Джурак, Сары-бийик, Гульча, Чокпак, Кок-Забой, Тобулгулы, Ак-Сары, Бошекуль и многих других).

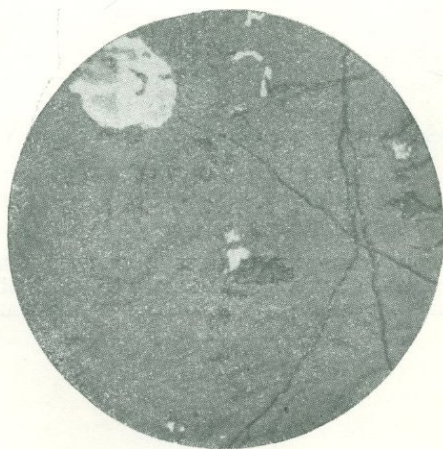
Наибольшей известностью пользуются плитообразные глыбы самородной меди до нескольких тонн весом из старых Калмакташских рудников в Каркаралинском районе, сохранившиеся лишь в Ленинградском горном музее и в музее при Московском университете. Это месторождение разрабатывалось еще в середине прошлого столетия и в геологическом отношении осталось неизученным.



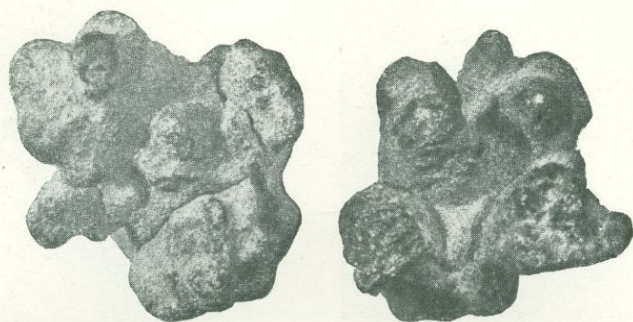
Фиг. 30. Тончайшие выделения самородной меди (белое) в сильно серпентинизированном дуните. Рельефное светлое зерно — хромшпинелид. Оттуда же. Полированный шлиф. $\times 100$.



Фиг. 31. Выделение самородной меди (белое) с антигоритом в пироксеногранатовой породе. Баженовский перидотитовый массив. Полированный шлиф. По А. Бетехтину. $\times 80$



Фиг. 32. Выделение самородной меди (белое) и куприта (светлосерое) в антигоритовом серпентините. Южный Урал, Тургоякский район. Полированный шлиф. По А. Бетехтину. $\times 80$.



Фиг. 33. Самородная медь из песчаников Науката. Музей МГРИ. $\frac{3}{4}$ натуральной величины.



Фиг. 34. Галка самородной меди с включениями самородного серебра. Восточный Саян, россыпь по р. Б. Сархой. Из коллекции П. Преображенского. Музей ЦНИГРИ. Натуральная величина.

[Н. Г. Кассиним упоминаются находки тонко рассеянной самородной меди в миндалинах порфириновых лав девона и пизов карбона в Семиречье (Кетменский хребет) вместе с пренитом и цеолитами.

В Восточном Казахстане, на территории Алтая, согласно старым указаниям, медь в самородном виде встречалась в многочисленных пунктах среди окисленных руд полиметаллических месторождений (Риддерском, Сокольном, Змеиногорском, Зыряновском, Николаевском, Золотушинском, Березовском, Чудацком, Локтевском, Верхнелазурском, Таловском, Белоусовском, Семеновском, Генриховском, Титовском и др.). С минералогической точки зрения заслуживают интереса гроздевидные выделения самородной меди, указываемые Германом (1807) для Семеновского рудника. Кроме того, П. В. Еремеев изучил оригинальные формы самородной меди из Локтевского рудника. По его мнению, заслуживают внимания «совершенно правильные диэксаэдри меди на железистом кварце, представляющие гемитропические двойники изогональных пирамидальных кубов.

[П. Еремеев, 1872; П. П. Филипенко, 1915; А. А. Краснопольский, 1917; И. Ф. Григорьев, 1927; Л. В. Радугина, 1932; И. С. Яговкин и П. М. Никитин, 1934; С. А. Букейханов, 1935; Н. Г. Кассин, 1935; Т. А. Кошкина, 1935].

Средняя Азия

[На территории Узбекской ССР самородная медь встречается, как правило, в ничтожных количествах в зонах окисления месторождений медных сульфидов. Таковы, например, находки ее в месторождениях Алма-лыкском, Адрасманском, Сарым-сахлы и Кумыш-кан и др.

Особый интерес представляют скопления самородной меди в песчаниках, известные под именем Наукатского месторождения (в 18 км от ст. Посьетовка Ташкентской ж. д.). Месторождение располагается по левому берегу р. Сыр-дарьи. Рудоносная полоса протягивается в длину на 18 км при ширине около 1 км. Район сложен толщей разноцветных мергелей, переслаивающихся с песчаниками. Выделения самородной меди в виде неправильной формы песчанистых стяжений (фиг. 33), иногда до 1 кг весом, приурочены только к чистым песчаниковым прослоям и распределены крайне неравномерно. Самородная медь в этих стяжениях в свежем изломе обладает нормальным блеском, который через несколько дней пропадает и поверхность излома покрывается медной зеленью. В парагенезисе с самородной медью встречается куприт, малахит, азурит и, повидимому, ряд других минералов, ближе не изученных. Самородная медь в песчанике служит цементом среди обломочного материала, состоящего главным образом из кварца. Генезис этого месторождения точно не установлен. К. И. Богданович и В. Н. Вебер склонны относить его к типу осадочных месторождений.

Минералогический интерес представляет находка образца самородной меди весом около 1.5 кг, отмеченная в 1932 г. Е. Д. Поляковой для южного склона Гиссарского хребта в Талжикской ССР (кишлак Магайту на р. Лючоб). Самородная медь происходит из карбонатной жилы с халькопиритом и блеклой рудой.

[К. Богданович и В. Вебер, 1917; А. В. Королев, 1933; С. Ф. Машковцев, 1935; М. П. Русаков, 1935; Н. А. Смольянинов и др., 1936.]

Западная Сибирь

В Минусинском районе Красноярского края вначале вырабатывались главным образом окисные руды, содержавшие, повидимому, и самородную медь. Находки последней, по литературным данным, констатированы в Гла-

Фиринском руднике, Улук-таг, в Нижнекизирском районе, в медистых песчаниках по р. Печище, Маинском руднике и многих других местах.

Нередко самородная медь встречалась также в россыпях в бассейне р. Енисея (по р. Мурожной, Сухому логу, Краснощековскому ключу и др.). Минералогического интереса заслуживают описываемые И. Боголюбским и Еремеевым псевдоморфозы меди по малахиту с Трехсвятительского прииска по р. Осиновой.

Я. С. Эдельштейном описаны месторождения самородной меди в парагенезисе с пренитом, цеолитами, кальцитом, кварцем среди измененных эффузивных пород. Наиболее характерной в этом отношении является группа Сирских рудников, а также месторождения между Тустужулолом и Немиром. Сюда же должны быть отнесены месторождения меди Коптевского района. Месторождения связаны с выходами мелафировых туфов и порфиритов и встречаются в виде жил, а также в виде вкрапленников в пустотах пород или в самих породах. При минераграфическом изучении некоторых образцов, хранящихся в Центральном геологическом музее при ЦНИГРИ, других медных минералов, кроме самородной меди и ее окислов, встречено не было.

В Туруханском районе Красноярского края самородная медь встречалась среди окисленных руд, а также в россыпях р. Мыкганды (приток р. Икана, впадающего в р. Пясину) в Норильских горах.

[В. И. Вернадский, 1914; А. Я. Бульников, 1929; Б. Н. Рожков, 1933; Л. И. Шаманский, 1935.]

Восточная Сибирь

Незначительные по размерам выделения самородной меди были констатированы среди окисленных руд в целом ряде полиметаллических и медно-золотых месторождений Забайкалья, Якутии и других областей. Перечислять их нет надобности. Следует отметить крупные самородки меди до 34,8 кг, находимые в месторождениях по р. Намаме, притоку р. Светлой, в бассейне Верхней Ангары (Е. Миткевич-Волчасский, 1913).

Заслуживают внимания находки кристаллов самородной меди в Воздвиженском месторождении Нерчинскозаводского района Читинской области. Прекрасные кристаллы меди из этого месторождения хранятся в Ленинградском горном музее.

Исключительный интерес представляют также находки крупных галек самородной меди в Восточном Саяне по левым притокам р. Оки, в ее верхнем течении (главным образом по нижнему течению правого притока р. Тиссы — р. Большого Сархоя). В обнажениях берегов одного из притоков р. Б. Сархоя — р. Малого Сархоя — были обнаружены прожилки кварца с самородной медью. Образцы галек (из коллекции П. И. Преображенского) хранятся в Центральном геологическом музее ЦНИГРИ (фиг. 34) и интересны в том отношении, что в них присутствуют включения самородного серебра. По всей вероятности, оба самородных металла имеют эндогенное происхождение. Месторождение детально не изучалось.

[А. Озерский, 1867; П. И. Преображенский, 1917; Е. Миткевич-Волчасский, 1913; Н. И. Березкин, 1930; В. И. Вернадский, 1934; С. С. Смирнов, 1934.]

Дальний Восток

На Дальнем Востоке, в виду его слабой геологической изученности, упоминания о находках самородной меди редки.

По старым литературным данным следует отметить находки самородной меди в Столбковском месторождении красного железняка по р. Самаре (в предгорьях Малого Хингана). Месторождение приурочено к кремнисто-глинистым сланцам, подчиненным кристаллическим известнякам.

В Приморской области месторождение самородной меди было открыто на р. Уде (между притоками Немериканом и Маей). Находки медных руд, повидимому, связаны с выходами основных пород (диабазов). Самородная медь вместе с малахитом и азуритом встречается в виде тонких прожилков мощностью в несколько миллиметров.

В Камчатской обл. месторождения медных руд отмечаются в нескольких пунктах. Среди них, по данным Дитмара, куски самородной меди весом в 200 г встречались при устье р. Большой (на Камчатке).

Месторождения самородной меди известны также на Командорских островах. На северо-западном мысу о. Медного выделения этого минерала констатированы в двух местах: 1) возле Бобровых Камней на самом мысу и 2) на оконечности хребта, носящего название Бобровые Камни. В первом месторождении самородная медь вышляет пустоты базальтовых туфов и даек вместе с кальцитом, кварцем, иногда цеолитами. В зоне морского прибоя образовались россыпи самородной меди. Вес самородков достигает иногда нескольких килограммов. Во втором месторождении преимущественным распространением из сопровождающих минералов пользуются цеолиты; карбонатов мало, а кварц отсутствует вовсе. Самородная медь выделилась позже нерудных минералов, ассоциирующихся с ней. Практическое значение этих месторождений сомнительно.

[Морозевич, 1904; Э. Э. Анерт и П. И. Полевой, 1917.]

ЛИТЕРАТУРА

- Анерт Э. Э. и Полевой П. И. Медные месторождения Дальнего Востока. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1917, 4, 7, 176, 180, 181.
- Березкин Н. И. Минералогический очерк Якутской республики. Тр. Мин. инст. Акад. Наук, 1930, 4, 179.
- Бетехтин А. Г. Платина. М. Изд. Акад. Наук СССР, 1935, 104.
- Богданович К. И. Медь. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1917, 4, 7, 51.
- Богданович К. И. и Вебер В. Н. Месторождения самородной меди в Наукате в Ферганской обл. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук 1917, 4, 122.
- Богданович К. И. и Заварицкий А. Н. Медь. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1917, 4, 7, 14, 34.
- Букейханов С. А. Структурные и рудные районы Джезказгана. Большой Джезказган. Тр. Казахст. базы Акад. Наук, 1935, 7, 278.
- Булыжников А. Я. Геологические исследования в Нижнекизырском районе Минусинского окр. в 1926 г. Изв. Сиб. отд. Геол. ком., 1920, 9, 2, 42.
- Варданянц Л. А. О Джимаринском медно-мышьяковом месторождении. Изв. Геол. ком., 1928, 47, 9/10, 1094.
- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, т. I. СПб., 1914.
- Воскобойников Б. П. Меднорудные месторождения. Справ. «Полезн. ископ. Ленинградской области и Карельской АССР», ч. II, Л., 1933, 44—50.
- Габуния К. Е. Месторождения цветных металлов в Грузии. Мин. сырье, 1928, 6/7, 461.
- Гладкий П. Новый вклад в теорию образования россыпей. Вестн. золотопромышл. 1894, 116.
- Гривнак. Богословский горный округ. Горн. журн., 1887, 2, 14, 46.
- Григорьев И. Ф. Исследование алтайских руд в отраженном свете. Мат. по общ. и прикл. геол., 1927, 70, 1.
- Еремеев П. В. Исследования кристаллов серебра, меди. Зап. Мин. общ., 1872, 7, 381 (протокол).
- Ефремов А. В. и Мурашов Д. Ф. Месторождения медистых колчеданов района Левихи. Изв. Геол. ком., 1928, 47, 3.
- Заварицкий А. Н. Геологический очерк месторождений медных руд на Урале. Ч. I. Колчеданные месторождения на Урале. Тр. Геол. ком. (н. с.), 1927, 173, 44, 85.
- Иванов Л. Л. Очерк по геологии и минералогии Медного полуострова на Новой Земле. М. 1913, 18.
- Кассин Н. Г. Металлогенетические циклы Казахстана. Пробл. сов. геол., 1935, 5, 2, 174.

- Кокшаров Н. И. Замечательный экземпляр самородной меди. Зап. Мин. общ., 1872, 7, 275.
- Коленко Б. З. Геологический очерк Заонежья. Мат. для геол. России, 1885, 12, 75.
- Королев А. В. Итоги геолого-разведочных работ 1931—1932 г. Узбекистан. Тр. и мат. I Конфер. по изучен. произв. сил Узбекистана. Лг. Изд. Акад. Наук, 1933, 171.
- Кошкина Т. А. К минераграфическому исследованию руд Джебказгана. Большой Джебказган. Тр. Казахст. базы Акад. Наук, 1935, 7, 308.
- Краснопольский А. А. Медные руды Киргизских степей. Сб. «Естеств. произв. силы России», изд. Акад. Наук, 1917, 4, 7, 106, 112.
- Куклин В. Новоземельская экспедиция 1932 г. Северного геолого-разведочного треста. Бюлл. Аркт. инст., 1932, 11—12, 260—261.
- Куплетский Б. М. К изучению диабазовых пород Новой Земли. Тр. Петрогр. инст. Акад. Наук, 1932, 2, 5—15.
- Ложечкин М. П. Карабашское месторождение медистого золота. Тр. Уральско-го фил. Акад. Наук, 1935, 4, 35—44.
- Машковцев С. Ф. Геологическое описание восточной части Ташкентск. листа. Тр. ЦНИГРИ, 1935, 27, 178—182.
- Миропольский Л. М. Медные соединения в пермских отложениях Татарской и Чувашской республик. Зап. Мин. общ., 1931, 60, I, 119—134.
- Миткевич-Волчасский Е. Отчет о геологическом исследовании медных руд по р. Намаме Забайкальской области. Геол. иссл. в золотон. обл. Сибири, Ленск. золотон. район, 1913, 9, 82—83.
- Молдаванцев Е. П. и Демчук А. И. Геологический очерк района д. Еловки и его месторождения самородной меди. Изв. Геол.-развед. об., 1931, 50, 9, 1325—1336.
- Морозевич И. Отчет Геол. ком. Изв. Геол. ком., 1904, 23, 51.
- Николаев А. В. К минералогии Кыштымского горного окр. Тр. Геол. музея Акад. Наук, 1912, 6, 182.
- Озерский А. Очерк геологии минеральных богатств Забайкалья. СПб., 1867.
- Паффенгольц К. Н. Чирагидзор. Месторождение серного колчедана в Ганджинском уезде Азербайдж. ССР. Мат. по общ. и прикл. геол., 1928, 102, 30.
- Кедабек. Геологический очерк. Тр. Геол.-развед. об., 1932, 218, 1—63.
- Пилипенко П. И. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томск. унив., 1915, 62.
- Преображенский П. И. Медь. Иркутская губерния. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1917, 4, 7, 171—173.
- Радугина Л. В. Минераграфическое исследование руд Казахской степи. Тр. Геол.-развед. об., 1932, 163, 17.
- Рожков Б. Н. Материалы по металлоносности сибирских траппов. Тр. В.-Сиб. геол.-развед. треста, 1933, 3, 23.
- Рожкова Е. В. и Горшкова Т. И. Медистые песчаники Донецкого бассейна. Мин. сырье, 1926, 7—8, 544.
- Русakov М. П. Медные руды Средней Азии и проблема Алмалыкстроя. Сб. «Минер. богатства Средней Азии». Л. 1935, 28.
- Смирнов С. С. Полиметаллические месторождения Вост. Забайкалья. Тр. Геол.-развед. об., 1933, 327, 111.
- Смольянинов Н. А. и др. К минералогии и геологии Варзоба. Тр. Тадж.-Памир. экспедиции, 1936, 34, 73.
- Соколов В. И. Медь. Олонекский край. Сб. «Естеств.-произв. силы России», изд. КЕПС Акад. Наук, 1917, 4, 7, 49.
- Тимофеев В. М. Полезные ископаемые Карелии и их возможные перспективы. Вести. Карело-Мурм. края, 1926, 16, 19.
- Федоров Е. С. и Никитин В. В. Богословский горный округ. СПб., 1901.
- Шаманский Л. И. Меднорудные районы Хакассии. Мат. по геол. З.-Сиб. края, 1935, 27, 54.
- Яговкин И. С. и Никитин П. М. Джебказганские медные месторождения Казахской АССР. Тр. Геол.-развед. об., 1934, 290.
- Georgi. Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich in den Jahren 1773 und 1774—1775.
- Hermann V. Versuch einer mineralogischen Beschreibung des Uralischen Erzgebirges. Berlin u. Stettin, 1784.
- Hermann J. Mineralogische Reisen in Sibirien vom Jahre 1773 bis 1796. St. Ptb., 1797, 4, 18.
- Koksharov N. Materialien zur Mineralogie Russlands. St. Ptb. 1870 6, 211.
- Menge J. Nachricht über einen mineralogischen Ausflug in das Uralgebirge. Schrift d. russ. Ges. Min. St. Ptb. 1842, 1, Abt. 2, 112.
- Rose G. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai u. dem Kaspi-schen Meere, Bd. II. Berlin, 1842.

А. А. САУКОВ

РТУТЬ — MERCURY

Hg

Физические и химические свойства. При обыкновенных условиях ртуть представляет блестящий серебристо-белый, жидкий металл. Замерзает при -38.89° , кристаллизуясь в октаэдрах правильной системы или давая игольчатые агрегаты. Уд. вес жидкой ртути при 0° —13.5955, при 15° —13.5585. Температура кипения ртути при обыкновенном давлении 357.65° . Однако следы ртутных паров можно констатировать даже при $t = -44^{\circ}$. При действии на ртутные пары электрического тока (в форме вольтовой дуги или искры), рентгеновых и каналовых лучей наблюдаются явления люминисценции и флюоресценции.

Кислород при обыкновенной температуре почти не действует на ртуть, но вблизи температуры кипения реакция образования окиси ртути идет значительно быстрее; она особенно ускоряется в присутствии паров воды, следов кислот и т. д. Озон начинает окислять ртуть уже при обыкновенной температуре: при 170° реакция идет особенно заметно, но при 250° вновь прекращается (очевидно, в связи с разложением озона).

Галлоиды действуют на ртуть уже при обыкновенной температуре: например, с хлором легко образуется $HgCl_2$.

Соляная кислота и слабая серная на ртуть практически не действуют. Крепкая серная кислота при нагревании действует очень сильно, давая $HgSO_4$.

Разведенная азотная кислота дает с ртутью $Hg_2(NO_3)_2$, а концентрированная — $Hg(NO_3)_2$.

Царская водка легко растворяет ртуть с образованием $HgCl_2$. Сероводород в присутствии кислорода медленно переводит ртуть в HgS даже при обыкновенной температуре; повышение температуры реакцию ускоряет. Сера легко дает с парами ртути сульфид при нормальных условиях.

Ртуть способна растворять целый ряд других металлов, образуя жидкие и твердые амальгамы, например, амальгамы золота, серебра, свинца, натрия и т. д. В природе известны амальгамы золота и серебра (см. стр. 199).

Ртуть в ничтожных количествах способна растворяться в воде, в разбавленных растворах щелочей и пр. Этим объясняется давно известный факт, что ртуть испаряется даже через слой воды. Некоторые органические вещества способны разлагать соединения ртути с выделением ее в свободном виде.

Качественной реакцией на ртуть является нагревание испытуемого вещества с содой в закрытой стеклянной трубке: пары ртути конденсируются при этом в мелкие капельки на холодных частях трубки и легко могут быть, таким образом, обнаружены.

Условия нахождения в природе. Самородная ртуть является характерным минералом зоны гипергенеза, образуясь различными способами на земной поверхности.

Самородная ртуть редко скопляется на земной поверхности в промышленных концентрациях, достойных разработки. Она почти всегда связана с киноварью, следовательно ассоциируется с теми же минералами, которые характерны для месторождений последней (кварц, кальцит, доломит, антимонит, пирит, гипс и т. д.). Тесная связь с киноварью и другими более редкими ртутными минералами, каковы метациннабарит, хлориды и оксихлориды ртути, указывает на образование ртути из этих минералов. Изредка самородная ртуть образуется путем возгонки при вулканических извержениях.

Поверхностные изменения ртути заключаются в ее испарении, происходящем уже при обыкновенной температуре, и в ряде химических превращений, из которых главные: переход под влиянием H_2S в сульфиды (метациннабарит и киноварь); переход под действием хлоридов в каломель и сложные оксигаллоиды (терлингауит и эглестонит). На поверхности капель ртути иногда образуется пленка, в состав которой входит окись ртути, иногда основание Миллона $3HgO \cdot Hg(NH_2)_2$ и др.

Необходимо отметить отсутствие полной ясности в вопросе о возникновении самородной ртути, что, повидимому, указывает на возможность различных способов образования.

Некоторые исследователи считают, что ртуть может образоваться из киновари в результате простого восстановления органическими веществами; это утверждение, насколько нам известно, не подтверждено непосредственными опытами и представляется маловероятным. Согласно другим взглядам, ртуть может получаться из киновари в результате окисления, однако, механизм этого процесса не указывается. Согласно приведенным нами исследованиям, одним из вероятных и, может быть, важнейших способов генезиса самородной ртути является следующий. Киноварь на земной поверхности под влиянием активных форм кислорода, присутствующих в воздухе (озон, перекись водорода), постепенно переходит в сульфат ртути, в форме которого может мигрировать. Сульфат ртути является довольно неустойчивым и легко разлагается (в присутствии карбоната кальция и сульфата закиси железа) с выделением капелек самородной ртути. В этой гипотезе находит место и окисление и последующее восстановление, причем отдельные звенья процесса доказаны экспериментально. Очень вероятно, что имеет место образование ртути из киновари также в результате медленного испарения киновари, которое доказано для вакуума при обыкновенной температуре и, очевидно, более слабо происходит на воздухе. При этом ртуть может образоваться как следствие диссоциации киновари, подобно тому как это имеет место при пирометаллургическом способе получения ртути на заводах.

Некоторые авторы допускают и первичное образование ртути совместно с киноварью или метациннабаритом из щелочных растворов (например, Шрауф для Идрии). Кроме того, имеет место непосредственное выпадение из ее водных растворов, действительно существующих, хотя истинная их природа и не совсем выяснена. Так, например, повидимому, самородная ртуть выпадает из гейзеров Исландии и Новой Зеландии (хотя некоторые ученые считают эту ртуть принесенной человеком). Вероятно, таким путем непосредственного выпадения из растворов можно объяснить и некоторые случаи присутствия ртути в осадочных свитах (например, в мергелях Вишпах, в Крайне и др.), хотя очень часто ртуть может заноситься туда человеком (например в лёссе сел. Сох, в Средней Азии). Обладая высокой подвижностью и большим удельным весом, ртуть в месторождениях стремится опускаться по трещинам вниз и иногда скапливается в значительных количествах. Кроме того, подобно большинству других тяжелых металлов, она может скапливаться в россыпях, но при этом, встречая часто золото и серебро, переходит, повидимому, в амальгаму.

Помимо состояния концентрации в месторождениях, в последние годы начинает все более и более выявляться рассеянное состояние ртути, и сейчас она рисуется нам как элемент-космополит, встречающийся в ничтожных количествах, повидимому, повсеместно. Эта форма состояния ртути пока не изучена, но она, очевидно, связана главным образом с ее легкой летучестью, объясняемой положением ртути в периодической системе, ее валентностью и радиусом атома (энергетикой).

Повидимому, мы должны для ртути, так же как и для кислорода, гелия и некоторых других элементов, допустить своеобразное «ртутное дыхание» земной коры, выражающееся в установлении подвижного равновесия между парами ртути, постоянно присутствующими в атмосфере, и жидкой ртутью, заключенной в земной коре.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Украина

Семенов бугор в Нагольном кряже (Донецкая область), в 2 км к С от сел. Алексеевского. Месторождение приурочено к отложениям камешноугольного возраста. Разведывалось на серебро.

В железной шляпе встречена была в незначительных количествах самородная ртуть в виде мелких шариков среди земистой киновари в прожилке анкерита. Из других минералов встречены эмболит, самородное серебро, серебряная амальгама и ряд жильных.

[Я. В. Самойлов, 1906.]

Крым

Около Севастополя и развалин Херсонеса ртуть была найдена в трещинных известняках. Однако является ли она природной — не выяснено.

[В. И. Вернадский, 1910; П. Двойченко, 1914.]

Дагестан

[Верховья правых притоков р. Гюльгары, близ селений Хпек, Рухун и др. Среди юрских песчаников в ассоциации с киноварью наблюдаются мельчайшие шарики металлической ртути. В музее Московского геолого-разведочного института имеются образцы из выработок Хпекского месторождения, очень богатые ртутью. Они доставлены в 1932 г. (устное сообщение Н. А. Смольянинова).

[В. Меллер и М. Денисов, 1900.]

Таджикистан

В. И. Поповым установлено присутствие самородной ртути в россыпях по рекам: Бомовле, Сафет-Дара, Хырго-Дара, Дондушкан и Ях-су. Вместе с ртутью здесь встречена золотая амальгама.

[В. И. Попов, 1932].

Алтай

Акташское месторождение Ойротской автономной области, открытое в 1935 г., является в настоящее время наиболее интересным месторождением самородной ртути в СССР. Оруденение представлено киноварью и самородной ртутью в брекчированных силурийских известняках вблизи тектонической линии контакта их с надвинутыми метаморфическими сланцами. Киноварь или вкраплена в известняки, или, чаще, заключена в карбонатных прожилках. В одном месте оврагом и горными работами вскрыта типичная рудная брекчия из обломков доломитизированного и сидеритизированного известняка, сцементированная киноварью, количество которой местами весьма значительно. Здесь же встречается и самородная ртуть, обычно в виде небольших капелек, собирающихся в мелких пустотках обломков пород и между ними. Отдельные капли достигают иногда размеров до 0.5 см в поперечнике. Ртуть связана с киноварью генетически, являясь, повидимому, вторичным продуктом ее изменения.

Более детальное описание Акташского месторождения дается в статье «Киноварь» (т. II).

Чаган-Узунское месторождение киновари находится в 45 км к ЮВ Акташского месторождения. Описание см. в статье «Киноварь». Разведочными работами в западной части месторождения, на ряду с киноварью, местами в небольших количествах, обнаружена ртуть. Подробности не опубликованы.

За последние годы самородная ртуть открыта вместе с киноварью в Урском золоторудном и полиметаллическом месторождении, где количество ее настолько значительно, что она является даже предметом добычи.

[В. А. Кузнецов и А. С. Мухин, 1936; А. А. Слуков, 1936; В. С. Митропольский, 1938].

Забайкалье

Около разъезда Загорино ж. д. им. В. М. Молотова, в 22 км от ст. Могзон, в 0.5 км от магистрали, отмечена ртуть в расщелинах «каменной плитнякового сложения».

[В. С. Реутовский, 1905.]

Дальний Восток

В районе Анадыря, согласно указанию Беккера, чукчи в 1876 г. приносили самородную ртуть путешественнику Кеппану; местонахождение точно не установлено.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии. Самородные элементы, т. 1, в. 3, СПб., 1910, 412.
- Двойченко П. Минералы Крыма, 1914, 45.
- Кузнецов В. А. и Мухин А. С. Новое месторождение ртути в горном Алтае. Вестн. Зап.-Сиб. геол. тр., 1936, 1.
- Меллер В. и Денисов М. Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. СПб., 1900, 95.
- Митропольский Б. С. Шлиховая карта и минералы редких элементов в Алтае-Саянской горной системе, 1938 (рукопись).
- Попов В. И. О новом районе ртутных месторождений в Средней Азии (Восточный Таджикистан). Вестн. Союзгеоразведки, 1932, 9—10, 51.
- Реутовский В. С. Полезные ископаемые Сибири, т. 1. Рудные месторождения. СПб., 1905, 96.
- Самойлов Я. В. Минералогия жильных месторождений Нагольного кряжа. Мат. по геол. России, 1908, 23, 93.
- Сауков А. А. Ртутная зона Ойротии. Тр. Ойротской конференции. СОПС Акад. Наук СССР, 1936.

А. А. САУБОВ

АМАЛЬГАМЫ СЕРЕБРА И ЗОЛОТА — AMALGAMS OF SILVER AND GOLD

В природе известны амальгамы золота, серебра и серебра—золота. Наиболее обычны амальгамы серебра; их химический состав сильно колеблется. Наоборот, в амальгамах золота можно иногда говорить об определенных химических соединениях, например, Au_2Hg , $AuHg_2$.

Амальгамы золота. Для золота различают жидкую золотую амальгаму и твердую—аурамальгаму; между ними существуют переходы. Аурамальгама кристаллизуется в кубической сингонии, но ясные кристаллы известны лишь для искусственно полученной амальгамы.

Исследования И. Н. Плаксиным (1929) системы золото—ртуть показали, что золото дает со ртутью два соединения:

1. $AuHg_2$ — устойчивое до 310° ; выше происходит разложение его на Au_2Hg и ртуть. Соединение $AuHg_2$ имеет полиморфные превращения при 122° и при 36° .

2. Au_2Hg — устойчивое в пределах $310—420^\circ$; выше происходит диссоциация на жидкий расплав и твердый раствор ртути в золоте. Для Au_2Hg наблюдается полиморфное превращение при 402° . Твердый раствор ртути в золоте включает максимум до 16 атомных процентов Hg.

Золотая амальгама встречается в природе в виде капель и пленок в трещинах и в пустотах кварцевых жил, обычно в сопровождении твердой аурамальгамы; иногда они обе наблюдаются в золотосных и платиновых россыпях. При эксплуатации россыпей амальгамы обычно не отличаются от золота и добываются вместе с ним. Этим объясняется, быть может, слишком малое количество зарегистрированных случаев нахождения амальгам золота. Анализ золотой амальгамы из Мариопозы (Калифорния) показал: Hg 60.98%; Au 39.02%.

Амальгамы серебра. Их химический состав сильно колеблется, и они, повидимому, относятся к типу твердых растворов или тонких механических смесей, хотя иногда некоторые исследователи склонны приписывать им определенные формулы. В. И. Вернадский предложил природные разности, богатые ртутью, относить к арквериту, а богатые серебром — к конгсбергиту.¹

Серебряные амальгамы кристаллизуются в куб. с. и богаты комбинациями граней; наиболее обычны (110), (100) и (111). Довольно часто встречаются скелетные формы, образованные параллельными сростками. Обычны зерна, плотные массы и тонкие налеты.

Известны самородки весом до 10 кг. Спайность несовершенная по (110). Тв. 3 и выше. Одни разности хрупки, другие — ковки. Цвет серебристо-белый, черта такая же. Уд. вес в зависимости от химического состава колеблется в пределах от 13.7 до 14.1.

Анализы природных серебряных амальгам дают следующие результаты (в проц.)

Hg	36	—	74.5
Ag	95.8	—	25.0
Cu	0.2	—	1.38
Pb	0.2	—	0.4
Sb	0	—	12.16
Zn	0	—	1.37
S	0	—	3.21
Fe	следы	—	1.97

При нагревании серебряная амальгама распадается на ртуть и серебро. Легко растворяется в HNO_3 . В природе встречается чаще, чем амальгама золота. Является

¹ Необходимо отметить, что Домейно для амальгамы из Аркверо давал постоянный состав: Ag 86.5%, Hg 13.5%, а арквериту приписывал формулу $Ag_{12}Hg$, т. е. относил сюда разность, богатую серебром.

вторичным минералом во многих месторождениях киновари и серебра. Иногда образуется из блеклых руд, содержащих Ag и Hg. В некоторых жилах амальгамы являются, возможно, первичными образованиями, выделившимися из водных растворов вместе с баритом, цеолитами, кальцитом и т. д. После разрушения месторождений амальгамы иногда попадают в россыпи, но не привлекают внимания, поэтому форма их распространения изучена недостаточно.

На земной поверхности серебряная амальгама постепенно распадается, выделяя ртуть и все более и более обогащаясь серебром.

Амальгама золота — серебра. Известны случаи, когда в амальгамах золота присутствует несколько процентов серебра; эти амальгамы можно выделить в отдельную группу. Их состав (в проц.):

Hg	7 06	—	60 57
Au	34 23	—	84 01
Ag	4 78	—	7 66

Они образуют зерна с сильным металлическим блеском; цвет от белого до желтоватого (в зависимости от содержания золота). Встречены в Колумбии совместно с платиной и на Борнео. В СССР амальгамы золота — серебра не обнаружены.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Украина

Нагольный кряж Донецкой области. В железной шляпе Семенова бугра встречена серебряная амальгама в ассоциации с киноварью и эмболитом; от последнего она отличается своим темноватосеребряным цветом и металлическим блеском. Здесь амальгама, очевидно, образовалась за счет компонентов сернистой ртути и галлоидного серебра.

Реже амальгама наблюдается без эмболита, с киноварью на анкерите; иногда тонкие серебристо-белые пластинки амальгамы встречаются нарощенными на спайных плоскостях анкерита. Химический анализ показал: Hg 49.26%, Ag 50.15%.

[Я. В. Самойлов, 1908.]

Таджикистан

По данным В. И. Попова, в россыпях на Хингоу встречена золотая амальгама, а в россыпях на р. Оби-Равноу — серебряная амальгама.

[В. И. Попов, 1932.]

Западная Сибирь

Предположительно к аурамальгамам относится золото, описанное Г. Щуровским из Петропавловской россыпи по р. Кундустуюлу в бассейне р. Кии.

[В. И. Вернадский, 1910].

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, СПб., 1910, I, 403.
 Плаксин И. Н. Система золото—ртуть. Журн. Русского физ.-хим. общ., ч. хим., 1929, 61, 4.
 Попов В. И. Месторождения золота Восточного Таджикистана. Тр. Тадж.-Памир. экспед., 1932, 1, 49.
 Самойлов Я. В. Минералогия жильных месторождений Нагольного кряжа. Мат. для геол. России, 1908, 23, 94.

А. Г. БЕТЕХТИН

МЫШЬЯК — ARSENIC

As

Самородный мышьяк является сравнительно редким минералом. Еще реже встречается его разновидность арсеноламприт, обладающий более низкой симметрией и наблюдающийся в виде так называемого зеркала мышьяка.

Физические и химические свойства. Тригон. с.; вид симметрии $L^3 3L^2 3PC$. Отношение осей $a:c=1:1.4025$; $(0001) \wedge (10\bar{1}1)=58^\circ 17'$. Кристаллы редки. Известны следующие формы:

Буквы по Дана и					
Гольдшмидту	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>z</i>	<i>e</i>	<i>h</i>
Индексы в установке Дана	(0001)	(10 $\bar{1}$ 1)	(10 $\bar{1}$ 4)	(01 $\bar{1}$ 2)	(03 $\bar{3}$ 2)
» » » Гольдшмидта	(0001)	(11 $\bar{2}$ 1)	(11 $\bar{2}$ 4)	($\bar{1}$ 122)	(3362)

Двойники сростания по e (01 $\bar{1}$ 2); двойники прорастания по c (0001), с углом поворота 60° .

Обычны плотные натечной формы образования с концентрически скорлуповатым сложением, реже — гроздевидные формы, зернистые шаровидные стяжения и землистые агрегаты. Весьма распространены отложения в виде корок, известные под названием Scherbenkobald, размером до 10—20 см в поперечнике.

По строению кристаллической решетки этот минерал относится к типу $A-7$ (по Эвальду и Герману). По данным Бродлея, $a=4.142 \text{ \AA}$, $a=54^\circ 7'$; $u=0.226$; в элементарной ромбоэдрической ячейке содержится 2 молекулы. По Ольгаузену, $a=4.151 \text{ \AA}$; $a=53^\circ 43'$.

Спайность совершенная по c (0001) и неотчетливая по e (01 $\bar{1}$ 2). Излом зернистый у агрегатов, скорлуповатый у плотных разновидностей. Цвет в свежем изломе оловянно-белый, но быстро тускнеет и через несколько дней становится коричневатым, затем серовато-черным. Блеск в свежем изломе — металлический, на окисленных поверхностях — матовый. Черта темносерая. Тв. 3.5. Уд. вес 5.6—5.8.

П. п. тр. легко возгорается при температуре около 360° , не подвергаясь плавлению и давая характерный чесночный запах. В закрытой трубке образует зеркало мышьяка. В запаянном сосуде плавится при температуре 800° , дает бесцветные или слегка желтоватые пары. При ударе молотком издает резкий чесночный запах.

Минерал непрозрачный. В полированных шлифах измерение отражательной способности с помощью фотометр-окуляра дает следующие цифры (по Шнейдерхену): для зеленого света — 61.5%; для оранжевого — 50.0% и для красного — 50.0%. Рефлексионный плеохроизм слабый, но зато свойства анизотропии очень эффектны, особенно в иммерсионном масле (в диагональном положении — светлосерые оттенки до желтовато-серых).

Химический состав по старым анализам: As 84.0—97.0%, Sb 1.7—9.2%.

Новых анализов с попутным минераграфическим изучением пока проведено не было. Кроме As и Sb, в некоторых образцах из Иохимсталля было установлено содержание Fe (до 2.07%), Ni (до 4.64%) и следы S. Не исключена возможность отнесения этих примесей за счет посторонних включений.

В. И. Вернадский бедные сурьмой разновидности мышьяка в отличие от аллемонита склонен выделять в особый вид — сурьянистый мышьяк.

При диагностике в полированных шлифах под микроскопом на самородный мышьяк действуют следующие реагенты: HNO_3 (немедленное потемнение), царская водка (вскипание) и $FeCl_3$ (20%). Отрицательными являются реакции с KCN, HCl, KOH и $HgCl_2$. Структурными реагентами могут служить следующие: кислород воздуха (в течение 2—3 дней), $KMnO_4 + H_2SO_4$, 3% H_2O_2 (в течение 2 минут) и $K_3Fe(CN)_6$ (в течение 10—20 минут).

При стоянии на воздухе самородный мышьяк легко окисляется в As_2O_3 .

Арсеноламприт. Кристаллографически не изучен. Обладает сильным металлическим блеском, ясной спайностью по одному направлению и встречается в шестовато-листоватых агрегатах. Тв. 2. Уд. вес 5.3 — 5.5. В пламени свечи воспламеняется, продолжая дальше тлеть сам (отличие от мышьяка).

Условия нахождения в природе. 1. В эндогенных месторождениях самородный мышьяк образуется в связи с последними проявлениями гидротермальной деятельности, главным образом, в верхних горизонтах жильных месторождений. В парагенезисе с ним встречаются: прустит, пираргирит, аргентит, дискразит, сафлорит, шмальтин, никелин, лаутит, блеклые руды, галенит и халькопирит, а также реальгар и аурипигмент (Фальзобания в Венгрии).

2. Более распространены находки самородного мышьяка в зонах выветривания и цементизации рудных месторождений, содержащих первичные мышьяковые минералы. Условия его образования здесь не ясны. По всей вероятности он возникает в этих случаях из коллоидальных растворов в восстановительной среде.

В зоне окисления самородный мышьяк переходит в окислы (главным образом As_2O_3) Практического значения самородный мышьяк не имеет.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Кавказ

Находка самородного мышьяка была сделана в Садонском свинцово-цинковом месторождении (Северный Кавказ). Первое указание в литературе на присутствие этого минерала в рудах Садонского месторождения мы находим в заметке С. С. Гембицкого в журнале «Южный инженер» (1916). С минералогической точки зрения несколько образцов этого весьма интересного в генетическом отношении минерала было изучено П. Н. Чирвинским.

Образцы были взяты из штольни № 15 на кодском участке месторождения. Они представляли собой агрегат белого крупнокристаллического кальцита с галенитом, сфалеритом и самородным мышьяком, который на одном из образцов покрывал кальцит в виде коры коломорфного строения. В трещинах среди мышьяка наблюдались прожилки кальцита.

Самородный мышьяк с поверхности представляет собой плотную матовую черную массу, однако в изломе он имеет сильный металлический блеск и оловянно-белый цвет. На свежих изломах можно было макроскопически видеть тонкозернистое строение и совершенную спайность в отдельных зернах. При качественном химическом анализе обнаружены следы железа. Сурьма, висмут, серебро и золото отсутствуют.

Образец самородного мышьяка из того же месторождения, хранящийся в Ленинграде в Центральном геологическом музее при ЦНИГРИ, представляет собой небольшой штуф плотного сложения, покрытый темносерой пленкой окисления. Исследования А. Г. Бетехтиным полированных шлифов из этого образца в отраженном свете показали, что он обладает концентрически зональным строением, особенно отчетливо наблюдающимся по истечении нескольких дней после полировки. Структурное травление показывает явнозернистую структуру аллотриоморфного облика. Величина зерен сильно варьирует, причем намечаются полосы разного агрегатного строения и метаколлоидная текстура. Первоначально самородный мышьяк выделился, повидимому, в коллоидном состоянии в виде почки в какой-то пустоте. Раскристаллизация отложившегося геля мышьяка как раз и обусловила гранобластическую структуру агрегата.

Несколько образцов из этого же месторождения и приблизительно того же вида поступило в 1936 г. в Минералогический музей Московского геолого-разведочного института.

(П. Н. Чирвинский, 1922; С. В. Константинов, 1927.)

Урал

Самородный мышьяк был найден в группе Турьинских медных месторождений на Северном Урале (в Свердловской обл., в районе г. Серова), откуда один образец его (из Богословского рудника, с глубины 85 м), весом около 500 г, хранится в Федоровском музее (Турьинские рудники). При испытании мокрым химическим путем в нем не было обнаружено никаких примесей других металлов.

Кроме того, имеются указания на самородный мышьяк в виде корок в авгитогранатовых породах в Башмаковском и Нестеровском рудниках.

(Е. С. Федоров и В. В. Никитин, 1901.)

Алтай

Самородный мышьяк здесь был обнаружен [еще в сороковых годах прошлого столетия в Змеиногорском руднике. С тех пор новых находок сделано не было. Условия образования его неизвестны.

(Leonhard, 1843).

Дальний Восток

В литературе имеются указания на находки самородного мышьяка в районе ст. Джалинда Амурской ж. д. (месторождение точно не известно). Образцы из этого района хранятся в ленинградском Центральном геологическом музее при ЦНИГРИ. Они представляют собой крупные



Фиг. 1. Скорлуповато-концентрическая текстура самородного мышьяка из района ст. Джалинда Амурской ж. д. Натуральная величина.

по размерам почки с скорлуповато-концентрическим сложением (фиг. 1). Судя по внешнему виду образцов, можно допустить, что они взяты не из коренных руд, так как несут на себе следы более глубокого выветривания. Различные концентрические зоны при этом подверглись неодинаковой степени выветривания.

Минераграфическое изучение образцов, произведенное А. Г. Бетехтиным, показало типичную крупнозернистую гранобластическую структуру.

[С. В. Константов, 1927.]

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Константов С. В. Мышьяк. Обзор мин. ресурсов СССР. 1927, 27, 1—67.
Федоров Е. С. и Никитин В. В. Богословский горный округ, ч. II. СПб., 1901.
Червинский П. Н. О находке самородного мышьяка в Ходском руднике Владикавказского округа, в Тверской области.
Leonhard. Topographische Mineralogie. Heid. 1843, 39.

Ф. В. ЧУХРОВ

СУРЬМА — ANTIMONY

Sb

Тригон с., вид симметрии $L_6^3 3L^2 3P_6$. Пространственная группа D_{3d}^5 . $a : c = 1.3236$.

Обычно наблюдаемые формы:

Индексы: (0001) (10 $\bar{1}$ 1) (10 $\bar{1}$ 4) (01 $\bar{1}$ 2)

Буквы по Дана: c r z e

Кристаллы редки. Габитус их ромбоэдрический или пластинчатый. Известны простые и полисинтетические двойники по (01 $\bar{1}$ 2). Весьма характерны для сурьмы сплошные зернистые выделения; реже встречаются натечные агрегаты (почковидные, гроздевидные и др.). Строение натечных агрегатов иногда лучистое.

Спайность по c (0001) весьма совершенная, по e (01 $\bar{1}$ 2) — совершенная, по s (0221) — несовершенная. Менее хрупка, чем мышьяк, причем хрупкость наиболее ясно выражена в крупнозернистых выделениях. Тв. 3—3.5. Излом неровный. Уд. вес 6.6—6.7. Блеск металлический. Цвет оловянно-белый; наблюдается желтая и пестрая побежалость. Черта серая.

Из примесей самородной сурьмы наиболее обычны: мышьяк, серебро и железо.

На угле легко плавится и сгорает, давая белый дым окиси сурьмы. Растворяется в царской водке с образованием $SbCl_5$. В HCl не растворяется.

Под микроскопом в отраженном свете имеет белую окраску. Анизотропна. От HNO_3 буреет; от $FeCl_3$ чернеет; от царской водки вскипает и чернеет; от H_2O_2 и KOH не изменяется.

Генезис самородной сурьмы выяснен недостаточно. По заключению В. И. Вернадского, главным источником ее служит антимонит. В ассоциации с самородной сурьмой встречаются: антимонит, бертьерит, кермезит, валентинит, кальцит, мышьяковые минералы. При выветривании сурьма дает окислы, в частности валентинит.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

В СССР самородная сурьма установлена лишь в золоторудном месторождении Кулуджун в Калбинском хребте (Самарский район Восточно-Казахстанской обл.). Месторождение объединяет группу кварцевых жил. Самородная сурьма установлена автором в 1937 г. в Колчеданистой жиле, вскрытой в сухом русле реки Кулуджун. Кварц жилы белый, сильно трещиноватый. Местами в нем наблюдаются значительные выделения антимонита. Второстепенную роль играют: валентинит, кермезит, шприт, бертьерит. Кроме того, встречается шеелит. Вмещающий жилку углисто-глинистый сланец проникнут около жилы пиритом и арсенопиритом.

Самородная сурьма обнаружена в небольшом количестве. Она образует корочки на антимоните и выполняет трещинки в кварце. Толщина выделений самородной сурьмы обычно составляет доли миллиметра. Сложение мелкокристаллическое. Цвет с поверхности несколько сероватый, а на свежем изломе — оловянно-белый. Спектроскопически в минерале обнаружены примеси серебра и железа. Микроструктура тонко зернистая. По отношению к реактивам не отличается от сурьмы из других месторождений. Анизотропия выражена ясно. В соседстве с сурьмой антимонит в шлифах имеет значительно более темную окраску.

А. Г. БЕТЕХТИН
ВИСМУТ — BISMUTH

Vi

Акад. В. П. Вернадский считает, что название это имеет восточное происхождение. По мнению ориенталиста А. Е. Крымского оно происходит от арабского «би исмид» — «обладатель свойств сурьмы».

Физические и химические свойства. Тригон. с.: вид симметрии L^2L^23C . Кристаллы, крайне редки. Отношение осей $a:c = 1:1.3035$. $(0001) \wedge (10\bar{1}1) = 56^\circ 24'$.

Встречавшиеся формы

Индексы	(0001)	(10 $\bar{1}$ 1)	($\bar{1}$ 011)	(04 $\bar{1}$ 2)	(04 $\bar{1}$ 5)	(02 $\bar{2}$ 1)
Буквенные обозначения по Дана	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	<i>s</i>
Буквенные обозначения по Гинтце	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	<i>s</i>

Кристаллы в виде острых ромбоэдров (02 $\bar{2}$ 1). Гораздо чаще распространены дендритовидные, перистые образования. Нередко самородный висмут встречается в сплошных вернистых массах, весом до нескольких килограммов.

Двойники до сих пор не наблюдались в природе, искусственные двойники — по (01 $\bar{1}$ 2).

Кристаллическая структура висмута характеризуется следующими данными (по Н. Kahler'у): $a = 4.74 \text{ \AA}$, $\alpha = 57^\circ 16'$; $u = 0.237$. Тип решетки по Эвальду и Герману: А—7.

Спайность совершенная по (0001). Кроме того, наблюдается отдельность по (01 $\bar{1}$ 2). Цвет в свежем изломе белый со слабым кремовым оттенком, который с течением времени усиливается и приобретает розоватый или красноватый отлив. Блеск металлический. Черта оловянно-белая.

Тв. 2—2.5. Хрупок, но при осторожной обработке молотком расплющивается. На плоскостях (0001) дает фигуры удара с расположением лучей под 60° . Уд. вес в твердом состоянии 9.6—9.8, а в жидком — 10.03.

Искусственно полученный висмут явно диамагнитен. Электропроводимость искусственного висмута примерно в 50 раз меньше, чем для меди. То же следует сказать и относительно теплопроводности. Температура плавления около 260° . Точка кипения около 1450° .

Непрозрачен. В поляризованном отраженном свете обнаруживает анизотропию, особенно при рассматривании в масле. Отражательная способность в воздухе с помощью фотометрокуляра выражается в следующих цифрах (в процентах): для зеленого света — 67.5; для оранжевого — 62; для красного — 65.

Химический состав — Vi (95—99.9%). Из примесей обычно наблюдаются Te, As, иногда S. По всей вероятности, они относятся за счет механически примешанных минералов, содержащих эти элементы.

П. п. тр. легко плавится, при продолжительном дутье испаряется, образуя налеты на угле, которые вначале имеют белый цвет, но потом окрашиваются в оранжево-желтый цвет. При сплавлении с KJ и S образует характерный яркочерный налет. Легко растворяется в HNO_3 и несколько труднее — в HCl.

В полированных шлифах под микроскопом легко узнается по кремово-белому цвету, низкой твердости (легко царапается медной иглой) и отношению к реактивам: HNO_3 травит со вскипанием, HCl действует медленно, от FeCl темнеет, KCN и KOH не действуют.

При процессах выветривания самородный висмут легко окисляется, замещаясь трудно растворимыми в воде гидроокисью и карбонатными соединениями.

Условия нахождения в природе. Самородный висмут принадлежит к числу довольно редких минералов и обычно не дает крупных скоплений. В месторождениях он генетически тесно связан с минералами олова, вольфрама, мышьяка, никеля, кобальта и урана. Различаются гипотермальный, мезотермальный и контактовый типы его месторождений.

В гипотермальном, оловянно-вольфрамовом типе самородный висмут ассоциируется с касситеритом, молибденитом, вольфрамитом, арсенопиритом и др.

В мезотермальных месторождениях характерна его связь с мышьяковыми, кобальто-никелевыми, серебряными и урановыми рудами.

В контактово-метасоматических месторождениях самородный висмут выделяется в одну из гидротермальных фаз процесса, вместе с висмутином и другими минералами.

Известны россыпи, где самородный висмут встречается в виде галек, покрытых с поверхности кислородными соединениями (в Тасмании находили самородки до 22 кг весом).

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Находки самородного висмута в СССР имеют минералогическое значение и относятся, главным образом, к вольфрамо-оловянным и полиметаллическим месторождениям Сибири и Средней Азии и изредка к пегматитам — в Карелии. Детальные описания этого минерала в литературе отсутствуют. В большинстве случаев мы находим лишь упоминания о нем в списках минералов, слагающих руды.

Северная Карелия

Самородный висмут известен в пегматитовой жиле в 5 км к СЗ от хут. Половина, лежащего в 22 км к ЮЗ от с. Подужемья на р. Кемь. Висмут образует спайно-кристаллические выделения, величиною в 1—5 мм, залегаая совместно с висмутином и молибденитом в серовато-желтой массе базови-смутина.

[Г. Н. Бунтин, 1937; А. Н. Лабунцов, 1938.]

Украина

По сообщению Ю. Ю. Юрка в последнее время самородный висмут совместно с другими висмутовыми минералами найден в ряде мест Приазовья.

Кавказ

С достоверностью самородный висмут здесь был констатирован в районе молибденового месторождения Тырны-ауз. Также не исключена возможность находок его в ряде месторождений висмутсодержащих минералов и в других местах Северного Кавказа: Сангути-дон (Северная Осетия), Куспарты и др. Минералогически эти месторождения изучены недостаточно.

[П. Н. Чирвинский, 1933.]

Урал

На Урале самородный висмут встречается, повидимому, редко. Имеются старые непроверенные указания на нахождение этого минерала в россыпях Свердловского горного округа вместе с теллуристым висмутом (Vl_2Te_3). Образец указывается в коллекции Р. Германа. Описание этого образца, по мнению акад. В. И. Вернадского, внушает сомнение в его естественном происхождении.

Средняя Азия

Самородный висмут многими исследователями отмечается в месторождениях западной части Зеравшанского хребта на территории Таджикской ССР. Он был установлен при микроскопическом изучении руд Такфонского месторождения в ассоциации с пирротинном, висмутином (фиг. 1), арсенопиритом, пиритом, халькопиритом, касситеритом и нерудными минералами скарновой зоны. Имеются упоминания о находках самородного висмута также в месторождениях: по р. Арча-Майдан с пирротинном, Кухи-

сафитском — среди агрегата скарновых минералов, Агуюрминском в таких же условиях нахождения (вместе с леллингитом, арсенопиритом, пирротином), Лянгарском шеелито-молибденовом месторождении скарнового типа и др.

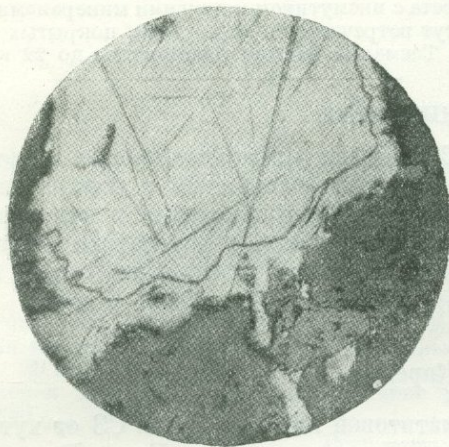
Отмечается находка самородного висмута в Брич-Муллинском месторождении по соседству с мышьяковым месторождением.

[В. М. Цветков, 1934; Я. Г. Тер-Оганесов, 1936; В. С. Мясников и В. П. Флоренский, 1937.]

Западная Сибирь

Здесь этот минерал в виде мелких галек встречался в районе г. Сталинска по речкам Кедровке и Б. Камзас, левым притокам речки Балыксы, впадающей в р. Томь, а также по речке Мрассе. Самородный висмут известен и в россыпях бассейна р. Ангары и Средней Тунгуски, в верховьях р. Енашино — по р. Севагликон и Калами, затем в бассейне р. Б. Пита — по речке Н. Севагликон, М. Печенге и др.

Фиг. 1. Самородный висмут (белое) с каемками висмутина. Светлосерое зерно — шеелит. По И. Г. Магакьяну.



Кроме того, по сообщению Булышников на конференции по цветным и редким металлам в 1932 г., висмутовые минералы известны в ряде коренных золоторудных месторождений: Кузнечное, Коммунар (б. Богомдарованный), Знаменитое, Ключ и др. На этих месторождениях среди кварцевых жил на ряду с другими сульфидами встречается висмутин, иногда тетрадимит как спутники самородного золота. Не исключена возможность, что в этих же рудах встречается и самородный висмут.

[В. И. Вернадский, 1914; В. Н. Лодочников, 1923.]

Забайкалье

В Восточном Забайкалье уже давно известен ряд месторождений, содержащих самородный висмут. Самые ранние упоминания об этом минерале относятся к Ново-Зерентуйскому руднику (Georgi, 1797).

Наиболее известным в настоящее время месторождением самородного висмута является Шерловая гора. Здесь самородный висмут встречается в ассоциации с такими высокотемпературными минералами, как арсенопирит, вольфрамит, молибденит, касситерит, топаз, берилл, турмалин, а также в парагенезисе с висмутином, флюоритом, кварцем (фиг. 2) и др. Все эти минералы приурочены к грейзенизированным участкам небольшого по размерам гранитного выхода среди метаморфизованных осадочных и изверженных пород мезозойского возраста. В зоне окисления часто встречается базовисмутит, открытый в 1917 г. К. А. Ненадкевичем, как вторичный минерал главным образом, по висмутину. Мелкие гальки самородного висмута встречаются также и в россыпях.

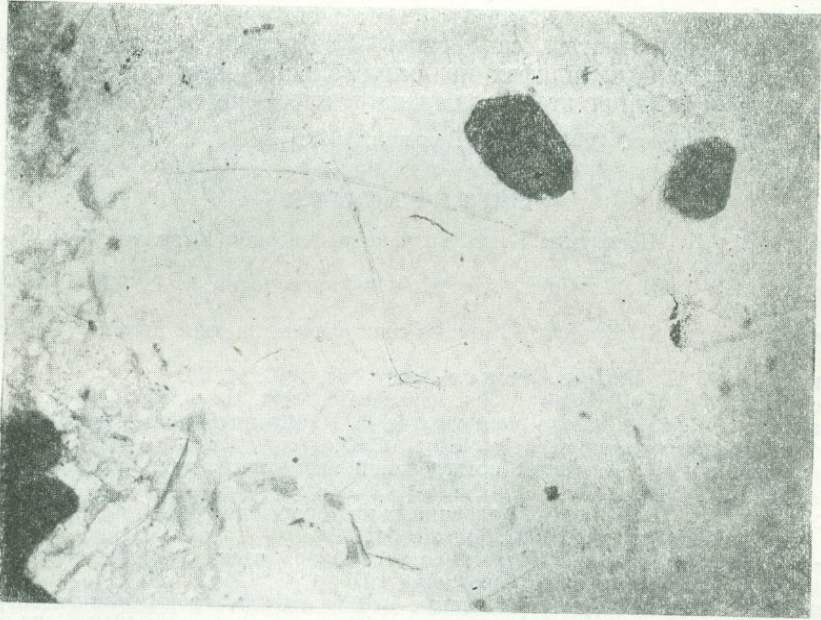
Расположенное к ЮЗ от Шерловой горы Харанорское месторождение вольфрамита также содержит самородный висмут, парагенетически связанный с арсенопиритом.

Не исключена возможность находок самородного висмута и в месторождении Букука, где известны довольно богатые скопления висмутина вместе с вольфрамитом, халькопиритом, пиритом и другими минералами.

Самородный висмут констатирован в соседнем с Букукой аналогичном Белухинском месторождении, где он изредка, но иногда в виде довольно крупных зерен — до 1 см, наблюдался в слюдяном грейзене вместе с пиритом, тонкоигльчатым бисмутинитом, цинковой обманкой и флюоритом. Самородный висмут заполняет пустоты грейзена, имея все признаки более позднего выделения по сравнению с другими минералами, но не вторичного по висмутовому блеску (Н. А. Смольянинов).

Старые указания на присутствие самородного висмута относятся к месторождениям с.-в. части Адуң-чилона — Золотого отрога, представленным кварцевыми жилами с топазом, бериллом, вольфрамитом, пиритом и др.

К. А. Ненадкевич указывает на присутствие самородного висмута в россыпях в верховьях р. Таратушихи, в бассейне р. Амазара по речкам:



Фиг. 2. Самородный висмут с включениями кристаллов кварца (темносерое). В левой части снимка видно замещение висмута продуктами окисления. Шерловая гора
По А. Г. Бетехтину. $\times 130$.

Орогоче, Васильевке, Хорогоче, в районе р. М. Согтуй (в верховьях реки), Тутхалтуй и Дутуруд. Кроме того, он отмечает возможность нахождения висмутовых минералов в верховьях речки Лубин, Алаверихи, Ерничной, Сухой, а также в районе Казаковских и Новостроицких приисков. Следует отметить, что в районах рр. Амазара и Кары в россыпях местами обильно представлены гальки гидроокислов и карбонатов висмута, иногда с турмалином и золотом. Минераграфическое изучение этих галек убеждает в том, что кислородные соединения висмута образовались псевдоморфно по висмутину и висмуту.

С. С. Смирнов в своем труде «Полиметаллические месторождения Восточного Забайкалья» отмечает находку самородного висмута с висмутинитом в месторождении, известном под названием «Калчинская железная шляпа». Л. В. Радугиной самородный висмут был констатирован в рудах

Онопского месторождения в ассоциации с касситеритом, станнином, пиритом, сфалеритом, пирротинном, халькопиритом и др.

[М. М. Тетяев, 1918; К. А. Ненадкевич, 1922; П. П. Сущинский, 1926; Ю. П. Деньгин, 1927; И. А. Щукин, 1930; Л. В. Радугина, 1931.]

Дальний Восток

На находки самородного висмута имеются указания в Янкальском и других золоторудных и вольфрамо-молибденовых месторождениях Амурской области Хингано-Буреинского рудного района, в кварцевых жилах на ключе Тунгусском, Соловьевском (В.-Селемджинский рудный район) и др.

Кроме того, этот минерал встречался на Нечаянном руднике по р. Джалинде вместе с висмутином и золотом. Примеси висмутовых минералов (возможно и самородного висмута) известны в Ольгинском районе Приморской области (полиметаллическое месторождение в Тетюхе).

При изучении золотых самородков Колымских россыпей Якутской АССР в полированных шлифах под микроскопом были определены констаеированы включения этого минерала в массе золота.

[В. Н. Лодочников, 1923; Ю. П. Деньгин, 1927.]

ЛИТЕРАТУРА

- Бунтин Г. Н. Пегматиты Кемского района Северной Карелии. Изв. Ленингр. гос. унив., 1937, 45.
- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии, т. I. СПб., 1910—1914, 462—470.
- Горгунов А. В. Висмут. Источник мин. сырья для хим. пром., т. I, Лг. изд. НТУ ВСНХ, 1927, 184.
- Деньгин Ю. П. Висмут. Обзор мин. ресурсов, 1927, 11, 26.
- Лодочников В. Н. Висмут. Лг., изд. КЕПС Акад. Наук, 1923, 4, 17.
- Мясников В. С. и Флоренский В. П. Шеелитоносные скарны Лянгара. Тр. Ломоносовск. инст. Акад. Наук, 1937, 10.
- Ненадкевич К. А. Очерк исследований висмутовых руд Забайкалья. Чита, 1922, 3.
- Радугина Л. В. Станнин из оловянных месторождений Забайкалья. Изв. Главн. геол.-развед. управл., 1931, 50, 20, 325.
- Тер-Оганесов Я. Г. Рудоносность Западной части Зеравшанского хребта. Матер. Тадж.-Памирской экспед. Акад. Наук, 1936, 44.
- Тетяев М. М. Вольфрам и оловянные месторождения Онон-Борзинского района Забайкальской области. Материалы по общ. и прикл. геол., 1918, в. 32, 25.
- Цветков В. М. Кухисафитское гипотермальное месторождение. Тр. Тадж.-Памирской экспед. Акад. Наук, 1934, 45, 30, 37.
- Чирвинский П. Н. Висмут. Справочник по полезным ископаемым Сев. Кавказа. Ростов на Д. 1933, 29.
- Щукин И. А. Обогащение вольфрамитовых руд Белухинского и Букукинского месторождений Забайкалья. Матер. по обогащ. руд черных и цветных металлов. Лг., Гостехиздат, 1930, 80.

А. Ф. СОСЕДКО

ОЛОВО — TIN

Sn

Самородное олово в природе встречается в тетрагон. с. Отношение осей по Müller $a : c = 1 : 0,3857$. Встречается в виде округлых зерен, чешуек, очень редко кристаллов серовато-белого или оловянно-белого цвета. Спайность не обнаруживается. Излом крочковатый. Довольно ковко и тягуче; может быть прокатано в тонкие пластинки, небольшой, правда, прочности. Тв. 2; уд. вес от 6,969 до 7,284. Температура плавления (искусственных кристаллов олова) $231,7^{\circ}$; температура кипения свыше 2200° .

Самородное олово химически изучено слабо. Известен анализ D. Forbes (1865) для олова из россыпи Tíruaní в Боливии (Ю. Америка), который однако не вполне надежно указывает на олово природного происхождения.

Fe	0.20	0.19
Cu	следы	0.09
As	0.17	следы
Sn	78.75	79.52
Pb	20.42	19.71
Нераств. ост. . .	1.12	0.49
	<hr/>	<hr/>
	100.66	100.00

Олово растворяется в слабой соляной и крепкой серной кислотах. В азотной кислоте олово окисляется в белый нерастворимый порошок метаоловянной кислоты.

В пламени паяльной трубки на угле при сильном нагревании появляется вокруг пробы белый нелетучий налет. Налет этот, смоченный раствором $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ и прокаленный, становится синим.

В природе самородное олово встречается чрезвычайно редко. Известно на земном шаре 8—10 месторождений. Почти все они относятся к россыпным. Россыпные месторождения олова находятся в Нов. Юж. Уэльсе в Австралии, в Мексике, во Французской Гвиане, в Нигерии. Спутниками самородного олова в россыпях являются золото, касситерит, платино-осмистый иридий, киноварь, карбонат висмута и др.

В коренном залегании самородное олово обнаружено в Боливии (Южная Америка) в рудниках Plaga Gritada и Tíruaní, где встретились зерна и кристаллы до 5 мм длиной. Resck отмечает присутствие самородного олова в оловянно-каменных жилках рудника Pisacoma. Надо отметить что некоторые исследователи скептически относятся ко всем находкам в Боливии самородного олова.

На особом месте по своему генезису стоят находки самородного олова в вулканических возгонах на о. Вулкано и на о. Стромболи в Эгейском море.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

В СССР впервые о находке самородного олова на Урале и Алтае указал в своем докладе в Вене в 1838 г. Чевкин. В 1844 г. Герман описал белые или серые, покрытые побежалостью зерна, сросшиеся с самородным золотом, из золотоносных россыпей окрестностей г. Миасса на Южном Урале (Челябинская область). В 1887 г. Еремеев описал самородное олово из золотоносных россыпей Башкирии; им же описан штуф, хранящийся в Горном музее Горного института (в Ленинграде), представляющий собой золото с заключенным в нем самородным оловом. Этот штуф получен из россыпи золота на р. Пейзасе, притоке р. Нижней Терси, которая является

в свою очередь правым притоком р. Томи (Новосибирская обл.). Отдельные находки олова в россыпях вместе с золотом отмечаются (Еремеев, 1887) в б. Кузнецком уезде (Новосибирская область). Н. Кулибин (1867) отмечает олово по р. Каучуку (Алтайский край). По указанию П. П. Пилипенко (В. Вернадский, 1914), самородное олово встречается в Московском золотом промысле (Маринский район Новосибирской области) вместе с платиной. Самородное олово указывается также на некоторых промыслах по р. Оноу в Забайкалье (Драверт, 1922).

В ряде точек самородное олово встречено в Средней Азии в пределах Зеравшанского и Туркестанского хребтов на территории Таджикской ССР. Оно обнаружено в 1935 г. одновременно А. Ф. Соседко и Н. Е. Крыгиной и Е. А. Вороновой. Самородное олово находится в шлихах многих горных речек, сбегających со склонов Зеравшанского и Туркестанского хребтов в рр. Зеравшан и Ягноб. Особенно часто оно попадает в Матчинском районе в верховьях р. Зеравшан. В россыпях вместе с оловом обнаруживаются зеленоватый касситерит, арсенопирит, галенит, пирит, самородное золото. Самородное олово, повидимому, связано генетически с гидротермальными кварцевыми жилами, содержащими вышеуказанные минералы. Однако в коренных жилах самородное олово обнаружено не было. По внешнему виду оно представляет собою круглые зерна диаметром до 1 мм, похожие на дробинки. Первые находки самородного олова долго находились под сомнением и даже принимались за дробь. Специальное исследование шлихов на самородное олово, взятие шлихов в древних наносах и в условиях, недоступных охотникам, показало, что обнаруженные зерна явно самородные.

Практического значения месторождения самородного олова не имеют.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии. 1914, 1, 455—457.
 Драверт П. Л. Определитель важнейших минералов Сибири с указанием месторождений. Тр. Зап.-Сиб. отд. Геогр. общ., 1922, вып. 3, 66.
 Еремеев. Горн. журн. 1887, 3, 263.
 Н. Кулибин. Зап. Мин. общ., II, 1867, 419.
 Лебедев. Курс минералогии. Москва, 1912, 20.
 Негманн. Bull. de la Soc. d. Nat. de Moscou. M., 1844, 876.

А. Г. ТИТОВ

СВИНЕЦ — LEAD

Pb

Физические и химические свойства. Куб. с. Кристаллы очень редки. Облик кристаллов октаэдрический, ромбододекаэдрический или трапецоэдрический. Известны следующие формы:

Индексы	(100)	(410)	(110)	(211)	(111)	(551)
Буквы по Гольдшмидту . .	c	f	d	q	p	A
Буквы по Дана	a	h	d	n	o	π

Двойники по (111). Большею частью встречается в виде мелких зерен и тонких пластинок, реже в виде дендритовидных и нитевидных образований.

Обладает гранецентрированной кристаллической решеткой. Ребро кубической ячейки равно 4.91 Å.

Цвет свинцово-серый с синеватым оттенком; наблюдается черноватая побежалость. Черта на фарфоровой пластинке серая; на бумаге также дает черту. Блеск в свежем разрезе металлический. Излом крючковатый. Ковок. Режется ножом. Способен прокатываться до тонких пластинок, но не обладает способностью вытягиваться в проволоку. Тв. 1.5. Уд. вес 11.4—13.3.

Непрозрачен. Коэффициент преломления для лучей Na-света 2.01 с адсорбционным индексом 1.73; для красного луча (с длиной волны 630.10—6) — 1.97 с адсорбционным индексом 1.74.

Полных анализов самородного свинца не известно, имеются лишь отдельные пробы, из которых видно, что свинец редко бывает чистым; чаще он содержит золото, серебро, сурьму, серу и другие элементы. В коренных месторождениях он более чист. Для свинца из россыпных месторождений иногда характерно наличие примесей. В свинце из Воскресенской россыпи в Томской тайге был обнаружен иридий (Праунг и Савицкий, 1864).

П. п. тр. легко плавится. На угле дает желтоватый налет PbO, который исчезает в восстановительном пламени, окрашивая его в голубоватый цвет. Со смесью иодистого калия и серы на угле дает налет иодистого свинца желто-зеленого цвета. В слабой азотной кислоте легко растворяется. Раствор при обычной температуре дает с HCl и хлоридами белый осадок PbCl₂, растворимый в горячей воде. С H₂SO₄ или с сульфатами азотнокислый свинец дает белый осадок PbSO₄.

Условия нахождения в природе. Самородный свинец встречается очень редко и известен двух генетических типов:

- 1) как продукт восстановления из его соединений;
- 2) как продукт распада радиоактивных элементов, входящих в состав некоторых минералов.

В первом случае предполагают, что самородный свинец может восстанавливаться, например, из хлормышьяковых, углекислых и сернистых соединений, в частности в эндогенных условиях при действии органических веществ.

Вторым случаем объясняется довольно обычное нахождение тонко распыленного металлического свинца в ряде радиоактивных минералов.

Редкое нахождение свинца в россыпях во многих случаях вызывает сомнение в природном его происхождении и может объясняться иногда случайным попаданием в россыпь таких предметов, как пули и дробь, или же восстановлением свинцовых минералов при травяных и лесных пожарах. Однако известны находки, происхождения которых никак не удается объяснить деятельностью человека, например находимые в россыпях сростки свинца с самородным золотом. Наиболее известным коренным месторождением свинца является железо-марганцовое месторождение Вермландца (в Швеции), где он встречался в кальците и доломите с гаусманнитом.

В окислительной зоне земной коры, т. е. в условиях кислородной обстановки, металлический свинец неустойчив и относительно быстро переходит в разнообразные вторичные продукты: суринг, церуссит и др.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Карелия

Незначительные количества самородного свинца встречены в Воицком руднике, в жиле белого или красноватого кварца, где он сопровождается медным и серным колчеданом и где, кроме того, были установлены самородные золото, серебро и медь.

[Г. Лопатинский, 1826.]

Закавказье

Свинец встречен в россыпях по рекам Кашкар-чай и Акстафа в Азербайджане. По р. Акстафа, согласно Иваницкому, свинец обнаружен в виде «неправильных дробинок и угловатых пластинок» вместе с золотом и серебром.

[Иваницкий, 1853; В. И. Вернадский, 1914.]

Урал

На Северном Урале в районе Надеждинска, недалеко от Турьинских рудников, первые указания на находки самородного свинца встречаются еще у М. Карпинского (1840). Он пишет: «Достоинно особого внимания, что на одной из россыпей..., обратившей на себя внимание множеством находимых в ней костей допотопных животных (на Леонтьевском руднике), попадаются вместе с золотом зерна свинца до 13 г весом. Зерна эти имеют плоский вид, а иногда заключают в себе ячеистые впадины, наполненные белым веществом, которое мы почитаем за нечистый углеродно-кислый свинец».

Г. Щуровский (1841) подтвердил эти находки в районе Турьинских рудников и указал, что самый большой самородок весил 36 долей, т. е. около 1,5 г.

В. В. Никитин (1901) описывает образцы свинца, хранящиеся в Федоровском музее на Турьинских рудниках, собранные во время разведочных работ в Архангельском болоте (около Фроловского рудника) вместе с золотом и самородной медью. По химическому составу свинец довольно чист, не содержит ни Ag, ни Cu. По мнению В. В. Никитина, благоприятные условия для восстановления солей Pb и Cu до металла создавали мощные залежи торфа, прикрывавшего пески.

Свинец был встречен также в золотоносных россыпях р. Песчанки, притока р. Каньи. В Шалдинской россыпи близ Крестовоздвиженского завода свинец найден вместе с золотом и платиной (В. И. Вернадский).

По данным Мамышева (1827), кусочки свинца, может быть искусственного происхождения, были встречены в Невьянском золотоплатиновом шлихе, а также в Мельковской золотоносной россыпи близ Свердловска.

Указывается также самородный свинец в золотоносном шлихе Коптяковского рудника и в россыпях Березовского рудника; в последнем — в ассоциации с галенитом (П. В. Еремеев, М. Карпинский).

А. Л. Воробьев установил самородный свинец в Миасской даче, к востоку от Ильменского озера. Минерал встречается в виде небольших округлых выделений на мелкозернистом сиените, а также слагает прожилки в этой породе. В прожилке свинец частью замещен ближе не определенным желто-бурым свинцовым минералом.

По данным П. В. Еремеева, свинец встречен в золотоносных россыпях Троицкого района Челябинской области в виде мелких пластинок, происхождение которых им объясняется как результат разложения галенита.

[Мамышев, 1827; Н. Щеглов, 1827; М. Карпинский, 1840; П. В. Еремеев, 1887; Б. С. Федоров и В. В. Никитин, 1901; А. Л. Воробьев, 1915.]

Казахстан

В урочище Беркара в Карагандинской обл. (около 90 км к югу от Каркаралинска) известно нахождение мелких зерен самородного свинца в темно-сером роговике, местами покрытом церусситом.

[Горн. журн., 1858.]

Западная Сибирь

В Воскресенской россыши Томской тайги вместе с золотом и осмистым иридием встречен свинец, содержащий примесь осмистого иридия (Пранг и Савицкий). Отмечается также нахождение свинца вместе с золотом и платиной в россыпях Томско-Обского края по р. Уру (Соколовский) и в Томиловской россыши, входящей в систему Бельсинских россыпей (Горн. журн., 1854). Вместе со свинцом в Томиловской россыпи встречены галенит, гематит и магнетит. В свинце наблюдались включения золота.

[Соколовский, 1834; Горн. журн., 1854; Пранг и Савицкий, 1864; В. И. Вернадский, 1914.]

Восточная Сибирь и Забайкалье

В Нахтуйских золотых россыпях (Якутская АССР) свинец встречен в россыпи вместе с золотом, галенитом и железным блеском.

По данным А. Гедройца, свинец встречен вместе с золотом в россыпях на берегу р. Уровы у с. Таловки, в местности между Б. Хинганом и Орочинским массивом.

[Н. Trautschold, 1876; А. Гедройц, 1909.]

Дальний Восток

Свинец, заключающий дендриты золота, указывается в районе р. Уньи в Иовском прииске.

[В. И. Вернадский, 1914.]

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии. СПб., 1914, 1, 449—454.
- Воробьев А. Л. Самородный свинец в Ильменских горах. Зап. Уральского общ. люб. естеств., 1915, 35, 1—3, 3—4.
- Гедройц А. Геологические исследования в Восточном Забайкалье. Геол. иссл. и разв. раб. по линии Сиб. ж. д., 1909, 27, 442.
- Горн. журн., 1835, 10, 43. Опыт геогностического описания округа Богословских заводов.
- Горн. журн., 1854, 2, 5, 345—346. Самородный свинец на Алтае.
- Горн. журн., 1858, 4, 190. Самородный свинец в Киргизской степи.
- Еремеев П. В. Описание некоторых минералов из золотоносных россыпей Оренбургского казачьего войска. Горн. журн., 1887, 3, 271.
- Иванчик И. О разведке части Закавказского хребта. Горн. журн., 1853, 4, 120.
- Карпинский М. П. О золотоносных россыпях. Горн. журн., 1840, 1, 2, 228—229.
- Лопатинский Г. Минералогические и исторические сведения о бывшем Воицком золотом руднике. Горн. журн., 1826, 2, 75.
- Мамышев. Краткое описание обретения платины в Сибири. Горн. журн., 1827, 1, 27.
- Пранг Е. и Савицкий. Отчет главной Барнаульской лаборатории за 1862—1863 г. Горн. журн., 1864, 2, 93.
- Соколовский И. Описание Урских золотоносных россыпей. Горн. журн., 1834, 4, 10, 207.
- Федоров Е. С. и Никитин В. В. Богословский горный округ. СПб., 1901.
- Щуровский Г. Уральский хребет в физико-географическом, геогностическом и минералогическом отношениях. СПб., 1841.
- Trautschold H. N. Jb. Min., 1876, 636.

О. М. ШУБНИКОВА
ТАНТАЛ — TANTALE

Ta

Куб. с. Встречается в виде тонкого порошка. Цвет серовато-желтый. Блеск металлический. Тв. 6—7. Уд. вес 11.2.

Самородный тантал был указан Вальтером (P. Walter, 1909) на Урале и Джоном (John, 1910) в золотоносных россыпях Алтая, но новыми работами эти сведения пока не подтверждены. Нигде вне СССР самородный тантал не известен.

Химический состав алтайского тантала по Джону: Ta 98—99%. Au 0.0095%. В уральском тантале Вальтер указывает на присутствие следов Mn, Nb и Sn.

П. П. Пилипенко сомневается в происхождении описанного Джоном тантала из Алтая так как золотые россыпи на Алтае крайне редки.

ЛИТЕРАТУРА

- Пилипенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томск. унив., 1915, 62, 322.
John. Nature (London), 1910, 83, 398.
Walter P. Nature (London), 1909, 81, 16, 335.
-

Б. Я. МЕРЕНКОВ
АЛМАЗ — DIAMOND

С

Название происходит от греческого слова «адамас» ἀδάμας — «непреодолимый», указывающего на высокую твердость алмаза и устойчивость его против химического и физического воздействия.

Физические и химические свойства. Система кубическая, вид симметрии $3L^24L^34P_6$.

Среди многочисленных форм, приводимых для алмаза различными авторами, по исследованию Ферсмана и Гольдшмидта типичными и с несомненностью установленными являются (Fersman A. u. Goldschmidt V. Der Diamant, Heidelberg, 1911):

Индексы:	. . . . .	(111)	(100)	(110)	(211)	(322)	(313)	(221)	(323)
Буквы по Гольдшмидту	. . . . .	p	c	d	q	n	v	u	w
Буквы по Дана	. . . . .	o	a	d	n	—	—	p	—

Формы кристаллов (hkl) и (hk0) характерны для индийских алмазов, (110) и (hkl) — для бразильских, (110) — для уральских, (111) и (hkl) — для южноафриканских. Двойниковые сростания наблюдаются чаще по (111), реже по (100); встречаются параллельные сростки.

Грани тетраэдров большей частью ровные и гладкие; грани других форм чаще неправильны, изогнуты, шероховаты; часты — шарообразные кристаллы.

Размеры кристаллов — от микроскопических до кусков, весящих до огранки свыше 3000 карат.¹

Крупнейшие кристаллы алмаза весят (в каратах): «Куллинан» — 3106; «Орлов» — 199.6; «Кохинур» — 108.93; «Регент» — 136.78; «Флорентинец» — 137.27; «Южная Звезда» — 125.5; «Звезда Южной Африки» — 47.75.

По данным рентгенометрии ребро элементарной кубической ячейки $a = 3.56 \text{ \AA}$. Пространственную решетку алмаза можно представить как комбинацию двух центрогранных кубических решеток, вложенных друг в друга, где каждый атом углерода находится в центре тяжести четырех соседних атомов. Расстояние между атомами равно 1.54 \AA .

Спайность совершенная по (111); излом — раковистый.

Обычны бесцветные алмазы, но встречаются также и окрашенные в разные цвета: черный, коричневый, красный, желтый, синий, голубой, зеленый и др. Блеск сильный, маслянистый, иногда матовый. Тв. 10, причем на гранях куба большая, нежели на гранях октаэдра. Абсол. тв. алмаза в 1000 раз превышает абсол. тв. кварца и в 150 раз — корунда. Хрупок. Уд. вес 3.47—3.56.

Показатель преломления для линии Na 2.41734 — 2.41760. Под действием обыкновенного света, особенно лучей Рентгена, ультрафиолетовых и радиовых, большей частью светится, приобретая при этом разнообразную окраску.

По Артому, алмаз обладает пьезоэлектрическими, пьезоэлектрическими и слабыми магнитными свойствами.

В качестве примесей (несгораемого остатка) присутствуют SiO_2 , MgO, CaO, Fe_2O_3 , FeO, Al_2O_3 , TiO_2 ; количество примесей колеблется от 0.13 до 4.8%. Спектроскопически обнаружен Ba, Sr, Cr.

В виде включений в алмазах наблюдаются: графит, ильменит, хромит, магнетит, гематит, гранат, диопсид, хромдиопсид, оливин, пирит; пузырьки углекислоты и др.

П. п. тр. алмаз сгорает (температура сгорания в воздухе 850° , в кислороде, по Муассану, 720°). При низких температурах совершенно нерастворим в кислотах и щелочах, но легко может быть окислен и разрушен в сплаве соды и калиево селитры.

¹ Метрический карат = 0.2 г.

Разновидности. 1) Борт — неправильные кристаллы, сростки и шарообразные лучистые агрегаты; 2) баллас — шарообразные борты, имеющие структуру ядра, покрытого тонкозернистой корочкой; 3) карбонадо — тонкозернистые, пористые агрегаты овальной формы, окрашенные в буровато-черные цвета.¹

Условия нахождения в природе. Коренные месторождения алмаза генетически связаны с ультраосновными горными породами: перидотитами, кимберлитами, эклогитами и продуктами их метаморфизма. В этих породах алмаз выкристаллизовывается на большой глубине и в условиях высокого давления и температуры. Крупнейшие в мире месторождения Южной Африки (Кимберлей, Премьер Майн и др.) представлены алмазоносными кимберлитами, которые вместе с обломочными породами заполняют грандиозные по размерам диатремы, т. е. трубчатые полости с круглым, эллиптическим или неправильной формы сечением (от 20 до 350 м в поперечнике), уходящие в глубину на несколько километров. Образование этих диатрем связывают с взрывными процессами, происходившими на больших глубинах.

Ко второму типу коренных месторождений алмаза относятся пегматитовые жилы, к которым предположительно относят некоторые бразильские месторождения.

Россыпи алмаза образуются в результате дезинтеграции коренных месторождений. Россыпи широко известны в Африке (Ю.-Африка, Ю.-З. Африка, Бельгийское Конго, Ангола, Танганайка), а также в Азии (Индия), Америке и Австралии.

Искусственное получение. Впервые мелкие кристаллики (0.0143 г) углеродистого вещества, названные искусственным алмазом, были получены в 1880 г. в Глазго химиком J. В. Nanneу путем нагревания смеси нефти со щелочным металлом литием в железных зачеканенных цилиндрах. Из других попыток получения алмаза искусственным путем широко известен опыт Муассана. Однако, как показали последние исследования ряда ученых, в том числе М. К. Гоффмана (1933), выяснилось, что Муассан получил не алмазы, а кристаллы карбида кремния (муассанит). По данным R. K. Mitchell (1935), в 1931 г. группой австрийских ученых был заявлен патент на производство искусственных алмазов весом до 0.25 карат. Опыт производился при температуре в 100°C и 15.000 атм. давления со смесью, состоящей из железных опилок, доменного шлака, аморфного углерода и твердой углекислоты. Рентгеновский анализ и измерения показателя преломления подтвердили, что полученные этим методом кристаллы были действительно алмазы.

Применение алмаза. Алмаз применяется как драгоценный камень I класса и как технический камень, используемый в качестве абразивного, режущего и шлифующего материала. Для технических целей идут мелкие, непригодные для ювелирных изделий алмазы, а также борты, балласы и карбонадо; последние особенно ценятся в горной, металлообрабатывающей, камнеобрабатывающей, абразивной и других отраслях промышленности.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Промышленные месторождения алмаза в СССР неизвестны. Встречается он лишь изредка в виде отдельных кристаллов преимущественно в шлихах на золотых и платиновых приисках. Основными районами находок кристаллов алмазов является Урал, где начиная с первой половины XIX столетия до настоящего времени найдено около 250 штук кристаллов, и Сибирь, Красноярский край (район р. Енисей).

Последняя сводка по месторождениям алмазов в СССР дана акад. А. Е. Ферсманом (1922).

Урал

Западный склон Урала

1. Поселок Промысел и Кузье-Александровский завод в районе г. Чусового, Пермской области. О находке в этом районе кристаллов алмаза сообщил А. П. Зотов в своем письме в редакцию «Минералов Союза». Ниже приводится полностью это письмо:

¹ По рентгенометрическим исследованиям W. Gerlach карбонадо представляет агрегат зерен алмаза с аморфным углеродом или графитом.

«Всего за летний сезон 1937 г. в районе этих поселков было найдено старателями, при промывке золотоносных песков, четыре алмаза. Три из них были скуплены мной для Уральской геологической выставки, где они и выставлены в настоящий момент, а один был приобретен главным инженером Косынского золото-платинового приискового управления В. Г. Рявкиным. Два алмаза — из описываемых ниже — найдены вблизи пос. Промысла, в террасовых отложениях р. Полуденки и два — вблизи Кузье-Александровского завода в логу Ершовка.

Оба алмаза, найденные в районе пос. Промысла, встречены вблизи друг от друга, в «речниках» 2-й подпойменной террасы р. Полуденки, чуть выше поселка (по течению речки). Оба они совершенно прозрачны, не окатаны, ограничены хорошо выраженными гранями.

Алмаз, выставленный на Уральской геологической выставке, весит 95 мг; алмаз, приобретенный В. Г. Рявкиным, 30 мг.

Алмазы, найденные в логу Ершовка (приток р. Койвы, находящийся в 600—700 м от Кузье-Александровского завода), обнаружены также вблизи друг от друга, в тонком слое золотоносных песков.

Оба они также совершенно прозрачны, не окатаны, представляют маленькие, но хорошо выраженные кристаллы. Один из них весит около 60 мг, а второй 30 мг.

Интересно отметить, что в районе Кузье-Александровского завода находки алмазов уже были известны и раньше, но в логу Турым, находящемся в 7 км от завода. В логу Ершовка алмазы найдены впервые.

2. Крестовоздвиженский прииск по р. Полуденке (притоку р. Койвы), в Бисерской даче в районе г. Чусового, Пермской области, в 25 км к СВ от Бисерского завода.

3. Адольфовский прииск по ручью Адольфова лога (притоку р. Полуденки), в 1.25 км к ЮВ от Крестовоздвиженского прииска.

Пять кристаллов алмаза, повидимому из этого месторождения (с р. Полуденки, при устье Адольфова лога), хранятся в Центральном научно-исследовательском геолого-разведочном музее в Ленинграде, куда они были переданы в 1924 и 1927 гг. геологом К. В. Марковым. Вес кристаллов 0.098, 0.052, 0.101, 0.080 и 0.0675 г. Кристаллы по своему габитусу относятся к типу с закругленными ребрами и выпуклыми гранями. На одном из них (вес 0.080 г) заметны явления разветвления. В двух кристаллах наблюдаются темные включения. Прозрачность высокая, три кристалла совершенно бесцветны, два — с едва заметным желтоватым оттенком.¹

Кроме указанных месторождений, алмазы были встречены еще по речке Поперечной (впадающей в р. Полуденку) и на краю селения Крестовоздвиженских приисков. В этом районе алмаз был впервые найден летом 1829 г. крестьянским мальчиком дер. Калинской Павлом Поповым.

По данным Дорошина (1858) и Мамонтова (1903) на Адольфовском и Крестовоздвиженском приисках за 1829—1900 гг. было найдено более 200 штук алмазов. Величина кристаллов колебалась в пределах от $\frac{1}{16}$ карата до $2\frac{15}{32}$ карата.

Наиболее развитой формой кристаллов из этих россыпей является (110), с сильно округленными гранями, подобно тому как это наблюдается на кристаллах бразильских месторождений. Среди девяти кристаллов из Адольфовского прииска, изученных Еремеевым (1891), оказался один кристалл, резко отличавшийся от всех остальных своей тетраэдрической формой, представлявший двойник с формами (321) и (321), совершенно аналогичный с алмазом из Харитонно-Компанейского прииска. Кристаллы прозрачны,

¹ Сведения получены от Центрального геолого-разведочного музея в Ленинграде.

бесцветны или изредка с желтоватым оттенком и черными углистыми включениями. Наибольшее количество алмазов было найдено в россыши Адольфо-ва лога, представляющего сухую долинку длиной 760 м, протягивающуюся к СЗ; ширина устья этого лога около 80 м. Россышь Адольфо-ва лога лежит под слоем наносов 0.35—0.40 м мощностью и сложена из обломков горного хрустала, халцедона, бурого железняка, пирита, гематита, апатита, доломита, кварцита и талько-хлоритового камня; встречаются золото и изредка платина и алмаз. Мощность россыши 1—1.5 м; подстилается она доломитовым песком черного цвета, мощностью 1.4—3.5 м, залегающим непосредственно на доломите. Коренными породами, таким образом, являются доломиты, переслаивающиеся, в свою очередь, с талько-хлоритовыми сланцами и слюдястыми песчаниками («итаколумитами»); простирание всех этих коренных пород меридианальное, с крутым, почти вертикальным падением. Доломит прорезан жилами, заполненными бурым шпатом, кварцем и небольшими шарообразными включениями графита.

Генезис алмазов остается невыясненным. По мнению А. Е. Ферсмана, поддерживающего мнение инж. Бутана, материнскими породами алмаза с одинаковой степенью вероятности могут служить углистый доломит, «итаколумит» и зеленокаменные породы, развитые в районе.

4. Георгиевская россышь, по данным Барбот-де-Марни, находится у дер. Северной, лежащей в 12 км к ЮВ от Крестовоздвиженских промыслов и в 3 км от ж.-д. ст. Европейской ж. д. им. Л. М. Кагановича. Прииск расположен на правом увале р. Тискос (приток р. Койвы), на 16—24 м выше уровня реки.

Мощность россыши 0.7—1.5 м. Минералогический состав россыши: кварц, доломит, серпентинит, «итаколумит» и горный хрусталь. Количество найденных алмазов — четыре.

5. Харитон-Компанейский прииск по речке Данковке (левому притоку р. Серебряной), в Серебрянской даче, в 70 км от Крестовоздвиженских россышей.

Единственный кристалл алмаза был найден на этом прииске летом 1887 г. старателем Петром Лядовым. Кристалл тетраэдрической формы, выпуклый, чечевицеобразный; прозрачный с зеленоватым оттенком. Вес $\frac{9}{16}$ карата, размер $5 \times 3 \times 1$ мм. Описан П. В. Еремеевым (1890).

6. Ключевский прииск в 38 км к СВ от Крестовоздвиженских приисков. Найден один алмаз (П. В. Еремеев, 1890).

7. Ольгинский прииск Серебрянской дачи. Указание Г. Лебедева на наличие алмазов никем не подтверждено; точное положение прииска неизвестно.

[Доронин, 1858; П. В. Еремеев, 1890; В. Н. Мамонтов, 1903; Г. Лебедев, 1906; Е. Н. Барбот-де-Марни, 1910; А. Е. Ферсман, 1922].

Восточный склон Урала

8. Николае-Святительский прииск по речке Журавлику (притоку р. Иса), в 12 км к СВ от горы Качканар. Алмаз был найден в 1884 г. Кристалл чечевицеобразной формы; бесцветный с включениями буровато-черного углисто-го вещества. Вес $1 \frac{5}{8}$ карата. Описан П. В. Еремеевым (1896).

9. Кушайский прииск по речке Кушайке в 25 км от Кушвы, в 40 км от центрального хребта (р. Кушайка, левый приток Селды, истоки в 12 км на СВ от Кушвы).

Единственный алмаз был найден в 1838 г. (Горн. журн., 1838). Бесцветный, с сильным блеском, весом $\frac{7}{16}$ карата.

10. Сладко-Гостиный (Сладко-Костимый) прииск в Верхне-Туринской даче. Единственный алмаз, весом в 0.8 карата, был найден в феврале 1885 г.

Прозрачный, бесцветный. Ребра его не обтерты, что составляет редкость для кристаллов алмаза (Горн. журн., 1885).

11. Прииск б. Д. Меджера в 14 км к В от Свердловска по Сибирскому тракту. Два маленьких алмаза были найдены в 1831 г., один кристалл весил $\frac{5}{8}$ карата (Я. Зембницкий, 1931).

12. Мостовский прииск б. Поклевского-Козелл в Монетной Даче. В 1891 г. здесь был найден маленький алмаз весом в $\frac{1}{16}$ карата, который был определен Д. И. Лобановым — хранителем музея Уральского общества любителей естествоведения.

13. Платиновые и «хризолитовые» прииски по р. Бобровке, района Нижнего Тагила Свердловской обл. По А. Е. Ферсману (1922), в конце 90-х годов среди партии демантоидов здесь было открыто несколько алмазов. Цвет одного из них желтоватый.

14. Старательский прииск Цапы близ дер. Колташей в Невьянской даче. Из этого прииска известен 1 бесцветный кристалл алмаза весом в $\frac{3}{8}$ карата (Карножицкий, 1896).

15. Россыпь по р. Положихе (правому притоку р. Реж), в Невьянской даче, в 0.5 км от деревни Колташи, в 40 км к СВ от ст. Невьянск ж. д. им. Л. М. Кагановича. В 1895 г. здесь был снят с вашгерда крестьянином Данилой Зверевым четвертый по счету алмаз (описанный Мамонтовым в 1903 г.), весом 1.107 карата. Кристалл бесцветен, прозрачен, но имеет одно черное включение углеродного вещества. Является двойником с выпуклыми гранями (110); он имеет чечевицеобразную форму. Размеры $4 \times 6.5 \times 6$ мм.

Общее количество известных отсюда алмазов равно десяти.

В районе месторождения проходит полоса темного, крутопадающего, кристаллического известняка. Плотиком россыпи (ручья Положихи) является тот же известняк, почти в контакте с серпентинитами; далее, к востоку от россыпи, обнажается гранит. Мощность россыпи непостоянна; местами она выклинивается.

Минералогический состав россыпи: галька кварца, лимонита, пирита, псевдоморфозы бурого железняка по пириту, обломки оливина, топаза, красного корунда, кусочки известняка, хлоритового сланца и др. Генезис алмазов неясен.

16. Прииск близ дер. Киприной, в Невьянской даче, в 5 км от с. Аятского. В 1891 г. здесь был найден один алмаз, весом $\frac{1}{2}$ карата, снятый с вашгерда вместе с цирконом, венисой и рубинами. По А. Краснопольскому и А. Е. Ферсману, это месторождение и предыдущее — одно и то же (1922).

[Горн. журн., 1838, 1885; П. В. Еремеев, 1896; А. Н. Карножицкий, 1896; В. Н. Мамонтов, 1903; А. Е. Ферсман, 1922; Я. Зембницкий, 1931.]

Южный Урал

17. Ильтабановский прииск, Успенская россыпь Челябинской обл., Верхнеуральского района. По сведениям инж. П. Редикорцева (1839), был найден кристалл алмаза весом в $\frac{7}{8}$ карата.

18. Викторовский прииск по р. Каменке (левому притоку р. Санарки) Челябинской области. В 1892 г. был найден единственный алмаз весом $\frac{1}{3}$ карата; кристалл бесцветен и со всех сторон отчетливо образован сильно блестящими выпуклыми плоскостями (Еремеев, 1895).

19. Прииск близ сел. Кочкар Челябинской области. В 1893 г. здесь был найден единственный алмаз весом $\frac{3}{5}$ карата, прозрачный, с желтым оттенком; размеры его по трем направлениям от 3—4 до 5 мм. Описан П. В. Еремеевым (1893).

20. Россыпи близ дер. Шкароды по р. Б. Стурень, в устье ключа Битяв-Куныяка (Башкирская АССР). Один кристалл алмаза был приобретен у старателя А. Г. Великжанина; алмаз был снят с грохота во время про-

мывки золотоносных песков. Кристалл имеет форму октаэдра с округленными гранями; прозрачный, почти бесцветный с слегка желтоватым оттенком. Вес кристалла 1.165 карата. Условия образования алмаза неясны. В геологическом строении района, где был найден алмаз, участвуют, по Л. С. Либровичу, песчаники и сланцы Зилаирской свиты верхнего палеозоя.

[Редикорцев, 1839; П. В. Еремеев, 1893, 1895; А. Е. Ферсман, 1922; В. А. Зильберманц и Э. М. Бонштедт, 1936.]

Приуралье

21. Красноуфимский район Свердловской области по р. Красноборке, первый лог от устья (Шамабинское). Происхождение сомнительное. Двойник по октаэдру, слабо сплюснутый по тройной оси.

[А. Е. Ферсман, 1922.]

Красноярский край (район р. Енисей)

22. В Красноярском крае алмазы были найдены (Л. А. Ячевский, 1898) при разработке двух золотоносных россыпей, расположенных на двух речках, составляющих правые притоки Пита. Нижняя из этих речек — Мельничная — впадает в Пит несколько ниже дер. Устьитской, верхняя — Точильный Ключ — впадает приблизительно в 25 м выше первой.

Река Пит впадает с правой стороны в Енисей. По Л. А. Ячевскому район, где были найдены алмазы, сложен красными песчаниками, составляющими наиболее низкий горизонт неизмененных палеозойских отложений, залегающих трансгрессивно на метаморфизованных глинистых сланцах. Нижний горизонт этой песчаниковой свиты составляют конгломераты, галька которых состоит главным образом из глинистого сланца и отчасти кварца.

Коренные породы (сиениты и сиенито-гнейсы находятся севернее района находок алмаза.

У А. Мейстера имеются указания на наличие, к северу от верховьев р. Мельничной, оливиновых пород, залегающих среди гранита.

Вопросы генезиса алмазов остаются невыясненными.

Первый экземпляр алмаза был найден в 1897 г. по р. Мельничной. Кристалл обладал правильно развитой октаэдрической формой; позднее здесь же были найдены (А. Е. Ферсман, 1922) еще кристаллы.

По Точильному Ключу был найден горн. инж. К. А. Кулибиным двойниковый кристалл алмаза толсто-таблицеобразной формы: вес его 0.13 г; бесцветен и прозрачен. Описан П. В. Еремеевым (1898).

[П. В. Еремеев, 1898, 1890; Л. А. Ячевский, 1899; А. Е. Ферсман, 1922].

ЛИТЕРАТУРА

- Барбот-де-Марни Е. Н. Урал и его богатство. Екатеринбург, 1910.
 Веселовский В. С. Углерод, алмазы, графиты и угли и методология их исследования. М.-Л., ОНТИ, 1936.
 Вернадский В. И. Опыт описательной минералогии. СПб., 1914, 1, 573 (сводка).
 Горн. журн., 1838, 4, 446.
 Горн. журн., 1885, 1, 509. (Алмаз на Урале).
 Григорьев И. Новые идеи о происхождении алмазов и возможность их применения у нас в Союзе. Разведка недр, 1931, 11, 13.
 Доршин. Список алмазов, найденных на приисках Адольфском и Крестовоздвиженском. Горн. журн., 1858, 10/11, 397—400.
 Еремеев П. В. Об алмазах Крестовоздвиженской золотоносной россыпи на Урале. Зап. Мин. общ., 1874, 9, 360, прот. (форма кристаллов).
 » О кристалле алмаза из золотоносной россыпи с р. Серебряной на Урале. Зап. Мин. общ., 1890, 26, 447, прот.
 » О кристаллах алмаза из золотоносных россыпей в Бисертской даче. Зап. Мин. общ., 1891, 27, 398, прот.

- Еремеев П. В. О вновь найденном алмазе из Кочкарских россыпей в Южном Урале. Зап. Мин. общ., 1893, **30**, 472—473.
- » О находке кристалла алмаза в Южном Урале. Зап. Мин. общ., 1895, **33**, 45, прот.
- » О новом уральском алмазе из платиновых россыпей в Гороблагодатском округе. Зап. Мин. общ., 1896, **34**, 59, прот.
- » О находке кристалла алмаза в Енисейской губ. Изв. Акад. Наук, 1898, **9**, 3, XIII, прот.
- Зембницкий Я. О местонахождениях алмазов в России. Тр. Мин. общ., 1842, **2**, 270.
- Зильберминц В. А. и Бонштедт Э. М. Об алмазе из нового месторождения в бассейне р. Сюрень (Башк. АССР). Доклады Акад. Наук, 1936, **3**, 9, 102.
- Карножицкий А. Н. Евгение-Максимилиановские копи и некоторые другие новые или малоизвестные месторождения минералов в области Среднего Урала. Зап. Мин. общ., 1896, **34**, 121.
- Кокшаров Н. Алмаз. Мат. для мин. России, 1866, **5**, 386—396 (полн. сводка старой литературы); Горн. журн., 1871, **2**, 73.
- Лебедев Г. Учебник минералогии, 1906, 32.
- Мамонтов В. Н. Заметка о месторождениях алмаза на Урале. Bull. Soc. Nat. Mosc. 1902, **3**, 319—328.
- Меренков Б. Я. Алмаз. Неметаллические ископаемые, т. I. М., Изд. Акад. Наук, 1936, 71—124.
- Миклашевский. Геогностическая заметка о золотых россыпях по р. Самарке в Оренбургской губ. Горн. журн., 1861, **1**, 80—83.
- Ощепков И. Кто открыл алмазы на Урале. Зап. Уральского общ. любит. естествозн., 1883, **7**, 87.
- Пыляев М. И. Драгоценные камни. СПб., 1896, 140—143 (сводка сведений).
- Редикорцев. Об алмазе из Успенской россыпи Оренбургской губернии. Горн. журн., 1839, **3**, 457.
- Ферсман А. Е. Драгоценные и цветные камни России, т. I. Пг., 1922.
- Шеломов Н. Алмазы на Урале. Вестник Главн. геол.-развед. упр. 1930, 5/6, 12—15.
- Ячевский Л. А. Об алмазе из Енисейского горного округа. Зап. Мин. общ., 1899, **36**, 42, прот.
- » Бассейны рр. Теи и Енашимо. Геологические исследования золотоносных областей Сибири, Енисейский район, 1900, **1**, 30.
- Engelhardt M. Die Lagerstätten d. Diamanten am Ural. Riga, 1830.

ГРАФИТ — GRAPHITE

С

Название происходит от греческого слова *γραφο* — пишу.

Разновидности. Графитит (graphitite) — скрытокристаллическая разновидность, часто в смеси с самородным углеродом. Шунгит (schungite) — аморфная разновидность с примесью тонкокристаллического углерода. Клифтонит (cliftonite) — графит в кубических формах (повидимому, в псевдоморфозах по алмазу); найден в метеоритах.

Из указанных разновидностей наибольший интерес представляет шунгит как суσταση отличаящийся от графита по физическим свойствам.¹

Физические и химические свойства. Графит является представителем гексагональной модификации диморфного углерода. Встречающиеся в природе кристаллы графита чаще всего имеют форму пластинок, реже встречаются шестоватые или волокнистые разновидности. Хорошо образованные кристаллы наблюдаются редко, преимущественно в известняках. Для них характерны следующие формы:

Индексы по Дана	(0001)	(11 $\bar{2}$ 0)	(10 $\bar{1}$ 1)	(22 $\bar{1}$ 6)	(11 $\bar{2}$ 1)
Буквы по Дана	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>r</i>	<i>t</i>	<i>s</i>
Буквы по Гольдшмиду	o	a	p	π	ν

Кристаллы графита могут образовывать двойники. Наблюдалось закономерное срастание кристаллов по плоскости базиса с поворотом вокруг оси *c* на 30°. Кристаллическая решетка принадлежит к тригон. с.

Осевые единицы: $a = 2.46 \text{ \AA}$ и $c = 6.82 \text{ \AA}$. В ней атомы углерода расположены в углах правильных шестиугольников и образуют плотные атомные слои, вследствие чего решетка графита называется слоистой. В таком слое каждый атом углерода имеет трех соседей на расстоянии 1.42 Å, с которыми он связан сильными гомеополлярными связями. Расстояние между атомными слоями = 3.41 Å.

Спайность весьма совершенная по пинакoidу (0001). Листочки по спайности гибкие. Излом в явнокристаллических агрегатах зернистый, в плотных разностях более ровный. Цвет железно-черный до стально-серого. Черта черная, блестящая. Блеск сильный, металлический, у скрытокристаллических агрегатов матовый. Тв. 1—1.5, в виду легкой расщепляемости кристаллов по спайности. При определении твердости графита в таких условиях, при которых расщепление по спайности затруднено, твердость по некоторым данным = 5.5 по Моосу (в направлении перпендикулярном спайности). Этим объясняется повышенная твердость высокодисперсных графитовых разностей. Графит жирен наощупь. Обладает скользкостью и прилипаемостью. Уд. вес 2.23, изменяется в широких пределах в зависимости от степени дисперсности, наличия субмикроскопических пор и примесей. Электропроводность высокая. Температура плавления $3850 \pm 50^\circ$.

Непрозрачен и только в очень тонких листочках просвечивает серым цветом. Показатель преломления лежит между 1.93 и 2.07. Оптически отрицателен.

Полируется с большим трудом. В поляризованном отраженном свете явно анизотропен (особенно при исследовании с иммерсионным маслом). Отражательная способность в воздухе полированной поверхности выражается в следующих цифрах, полученных с помощью фотометроуляра (в %):

¹ Описывается в отдельной статье (см. Шунгит).

	ω	ε
Для зеленого света	22.5	5
» оранжевого »	23.5	5
» красного »	23.0	5.5

Химический состав графита не отличается чистотой. Очень часты примеси различных газов (CO_2 , CO , H_2 , CH_4 и др.), количество которых колеблется от 0.1 до 2%. Иногда содержится вода, битумы и нередко в значительных количествах зола. В составе последней, кроме обычных окислов кремния, алюминия, железа, магния, кальция и щелочей, присутствует сера, фосфор, медь, никель, молибден, марганец и, судя по составу золы многих углей, возможно, бериллий, германий, титан, ванадий, благородные металлы и др.

П. п. тр. не плавится. При накаливании в кислороде сгорает труднее, нежели алмаз. Кислотоупорен. Порошок в смеси с KNO_3 при нагревании дает вспышку. С дымящейся азотной кислотой чешуйчатый графит обнаруживает вспучивание (реакция Броди). Из смеси с бертолетовой солью в дымящейся азотной кислоте при длительном нагревании получается графитовая кислота примерного состава: $\text{H}_4\text{C}_{11}\text{O}_5$ и отчасти меллитовая кислота: $\text{C}_6(\text{CO}_2\text{H})_6$. В вольтовой дуге графит улетучивается, не плавясь.

Условия нахождения в природе. В природных условиях графит образуется при восстановительных процессах, протекающих при высокой температуре, за счет карбонатных пород, угленосных и битуминозных накоплений и вообще органических остатков среди осадочной толщи.

Главнейшие генетические типы месторождений графита следующие:

1. Магматические месторождения или, вернее, месторождения, встречающиеся среди изверженных горных пород разнообразного состава. В этом случае рудные тела представлены гнездами, жиллообразными телами, штоками сплошных масс или вкрапленниками. Примером может служить Ботокольское месторождение в Сибири. Обычно считается, что графит месторождений этого типа образовался из газообразных составных частей магмы в процессе ее остывания. Однако, как показали работы Д. П. Сердюченко, теории первичномагматического выноса углерода в толщи изверженных пород не соответствуют наблюдаемым данным и должны быть оставлены. По мнению Д. П. Сердюченко, роль магмы при образовании магматического графита ограничивается только переносом и концентрацией уже накопленного в области биосферы осадочного углерода и не имеет отношения к первичному нахождению графита в данном районе.

2. Месторождения, представленные графитосодержащими пегматитами и кварцевыми жилами, среди гнейсов и известняков. Возможно, что графит в этом типе месторождений отложился в пневматолитовую фазу процесса. Пример: пегматиты долины Строна (в Италии).

3. Контактново-пневматолитовые и пневматолитовые месторождения, возникающие на контактах известняков с изверженными породами среди скарнов (тип месторождений Канады), или в виде жил крупнокристаллического графита (тип месторождений о. Цейлона), или в виде вкрапленников среди кристаллических пород, главным образом, гнейсов (тип месторождений Украины).

4. Метаморфические месторождения, образовавшиеся в большинстве случаев за счет перекристаллизации каменных углей при процессах метаморфизма осадочных толщ под влиянием интрузий магмы (пример — месторождения Туруханского района Красноярского края). Следует отметить, что при метаморфизации осадочных пород для графитообразования имеют значение не только органические остатки, углистые и битуминозные породы, но и карбонатные отложения. Исследования Н. L. Alling, A. N. Winchell и др. и эксперименты К. Frauenfelder показали, что образующиеся при диссоциации CaCO_3 окиси углерода (CO_2 и CO) могут раскисляться и выделять чистый графит при низком давлении и при температуре до 1000° , при наличии восстановителей и даже без них, особенно при каталитическом влиянии кварца.

5. Эльвиальные и реже аллювиальные россыпи графита, образующиеся при выветривании графитосодержащих пород.

Искусственное получение. Искусственно графит сравнительно легко получается при раскристаллизации металлов, например, в сером чугуна. В больших количествах искусственный графит получается из антрацита при температурах выше 2200° (этот способ имеет широкое промышленное значение). В виде крупных таблитчатых кристаллов графит часто наблюдается в трещинах стен доменных печей. Для минералогии представляют интерес опыты Лузи, который получал графит в шестиугольных пластинках из силикатового расплава с примесью сажи и флюорита при медленном охлаждении.

Применение. Графит идет для производства графитовых тиглей, необходимых для плавки цветных металлов и некоторых специальных сортов стали, является незаменимым материалом для изготовления электродов и щеток для электрических

машин, применяется как смазка для машин, используется в красочном деле, служит для изготовления карандашей и т. д. Благодаря гидрофобности, он употребляется как противонакипное средство в паровых котлах.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

На территории СССР известно в настоящее время около 350 месторождений графита различных генетических типов. Наибольшее развитие и промышленное значение имеют рассеянные или сконцентрированные месторождения графитовых минералов в условиях регионального или контактного метаморфизма. Таковы, например, графиты украинские, амурские, туруханские и пр. Первые приурочены к докембрийским толщам кристаллических парасланцев и представляют собою рассеянные или относительно сконцентрированные скопления графитизированного органического углерода, а вторые являются результатом метаморфизации каменных углей пластовыми интрузиями траппов.

Менее развиты в СССР графиты магматического происхождения, углерод которых имеет отношение к подвергшимся ассимиляции карбонатным породам.

Графит в пегматитах и кварцевых жилах не имеет существенного практического значения и также связан, главным образом, с ассимиляцией углерода из боковых пород (Саяны, Украина и др.).

Карелия

Месторождения минералов графитового типа, так называемых графитоидов, приурочены к черным углистым сланцам, протягивающимся полосой на протяжении 210 км от с.-в. берега Онежского озера до Туломозера. Подробно изучено Шунгское месторождение, описание которого см. в статье Шунгит.

Многие графитоиды этих месторождений входят в состав углисто-глинистых сланцев, в которых большая или меньшая часть углерода находится в форме графита. Они вместе с шунгитами и графитистыми антрацитами составляют переходную группу между минеральными углями и графитовыми сланцами.

Украина

Все украинские месторождения гранита приурочены к Украинской кристаллической полосе и прерывисто располагаются от с.-з. ее конца, через Вольнь и Клевщину, вдоль левого берега Буга, через Криворожье до с.-в. берега Азовского моря.

Все сколько-нибудь изученные графитоносные породы на Украине принадлежат, по В. И. Лучицкому, к тетерево-бугской свите докембрийского возраста, которая состоит из комплекса древних осадочных метаморфизованных пород. В ее состав входят парагнейсы, силицифицированные известняки, кристаллические известняки, глубоко измененные кварцевые породы и вторичные кристаллические кварциты.

Эта свита прорезана многочисленными жилами гранитов, пегматитов и аплитов. В некоторых местах она настолько подверглась воздействию изверженных пород, что дала смешанные породы типа мигматитов.

Тетерево-бугская свита сохранилась только в виде отдельных участков: 1) в приазовской части украинского кристаллического массива, близ Мариуполя и Осипенко. 2) в районе, прилегающем к Кривому Рогу, и 3) на левом берегу р. Буга. Графитоносные породы того же возраста часто, но не всегда, имеются и в северной части массива, вплоть до Вольни, но там изучены очень мало.

Комплексы осадочных пород не везде одинаковы. Так, в Приазовье преобладают графитовые и биотитовые гнейсы, т. е. здесь первичные осадочные породы были глинистого или глинисто-углистого типа. В Прибужье, наряду с песчанистыми породами, метаморфизованными в парагнейсы, выдающуюся роль играют кристаллические и силифицированные известняки. В Криворожье так же, как и в Приазовье, преобладают метаморфизованные песчано-глинистые породы. Прослой известняка, тождественного с прибугским, встречаются здесь только как исключения.

Графит встречается и в других свитах украинской кристаллической полосы, причем характер его может значительно отличаться от предыдущего. Так, в более молодой и менее метаморфизованной саксаганской свите встречаются плотные и мелкочешуйчатые графиты.

Почти во всех украинских месторождениях главной графитоносной породой являются сильно каолинизированные биотитовые и амфиболовые гнейсы, которые образовались в результате регионального и контактного метаморфизма архейских осадочных пород, содержащих углистые вещества, как это впервые доказано Д. П. Сердюченко (1927, 1929, 1930). Каолинизация вмещающих графиты пород связана с поверхностным выветриванием и окислением углерода графита и часто сопутствующего ему пирита. Возникающие при этом кислоты вызывали каолинизацию гнейсов и образование попторнита (за счет железистых силикатов и железо-кремневых растворов).

При этом образовалась более поздняя, чем графит, вторичная поверхностная ассоциация каолиновых минералов, так называемая каолиновая шляпа, хорошо известная не только на Украине, но и в ряде заграничных месторождений.

Под влиянием многочисленных интрузий, местами происходила возгонка и пневматолитическое перемещение графитового вещества, не имеющие, однако, сколько-нибудь существенного значения для концентрации в породах графитового углерода осадочного происхождения.

В технологическом отношении украинские графитовые руды очень сходны между собой. Это — рыхлые породы, содержащие 5—15%, иногда до 30—50% графита. Они относятся в большинстве случаев к бедным рудам и требуют обогащения флотацией. Графит в них принадлежит к чешуйчатой разновидности и в разных месторождениях довольно близок по свойствам.

При соответствующей обработке украинские графиты служат прекрасным сырьем для тигельного, электродного, элементного и других производств.

На Украине насчитывают более 80 месторождений: 30 — в Прибугском графитоносном районе на левом берегу р. Буг, между местечком Хошевато и г. Первомайском Одесской области, 9 — в Криворожье по верхнему течению р. Ингулец, 12 — в Приазовье к С от Мариуполя и по р. Берда, и 30 — на Киевщине и Волыни. Ниже описаны только наиболее крупные и типичные из них:

1. Завальевское месторождение графита расположено на берегу р. Буга близ с. Завалье и подчинено в основном породам тетерево-бугской свиты при почти полном отсутствии изверженных пород. Мощность свиты гнейсов около 500 м; они имеют простирание от СЗ 50—60° в северной части до СВ 80—85° в южной, сохраняя на всем протяжении почти отвесное падение.

Графитоносной породой являются биотитово-гранатовые и слюдяные сильно каолинизированные рыхлые гнейсы. Графит в них распределен равномерно (6—10%). Изредка встречаются прожилки мощностью 1—5 см плотнокристаллического графита.

Кристаллические известняки, образующие многочисленные прослои среди гнейсов, также содержат графит и притом часто в виде превосходных кристаллов, достигающих до 1 см в поперечнике.

Из поверхностных вторичных минералов помимо каолина имеется нонтронит, сгустки и желваки которого содержат медовожелтые корочки халцедона.

Графит из гнейсов крупночешуйчатый; чешуйки толстые и имеют форму продолговатых массивных пластинок. Часто наблюдается переслаивание чешуек прорастающим их биотитом; иногда встречается прорастание с кварцем.

Рентгенографическое исследование показало, что тонкие чешуйки завальевского графита часто являются монокристаллами. Большинство же чешуек образовано сростками кристаллов по плоскости базопинакоида.

Массивная форма чешуек и их сложение из немногих крупных кристаллов обуславливает высокую электропроводность и малую горючесть завальевского графита, но одновременно сообщает грубость его порошку, вследствие чего для придания высокой жирности он нуждается в обработке растиранием.

Завальевский графит является прекрасным материалом для изготовления графито-керамических тиглей для плавки стали и медных сплавов. В тонко размолотом и полированном состоянии он дает очень хорошие результаты в элементном и карандашном производствах.

Месторождение впервые указал А. Е. Зеленко в 1921 г., выяснили его промышленную ценность Н. С. Лаврович и А. В. Гуляева в 1928 и 1929 гг.

2. Кошары-Александровское месторождение находится в 20 км от ст. Грушка Юго-Западной ж. д. и в 40 км от г. Первомайска Одесской области.

Выходы графитоносных пород находятся в Сухом и Мокром ярах на берегу р. Буга. В Мокром яру обнаружены четыре графитоносные полосы и еще одна полоса на левом берегу Буга, к В от устья яра.

I полоса образована биотитовыми гнейсами, пересеченными многочисленными жилами гранита, пегматита, аплита и кварца. Она имеет мощность около 100 м и прослежена по простиранию на 630 м. Графитоносными здесь являются биотитовые гнейсы, граниты, мигматиты, пегматиты и аплиты. Графит в них распределен или равномерно, или жилами, или гнездами. В биотитовых гнейсах содержание графита доходит до 24%, но чешуйки мелкие. В гранитах и мигматитах чешуйки значительно крупнее; в пегматитах еще крупнее. Аплиты содержат лишь точечные включения графита.

II полоса находится на восток от Мокрого яра на левом берегу р. Буга. Здесь имеются выходы биотитовых гнейсов, содержащих значительное количество мелких чешуек графита.

III полоса расположена в 1.5 км от первой к Ю. Она имеет малую мощность 1.1—1.75 м и содержит необыкновенно крупные чешуйки графита.

IV полоса находится близ устья Мокрого яра и

V полоса — в 700 м к северу от первой, по Мокрому яру.

Запасы очень большие.

Сухой яр расположен в 2 км к З от Мокрого яра. Содержание графита в породах здесь значительно меньше.

Месторождение стало известным в девятисотых годах.

3. Петровское месторождение располагается в бассейне р. Ингулец, в 40 км вверх по течению от Кривого Рога.

В окрестностях с. Петрова имеются несколько графитоносных участков, которые, повидимому, принадлежат к одной и той же графитоносной полосе, образующей дугу.

а) Балка Водяная впадает справа в р. Ингулец у северного конца с. Петрова. Орудение наблюдается на правом берегу балки, при впадении в нее балки Бабенковской. Оно приурочено к каолинизированным средне- и мелкозернистым гнейсам, которые переходят в сланцы. Вся толща пересечена и инъецирована мелко- и среднезернистым гранитом. Простирание пластов нарушено складчатостью, несмокойное, СЗ 320°, падение ЮЗ \angle 70°.

Залежь графитоносных пород имеет вид полосы в 12—15 м шириной, простирающейся на 260 м. Она прикрыта наносами, мощностью около 8 м и более. В глубину полоса прослежена на 25 м.

Графитоносной породой является мелкозернистый гнейс, превратившийся в биотито-хлоритовый сланец. Кальцит здесь является цементом. Среднее содержание графита около 9%. Графит средне- и крупночешуйчатый; чешуйки округлые, изогнутые и расщепленные по краям.

5) Балка Бабенковская. Месторождение прослеживается на обоих берегах этой балки в 2 км от предыдущего, с которым оно очень сходно. В отличие от Водянского месторождения здесь сильнее развита гранитовая интрузия, особенно в нижних горизонтах. Среднее содержание графита 6.5%.

Обогатимость водянской и бабенковской руды удовлетворительная. По техническим качествам графит этих месторождений значительно уступает завальевскому.

в) Балка Власова впадает в р. Ингулец у южного конца с. Петрово. Графитоносная полоса здесь проходит от балки Терноватой (впадающей в балку Власову слева) по балке Власовой на протяжении 1.5 км и выходит на берегу Ингульца, выше устья балки Власовой, в урочище Белые Горбы. Ширина полосы 250 м, из которых на прослойки, богатые графитом, приходится 20—130 м.

Графитоносными породами являются каолинизированные гнейсы и сланцы («синьки»). Последние образованы различными породами — архейскими сланцами, инфицирующими их гранитами, пегматитами и т. д., которые изменены настолько, что не поддаются более точному определению.

Распределение графита различно. Он встречается в виде неправильных очертаний «рыбок» очень чистого (40—85%) крупночешуйчатого графита, преимущественно в зальбандах пегматитовых и аплитовых жил. «В синьках» он распределен, по большей части, неравномерно со средним содержанием 10%, которое может достигать 20% и падать до 2%. Чешуйки графита мелкие, в среднем меньше 0.05 мм. Сланцы местами крепко сцементированы кальцитом.

Для месторождения характерно присутствие гнезд и жил «вонючего кварца», содержащего включения пузырьков нефти. Здесь же широкое развитие имеют вторичные нонтронито-халцедоновые образования, местами сферолитового характера; особенно обильные скопления нонтронита имеются вокруг графитовых «рыбок»; встречаются жеоды и друзы ромбоэдрических кристаллов кальцита.

В Белых Горбах синьки богаче и в среднем содержат 19% графита.

Месторождение впервые упоминает Селецкий в 1862 г., затем Барбот-де-Марни в 1869 г. Систематическая разведка начата в 1928 г. и продолжается до настоящего времени.

Месторождение разрабатывается кустарно с 1880 г. В 1937 г. приступлено к подготовительным работам по его освоению.

4. Старый Крым — на 12 км к СЗ от г. Мариуполя. Графитоносный участок находится на правом берегу р. Кальчика и занимает около 25 км². С В он ограничен р. Кальчиком, с З — водоразделом бассейнов рр. Кальчика и Берды и с Ю — широтной границей выходов кристаллических пород; северная его граница проходит в 4 км к С от г. Старый Крым.

Вмещающие породы — биотитовые, пироксеновые, амфиболовые, гранатовые, эпидото-амфиболовые и др. парагнейсы и окружающие их мигматиты густо пронизаны жилами изверженных пород и очень сильно измяты, местами изогнуты и разорваны.

Графит, явно вытесняя биотит, дает графитовые гнейсы, имеющие промышленное значение. Серая, разных оттенков окраска графитовых пород становится серебристой для некоторых разновидностей графито-гранато-

вого гнейса. Графит — крупночешуйчатый, местами средне- и мелкочешуйчатый, причем вблизи графитовых инфильтрованных тел чешуи наиболее крупные и дают скрученные и сросшиеся агрегаты и бугристые образования. Графит представляет собою то удлиненные пластинки, то изометрические или неправильной формы чешуи (фиг. 1). Рассекающие месторождение пегматитовые и аплитовые жилы, в результате ассимиляции материала стенок, содержат крупнокристаллические гексагоны графита у своих залбандов, причем ближе к центральной зоне жил чешуи графита измельчаются, становятся точечными или совсем исчезают.

В силу тектонических нарушений и обильной инъекции первоначальные графитовые полосы (парагнейсы) были разорваны и смещены как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, отчего графитовая руда залегаает в виде разной величины более или менее изогнутых линз.

Верхние горизонты Старо-Крымского графитового рудника сильно разложены и каолинизированы («каолиновая шляпа»), но на глубине уже 25 м каолин и нонтронит исчезают, и породы становятся крепкими. В связи с поверхностным выветриванием графитового вещества и сопровождающего его пирита здесь наблюдается, по Д. П. Сердюченко, несколько генераций минералов:

- 1) графит, пирит, алюмо-ферри-силикаты;
- 2) каолинит, нонтронит, кальцит, мелантерит, окислы Fe и Mn;
- 3) нонтронит, гипс;
- 4) окислы железа, модификации кремнезема.

Важно отметить, что графит графитопосных пород, как показывают микро-

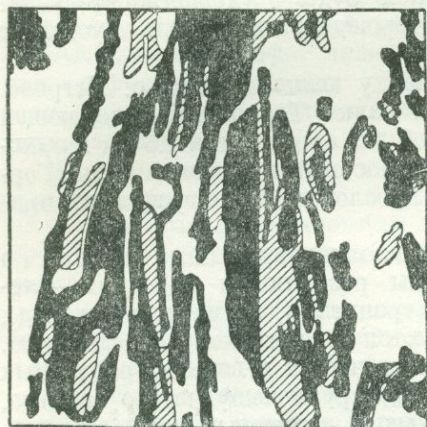
скопические наблюдения для Старо-Крымского и других украинских месторождений, сингенетичен другим породообразующим минералам этих пород, т. е. не был привнесен в породы со стороны (магмы), а входил в виде органического углерода в состав осадков, метаморфизованных в графитовые гнейсы.

Аналогичны Старо-Крымскому месторождения графита Безымянное и Каратюкское, а также Троицкое и Сачковых хуторов (по р. Нерд).

Интересно отметить, что среди пород нефелино-сиенитовой серии, к С (35—40 км) от Мариуполя, имеется графитовый сиенит, содержащий графита до 9%. Содержание графита на северном участке около 6—8%, на центральном 20%; в некоторых линзах крупночешуйчатого графита, заключенных в гранитах, содержание графита достигало 40%.

Месторождение известно очень давно и кустарно разрабатывается с девятисотых годов. За последние 10 лет оно подробно изучено в связи с его промышленной эксплуатацией. Его руда обогащается на Мариупольском заводе.

[Д. П. Сердюченко, 1927, 1929, 1930 и 1935; Н. С. Лаврович, 1929, 1930 и 1931; Ю. И. Половинкина, 1929; И. А. Шапиро, 1929; В. И. Лучицкий, 1930; В. В. Царапкин, 1930; И. В. Дубына, 1933 и 1934; Ю. Г. Дубяга, 1933; В. С. Веселовский, 1934.]



Фиг. 1. Строение графитовой руды под микроскопом. По Н. Лавровичу.

1 — графит; 2 — кварц и полевошпат; 3 — биотит.

Кавказ

Графитоносными породами на Кавказе являются мезозойские метаморфизованные сланцы, повидимому, триасовые и юрские. Наиболее подробно изучена графитоносная полоса Центрального хребта от берега Черного моря до Терека. В ней графитовые сланцы принадлежат, повидимому, к одному и тому же стратиграфическому горизонту (нижняя юра) и образовались в результате процессов метаморфизации каменных углей.

Менее изучены месторождения Харагоульской группы к северу от Сурама. Здесь при образовании кристаллических сланцев значительную роль играл контактовый метаморфизм. Среди них имеются и интрузии габбро и гранитов и довольно сильная инъекция аплитов и пегматитов. Рекристаллизация графита здесь более значительная, чем в полосе Центрального хребта.

Еще дальше на Ю и ЮВ известно довольно много совершенно неизученных месторождений. Всего на Кавказе насчитывается 28 месторождений.

Наиболее изученное и, повидимому, самое значительное из них Джимаринское.

Джимаринское месторождение находится в верховьях р. Гизельдона, в 47 км от г. Орджоникидзе. Графит подчинен толще черных глинистых сланцев, залегающих в виде размытой антиклинали и налегающих на светлосерые кварциты верхнепалеозойского возраста и пермские известняки. Перекрывается графитоносный горизонт юрскими песчано-глинистыми отложениями. Среди подстилающих пород имеются выходы мышьяково-медно-пирротиновых жил, дайки диабазов, граниты.

Сланцевая толща сильно (главным образом, пластично) дислоцирована и падает на СВ под углом от 20—30° (левый склон р. Кабутау) до 70—80° (правый склон, Фарсилциком). Мощность графитового сланца колеблется от 0.04 до 4.50 м, причем чистый графит залегает в нем в виде пропластков непостоянной мощности. В Фарсилцикоме имеются пять слоев графита, мощностью от 0.16 до 0.26 м; в Исануке (левый склон) — три пласта, мощность главного из них 0.35—0.90 м, а двух других 0.16—0.26 м; в Кабутау (южнее) — пласт графитового сланца низкого качества, мощностью до 3.5 м, стратиграфически связанный, повидимому, с графитом Исанука (севернее), с которым он составляет различные крылья складки. Содержание графита в сланцах достигает 58%, в среднем же 25—35%. Запасы графита значительны.

Для графита этих пластов характерна неоднородность величины кристаллов. На ряду с очень мелкими кристаллами того же порядка, что и в антрацитах, рентгенографически обнаруживаются довольно крупные кристаллы.

Обогатимость сланца изучалась в 1927 г. в Механобре. Получать механическими методами концентраты, пригодные для ответственного применения, в силу весьма тонкого проникновения глинистого вещества графитом не удается. Поэтому его обогащение ограничивается сортировкой, после которой он размалывается и поступает на рынок в качестве «литейного графита», а частично для изготовления красок и тиглей.

Помимо Джимаринского ущелья графитоносная полоса прослеживается в следующих местах: в ю.-в. направлении в ущелье Дзарну-Ком и далее в верховьях р. Генал-дона, у Майлийского ледника, в местности Блах.

В ущелье р. Цариит-дон, по правому берегу р. Фиаг-дона, в 5 км от сел. Далакау, имеются выходы графитового пласта, мощностью от 0.70 до 2.0 м. Качество графитовой породы находится здесь обычно в обратном отношении к мощности пласта, так что в раздувах пласт представляет типичный графитовый сланец с содержанием углерода от 7 до 15%, в то время как в участках менее мощных (1.0 м и ниже) количество углерода достигает 60%.

В западном направлении графитовая полоса обнажается также в верховье р. Риаг-дона, в Куртатинском ущелье (Хиляк), против поселка Гу-

тиати-Кау, а еще дальше на 3 отрезок этой же гранитовой полосы известен в 8 км от Военно-Осетинской дороги в верховьях р. Ар-дона, в районе сел. Зарамаг.

Помимо отмеченных месторождений, пачки углисто-графитовых сланцев и кварцево-графитовые выделения известны в долине р. Терека, по р. Чач, между Дарьяльским укреплением и Гвилетами, также среди зеленых метаморфических сланцев в районе Буронского полиметаллического месторождения по р. Ар-дону, в районе р. Худос, на Кубани, по Большой Лабе, а также в районе Красной Поляны по р. Мзымте.

Крупные (0.5—1.0 см в поперечнике) гексагональные и неправильно пластинчатые, подчас обильные выделения кристаллического графита имеются в мраморизованных докембрийских известняках по рр. Черему, Чегему, Баксану и др., в результате воздействия на них гранитных интрузий.

[Ц. Байматов, 1932; Д. П. Сердюченко, 1932, 1933; Г. Чхотуа, 1933.]

Урал

Известные на Урале месторождения, числом около 25, можно разделить на несколько групп. Наибольший интерес представляют месторождения Мурзинско-Кыштымской группы (чешуйчатый графит), Миасской группы (мелкокристаллический графит) и группы каменноугольных отложений восточного склона Урала (скрытокристаллический графит и графитистые антрациты).

1. Сарапулка на левом притоке р. Нейва, в 38 км к СЗ от Режевского завода и в 55 км от ст. Невьянск ж. д. им. Л. М. Кагановича.

На 3 от с. Сарапулки, на глубине 3—5 м, среди гранитов и гнейсов проходит пегматитовая жилка, в зальбандах которой залегает прожилок мелкокристаллического плотного графита, мощностью от 0.02 до 0.75 м. По простиранию он прослежен на 31 м в меридиональном направлении; падение отвесное. Мелкочешуйчатый графит содержится также в окружающих гнейсах.

Это наиболее значительное из месторождений Мурзинской группы.

2. Боевское месторождение находится на горе Графитовой, на правом берегу р. Боевки, в 1.5 км от места ее впадения в р. Багаряк, между сс. Гусева, Боевка и Фадины и в 35 км к ЮЗ от ст. Синарская Южно-Уральской ж. д.

Оно приурочено к породам осадочнометаморфической толщи восточного склона Урала. По А. П. Карпинскому, оно залегает в угленосной свите верхнего отдела нижнекаменноугольной системы C_1^h , т. е. в той же, к которой относятся антрацито-графитовые месторождения Южно-Уральского угленосного бассейна (с. Полтавка и Бреды).

Графитовая гора сложена различными сланцами, кварц-хлорит-серицитовыми, кварц-серицит-рогообманковыми, глинистыми, углисто-глинистыми, филлитами, кварцитами и песчаниками. Общее простирание СВ 15—30°, падение В 42—43°. Среди этих пород протягиваются две полосы графитовых сланцев, отстоящие друг от друга на 300 м. Падение и простирание — согласное с окружающими сланцами.

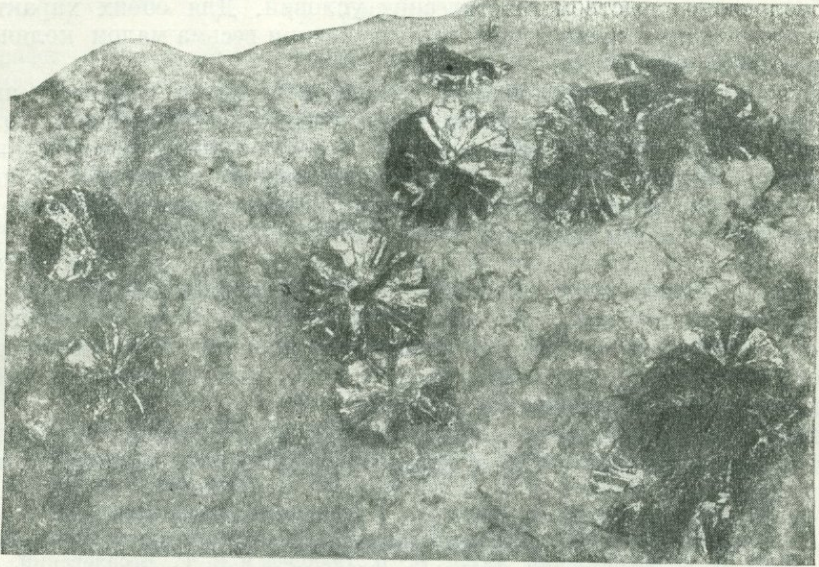
Западная полоса, наиболее изученная (1932 г.), прослежена на 960 м; мощность ее 30—40 м. В этой полосе залегает пластообразная линза более богатого графитового сланца, мощностью от 0.2 до 3.0 м. Этот пласт является в настоящее время главным объектом разработки.

Восточная полоса до уровня грунтовых вод не содержит промышленных концентраций графита. Графитовый сланец местами сильно помят, имеет мелкую складчатость и зеркала скольжения.¹

¹ Сходные условия метаморфизации минерального угля имели место в Фадинском, Полтавском и Брединском месторождениях. Но там процесс прошел менее глубоко и степень графитизации значительно меньше.

Графит скрыто кристаллический с содержанием в породе от 10 до 30%. Постоянными спутниками графита являются кварц в виде линз, мощностью до 0.5 м и жилков мощностью 2—5 см, асбест, встречающийся обычно вместе с кварцем, псевдоморфозы кварца по асбесту, весьма характерные для Боевского месторождения, тальк, пирофиллит, окислы железа и глинистые вещества.

Зола боевского графитового сланца по составу приближается к каолину так же, как и полтавского. Присутствие в боевском сланце глинистых веществ обуславливает его способность хорошо смачиваться водой и в тонко размолотом виде образовывать устойчивую водную суспензию, что очень облегчает применение в литейном деле.



Фиг. 2. Графит лучисто-радиального строения с р. Черемшанки в Ильменских горах. $\times 3$.

Месторождение разрабатывается. Руду сортируют и размалывают на мельнице в с. Боевке. Производительность около 3000 т в год. В молотом виде боевский графитовый сланец служит хорошим литейным материалом. Обогащению механическими методами он не поддается.

3. Черемшанское месторождение в Ильменских горах. Графит здесь встречается в граните в виде примазок, гнезд и интересных сферолитов. Последние имеют правильную шарообразную форму и сложены из радиально расположенных кристаллов графита. Это типичная форма лучисто-радиального сложения плотнокристаллического графита (фиг. 2).

Это месторождение одно из первых открытых в России. Оно указано П. Н. Барбот-де-Марши в 1828 г. В настоящее время — копь Минералогического заповедника.

4. Полтавское месторождение, в 2 км к СЗ от ст. Карталы Южно-Уральской ж. д. Территория месторождения сложена преимущественно глинистыми сланцами, песчаниками, кварцитами, углистыми, графитизированными и другими сланцами и пластами антрацита. Общее простирание угленосных отложений меридиональное, падение — восточное от 30° до 90° . Они собраны в две меридиональные складки, из которых западная прорвана по антиклинали массивом ультраосновных пород.

Пласты угля довольно непостоянны по мощности, которая колеблется от нескольких метров до немногих сантиметров даже на небольшом протяжении.

Залежи графита имеют форму линз и приурочены к кровле или почве угольных пластов. В длину линзы достигают 10 м. По простиранию они или выклиниваются или переходят в антрацит. Мощность линз от 2 до 70 см.

Антрацит имеет типичную брекчиевидную структуру. Его графитизация очень значительна, вследствие чего его называют графитистым антрацитом.

Графитовый сланец отличается от антрацита сероватым цветом и тусклым блеском. Он имеет слоистую структуру, сильно изогнут и скручен. Переход от графита к антрациту постепенный.

По составу золь полтавский графитовый сланец сходен с боевским, что обусловлено сходством генетических условий. Для обоих характерно высокое содержание кремнезема и глинозема, при весьма малом количестве железа, оснований и серы.

В физико-химическом отношении образцы полтавского графита и антрацита мало отличаются друг от друга. Рентгенографически найдено, что кристаллы графита и в том и в другом имеют форму очень тонких пластинок и почти совершенную параллельную ориентировку в плоскости сланцеватости. Степень дисперсности Полтавского антрацита значительно ниже, чем у донецкого, но почти такая же, как у полтавского графита.

В генетическом отношении месторождение не изучено. Графитизация пластов угля, повидимому, произошла под влиянием контактного и динамического метаморфизма. Отсутствие перехода угля в кокс и состав зольных сопутствующих минералов указывают на невысокую температуру, при которой происходило превращение, что объясняется значительной отдаленностью интрузии от залежей угля.

В виду того, что добыча графита возможна только одновременно с добычей угля, месторождение пока не разрабатывается, хотя его запасы, повидимому, велики.

[А. П. Карпинский, 1887; В. Н. Вернадский и А. О. Шкляревский, 1900; М. А. Гордиенко, 1927; В. И. Вернадский, 1927; Н. Д. Соболев и В. С. Веселовский, 1933; М. С. Волков, 1934; В. В. Богданович и И. Ф. Миндюк, 1934; В. В. Богданович, 1935; А. Г. Титов, 1937.]

Казахстан и Алтай

Здесь известно 27 месторождений, которые однако или совсем не изучены, или лишь предварительно обследованы. Наиболее значительные из них находятся на восток от г. Сергиополя в бассейне верхнего течения р. Аягуз.

Местность имеет степной характер с отдельно стоящими грядами гор. Во всех месторождениях этой группы графит находится в виде графитового сланца, образовавшегося в результате метаморфизации минеральных углей. Наиболее крупное из них известно еще с 50-х годов XIX столетия в горной гряде Балтатарак, в 55—60 км к СВ от с. Сергиополь Аягузского района Алма-Атинской области.

Горы Балтатарак сложены метаморфическими породами (кварцево-андалузитовыми роговиками, которые прорезаны жилами гранитов и гранито-сиенитов; с СВ к ним примыкает гранитный массив Бие-Сиенас.

Площадь месторождения сложена из глинистых сланцев и кварцево-андалузитовых роговиков, прорезанных жилами гранита (сильно измененного). Среди этой свиты почти горизонтально залегают (падение на СВ 10°) пласты графитового сланца. Из них центральный прослежен разведкой 1929 г. по простиранию с С на Ю на 1 км. Он имеет мощность в несколько метров и, повидимому, содержит очень большой запас графита.

Графит скрытокристаллический, содержание графита в породе 20—35%. В поверхностных частях графитового месторождения имеются образования светлорычжевого опала и халцедона, часто с понтронитом, образующим и самостоятельные выделения. Аналогичное месторождение графита (около 40%) находится в 20—25 км на ЮВ от Балтатаракского, в местности Сия-Кезень.

На Алтае графит в виде небольших скоплений приурочен к различным метаморфическим породам, преимущественно к слюдяным сланцам, филлитам, андалузитовым сланцам, белому мрамору (гексагональные пластинки).

[П. П. Пилипенко, 1915; Д. Я. Терсков, 1930; Полезные ископаемые Казахстана, 1931.]

Средняя Азия

Графит встречается во многих местах Узбекистана. Важнейшие из них находятся в Кенимехском районе, к С от Бухары (А. Чистяков, 1933). Распространенные здесь графитовые сланцы залегают среди палеозойских останков, являющихся как бы продолжением хребта Нур-Ата. Палеозой (верхний силур) представлен, главным образом, известняками, кремнистыми, глинистыми и метаморфизованными сланцами и мраморами. Его прорывают интрузии гранитов, габбро, габбро-поритов и диоритов.

Графит приурочен или непосредственно к интрузии, главным образом на Кульджук-тау, и тогда имеет явно кристаллическую структуру, или встречается в виде графитовых сланцев на Уйректы-тау (скрытокристаллический).

Наиболее значительно месторождение Тас-Казган на западном конце гор Кульджук-тау, в 150 км к СЗ от г. Бухары. Оно приурочено к меридиональному разрыву палеозойских известняков, заполненному интрузией габбро-порита. Графит здесь встречается в виде полосы вертикально вытянутых линз (наибольшая мощность 7 м), а также прожилками в известняке, и рассеян во всей изверженной породе (до 7%).

Группа месторождений графита известна в окрестностях Самарканда у кишлака Агалык и к З от него, в горах Кара-тубе (у кишлака Джам и др.) в виде тонкой пигментации в известняках, на значительной площади (А. Чистяков, 1933).

К СЗ от Самарканда графит известен в Южном Нуратинском хребте на северном склоне горы Ак-тау, близ кишлака Пучат (Нуратинский район, Узбекской ССР). Графит аморфный, в известняках.

Другая обособленная группа графитовых месторождений имеется в Киргизской ССР, на северном склоне Туркестанского хребта, в верховьях р. Кшемыш, где они приурочены к полосе кристаллических сланцев, прослеженной на протяжении свыше 10 км. Графит чешуйчатый, залегают в слюдяных сланцах, гнейсах и известняках в виде линз мощностью до 1 м. В моренах и осыпях, особенно в левой составляющей р. Кшемыш, А. Ф. Соседко (1934) отмечает большое количество («сотни, может быть, тысячи тонн») отсортированного высококачественного графита. Содержание графита в отдельных кусках достигает 75—90%.

Е. Д. Полякова (1934) отмечает графитоносные пегматиты с крупными, до 4 мм, но очень рассеянными чешуйками графита в Гармском районе Таджикской ССР, на правом берегу сая Сурх-дара близ кишлака того же наименования (южный склон Гиссарского хребта). Пегматиты залегают в гранито-гнейсовых сильно ожелезненных породах с частыми линзами известняков и сланцев.

[А. В. Нечаев, 1915; Д. П. Сердюченко, 1933; А. Чистяков, 1933; А. Ф. Соседко, 1934; Е. Д. Полякова, 1934.]

Западная Сибирь

Известно 24 месторождения. Все они образовались в результате метаморфизации минеральных углей и углистых сланцев. Наиболее значительные и подробно изученные из них расположены в Тунгусском угленосном бассейне.

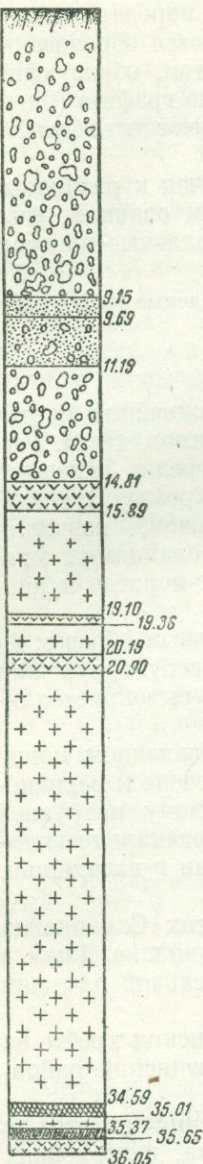
Угли этого бассейна принадлежат к ангарским и енисейским отложениям. Угли енисейских отложений древнее и, благодаря более глубокому залеганию и участию в складчатых дислокациях, сильнее метаморфизованы. Во многих местах они подверглись контактному влиянию интрузии траппа, что иногда влекло за собой превращение угля в графит. Свойства образовавшегося графита различны в зависимости от условий залегания. Кроме расстояния от интрузивной массы, существенное значение имеют породы, отделяющие его от траппа, и залегание висячем или лежащем боку интрузии. В лежащем боку, где контактное влияние меньше, графит обычно мягче, чем в висячем. При непосредственном соприкосновении с интрузивной уголь переходит в твердое коксоподобное тело, не имеющее свойств промышленного графита.

Условия образования графита из углей недостаточно выяснены. Несомненно, что, кроме высокой температуры, важную роль играл газовый режим реагирующей магмы.

Возраст тунгусской свиты, по М. Залесскому, пермский или верхнекаменноугольный. Появление интрузий траппа относится ко времени отложения ангарской свиты, но извержения происходили позднее.

Курейское, самое крупное и хорошо изученное месторождение, находится на р. Курейке, впадающей в Енисей справа, в 1770 км от г. Красноярска. Оно расположено на обоих берегах Курейки, в 100 км от ее устья. Окрестности сложены, главным образом, осадочными породами, которые имеют слабую складчатость. Эти породы прорваны интрузиями траппа, имеющими форму межпластовых линз.

Строение месторождения, по данным разведки 1931 г., следующее (фиг. 3). Почвой графитового сланца служит интрузия траппа, которую р. Курейка пересекает вкрест простиранию. Вдоль контакта графитового сланца с траппом имеется пластообразная жила мраморовидного кальцита, мощностью около 1 м, которая к северу выклинивается; кальцит в жиле голубоватый и при раскалывании издает запах органических сернистых соединений. В нем имеются включения пирита, пирротина и медного колчедана. В альбандах жила особенно богата этими минералами. От главной жилы в толщу графитового пласта проходят тонкие ответвления.



- ++ Графит
- ▨ Графит. сланец
- ▽ Трапп
- ▨ Мрамор
- ⊕ Речник
- ▨ Плывун с галечником
- ▨ Плывун

Фиг. 3. Профиль месторождения графита на р. Курейке. По В. Чайковскому.

Пласт графитового сланца не однороден и в нем имеются прослои с различным содержанием графита от 40 до 92%. Пласт рассечен по всевозможным направлениям дайками траппа, мощностью около 1 м; трапп очень мелкозернистый и сильно трещиноват. Трещины нередко

заполнены цеолитом, кальцитом, пиритом и халцедоном. Очень характерна скаполитизация траппа.

Мощность графитового пласта в среднем 15 м. Кровля его образована графитовыми сланцами, поверх которых залегает песчаник. Здесь трапп встречается редко. Еще выше лежит рыхлая глинистопесчаная порода с валунами и галькой. Вся свита имеет почти горизонтальное залегание.

Курейский графит принадлежит к плотной скрытокристаллической разновидности, содержит включения пирита, кальцита и в очень небольших количествах магнетита, апатита и рутила. По всей массе равномерно распределены силикатные минералы, которые вследствие чрезвычайно тонкой раздробленности не поддаются определению; судя по химическому анализу, это магниевые минералы и гидросиликаты, возможно, принадлежащие к группе талька и каолинита.

Кристаллы графита субмикроскопичны, ориентировка их базиса, как это показывает рентгенографическое исследование, параллельно плоскости сланцеватости несовершенная. Эта дисперсная структура курейского графита обуславливает его высокую горючесть и малую скользкость (жирность).

Кроме Курейки месторождения графита того же типа имеются по трем другим правым притокам Енисея — рр. Бахте, Фатьянихе и Нижней Тунгуске. Известные с 1850 г., эти месторождения впервые стали разрабатываться купцом М. К. Сидоровым с 1861 г. До последнего времени эксплуатация носила случайный характер, и только с открытием регулярного судоходства по северному морскому пути через Карское море туруханские графиты приобрели крупное промышленное значение. В результате разведок последнего десятилетия здесь установлены колоссальные общие запасы графита — до сотни миллионов тонн.

Курейские графиты с успехом могут быть использованы в электротехнике, в карандашном, литейном, красочном и др. производствах, а также в антинакипных препаратах.

[Н. И. Савельев, 1925; Н. П. Яхонтов, 1925; В. К. Чайковский, 1931; С. Обручев, 1932 и 1933; В. С. Веселовский и В. К. Чайковский, 1933; Л. М. Шорохов и др., 1933; Ю. А. Краснов, 1934.]

Восточная Сибирь

Известно 26 месторождений очень различных по происхождению и характеру. В Саянах преобладают жильные и штоковые месторождения плотнокристаллических графитов. На Байкале известны жильные месторождения и равномерное включение отдельных чешуек графита в кристаллических известняках. Реже встречаются метаморфизованные углистые сланцы.

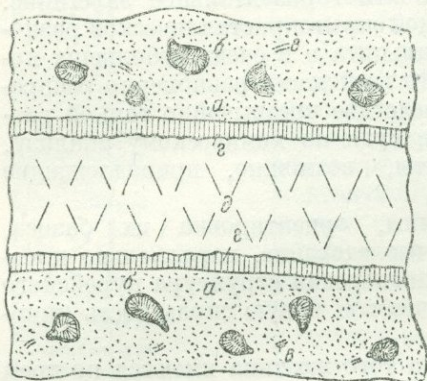
Ботогольское месторождение (Алиберовский голец) находится в западной части Бурят-Монгольской АССР, в 400 км к З от Иркутска и около 180 км к Ю от ст. Зима Восточно-Сибирской ж. д.

Ботогольский голец, принадлежащий с.-з. оконечности Китайского кряжа, вытянут в с.-з. направлении и имеет округлую вершину; длина 6 км, поперечник 2 км, абсолютная высота 2358 м, относительная 400—500 м над речкой Ботогол.

Голец и его ближайшие окрестности сложены метаморфизованными известняками, докембрийскими (протерозойскими) сланцами, гранитами и нефелиновыми сиенитами более молодого возраста. Среди сиенитов на вершине и склонах гольца находятся отдельные залежи графита в виде штоков, гнезд и неправильных жил. Эти залежи имеют различную величину. Они располагаются или в непосредственном соседстве, или поблизости от известняков. Кроме того, графит рассеян в виде чешуек в пироксеновом и биотитовом сиенитах и сопровождается пегматитами. Сопутствующие минералы: микроклин, эгирин, авгит, альбит, микроклин-микропертит, каль-

цит, титанит. Содержание графита в сиенитах от 15 до 40%. Чешуйчатый графит в сланцах на склонах гольца, несомненно, образовался вследствие метаморфизации органических остатков.

Графит в штоках плотно кристаллический, среднее содержание его в породе 60—80%. Происхождение графита связано с метаморфизацией органических (углистых) остатков и с ассимиляцией гранитовой породой самих известняков с образованием при этом графита за счет диссоциации углекислого кальция и затем двуокиси и одноокиси углерода.



Фиг. 4. Прожилки полевого шпата с биотитом и пироксеном в графите Ботогольского гольца. По А. Лабунцеву и Е. Костылевой.

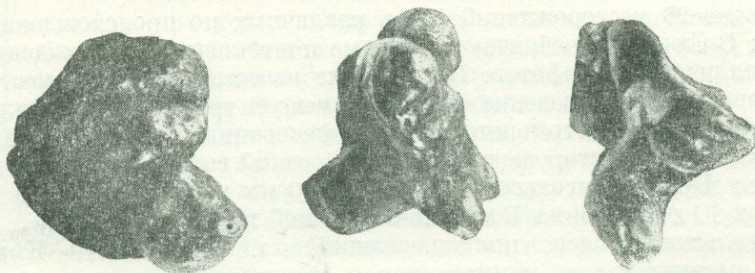
a — плотный графит; *b* — каплевидные образования графита; *z* — трубковидные образования графита; *z* — оторочки листоватого графита; *d* — прожилки.

В массе графита имеются мелкие пегматитовые инъекции (фиг. 4) и отдельные включения мелких зерен микроклина, нефелина, эгирип-авгита, кальцита и др. Кристаллы графита имеют местное упорядоченное расположение характерного вида: сферолитовое, осевое и реже волокнистолучевое.

Чрезвычайно характерны каплевидные включения, наблюдаемые в массе графитового штока, преимущественно в краевых зонах (фиг. 5). Они имеют форму нитевидных телец с закругленными концами, более толстых цилиндриков, у которых один конец закруглен, а другой раздут в головку, и неправильных шариков. Эти тельца имеют корочку, состоящую из чешуек графита, расположенных тангенциально к их поверхности. Внутренняя часть их состоит из радиально расположенных крупных кристаллов графита (фиг. 6).

Описанные образования представляют большой интерес для выяснения генезиса месторождения, так как подобные тела известны только при кристаллизации жидкой среды; с другой стороны, скопления их чрезвычайно напоминают органические остатки.

Описанные образования представляют большой интерес для выяснения генезиса месторождения, так как подобные тела известны только при кристаллизации жидкой среды; с другой стороны, скопления их чрезвычайно напоминают органические остатки.



Фиг. 5. Каплевидный графит с Ботогольского гольца. Коллекция Музея Академии Наук.

Если считать, что месторождение образовалось в результате ассимиляции магмой осадочной породы, богатой углеродом, и последующего всплывания графита на поверхность магматического расплава, то возможно, что вслед за основной массой графита поднимались отдельные капли и струи жидкого углерода, которые затвердевали на пути.

Затруднения этой теории, очевидно, сводятся к высокой температуре плавления графита (3850°). Однако надо иметь в виду, что эта температура может быть сильно понижена вследствие растворения в графите карбидов

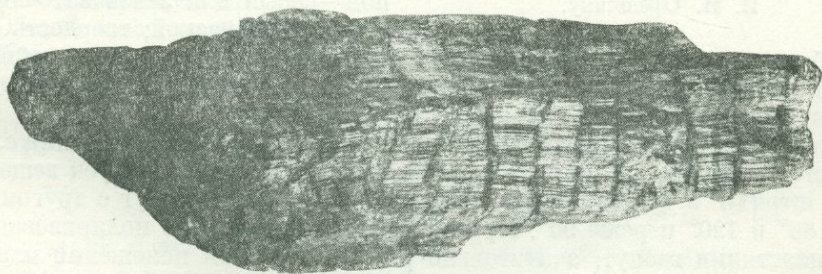
и высокого давления (повышение давления должно понижать температуру плавления графита, так как плотность его меньше, чем плотность жидкого углерода). Графитовые капли легко получаются при нагревании в электрической печи смеси угля с минеральными веществами. Температура при этом может быть значительно ниже 2000° .

Очень характерна также дровидная форма штуфов ботогольского графита, которые похожи на обломки черного окаменевшего дерева с хорошо сохранившимися волокнами древесины (фиг. 7). Они имеют волокнистую структуру, сложенную из тонких вытянутых по оси a кристаллов, которые ориентированы параллельно друг другу, но повернуты на произвольные углы вокруг оси волокна.

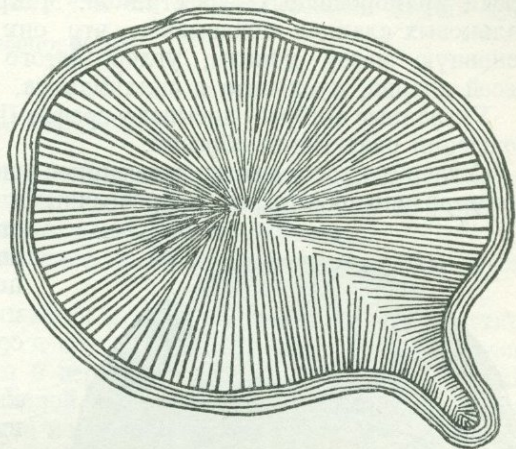
Плотное сложение и своеобразная ориентировка кристаллов ботогольского графита обуславливают его специфические свойства, значительно отличающие его от других графитов. Отрицательной чертой является его пониженная жирность.

Месторождение стало известно в 30-х годах XIX столетия и разрабатывается с перерывами до настоящего времени. Графитоносные породы, содержащие чешуйчатый графит, пока не разрабатываются из-за тяжелых транспортных условий.

[А. Ячевский, 1899; Е. Е. Костылева и А. Н. Лабунцов, 1925; Б. М. Куплетский, 1925; Л. Л. Иванов, 1927; Б. П. Некрасов, 1928; А. В. Волин, 1930; И. И. Орешкин, 1931; Н. Д. Соболев, 1931; В. С. Веселовский и К. В. Васильев, 1934.]



Фиг. 7. Дровидный графит с Ботогольского гольца. Коллекция Музея Академии Наук.



Фиг. 6. Строение ботогольского каплевидного графита. По Е. Костылевой и А. Лабунцову.

Забайкалье

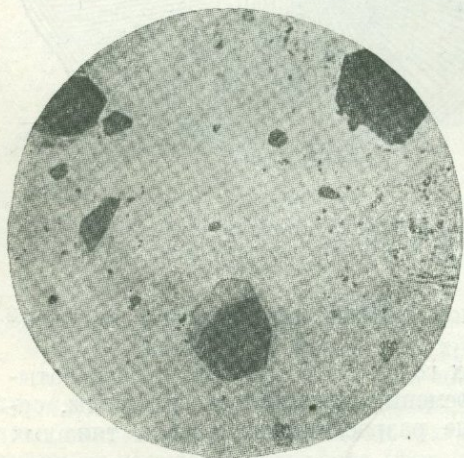
Известно 19 месторождений в Сретенском графитоносном районе. Они приурочены к гнейсам и имеют значительное сходство с украинскими. Графитоносность района почти не изучена, хотя многое указывает на то, что здесь удастся найти промышленные запасы чешуйчатого графита.

Наиболее разведанные месторождения находятся к Ю от р. Шилки, по ее правому притоку — р. Куренге: участки у с. Большого Тантайского, у курорта Шееви, с. Мироновского, с. Даяконского, на р. Алашер и др.

Очень интересные минералогического характера данные по Шевиинскому и Тантойскому месторождениям, находящимся в 60 км к Ю от г. Сретенска, были получены П. П. Филипенко и И. И. Орешкиным. Графитоносные участки располагаются преимущественно в тальковых сланцах среди мраморовидных известняков. Микроскопическое изучение графитотальковых сланцев показывает, что они состоят из талька, слагающего основную массу породы, углеродистого вещества и незначительных примесей кварца, мусковита и силлиманита.

Указанные авторы описывают графит Шевиинского и Тантойского месторождений следующим образом:

«Углеродистое вещество, рассеянное в породе неравномерными сгустками, представлено обычными непрозрачными пластинками и комочками собственно графита, а также просвечивающими в разной степени прозрачности чешуйками, выросшими в тальк и сросшимися с пластинками несомненного графита» (фиг. 8).



Фиг. 8. Микрофотография прозрачного графита из Шевиинского и Тантойского месторождений. По П. П. Филипенко и И. И. Орешкину.

«По форме прозрачные пластинки углеродистого вещества имеют вид неправильных многоугольников с ровно обрезанными краями, соответствующими граням кристалла. Среди пластинок встречаются большей частью шестиугольники. Края их иногда загнуты и наложены на несмятую часть пластинки, отчего она становится менее прозрачной».

По физическим свойствам и внешнему виду прозрачные пластинки очень напоминают обычный чешуйчатый графит; цвет от железо-черного до темносерого (под микроскопом — серый или зеленовато-серый) с ровной окраской; твердость низкая, обладает мажущими свойствами; с дымящей азотной кислотой обнаруживает реакцию Броди (вспучивается); уд. вес 2.15; показатель преломления находится в пределах 1.98—2.03 (для красных лучей).

«Поверхность пластинок большей частью ровная, иногда пластинки слабо волнисто изогнуты. На поверхности некоторых двоянных чешуек вещества видны штрихи в форме ровных линий, пересекающихся друг с другом под углом 60° и 120° и реже 90° . При скрещенных николях в поляризованном свете пластинки гаснут; значительно реже, при косом положении пластинок, можно наблюдать четырехкратное погасание и просветление при полном повороте на 360° ; иногда можно констатировать одновременное просветление соседних частей одной и той же пластинки, соединенных (двойниковыми) швами».

Пластинки с входящими углами, повидимому, представляют двойниковые сростки: изредка наблюдались сростки, напоминающие «ласточкин хвост» двойников гипса.

Рентгенометрическое изучение показало, что атомное строение этих прозрачных пластинок ничем не отличается от типичного графита.

Химические анализы показывают содержание углерода в среднем 97%.

Отличием этих пластинок от чешуек типичного графита, кроме прозрачности, является также сравнительно легкая их окисляемость (при температуре 260° вместо 400° для типичного графита), и в этом отношении прозрачная

разновидность графита сходна с шунгитом, воспламеняющимся при температуре 300°.

По мнению П. П. Пилипенко и И. И. Орешкина, «месторождения графито-гальковых сланцев, содержащие прозрачные чешуйки графита, должны встречаться гораздо чаще, чем это констатировано до сих пор».

[П. П. Пилипенко и И. И. Орешкин, 1936.]

Дальний Восток

Здесь можно выделить Амурскую группу (18 месторождений) и Уссурийскую (16 месторождений). На севере, кроме того, имеется еще 13 точек нахождения графита, которые, однако, совсем не обследованы.

Промышленный интерес в настоящее время представляют только месторождения в Малом Хингане.

Хребет Малый Хинган пересекается р. Амуром почти вкрест простираясь. В обнажениях по р. Амуру и его притокам широко распространены графитовые гнейсы. Они имеются в верховьях речки Помпеевки, у с. Поликарповки на Амуре, по речке Белой, в 8 км выше с. Союзного, на берегу р. Амура, близ устья этой речки, и на правом берегу речки Малая Самара. На С от этих точек, по р. Бире и по выемкам железной дороги, также известно несколько месторождений.

Наиболее мощны и богаты графитом гнейсы по речке Белой. Здесь левый берег Амура представляет гористое плато, сложенное кристаллическими сланцами и известняками, которые прорваны интрузиями перматитов и диорита.

Среди них на высоте 300 м над уровнем Амура залегает 7 пластов графитовых сланцев, общей мощностью около 300 м. Среднее содержание графита 15—17%.

Вмещающими породами являются также графитовые сланцы, но более бедные графитом. Отдельные чешуйки графита попадаются и в слюдястых сланцах.

Графит мелко чешуйчатый, чешуйки тонкие, расщепленные, обычно сильно деформированы.

Общий запас графитоносных пород очень велик.

Испытания концентратов хинганского графита показали их очень высокие технические качества.

[В. С. Реутовский, 1905; Э. Э. Анерт, 1928; М. А. Павлов, 1927; С. С. Смирнов 1928; И. И. Орешкин, 1933.]

Изучение и промышленное освоение новых отечественных месторождений графита в настоящее время имеет актуальное значение. После того как в СССР построены и освоены графитовые предприятия первой очереди, вновь нарастает дефицит в графитовом сырье, вызванный быстрым ростом потребления графита. На очереди стоит разведка новых месторождений и постройка на них обогатительных заводов. Задачи исследователей в данный момент сводятся к тому, чтобы тщательно обосновать выбор из многочисленных известных месторождений таких, которые подлежат эксплуатации в первую очередь. Географическое расположение наиболее крупных месторождений во многом не удовлетворяет промышленность. С другой стороны, некоторые промышленные районы, как Урал, не имеют своего явнокристаллического графита. Поэтому одновременно с изучением естественных месторождений возникает вопрос об организации в СССР производства искусственного графита.

ЛИТЕРАТУРА

- Анерт Э. Э. Богатство недр Дальнего Востока. Владивосток, 1928, 1—932.
- Байматов Ц. Залежи графита в Драговской долине. Советское краеведение на Северном Кавказе. Ростов на Д., 1932, 45—46.
- Безбородько Н. И. Графито-железо-каолиновые месторождения в Первомайскому., Одесской губ. Изв. укр. отд. геол. ком., 1925, 6, 179—193.
- Богданович В. В. Боевское месторождение графита на Урале. Мин. сырье, 1935, 5, 9—15.
- Богданович В. В. и Миндюк И. Ф. Минеральные ресурсы Урала. Свердловск, 1934, 453—458.
- Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. I, М., 1927, 342.
- Вернадский В. И. и Шкляревский А. О. О шаровых выделениях графита из Ильменских гор. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1900, 14, 3, 917.
- Веселовский В. С. и Васильев К. В. Рентгенографическое исследование дисперсной структуры графитовых тел. Журн. физ. хим. 1934, 8, 982—994.
- Веселовский В. С. и Чайковский В. К. Исследование образца графита Ногинского месторождения на р. Нижней Тунгуске. Мин. сырье, 1933, 2, 36—38.
- Волин А. В. О графите корнелевского месторождения. Мат. по геол. Сибири. Иркутск, 1930, 2, 71—73.
- Волков М. С. Южно-Уральский угленосный бассейн. Мин. ресурсы Урала. Свердловск, 1934, 359—375.
- Гордиенко М. А. Разведочные работы на графитсодержащие сланцы в Миасском районе на Урале. Горн. журн., 1927, 9, 573.
- Гурвиц П. А. Графит, его свойства и применение. Харьков, 1931, 1—117.
- Дубына И. В. Завальевское месторождение графита на 1932 г. Мин. сырье, 1933, 1, 53—58.
- » Генетические, стратиграфические и морфологические свойства Украинских месторождений графита и их промышленные типы. Мин. сырье, 1934, 4, 14—22.
- Дубяга Ю. Г. Краткий очерк графитовых месторождений (Петровского, Бабенковского и Водянского). Тр. Всесоюзн. геол.-развед. объедин. 1933, 294, 114—116.
- Заварицкий А. Н. Некоторые из образцов пород графитовых месторождений. Зап. Горн. инст., 1908, 1, 4, 295.
- Иванов Л. Л. К минералогии и петрографии Алиберовского графитового рудника. Зап. Днепропетр. горн. инст., 1927.
- Карпинский А. П. О некоторых метаморфических породах Урала. Горн. журн., 1887, 5, 270—280.
- Костылева Е. Е. и Лабунцов А. Н. К минералогии ботокольского гольца. Мат. к изуч. естеств. произв. сил СССР, 1925, 55, 93—105.
- Краснов Ю. А. Полезные ископаемые Западно-Сибирского края, т. 2. Новосибирск, 1934, 71—73.
- Куплетский Б. М. Петрографический очерк Алиберовского месторождения графита. Мат. к изуч. естеств. произв. сил СССР, 1925, 55, 41—92.
- Лабунцов А. Н. Описание Алиберовского графитового рудника. Мат. к изуч. естеств. произв. сил СССР, 1925, 55, 38—40.
- Лавровиц Н. С. Кошаро-Александровское месторождение графита. Мин. сырье, 1929, 1, 57—68.
- » Приазовский графитоносный район. Мин. сырье, 1930, 5, 647—678.
- » К вопросу о генезисе Украинских месторождений графита. Мин. сырье, 1931, 3, 249—257.
- Лавровиц Н. С. и Гуляева А. В. Прибугский графитоносный район. Мин. сырье, 1929, 7, 794—826.
- Лучицкий В. И. Вопросы стратиграфии и тектоники Украинской кристаллической полосы. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1930, 8, 3—4, 197—270.
- Некрасов Б. П. Алиберовское месторождение графита. Мин. сырье, 1928, 3, 163.
- Нечаев А. В. Месторождение графита на севере Зайсанского уезда. Изв. Геол. ком., 1915, 34, 483—486.
- Обручев С. В. Тунгусский бассейн. Тр. Геол. развед. объедин. 1932, 164, 1—242; 1933, 178, 1—353.
- Оверов К. Н. Графит. Курс нерудных месторождений. 1934.
- Орешкин И. И. Графит в верховьях р. Ермы в бассейне р. Ангары. Мин. сырье, 1931, 5—6, 541—546.
- » Ботокольское месторождение графита. Мин. сырье, 1931, 8—9, 795—813.
- » Срегенские месторождения графита. Мин. сырье, 1933, 2, 5—22.
- Павлов М. А. О месторождениях графита в ДВК. Мат. по геол. и полезн. ископ. Д. Востока, 1927, 50, 48—50.
- Полезные ископаемые Казахстана. Материалы по библиографии за 1752—1929 гг. М.—Л., Геол. изд., 1931, 1—240.

- Пилипенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томск. унив., 1915, **62**, 318.
- Пилипенко П. П. и Орешкин И. И. Изучение прозрачных пластинок тонкочешуйчатого графита. Сб. Акад. Наук, посвящ. акад. Вернадскому, 2. М. 1936, 723.
- Половинкина Ю. И. Материалы к характеристике графитового месторождения балки Власовой. Мат. по общ. и прикл. геол., 1929, 134, 1—35.
- Полякова Е. Д. Некоторые данные по петрографии и геохимии Центрального Таджикистана. Тр. Тадж.-Памир. экспед. 1934 г., 14, 57—119.
- Реутовский В. С. Полезные ископаемые Сибири. СПб., 1905.
- Савельев Н. И. Фатьянское графитовое месторождение. Горн. журн., 1925, 10, 848.
- Сердюченко Д. П. Старо-Крымское месторождение графита. Мин. сырье, 1927, 5—6, 348.
- » О генетических отношениях графита Старо-Крымского месторождения Мариупольского округа в связи с общей проблемой графитообразования на Украине. Изв. Донск. политехн. инст., 1930, 14, 17.
 - » Полезные ископаемые Северо-Кавказского края и проблема их практического использования. Ростов на Д., 1932, 1—64.
 - » Графит. Справочник по полезным ископаемым Северо-Кавказского края. Ростов на Д., 1933, 88—92.
 - » Старо-Крымский графитоносный район. М. Изд. Всесоюз. инст. мин. сырья, 1935, 1—120.
- Сердюченко Д. П. и Искюль Е. В. Нонтрониты из месторождений Балтарак и Саменбет в Казахстане. Зап. Мин. общ. (2), 1933, **62**, 1, 103—110.
- Смирнов С. С. Материалы к геологии и минералогии Ю. Прибайкалья. Мат. по общ. и прикл. геол., 1928, 83, 1—75.
- Соболев И. И. и Веселовский В. С. Месторождение графита близ с. Полтавка. Мин. сырье, 1933, 7, 45—51.
- Соболев Н. Д. Архутское месторождение графита. Мин. сырье, 1931, 4, 358—370.
- Соседко А. Ф. Полезные ископаемые Туркестанского хребта. Тадж.-Памир. экспед. 1933, 58.
- Степанов П. И. Месторождения графита в России. Сб. «Естеств. произв. силы России». Пг., изд. КЕПС Акад. Наук, 1919, 4, 21.
- Танатар И. И. О месторождении графита близ с. Кошары Александровские, Подольской губ. и о генезисе графита в южнорусской кристаллической полосе. 1918.
- Терсков Д. Я. Месторождения графита Сергипольского района Казахской АССР. Мин. сырье, 1930, 7—8, 1020—1032.
- Тимофеев В. М. К генезису прионежского шунгита. Тр. Ленингр. общ. естеств., отд. геол. и мин., 1924, 54, 4, 39—53.
- » Гюмбелит в окрестностях с. Шунги. Тр. Ленингр. общ. естеств., отд. геол. и мин., 1925, 55, 1, 95.
- Титов А. Г. Графит с речки Черемшанки в Ильменских горах. Тр. Ильменского заповед. Урал. (фил.) Акад. Наук, 1937, 5, 65.
- Труды I Карельской геолого-разведочной конференции. Л., 1933, 1—121.
- Царапкин В. Е. Месторождение графита среднего течения р. Берды. Мин. сырья 1930, 9, 1236—1240.
- Чайковский В. К. Разведка месторождения графита на р. Курейке в 1930 г. Мин. сырье, 1931, 2, 141—150.
- Чистяков А. Н. К генезису графитового месторождения в горах Кульжук-Тау. Освед. бюлл. н.-исслед. работ Средазгеоразведки, 1933, 2, 3, 3—11.
- » Неметаллические полезные ископаемые. Тр. и мат. I конфер. по изуч. производит. сил Узбекистана, 1933, 2, 151—164.
- Чхотуа Г. Графит. Сб. Мин. ресурсы Грузии. Тифлис, 1933, 179—185.
- Чирвинский В. Н. Графиты Украины. Изв. Киев. политехн. инст., 1924.
- Шапиро И. А. Месторождение графита у с. Троицкого Бердянского района УССР. Мин. сырье, 1924, 1, 69—84.
- Шорхов Л. М. и др. Каменноугольные и графитовые месторождения в низовьях Н. Тунгуски. За индустр. Совет. Востока, 1933, 3, 136—154; Мат. по изуч. Сибири, 1933, 4, 25—65.
- Шубникова О. М. (ред.) Литература о минералах Юж. Урала. Минералогия СССР, сер. В. 1933.
- Яхонтов Н. П. Материалы о туруханском графите. Мат. к изуч. естеств. производит. сил СССР, 1925, 55, 10—37.
- Ячевский Л. Алиберовские месторождения графита на Ботогольском гольце. Геол. исслед. по линии Сиб. ж. д., 1899, 11, 19—47.
- Ko p o b j e w s k i S. Ueber eine feste Lösung von Eisen in Graphit. Z. f. Krist., 1929, 72 381—397.
- M o r o z e w i c z J. Le mariupolite et ses parents. Warszawa, 1929.
- S e r d j u t s h e n k o D. Ueber die Nontronite aus zwei südrussischen Graphitlagerstätten. Cbl. f. Min., Abt. A, 1929, 1, 47—55.

О. М. ШУБНИКОВА

ШУНГИТ — SCHUNGITE

С

Назван по местности Шуньга (Шунга) Карельской АССР.

Впервые подробно описан А. Иностранцевым, разгадавшим его отличную от углей природу.

Физические и химические свойства. Шунгит представляет собой физическую разновидность гексагональной модификации углерода и принадлежит к группе антраколитов, образующихся в результате коксования в замкнутом пространстве.

Цвет черный. Черта черная, слабоблестящая. Блеск алмазно-металлический. Излом раковистый. Тв. 3.5—4. Уд. вес 1.84—1.98. Электропроводность близкая к таковой у графита.

По рентгенографическому исследованию шунгит обнаруживает признаки графитовой структуры, хотя в антраците явление графитизации проявляется сильнее.

Химический состав шунгита — элементарный углерод (93—98% С) с небольшим количеством адсорбированных соединений Н (не больше 3—4%), N, O, S; влажность доходит до 8%. В золе содержится V, Ni и Mo в количестве, привлекающем внимание промышленности; также содержится иногда W, Se, As. Спектроскопически обнаружены Co, Ti, Mg, Sr, Cu, Cr, Zr, Rh, Ru и Pt.

Шунгит обладает свойствами высших антрацитов как по составу, так и по отношению к нагреванию (не дает жидкого дистиллята), но генетически принадлежит к битуминозным веществам и отличается от углей жильным характером залегания. Под названием шунгит часто понимают осадочные породы в пластовом залегании, пропитанные шунгитовым веществом.

П. п. тр. растрескивается и сгорает чрезвычайно трудно. Крепкие кислоты — H_2SO_4 и HNO_3 окисляют тонкий порошок шунгита лишь при очень длительном кипячении, причем серная кислота не окрашивается (отличие от антрацита). При окислении азотной кислотой, марганцовокислым калием или при анодном окислении в щелочной среде образуется меллитовая кислота (до 14.5%). Действие азотной кислоты с бертолетовой солью не приводит к образованию графитовой кислоты (отличие от графита).

При гидрировании водородом при высокой температуре и под большим давлением дает метан.

Условия нахождения в природе. Шунгит залегает обычно на контакте известняков или доломитов с изверженными породами (диабазами или гранитоиднейсами). В Шунгском месторождении он сопровождается кальцитом, кварцем (3 или аморфным), иногда пиритом, окислами железа, гюбелитом.

Условия образования шунгита не вполне ясны. По этому вопросу высказывалось несколько различных точек зрения, из которых пока еще ни одна не является общепризнанной. Не исключена возможность того, что шунгит образуется за счет каустобиолитов или карбонатных пород влиянием интрузий магм, как продукт распада возгоняющихся газообразных углеводородов.

Кроме того, углерод типа шунгита образуется также при каменноугольных пожарах среди природного кокса.

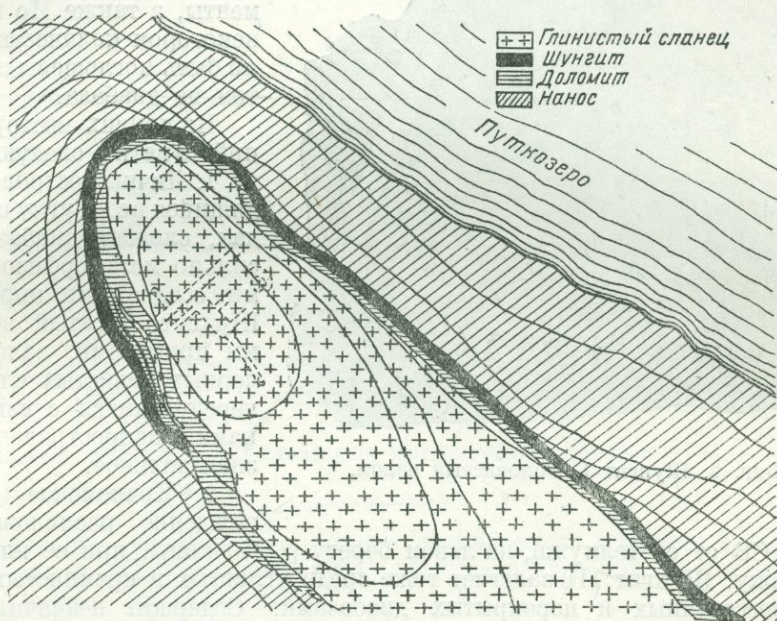
Искусственное получение. Прямых опытов по искусственному получению шунгита не имеется. К шунгиту весьма близок по свойствам и способу образования «блестящий углерод» (Glanzkonlenstoff), изученный У. Гофманом (U. Hofmann, 1926, 1930 и 1932) и полученный пропусканием углеводородных паров через раскаленные трубки.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Карелия

Шунгское месторождение находится на территории Заонежского полуострова, между озерами Путкозеро и Валгмозеро, близ с. Шунги, в 1,5 км от Онежского озера (фиг. 1). Это месторождение было известно еще в XVIII столетии. Более детальному изучению оно подверглось в последнее время.

Схема напластования пород в окрестностях следующая: сверху лежат диабазы, снесенные во многих местах ледниками, ниже — черные сланцы, частично окварцованные; под ними — пласт буро-черного доломита, еще ниже залегает мощный пласт шунгита (около 5 м), подстилаемый снова доломитом. Небольшие пропластки доломита встречаются и в самом шунгите.



Фиг. 1. Схематический чертеж Шунгского месторождения.

Месторождение образовалось в результате воздействия диабазов на подстилающие их битуминозные карельские отложения докембрийского возраста.

В месторождении различают четыре разновидности шунгита.

Шунгит I является наиболее чистым углеродистым веществом и обладает всеми описанными выше свойствами минералогической разновидности (фиг. 2). Он встречается в виде небольших прожилков, линзочек и линзообразных тел, мощностью в несколько десятков сантиметров, среди углистых пород (состоящих преимущественно из шунгита II). Иногда в виде тонких прожилков вместе с кварцем и кальцитом наблюдается в доломитах и метаморфических породах (так называемых лидитах). Условия его залегания и низкая зольность говорят за его антраксолитовую природу, как продукта полимеризации и коксования каустобиолитов при высокой температуре в процессе их метаморфизма.

Шунгит II в виде полублестящих масс черно-серого цвета наблюдается в значительно больших количествах. Залегает пластами до 4 м мощностью. Содержание углерода в нем 59—70%, золы — до 24—32%.

Шунгит III — матовый, содержит в среднем около 40% С и до 60% золы. Цвет темносерый. Количество его меньше, чем во второй разновидности.

Шунгит IV — землистая или сажистая разновидность, приближающаяся к графиту.

Диабазы в этом районе также содержат включения углистого вещества, близко напоминающего шунгит.

Для золы шунгитов характерно содержание V, Mo, Cu, Ni и Ti, но еще не выяснено, как накопились они в шунгите. Допускают, что V и Cu так же, как C, K, Na и S, имеют биогенное происхождение.

С другой стороны, в диабазах содержатся V, Cu и Ti и включения графитоида; следовательно, эти элементы, а также Mo и Ni в некотором количестве могли быть поглощены шунгитом из диабаза.

Из других месторождений отметим следующие:

1. Личный остров, находящийся в с.-з. углу оз. Санда, сложен диабазами и сильно метаморфизованными осадочными породами. Шунгит, богатый зольными примесями, залегает в черных углистых сланцах, чередующихся с известняками. Распространение незначительное.

2. Кочкомское месторождение расположено в

24 км к СВ от с. Челмужи, на левом берегу р. Кочкомы, при ее впадении в р. Пажу. Шунгит III залегает тоже среди углистых и кремнистых сланцев, пересеченных и перекрытых диабазами. Содержит незначительное количество V_2O_5 . Практического значения месторождение не имеет.

Кроме того, известен ряд месторождений черных глинистых сланцев — Челмужанское, Талвуйское, Туломозерское от с.-в. берегов Онежского озера до финляндской границы (В. В. Мокринский, 1932); имеются указания на нахождение близких шунгиту пород также и в Финляндии (H. Winter, Glückauf, 1924, 60, I, 1).

В. И. Вернадский полагает, что месторождения шунгитов в СССР, несомненно, многочисленны, но они или вовсе не отмечены, или указываются как месторождения других минералов.

[В. М. Тимофеев, 1924; В. И. Крыжановский, 1931; Голубев, 1932; Тр. I Карельской конференции, 1933 г.]

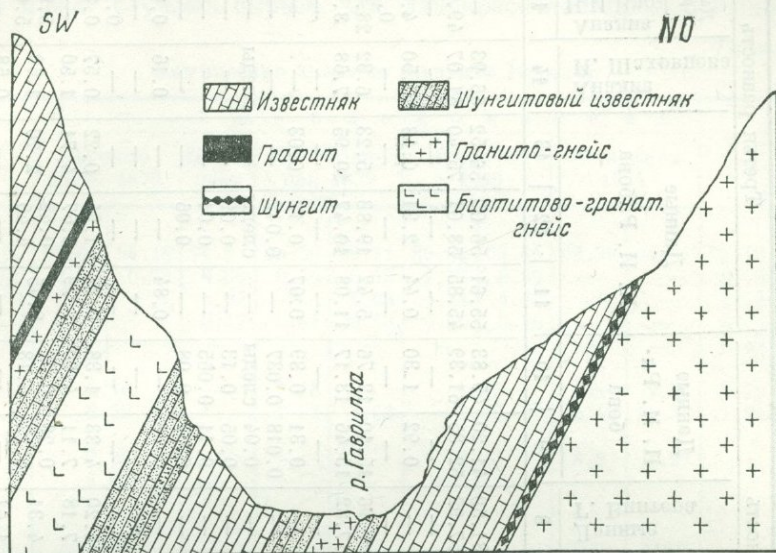
Бурят-Монголия

Архутское графитовое месторождение находится в Кыренском аймаке, к С. от д. Гужиры, на левом берегу р. Архута (правом притоке р. Китоя). Шунгит залегает в известняке, на контакте известняков с гранитогнейсами. Иногда шунгит встречается в виде пропластков, а иногда в виде мельчайших зернышек, рассеянных в метаморфизованном известняке. В этом же известняке находятся прожилки крупнокристаллического чешуйчатого графита, диопсид, волластонит, скаполит, канкринит и пирит.



Фиг. 2. Шунгит I. Раковистый излом.

Шунгит встречается также по р. Гаврилке, притоку р. Архута. Схематический разрез через р. Гаврилку и ксенолит известняка показаны на фиг. 3 и 4. Промышленного значения эти месторождения не имеют.



Фиг. 3. Схематический разрез через р. Гаврилку, приток р. Архуты (правого притока р. Китой).

Выход шунгитового пласта в 0.5 м мощностью обнаружен также в 7—9 км от поселка Цаган-Гун, но месторождение не разведано. Месторождение аналогично Архутскому.

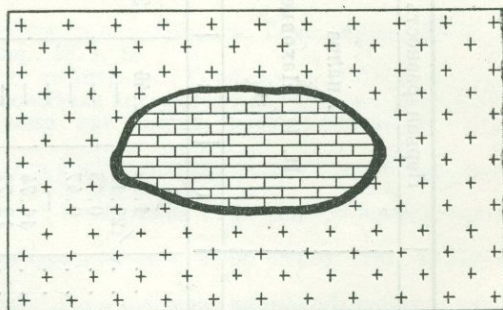
В Сибири шунгит был указан под именем природного кокса.

[Н. Д. Соболев, 1931.]

К шунгиту чрезвычайно близок антракослит, найденный на мысе Педра-Кара в Кондопожской губе, близ села Суйсары и в некоторых других местах на с.-з. побережье Онежского озера. Встречается в пустотах миндалевидного порфира и в полостях между подушками шаровых лав, совместно с халцедоном и кварцем, причем наблюдается зональное чередование халцедона, антракослита и кварца. Состав: зольность 0.45%, влага 7.73%, С 98.77%, Н 0.25%, N 0.15%, O+S 0.83%. Генезис не выяснен.

[В. М. Тимофеев, 1924.]

Шунгит может быть использован: 1) в качестве топлива в специально приспособленных для него топках, 2) как заменитель кокса в производстве желтого фосфора, 3) как сырье для извлечения ванадия, молибдена и силика-



+ + Гранит Шунгит Известняк

Фиг. 4. Ксенолит известняка в гранито-гнейсе.

геля, причем остающийся шламм может служить материалом для изготов-

Анализ золы шуггита Карелии

Химический состав	Первая разность			Вторая разность						Третья разность						
	Анализ И. И. Шаховцева			Анализ А. В. Николаева	Анализ И. Шаховцева	Анализ Н. И. Влодавца	Анализ А. В. Николаева	Данные Г. Г. Винтера	Данные Н. И. Рябова			Данные Н. И. Рябова	Анализ И. Шаховцева	Данные В. И. Крыжановского		
														Анализ Н. И. Вло- давца	Анализ А. В. Ни- колаева	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Зольность	1.24	2.46	3.71	11.38	27.23	28.77	28.77	31.50	41.20	45.83	55.61	56.09	56.52	66.93	—	—
SiO ₂	26.16	—	—	45.98	57.66	34.66	48.93	57.92	52.35	61.39	45.85	58.01	75.40	81.07	49.02	37.71
WO ₃	0.13	—	—	—	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	0.47	—	—	0.30	1.10	0.27	0.99	—	0.92	1.30	0.44	2.31	0.48	0.50	4.44	3.23
ZrO ₂	—	—	—	нет	—	—	нет	—	—	—	—	—	—	—	0.16	нет
Al ₂ O ₃	16.74	—	—	8.88	12.71	16.81	10.16	9.96	15.10	12.76	5.42	19.83	5.23	6.32	28.94	21.64
Fe ₂ O ₃	12.72	—	—	9.94	21.59	35.89	28.82	17.82	15.46	13.17	11.08	10.47	10.95	7.68	3.42	26.12
Ce ₂ O ₃	1.33	—	—	—	следы	—	нет	—	—	—	—	—	—	—	—	нет
P ₂ O ₅	0.77	—	—	—	0.50	—	—	—	0.31	0.39	0.07	0.12	0.03	—	—	—
As ₂ O ₃	0.29	—	—	следы	0.06	—	—	—	0.018	0.037	—	0.042	—	—	—	—
MnO	следы	—	—	0.24	0.01	0.08	следы	—	0.04	следы	—	следы	—	следы	—	—
CuO	0.36	—	—	0.02	0.14	0.15	0.20	—	0.05	0.13	—	0.09	—	—	—	0.06
NiO	7.87	4.96	3.31	0.10	0.22	—	0.21	—	0.11	0.065	—	0.01	—	—	—	нет
MoO ₃	1.78	—	—	0.46	0.06	—	0.22	—	0.07	0.08	—	0.06	—	—	—	нет
V ₂ O ₅	8.43	6.11	4.12	1.60	0.74	1.54	0.89	—	0.38	—	0.84	—	—	0.16	0.08	0.06
S	—	—	—	0.39	—	—	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	0.19
BaO	—	—	—	следы	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	0.18	0.06
CaO	8.91	—	—	6.48	0.61	1.44	1.38	1.20	4.33	1.38	0.35	1.94	0.22	0.57	0.38	0.42
MgO	0.46	—	—	2.98	0.13	1.53	1.87	7.18	7.11	4.50	7.79	2.67	4.71	1.50	—	2.49
Na ₂ O	2.72	—	—	13.28	3.37	3.20	0.95	—	0.29	0.59	2.45	0.42	2.10	1.60	5.82	нет
K ₂ O	—	—	—	5.55	—	4.08	4.78	4.31	4.12	4.18	—	4.40	—	5.04	6.72	—
SO ₃	10.86	—	—	3.68	0.86	—	0.60	1.61	—	—	—	—	—	0.68	—	0.73
Сумма	100.00	—	—	99.88	99.88	99.65	100.17	100.00	100.658	99.972	74.29	100.372	99.12	100.08	97.48	99.43

ления цемента типа пуццоланового и в качестве угольных порошков для радио и телефонных микрофонов (особенно первая разность), 4) для получения электродов и карандашей из графитированного шунгита, 5) сажистая разность может служить сырьем для лакокрасочной промышленности.

Таблица 2

Химические анализы шунгита Карелии

	И с с л е д о в а т е л и										
	Лисенко 1878—1879		Нико- лаев	Иностран- цев 1879		Алексеев 1886		Тимофеев 1924		Успенский Шаховцев 1934	
С	92.02	94.18	94.2	90.50	98.11	89.82	93.45	98.79	84.91	95.13	96.80
Н	0.81	0.83	0.83	0.40	0.43	1.16	0.99	—	—	0.73	0.55
О	4.88	4.99	4.97	—	1.03	6.11	4.86	—	—	2.72	1.20
N											
S	—	—	0.17	0.41	0.43	0.70	0.70	—	—	0.99	1.01
			—	—	—	—	—	—	—	0.43	0.44
Влага . . .	5.10		—	7.76	—	1.87		1.87	7.76	4.79 ¹	6.52 ²
Зола . . .	2.22		—	1.01	1.09	2.02		0.45	11.38	1.24	1.24
Летуч. веш. в % . . .	7.96		—	—	—	8.20		8.2	7.97		
Уд. вес . .	1.84		—	—	—	—		—	—		
Теплотвор- ная спо- собность	7520		—	—	—	—		7528	7102		

¹ По способу Бертье — высушиванием при 105° в течение 70 часов.

² » » » — высушиванием при 150° в течение 720 часов.

ЛИТЕРАТУРА

- Артамонов В. С. и Кекконен А. П. Шунгит в прошлом и настоящем. Петрозаводск. Гос. изд. «Кирья», 1935, 101—104.
- Голубев П. Разведка шунгитов Шунгского месторождения в Карелии. Горн. журн., 1932, 8, 46.
- Иностранцев А. А. Новый крайний член в ряду аморфного углерода. Горн. журн., 1879, 2, 314.
- Конткевич. Описание месторождений антрацита близ с. Шуныги в Олонецкой губ., Повенецком у. Горн. журн., 1878, 3, 64—75 (с геолог. картой месторождения). То же. Зап. Мин. общ., 2 сер., 1879, 14, 188—204.
- Крыжановский В. И. Геохимия месторождения шунгита. Мин. сырье, 1931, 10—11, 955.
- Лисенко К. И. Исследование антрацита из окр. Шуныги. Горн. журн., 1877, 4, 12, 392—394. То же. Зап. Мин. общ., 1878, 13.
- » Шунгинское ископаемое горючее есть ли антрацит? Горн. журн., 1879, 2, 33—38.
- Мефферт Б. Ф. Шунгинское месторождение антрацита в Повенецком уезде Олонецкой губернии. Сб. Естеств. произв. сил России, т. IV, Ископаемые угли. 275—288.
- Мокринский В. В. Проблема шунгита и шунгитовых сланцев Южной Карелии. Вестн. Всесоюзн. геол.-развед. об., 1932, 1/2, 84—86.
- Рябов Н. И. Шунгиты Карелии. Тр. I Карельской геол.-развед. конференции. Лг. 1933, 30—35.
- Соболев Н. Д. Архутское месторождение графита. Мин. сырье, 1931, 4, 356—370 (363—364).
- Тимофеев В. М. К выяснению вопроса о происхождении аморфного углерода типа шунгита. Тр. Птгр. общ. естеств., 1916, 47, 1, 229, прот.
- Генезис Прионежского шунгита. Тр. Лнгр. общ. естеств., 1924, 53, 4, 99.
- » Шунгит карельских месторождений. Сб. Сырьевые и топливные ресурсы Лнгр. обл., 1932, 112 (анализ).
- Яхонтов Н. П. Шунгит. Справ. Полезные ископаемые Лнгр. обл. и Карельской АССР, 1933, ч. 2 — Карельская АССР, 17—24.
- » Шунгиты Карелии. Сб. Краткий очерк месторождений углей и горючих сланцев СССР (под общ. ред. Пригоровского М. М. и Блохина А. А.). 1933, 90—96.
- Hofmann u. Berg. Deutsch. Chem. Ges., 1926, 59, 2433; 1930, 63, 1248; 1932, 65, 1321.
- Winter H. Glückauf, 1924, 60, I, 1.

О. М. ШУБНИКОВА¹

СЕРА — SULPHUR

S

Сера известна в нескольких кристаллических модификациях, в коллоидальном виде, в жидком и газообразном состояниях.

На земной поверхности наиболее устойчивой твердой фазой является ромбическая α -сера; моноклинные β - и γ -сера и коллоидные разновидности редки и вследствие их неустойчивости мало известны.

Физические и химические свойства. 1. α -Сера (*α-sulphur*). Синонимы: ромбическая сера, 1-я сера Мутмана. Ромб. с. Вид симметрии $3L^2 3Pc$.² Пространственная группа $D_{2h}^{24} = V_h^{24}$. $a = 10.48$, $b = 12.92$, $c = 24.55$ Å (фиг. 1 и 2).

Отношение осей $a : b : c = 0.81309 : 1 : 1.90339$ (Кокшаров, 1874)

0.8138 : 1 : 1.9055 Goldschmidt, 1891—97

0.811 : 1 : 1.900 (Warren a. Burwell, 1935)

(110) : (1 $\bar{1}$ 0) = 78°14'; для p (111) $\varphi = 50^\circ 51'$, $\rho = 71^\circ 40'$.

Наиболее распространенные формы по Дана и Гольдшмиду: c (001), b (010), a (100), λ (210), m (110), k (120), v (013), w (023), n (011), $\$$ (031), u (103), e (101), ∞ (305), ϕ (119), ω (117), t (115), o (114), s (113), g (337), y (112), f (335), p (111), η (553), δ (221), γ (331), ϵ (551), α (313), q (131), F (151), x (133), χ (122), l (344), r (311), z (135), β (315).

Двойники по (101) с плоскостью срастания (111); иногда двойники по (011) и (110).

По рентгеновскому исследованию ромбическая сера обладает молекулярной структурой (фиг. 3), причем 8 атомов в решетке объединяются в одну молекулу. Эти молекулы образуют согнутые кольца, которые можно представить как состоящие из двух квадратов, повернутых друг к другу на 45°; в их углах находятся атомы серы и их плоскости параллельны оси [001]. Расстояние между двумя такими квадратами 1,15Å. Спайность по (001), (110) и по (111) несовершенная. Излом раковистый до неровного. Хрупкая. Растрескивается от теплоты руки. Цвет соломенно-желтый, медово-желтый, желтовато-бурый, красноватый, желтовато-серый и черный (от углеродистых примесей). При -50° почти бесцветна, при 0° бледножелтая, при 100° темножелтого цвета. Блеск на гранях алмазный, на изломе жирный и смолистый. Тв. от 1.5 до 2.5. Уд. вес от 2.05 до 2.08. Электропроводность слабая. Диамагнитна. При трении заряжается отрицательным электричеством.

Диэлектрическая константа для порошка серы при 20° С 3.62 (для алмаза 4.58, для галенита больше 81).

При атмосферном давлении и температуре 95.6° α -сера переходит в β -серу с увеличением объема. Температура плавления α -серы 112 — 115° .

Оптически положительна.

	n_p	n_m	n_g	2 V (при 17°)
Для Li-света	1.940	2.017	2.216	$69^\circ 2'$
Для Na-света	1.951—1.958	2.038	2.240—2.245	$69^\circ 5'$
Для TI-света	1.976	2.059	2.275	$69^\circ 13'$

¹ Ряд добавлений сделан В. Ф. Алявдиным.

² Некоторые авторы считали, что сера обладает гемиздрией ($3L^2$) на том основании, что она кристаллизуется иногда в виде сфеноидов (В. И. Вернадский, 1902; V. Rosicky, 1923; J. Novák, 1930), но сфеноидальная форма серы объясняется, по мнению L. Royer (Livres jubilaire 50-naire de la soc. franc. de mineral, 1930, 367), влиянием асимметрической среды (активных углеводородов) на рост кристаллов и не отражает внутренних ее свойств. Отсутствие пьезоэлектрических свойств у серы, а также рентгеновское изучение ее структуры подтверждают голоэдрию серы. В дальнейшем, при описании серы из месторождений Союза, мы всюду даем индексы форм кристаллов серы, исходя из ее голоэдрией, не зависимо от того как ее рассматривает соответствующий автор.

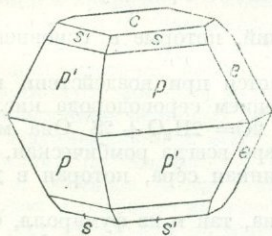
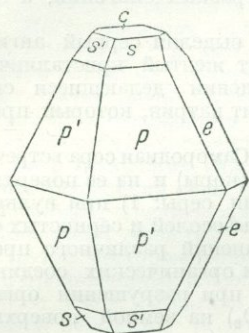
Двупреломление сильное от 0.29 до 0.39.

В самородной сере часто присутствуют примеси As, Se, Te, иногда Tl (В. И. Вернадский); кроме того — углеводороды и разного рода силикаты, сульфаты или карбонаты как составные части вмещающих пород. Количество селена бывает от 0.0001 до 5.18%.

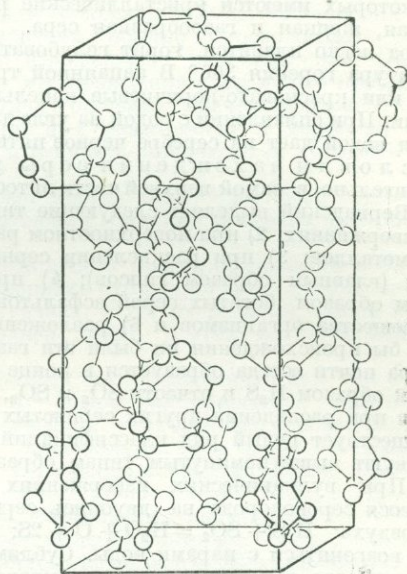
α -сера легко растворяется в сероуглероде, хлороформе, бензоле и др. При очень медленной кристаллизации или при высоком давлении из раствора выпадают кристаллы α -серы, при быстрой же кристаллизации сначала выделяются кристаллы β -серы, которые позднее переходят в α -серу. α -сера образуется также при возгонке и при охлаждении паров серы (из аморфных капель).

Искусственно сера образуется путем окисления сероводорода, путем разложения сернистого аммония, обменной реакцией сероводорода и сернистого газа, путем возгона и многими другими способами.

2. β -Сера (β -s u l p h u r). Синонимы: моноклинная или призматическая сера; 2-я сера Мутмана.



Фиг. 1 и 2. Чертежи кристаллов ромбической серы.



Фиг. 3. Структура ромбической серы.

Моноклинная сингония. Отношение осей $a : b : c = 0.9958 : 1 : 0.9998$, $\beta = 95^\circ 46'$ (А. Mitscherlich), $0.90080 : 1 : 1.28106$, $\beta = 85^\circ 7'$ (Suzuki). Наблюдались формы: c (001), b (010), a (100), (011), (101), m (110), o (111), ω (111), (210), q (012), g (102), g' (102), (112), (112). Встречается в виде длинных игольчатых кристаллов и табличек. Двойники по (100) и (011). Спайность по (110). Цвет восковожелтый; светлее чем α -сера. Тв. больше, чем у α -серы. Уд. вес = 1.95 (меньше чем у α -серы). Устойчива при атмосферном давлении между 95.5° и 119° С. Плавится около 120° (118.75°).

Оптически отрицательна. Для Na-света $n_g = 2.245$, $n_m = 2.038$, $n_p = 1.958$. $2V = 66^\circ$.

Кристаллы β -серы выделяются из раствора серы при быстрой кристаллизации и при охлаждении расплава серы при обыкновенном давлении при температуре между 95.5° и 119° ; при обыкновенной температуре β -сера переходит в α -серу.

3. γ -Сера (γ -s u l p h u r). Синонимы: розицит, перламутровая сера Гернеца, 3-я сера Мутмана.

Моноклин. с. Отношение осей $a : b : c = 1.0609 : 1 : 0.7094$; $\beta = 91^\circ 47'$. Цвет бледножелтый. Блеск алмазный. Уд. вес 2.075. Оптически отрицательна. Природный продукт изменения пирита.

Получается также при возгонке и при быстром охлаждении насыщенного в горячем состоянии раствора серы в бензоле, толуоле и др. Неустойчива при всех температурах при нормальном давлении.

4. Аморфная сера. Синоним по Ринне — сульфурит.¹ Аморфная сера в природе мало изучена. Есть несколько разновидностей; некоторые нерастворимы в сероуглероде. Аморфная сера отлагается из сернистых источников. Уд. вес аморфной серы 1.0—1.2.

Искусственно получается при быстром охлаждении расплавленной серы, при разложении полисульфидов, при некоторых химических реакциях, от действия ультрафиолетовых лучей на раствор серы в сероуглероде и др.

5. Жидкая сера. Жидкая сера образует иногда лавовые потоки при извержениях вулканов, а также выделяется в виде капель. При 120° уд. вес 1.802—1.811; при 160° — 1.767; при 444.6° — закипает и дает желтые пары.

Некоторыми авторами выделяются еще — черная и синяя сера, но их окраска связана с примесями, а потому они не являются чистыми модификациями. Черная сера из Мексики содержала включения угля и сульфиды металлов. Синяя сера получается в виде промежуточного продукта перед образованием белой серы (серного молока); окраска объясняется примесью пигментирующих веществ.

В химии различают, кроме того, многочисленные другие разновидности серы, среди которых имеются кристаллические разновидности разных сингоний, а также аморфная, жидкая и газообразная сера.

Сера легко плавится, горит голубоватым пламенем, выделяя серный ангидрид. Температура горения 366°. В запаянной трубке сера дает желтый кристаллический возгон или красновато-коричневые капельки, по охлаждению делающиеся светло-желтыми. При сплавлении с содой на угле дает гипосульфит натрия, который при смачивании водой дает на серебре черное пятно.

Условия нахождения серы в природе. Самородная сера встречается исключительно в самой верхней части литосферы (земной коры) и на ее поверхности. В. И. Вернадский выделяет следующие типы образования серы: 1) при вулканических извержениях; 2) при поверхностном разложении сульфосолей и сернистых соединений металлов; 3) при раскислении сернокислых соединений различного происхождения (главным образом гипсов); 4) при разрушении органических соединений, главным образом богатых серой асфальтов и нефтей; 5) при разрушении органического вещества организмов и 6) разложением H₂S (и SO₂) на земной поверхности, какового бы происхождения ни были эти газы.

Сера почти всегда образуется в конце концов распадением летучих соединений, главным образом H₂S и отчасти SO₂ и SO₃, которые являются промежуточными продуктами при распадении других сернистых тел.

Существует целый ряд классификаций месторождений, которые в основном соответствуют вышеупомянутым типам образования.

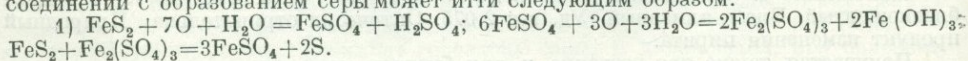
1. При вулканических извержениях сера получается при воздействии выделяющегося сероводорода на двуокись серы или окислением сероводорода кислородом воздуха: H₂S + SO₂ = H₂O + O + 2S; или 2H₂S + 2O = 2H₂O + 2S. Она может также возгоняться с парами воды. Сублимированная сера всегда ромбическая, а из расплавленного состояния сначала выделяется моноклинная сера, которая в дальнейшем переходит в ромбическую.

Сера выделяется как при самом извержении вулкана, так и из фумаролл, сольфатар, из горячих источников и из газовых струй. Сероводородная стадия фумаролл и сольфатар, сопровождающаяся образованием самородной серы, следует после стадии выделения фтористых и хлористых соединений и предшествует углекислым выделениям. Сухие газовые струи, обычно метановые, хотя содержат немного сероводорода (0.15—0.86%), но в общем могут играть большую роль в выделениях серы. Выходы газовых струй обычно связаны с тектоническими нарушениями и нередко сопровождаются нефтью. От действия на окружающие породы сероводорода и сернистых газов, выделяющихся при вулканических процессах, возникают сопровождающие самородную серу разные сульфаты (например известняк переходит в гипс).

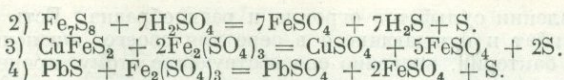
Месторождения серы вулканического происхождения обычно небольшие; они находятся на Камчатке и в Японии, в последней иногда промышленного значения. Горячие серные источники имеются на Камчатке, на Кавказе, в Средней Азии и др.

2. Самородная сера, образующаяся разложением полисульфидов (пирита, марказита, мельниковита), сульфидов (галенита, антимонита и др.) и некоторых сульфосолей может выделяться под влиянием действия углекислоты, воды и кислорода, а также под влиянием деятельности бактерий и при нагревании. Известны залежи серы, связанные с каменноугольными пожарами и происшедшие за счет имевшегося пирита.

Сера образуется в черном морском иле при его посерении на воздухе за счет изменения находящегося в нем односернистого железа. Процесс разложения сернистых соединений с образованием серы может идти следующим образом:



¹ Сульфуритом была также названа β-сера (В. И. Вернадский).



В больших количествах сера в месторождениях данного типа не образуется, так как в кислородной зоне она, в свою очередь, подвергается окислению.

3. Наиболее крупные месторождения серы связаны с гипсами и другими сульфатами и залегают среди осадочных образований. Происхождение в них серы нередко объясняется раскислением сернокислых соединений, однако в отдельных случаях вполне возможно допустить и обратное явление, при котором сульфаты могут оказаться продуктами окисления серы. Некоторые авторы подразделяют месторождения этого типа на сингенетические по отношению к вмещающим породам и эпигенетические (Татаринов, Кротов и др.), другие — на современные и ископаемые (Альфелд). А. В. Данов делает попытку дать таким месторождениям естественную классификацию по геологическому возрасту пород, в которых залегают сера; при этом оказывается, что все наиболее мощные месторождения серы европейского континента и Средней Азии расположены в юрских, меловых, третичных и четвертичных отложениях. Месторождения Поволжья залегают в пермских отложениях. Месторождения, связанные с сульфатами, обычно сопровождаются сероводородом, битумами¹ и часто подстилаются отложениями каменной соли. Они носят характер лагунных отложений. На ряде месторождений серы можно проследить их связь с регрессивной фазой развития морского бассейна, причем сероносность бывает приурочена к отложениям гипсов, гипсоносных известняков и мергелей, которые переслаиваются с красными глинами и глинисто-песчанистыми породами с включениями и прослоями гипса.

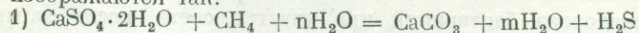
Месторождения серы в осадочной толще иногда имеют пластовый характер и не обнаруживают признаков каких-либо нарушений (Сицилия, Сюкеево, месторождения Куйбышевской области).

Другие месторождения носят следы вторичных процессов, связаны с тектоническими проявлениями и особенно часто с соляными куполами (Техас и Луизиана, США, район оз. Эмба, район оз. Эльтона, Баскунчака, в устьях р. Лены, район Ромны — Лубны и некоторые месторождения Средней Азии). В этих месторождениях сера выделилась позднее окружающих пород.

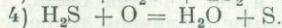
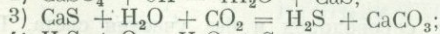
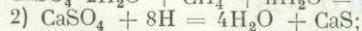
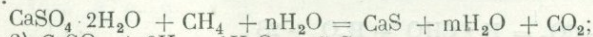
Сам процесс выделения серы в сульфатных месторождениях, как уже отмечено, является спорным. По мнению С. Л. Saguì,² серные месторождения Сицилии могли образоваться от взаимодействия вод, содержащих растворенный сероводород (магматического происхождения) на воды лагун, при одновременном выпадении углекислого кальция, частично переходящего в гипс. По мнению Альфельда (1933), сероводород, давший серу, мог быть не только магматического происхождения, но мог образоваться расщеплением белковых веществ в период образования нефтей действием бактерий или восстановлением SO_4^{2-} в растворах без участия бактерий. Месторождения типа Сицилии, по Альфельду, служат указанием на бывшее когда-то месторождение нефти, которое могло совсем исчезнуть, но могло и сохраниться в окружающих породах и особенно на глубине.

Другой случай образования серы — воздействием сероводорода на известняки; при этом образуется гипс и углекислота или гипс, сера и новая генерация кальцита; по В. И. Вернадскому, при этом процессе выделяется β-сера.

Спорным является и самый характер процесса восстановления гипса. Теория Бишофа и Матура о восстановлении гипса углеродом не выдерживает критики, так как требует температуры выше 700°, которой нет в условиях поверхностных процессов. Восстановление гипса может идти различными путями: действием углеводов, соединений азота, свободного водорода, нефтяных и других вод, под влиянием бактерий и других организмов и проч. Отделить в этом процессе роль бактерий и других организмов от реакций чисто химического порядка невозможно, так как само нахождение в среде углеводов, соединений азота и пр. может быть связано с жизнедеятельностью живых организмов. Схематически реакции восстановления гипса углеводородом изображаются так:



или:



¹ Последние работы, касающиеся происхождения нефтей (К. П. Калицкий, Тр. Нефт. инст., сер. А, 1937, вып. 105), приводят к предположению, что нефти образовались за счет разрушения отмирающей морской травы, росшей в тихих водах приморских заливов, где могли откладываться и сульфаты, послужившие исходным материалом для образования серы.

² Rev. géol. 1937, 17, 52.

Роль бактерий в восстановлении сульфатов огромна и разнообразна. Есть бактерии, восстанавливающие сульфат и нуждающиеся в сере для своего жизненного цикла; с другой стороны, есть бактерии, косвенно способствующие этому процессу, например, выделением в процессе жизнедеятельности водорода и углекислоты; как видно из схематических реакций, при этом вместе с выделением серы образуются известняки.

Процесс разложения сульфатов и образование серы в огромных размерах происходит в современных лагунах, озерных и морских отложениях.

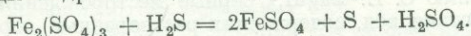
В отличие от серы вулканической, кристаллы серы описываемого типа обычно вторичные, получившиеся перекристаллизацией первичных землистых выделений.

Очень своеобразны месторождения, связанные с соляными куполами. В них всегда можно наблюдать тектонические нарушения и парагенезис с нефтью. В известных месторождениях Техаса и Луизианы сера залегает в «каменных шляпах» (саргоск) соляных куполов, среди известково-гипсовых отложений и мергелей. Большинство современных американских исследователей рассматривают ангидрит как осадочный (или остаточный) продукт, а известняк как химический продукт изменения ангидрита, благодаря воздействию на него нефти. Образующийся при этом сероводород дает серу. Мощность «каменной шляпы» в Техасе достигает 180 м, содержание серы до 50%. Нефть залегает как в кровле «каменной шляпы», так и в ее крыльях. В парагенезисе с серой находятся целестин, барит, кальцит, арагонит, смитсонит, сидерит, пирит, марказит; редко сульфиды свинца, цинка, меди и марганца.

Образование «каменной шляпы» таких куполов Н. И. Буялов¹ объясняет воздействием глубинных вод, содержащих хлористый кальций, на поверхностные воды и отмечает, что в куполах, залегающих глубоко (500—600 м), «каменной шляпы» не образуется. На каменной соли соляных куполов залегает обычно гипс и ангидрит, а выше известняки и другие более молодые отложения.

Выделение серы в соляных куполах А. С. Уклонский объясняет действием нефтяных вод (щелочных) на поверхностные сульфатные воды и восстановлением иона (SO_4^{2-}), причем сера может растворяться в нефтях, ими переноситься и выпадать в виде хорошо ограниченных кристаллов после испарения нефтей.

При образовании серы из феррисульфатов выделяется значительное количество серной кислоты, которая видоизменяет окружающие породы, превращая, например, глины и песчаники в рыхлый, белый кварцевый песок; одновременно образуются купоросы, квасцы и др. Реакцию можно изобразить так:²



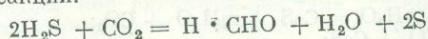
4. Сера может образовываться при участии органических процессов и без участия сульфатов.

Некоторые бактерии (*Bact. vulgare* и др.) разлагают органическое вещество (например, цистин),³ образуя сероводород, аммиак, уксусную и муравьиную кислоты. Целый ряд бактерий окисляют сероводород и выделяют, серу например: сульфатные, денитрифицирующие и др. Сульфатные бактерии (*Beggiatoa* и др.) нуждаются в сероводороде для своего жизненного цикла; сера у них откладывается в виде характерных маслянистых шариков; при недостатке сероводорода сера постепенно исчезает (окисляется) и бактерии гибнут. Кроме окисления сероводорода, эти бактерии разлагают углекислоту, способствуя образованию сульфата. При действии денитрифицирующих бактерий окисление сероводорода с выделением серы идет параллельно восстановлению нитратов (выделению азота).

С деятельностью бактерий связывают и образование серы в нефтях, причем предполагают, что необходимый для них водород серовосстанавливающие бактерии получают из высших жирных кислот (например, стеариновой), которые в некоторых нефтях имеются в большом количестве (например, в Японии).

В нефтях разных месторождений обнаружено от 0,25 до 8,7% серы;³ в большинстве нефтей сера содержится в виде коллоидальной примеси, отчасти в растворе. Некоторые авторы объясняют образование серных отложений выделением серы из битумов.

Восстановление сероводорода бактериями при участии света носит характер фотосинтетических реакций:



Некоторые бактерии восстанавливают сероводород и без участия света. Процессы, связанные с деятельностью бактерий, протекают при различной температуре (от 0 до 80° С) и на различной глубине (бактерии найдены в буровых водах на глубине 220 м). Есть ряд аэробных и анаэробных бактерий, которые разлагают тиосульфаты,

¹ За недра Волго-Прикаспия, 1937, вып. 3, 159—210.

² Цистин $\text{COOH} - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CH}_2 - \text{S} - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$.

³ К. В. Бенинг, Тр. Ком. сыр. Каз. ком. ВТИ, 1917, в. 1, 77.

тионовую кислоту, тетратионовые соединения и др.; процесс выделения серы протекает вне клеток и сопровождается образованием сульфатов.

Процессы образования серы, связанные с деятельностью бактерий, происходят в водах, в илах, в почвах, в болотах. Водоросли и грибы также могут разлагать сероводород, образуя серу.

5. Сера может выделяться из источников и вод, содержащих сероводород; сера при этом выпадает в коллоидальном состоянии под влиянием кислорода воздуха.

Кроме того, сера выпадает в приморских районах при смешении пресной воды с соленой (из сероворода морской воды, восстановленного кислородом, растворенным в пресных водах). Из воды некоторых рек и озер сера выделяется в виде белой мути (р. Молочная в Куйбышевской области и др.). Иногда сера выделяется при замерзании воды благодаря выделению растворенного в ней сероводорода.

Все случаи выделения серы описанного типа не дают больших залежей.

Изменение серы. Сера в земной коре легко окисляется, образуя серный ангидрид, серную кислоту, сульфаты; под влиянием бактерий она может также переходить в сероводород.

Выделяющаяся при окислении серы серная кислота действует на окружающую породу с образованием сульфатов, квасцов, купоросов, минералов группы алунита, ярозита и др. От разрушения глин и мергелей образуется своеобразная трепеловидная порода (сиштофит, по А. С. Уклонскому). Свободная серная кислота может сохраняться в кварцевых песках в пустынном климате (Кара-Кумы). В поверхностной зоне серных месторождений, если они не окружены восстановительной средой (битумы, нефти), происходит процесс окисления серы с образованием вышеупомянутых минералов. В. И. Вернадский относит серу к группе циклических или органогенных элементов. Для этой группы характерны многочисленные обратимые процессы и поэтому их геохимическая история может быть выражена круговыми процессами («циклами»). Подобные циклы были для серы построены в 1850 г. К. Бишофом, позже Ю. Либихом и К. Мором.

Сера в природе претерпевает круговорот: сероводород дает серу, сера окисляется в сульфаты, сульфаты частью абсорбируются растениями, образуя протеины и давая органические соединения, которые перевариваются животными и, разлагаясь бактериями, дают вновь сероводород. Иногда этот цикл бывает неполным: сера и сульфаты могут непосредственно переходить в сероводород (деятельностью бактерий). Сероводород и серный ангидрид, попавшие в воздух, возвращаются в земную кору частью дождевыми водами, частью жизнедеятельностью растительного и животного мира.

В метаморфической области земной коры сера может переходить в сернистые соединения металлов, в сероводород и в многосернистые соединения.

Промышленное значение серы. Сера применяется в целом ряде производств: в сернокислотном, бумажно-целлюлозном, резиновом, красочном, стекольном, цементном, спичечном, кожевенном и др.

В виде сернистого ангидрида сера находит применение в холодильном деле, служит для белины тканей, для протравы в красильном деле и как дезинфицирующее средство. В военном деле сера применяется при производстве взрывчатых веществ, для производства искусственного волокна.

Большое значение сера имеет в сельском хозяйстве как инсектофунгицид для борьбы с вредителями на плантациях винограда, чая, табака, хлопка, свеклы и проч.

ЛИТЕРАТУРА

- Doelter С. Handbuch d. Mineralchemie, 1926, Bd. IV.
 Hintze Handbuch d. Mineralogie. 1904, I, 68—95.
 Mellor J. W. A comprehensive treatise on inorganic and theoretical chemistry. 1935, 10, 1—692.
 Novák J. Künstliche Ätzfiguren des α -Schwefels. Z. Krist. 1930, 76, 169—173.
 Rosicky V. Ueber die Symmetrie des α -Schwefels. Z. Krist., 1923., 58, 113—124.
 Suzuki M. A monoclinic prismatic sulphur from Reisuiko in Taiwan. Beitr. z. Miner. Japan, 1945, № 5, 231—236.
 Warren B. E. a. Burwell J. T. The structure of rhombic sulphur. J. Chem. Phys., 1935, 3, 6—9.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР¹

Север Европейской части РСФСР

Крупных месторождений на севере не имеется. Сера встречается или как отложения серных источников или в гипсоносных породах.

На Новой Земле выходы серы наблюдались у Староверовской бухты.

¹ Частично использованы рукописные материалы А. С. Уклонского.

В Архангельской области землистая сера встречается в Холмогорском районе около с. Середмекренского; также в Шенкурском районе, в Предтеченском приказе у истока р. Странной, около Среднего Погоста (д. Средьпогостной) в урочище Меренли, около устья р. Почы.

Землистая сера выделяется весной на поверхности приозерных болот в районе ст. Няндомы Северной ж. д. Серные источники имеются также между реками Кокшенгой и Устьей и по р. Уфтьюге в Вельском районе.

В Вологодской области сера добывалась из сернистого источника около оз. Лача, в 6 км от устья р. Свидь, около с. Хатеновского.

В Череповецком районе выделение серы у серных источников известно в болотах б. Белоозерского у., близ д. Сокольниковой, затем на р. Свиди, близ оз. Воже и около с. Челонды.

В Карелии известны Ладуниские сероводородные источники в б. Кирилловском уезде. Эти источники выбиваются среди болот и отлагают известково-железистые туфы и серу.

[А. Мейендорф, 1849, 133; N. Kokscharow, 1870, 372; В. И. Вернадский, 1908; П. Борисов, 1910; Справ. полезных ископ. Ленингр. обл., 1933, 1, 308—322.]

Ленинградская область

В Ораниенбаумском районе землистая сера указана у с. Копорья. Она встречается в диктионемовом сланце как продукт изменения колчедана.

В Новгородском районе выделения серы из серных источников указываются около с. Шегрина.

В Псковском районе сера выделяется из сернистого источника около с. Демьянки (в б. Порховском у.) на р. Шелони. Затем в Хиловских источниках, расположенных на правом берегу р. Черной, притоке р. Узы, впадающей в Шелонь, и выше Хиловских источников, на левом берегу р. Черной. Хиловские минеральные воды вытекают из девонских гипсоносных слоев.

[В. Севергин, 1809, 2, 7; Горн. журн., 1829, 4, 276—277; Горн. журн., 1858, 1, 576; А. П. Карпинский, 1876, 181; В. И. Вернадский, 1908.]

Центральные области СССР

В Московской области сера встречается в связи с разрушенным серным колчеданом.

В Рязанской области землистая сера наблюдалась близ пос. Павелецкого (15 км от г. Скопина) в аллювиальных глинах, богатых растительными остатками.

В Ярославской области сера выделяется из сероводородного источника в окрестностях Ярославля, близ с. Варниц.

В Горьковской области сера оседает в речке Якшонке, притоке р. Пьяны. Выцветы серы наблюдаются в валанжинских песках, залегающих полосой в 3 км ширины вдоль р. Кондобы, левого притока р. Неи.¹

В Липецком районе Воронежской области и Тульском районе Тульской области сера отмечается в келловейских породах бассейна верховьев р. Оки в виде незначительных примазок и налетов. Сера является продуктом окисления пирита. Аналогичные выделения серы имеются среди темных юрских глин близ с. Избищи.²

[П. Паллас, 1773, 1, 85; В. Севергин, 1809, 13; Г. Романовский, 1856, 167; 1857, 195; В. И. Вернадский, 1908.]

¹ И. И. Кромм, Изв. Моск. геол. тр., 1933, 2, 2, 18.

² Л. В. Пустовалов, Тр. геол.-разв. об. 1933, 285, 371.

Поволжье

В Марийской АССР сера найдена около Козьмодемьянска.

В Саратовской области мелкая сера указывается в Ноузенском районе в богатых гипсом каспийских глинах, в буровой скважине в 25 км на Ю от Александров-Гая (Н. Н. Тихонович, 1908).

В Сталинградской области налеты самородной серы отмечаются в глинах в парагенезисе с гипсом и глауконитом в окрестностях Сталинграда.¹

Около южного берега оз. Баскунчака наблюдаются слои породы (мощностью около 3 м), заключающей серу, происшедшую из гипса. Повидимому аналогичного происхождения известна землистая сера около оз. Эльтонского.

В Татарской АССР в Тетюшском районе расположено Сюкеевское месторождение серы. Оно было известно давно; во 2-й половине прошлого столетия там функционировал серный завод. Месторождение изучалось целым рядом геологов, в последнее время Л. М. Миропольским. В геологическом строении Сюкеева принимают участие, главным образом, пермские породы (вверху татарский ярус, внизу «серая переходная толща» и «подлужник» казанского яруса) и частью постплиоценовые.

Скопления серы приурочены к серии «подлужник» казанского яруса (доломиты и гипсы) и распространены на широкой площади. Сера выделяется отдельными участками в виде рудных серных полей, состоящих из гнезд-вкрапленников и секреций (по не пластов). Некоторые рудные поля занимают несколько десятков метров, другие несколько метров.

По Л. М. Миропольскому (1935), в карбонатных битуминизированных породах «подлужника» сера встречается: 1) в связи со стяжениями гипса и 2) в самих карбонатных породах, вне связи с гипсом.

Чаще сера встречается в связи с гипсом в виде сплошных корок из окристаллизованных индивидов на поверхности гипса, в его трещинах, в полостях, образующихся от выщелачивания гипса.

В качестве спутников серы встречаются гипс, халцедон, кварц, целестин, кальцит, пирит, арагонит, твердые и жидкие битумы.

В карбонатных породах сера выделяется редко.

Сера бывает ясно окристаллизованная, кристаллически зернистая и кристаллически волокнистая. Отдельные индивидуумы серы либо свободно торчат в полостях, либо прикрыты другими более поздними образованиями. По Миропольскому, существуют кристаллы двух типов: первый тип характеризуется кристаллической формой (111), второй тип обнаруживает формы (111), (113), (001), к которым изредка прибавляются слабо развитые формы (011) и (110). По В. И. Вернадскому (1902), кристаллы первого типа более темные, иногда черные, достигающие нескольких сантиметров, являются более ранней генерацией, чего Л. М. Миропольский не смог установить при своих наблюдениях. Кристаллы второй генерации в пустотах известняка, иногда на кальците и халцедоне, моложе крупнокристаллического гипса. Цвет серы серно-желтый, иногда от примесей битумов грязно-серый. Примесей As и Se в сере нет, S 99.79—99.90%.

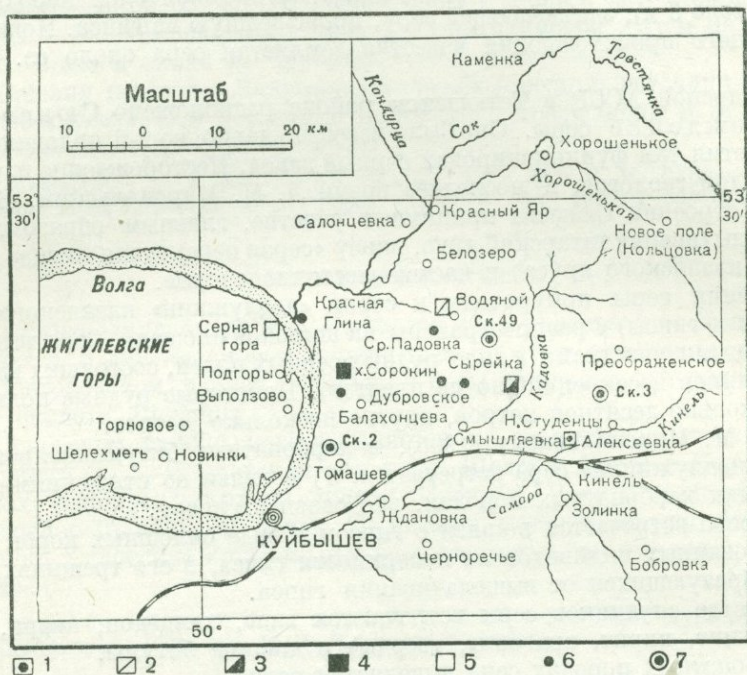
Иногда можно наблюдать замещение серы халцедоном и марьиным стеклом (бесцветным кристаллическим гипсом). Кристаллически зернистая сера под микроскопом оказывается сложенной исключительно из отдельных неправильно ограниченных зерен от 0.5 мм до 1.5 см. Местами эти зерна перемешаны с молочнобелым кальцитом.

Изредка встречается кристаллически волокнистая сера, представляющая собой псевдоморфозу по волокнистому гипсу (селениту);

¹ Ш и т и к о в, Изв. Геол. ком. 1927, №16, 919—923.

Замечено, что серы наблюдается больше там, где гипсы более затронуты процессами растворения, и в тех полостях, которые находятся в битуминизированной породе.

Факт нахождения псевдоморфоз серы по селениту говорит о том, что выделение серы происходит позднее гипса. Можно было наблюдать, что замещение селенита серой происходит в тех участках, где селенит битуминизирован сильнее. Л. М. Миропольский делает отсюда вывод, что процесс битуминизации в общем процессе предшествует выделению серы и является как бы возбудителем к появлению серы.



Фиг. 4. Схематическая карта серных месторождений и выходов серных пород Средней Волги. По Г. Я. Бородеяву.

1 — Алексеевское; 2 — Водинское; 3 — Сырейское; 4 — Варбашина поляна;
5 — Серная гора; 6 — выходы осерненных пород; 7 — скважины с серой.

В Чистопольском районе самородная сера выделяется из источников по р. Шешме, у Петропавловки.

Серу указали также в окрестностях с. Среднемонастырского, около Казани, у с. Моркваша.

В Удмуртской АССР сера встречается в связи с выходами серных источников на р. Варзя около с. Варзи-Ятчи, и дер. Козубаевой.

В Чувашской АССР сера имеется в Чебоксарском районе около с. Сундыря.

[П. Паллас, 1773; J. P. Falk, 1786; Широкин и Гурьев, 1831, 32; П. Еремеев, 1867, 340; Озерский, 1867; Н. Головкинский, Мат. геол. России, 1869, 1, 252—253; Б. Винер, 1870; Г. Вилениус, 1883—1884 (прилож. к прот. зас. общ. ест. Казан. унив., № 71; Мамышев, 1888; В. И. Вернадский, 1902; Л. М. Миропольский, 1935, 1937.)]

В Кузнецкой области сера известна со второй половины XVIII века.

В районе между Волгой, р. Сок, р. Самаркой и овражной сетью р. Кинель расположены крупные месторождения серы Водино, Сырейка, Алексеевское, Каменный Дол и др. (фиг. 4).

Осернение приурочено к битуминозным доломитизированным известнякам конхиферового горизонта казанского яруса, который по литологическому составу очень похож на «подлужник», в котором находится сера Сюкеевского месторождения.

По данным В. И. Изергина, месторождение Алексеевское (на правом берегу р. Самарки, у ж.-д. ст. Пригород) расположено в ю.-в. части намечающегося куполообразного поднятия, которое объясняется переходом ангидрита в гипс.

Общая мощность гипсоносных пород 60 м. Они разделяются на следующие горизонты:

1) Верхняя гипсоносная толща: гипсы, переслаивающиеся с зеленовато-серыми глинами (6—18 м). Внизу пласт глинистого мергеля (2.5—3 м).

2) Известняково-глинистая толща: доломитизированный известняк, гипс и глины (18 м). К известнякам и приурочено осернение. Известняки сильно битуминизированы; в них встречается лютетит в виде агрегатов микроскопических сферолитов или сферолитов диаметром до 1 см.

3) Нижняя гипсоносная толща: гипс, ангидрит с прослойками плитчатых доломитизированных известняков (27—28 м).

Гипсоносные толщи покрыты красноцветными глинами и мергелями континентального характера, относимыми А. Н. Мазаровичем к сарбайскому комплексу верха казанского яруса.

Сера встречается в виде гнезд и тонких прожилков. Обычно связана с битумом и выполняет вторичные пустоты в известняках.

Наиболее крупное месторождение этого района Водинское (Г. Я. Бородаев, 1937) находится к СЗ от Алексеевского (12 км). Залегание аналогично Алексеевскому.

Стратиграфический разрез Водинского месторождения:

1) Глинисто-мергелистая толща (15—20 м) с прослойками гипса. Она аналогична верхней гипсоносной толще Изергина, но в отличие от нее сильно битуминозна и осернена. Мощность осерненного участка колеблется в пределах 1.9—3.7 м. Среднее содержание серы 14.45%. Это — первый осерненный горизонт.

2) Известняково-доломитово-гипсовая толща (27 м). Осернение приурочено к нескольким пластам доломитизированного известняка. Мощность второго осерненного горизонта 1.5 м. Среднее содержание серы доходит до 18.04%. Мощность третьего осерненного горизонта 1.03 м с содержанием серы 18.22% (второй осерненный горизонт соответствует первой сероносной плите Алексеевского месторождения, а третий горизонт Водина — второму Алексеевского месторождения).

Кроме того в Водине существуют четвертый и пятый осерненные горизонты. Мощность четвертого — 1.16 м, с 10.87% S, а мощность пятого — 0.64 м с 12.46% S. Промышленных аналогов этим горизонтам в Алексеевском месторождении нет.

3) Гипсово-ангидритовая толща. В ней тоже встречаются осерненные прослойки от 0.5 до 0.6 м. Промышленного значения не имеют.

4) Известково-доломитово-оолитовая толща. В Водинском месторождении известняки и известково-доломитовые толщи сильно битуминозны. В глинистых желваках глинисто-мергелистой толще встречен полужидкий битум.

Запасы Водинского месторождения в 4—5 раз превышают запасы Алексеевского.

Кристаллы серы достигают 20—30 см. Кристаллы самородной серы, по данным В. Ф. Алявдина, из месторождения Водино представляют комбинацию (111), (113) и (001).

Отложения аналогичные Водинским обнаружены в районе Новозапрудной и в верховьях Каменного Дола (в 10 км к З от Новозапрудной).

Заложенной скважиной № 3 между р. Падовской, Вязовым оврагом и верховьями Каменного Дола установлена суммарная мощность осернения 9.8 м с 12—21% серы. Отмечается сильная битуминозность и куполообразные поднятия, связанные по видимому со штоками гипса и ангидрита (с переходом ангидрита в гипс). На основе трех скважин Каменнодольское месторождение прослежено в широтном направлении на протяжении 6 км, что может служить основанием для ориентировочного определения запасов чистой серы в 24 млн. т. Каменнодольское месторождение расположено в 8 км от р. Кинели и в 8—10 км от Алексеевского месторождения.

В 5—7 км к С от Алексеевского месторождения, близ дер. Сырейки, расположено аналогичное месторождение Казачий овраг.

В 6 км от Серноводска сера залегает в гипсах у Серного городка, где известны старые разработки 1728 г.¹

Сера встречается, кроме того, к В от д. Петрово-Дуброво (4—8 км), затем в районе Сорокиных хуторов (15 км к СВ от Куйбышева), на Барбашиной поляне, в уроч. Дойки у Смышляевки, у с. Семейкина, на Чесноковой горе, в Студеном овраге, в карьерах алебастрового завода, на Красной Глинке, в Фермерском овраге в 3 км от Сызрани, около с. Подгор, около с. Печорское и Переволока. Здесь сера встречается в гипсе и доломите с кальцитом, целестином и халцедоном.

Результаты исследований последних лет заставляют думать, что можно ожидать серных месторождений как восточнее Каменного Дола, так и западнее Серной горы, где прослеживается конхиферовый горизонт, с которым связано осернение. Южнее Сызрани (в 45 км), около с. Грунина после оползней обнаружена сера.

Кроме вышеуказанных месторождений сера встречается при выходах серных ключей. Часто ключи, содержащие сероводород, образуют серные пруды, в которых выделяется порошокватая сера, придающая водам белый цвет.

В Куйбышевском районе много карстовых воронок, к которым часто и приурочены серные озера. Некоторые озера, может быть, образовались на месте прежних серных выработок. Сера в серных ключах и озерах встречается (В. И. Вернадский, 1922) по притокам р. Сока, по р. Сургуту, его притоку, незамерзающей р. Молочной, на оз. Молочном (Серном) в 6 км от дер. Иштульской, в Студеных ключах, в Сергиевских минеральных водах, в оз. Шунгутском (или Нефтяном, Голубом, Бирюзовом) около Ст. Якушкина, около с. Троицкого на левой стороне притока Сургута, р. Чембулата (13 км от оз. Молочного или Серного), у дер. Михайловки, у Исаклы,² около Нового Байтермыша, по р. Байтугану, у дер. Камышлы по р. Соку, у дер. Ново-Ермаково на берегу р. Утар-Елгатуш, около оз. Троекуровского (15—18 км от Сызрани, около Камшпура) и т. д.

В Куйбышевской области распространены «воночие известняки», связанные с выделением сероводорода.

[Ш. Рычов, Топогр. Оренб. губ., 1762, 1, 269; И. Лепехин, Дневн. зап. пут., 1771, 205; Широкий и Гурьев, 1831; И. Ауэрбах, Вестн. Геогр. общ., 1854, № 6, 131; Н. Озерский, 1867; В. И. Вернадский, 1902, 1922; В. А. Изергин, 1933; П. Ф. Налетов, 1933; К. В. Поляков, 1933; В. И. Лучицкий, 1934; С. И. Стеклов, 1934; Ф. А. Голов, 1934; Б. П. Кротов, 1934; Р. Murzaiev, 1937; Г. Я. Бородаев, 1937.]

Украина

Сера встречается в огнеупорной глине в районе г. Артемовска (Сталинская область) в виде желваков, в тесной смеси с феррисульфатами и кремнеземом. Желваки содержат 28.4% порошокватой серы.³

¹ J. P. Falk, Beiträge Z. Kentn. d. Russich. R., 1785, 1, 105; 1786, 2, 55.

² П. Е. Еремеев, Горн. журн., 1867, 1, 340.

³ К он да ков, Журн. физ.-хим. общ., 1883, 15, 89.

По вопросу о соляных куполах, в связи с которыми возможны выходы серы и нефти, В. И. Лучицкий указывает, что между Артемовском и Славянском в с.-з. направлении простирается мощный соленосный бассейн. На продолжении этого бассейна установлено присутствие соли в районе г. Полтавы (на глубине 500 м) и далее на С у Исачек и около г. Ромен.

В районе Кривого Рога Днепропетровской области, на левом берегу р. Ингульца, выше Карачиновки, в Криницах под белыми песками залегает фиолетовая глина, под которой находятся белая, светложелтая и черная глины, последняя с кристаллами гипса и конкрециями пирита, местами переходящего в купорос и серу.

В Каменец-Подольской области по р. Збруч у с. Ожиговцы выходят сероводородные источники с большим содержанием сероводорода.¹ Из воды выделяется свободная сера, оседающая в виде серовато-белого налета на подводных предметах. Сера наблюдается по р. Збруч и у с. Новая Гребня; на поверхности развиты «блюдца», указывающие на наличие гипсового карста.

В районе г. Кременца (на З от Житомира) в Кременецких высотах, в оврагах к С от горы Высокой, наблюдается сера, как продукт разрушения пирита.

В Одесском районе самородная сера встречается в виде мелких кристалликов в иле ряда лиманов, например в Куюльницком, Хаджибейском и др.

[М. Сидоренко, Зап. Новоросс. общ. ест., 1897, 21, 129; 1901, 24, 104.]

Крым

По исследованиям С. П. Попова (1937), сера в Крыму наблюдается следующих типов: 1) как продукт разрушения пирита; 2) как продукт разложения сероводорода (восстановления сульфатов) и 3) как выделения, связанные с нефтью.

Сера первого типа наблюдалась в связи с изверженными породами в пиритах Аю-дага в районе б. Георгиевского монастыря, в эруптивах Симферопольского района и других местах, а также в юрских конгломератах г. Спилли, в окрестностях Балаклавы и в титонских мергелях мыса Ильи.

В последнем месторождении сера наблюдалась в виде мелкого порошка, в тесной связи с кристаллами серного колчедана. Порошок под микроскопом состоял из мелких кристалликов серы пирамидальной формы (111) и (113) и их обломков, смешанных с кусочками пирита и спайными осколками гипса. Тесная связь с пиритом указывает на происхождение серы путем разрушения последнего.

Сера залегает чаще всего в третичных породах, а также в отложениях современных водных бассейнов. В этих отложениях сера обычно связана или с сернистыми источниками и грязевыми отложениями, или с гипсами.

Большое количество сероводородных источников выходит в Крыму на границе майкопских глин и чокракских известняков; кроме того, серные источники известны в сарматских известняках. Выделения серы из источников наблюдались в окрестностях Алушты (П. Двойченко, 1914), в Ака-мелезских источниках близ Старого Крыма, в Караларском источнике (С. Попов и Е. Белевич, 1932), где сера в виде тонких пленок покрывает поверхность ручья, вытекающего из источника. Такие же выделения серы имеются в Чокракском источнике, впадающем в оз. Чокракское (Антипов, 1849). У Чокракского озера самородная сера встречается также в виде мелких кристалликов в трещинах известняка. Происхождение серы связано с сернистыми водами. Присутствие сероводорода в воде около оз. Чокракского может быть связано с деятельностью находящихся в этом районе сопков, выделяющих сероводород.

¹ В. Д. Ласкаров. Изв. Геол. ком., 1904, 23, 102.

Иногда сероводородные источники вытекают из таврических сланцев (Аджи-су, близ Коккоз) и из среднеюрских и келловейских отложений (гора Перчем и около Кизильташского монастыря).

Главное и промышленное месторождение серы в Крыму Чукур-Кояш связано с гипсами. Месторождение Чукур-Кояш (С. П. Попов, 1937) приурочено к южной оконечности Парпачского гребня; оно находится между Керчью и Феодосией, в 50 км от Керчи, на берегу Черного моря, у соленого оз. Элькенского. Район этот сложен третичными отложениями, представленными чокракскими и спаниодонтелловыми слоями. Чокракские слои выражены снизу песками и песчаниками, в средней части известняками и венчаются мергелями со *Spiralis*. К этим слоям приурочены серные источники на берегу оз. Чукур-Кояш и у дер. Мариевки. Спаниодонтелловые слои состоят из битуминозных глин, гипсоносных глинисто-мергелистых пластов и в верхних частях содержат прослойки кварцевого песка с мелкими включениями молочного гипса. Обогащаясь гипсом, глины превращаются в плотную синеватую крупнокристаллическую породу. Породы пропитаны сероводородными водами. Местами гипсоносные породы вторичными процессами превращены в мергелистые известково-кремнистые образования со включениями вторичного гипса, кальцита и серы.

По В. Мокринскому (1916), там, где гипс находится в непосредственной близости с серой и пропитан сероводородными водами, он приобретает синеватую окраску и содержит довольно значительное количество включений серы, достигающих величины волоцкого ореха. Сера имеет плотную структуру; внутри скоплений она янтарно-смоляного цвета, на периферии более бледного. Там, где по условиям залегания сероводорода нет, нет и серы.

Сера залегает также на границе слоев гипса и подстилающих сланцевых глин прослойками от 1 мм до 1.5 см, чередуясь с прослойками гипса. Она непрозрачна и имеет волокнисто-жилковатую структуру. Иногда сероносными породами являются известково-глинистые песчаники, в которых сера залегает в виде прослоек или желваков, величиной от 2 до 30 см. Сера плотная, желтая, внутри желваков поропковатая в виде тонкого серного цвета, в полостях серы иногда содержится целестин.

Сера в Чукур-Кояше залегает не по всей гипсоносной свите, а лишь на южной части выхода гипса в небольшом секторе (460 м) Кояшской гряды. Южный конец Парпачского гребня состоит из двух параллельных хребтов, из которых западный сложен чокракскими, а восточный — спаниодонтелловыми (караганскими) породами; этот последний и является носителем месторождений серы. В восточном гребне нижние сланцевые майкопские глины подстилают гипсоносную свиту. Нормально же на майкопских глинах лежат чокракские известняки. Перерыв отложений объясняется сильно развитыми сдвигами. Майкопские глины являются носителями и сероводорода и органических веществ; воды, для которых майкопские глины являются водоупорным горизонтом, дают богатейшие сероводородные источники. С другой стороны, в западном хребте из чокракских слоев, на границе с нижнесланцевыми глинами, выходят сероводородные источники. По С. П. Попову, процесс образования серы может объясняться проникновением в гипсоносные слои майкопских вод (для которых майкопские глины являются водоупорным горизонтом), содержащих сероводород и органические вещества.

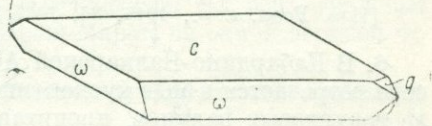
В Чукур-Кояше обычно сера выделяется в землистых массах, иногда в волокнистых скоплениях, реже в кристаллах. Кристаллическая сера полупрозрачна, янтарно-желтого цвета. Присутствуют формы: (111), (113); по видимому существуют также (011) и (001). Определение землистой серы как α -серы довольно условно; возможно, что она относится к β -сере или к параморфозу α по β . В сере Чукур-Кояша содержатся следы селена и мышьяка.

Сходно по типу с Чукур-Кояшским месторождением выделение серы в 20 км к Ю от с. Сальнь (Э. Штейнванд, 1930). Точных указаний на возраст пород, в которых там были найдены гнезда серы, нет.

Особый характер имеют месторождения серы на Голубином мысу, близ с. Маяк у Еникальского маяка. Сера выделяется в мшанковых известняках верхнего сармата, сильно пронизанных битуминозными веществами; по трещинам и пустотам известняка выделяется нефть. Здесь встречаются как α -, так и β -сера, причем α -сера в виде хорошо образованных буровато-желтых полупрозрачных кристалликов. Развиты формы r (111), s (113), n (011) и c (001). Господствует форма (111).

Порошковатая сера констатирована в грязевых отложениях соляных озер.

β -сера или параморфозы по ней α -серы имеют вид мелких светложелтых непрозрачных пластинок (С. Попов и Белевич, 1932). Под микроскопом они представляют собой сростки кристалликов α -серы. На параморфозах определены: c (001), g (011) и w (111) (фиг. 5). Повидимому β -сера выделялась из раствора ее в нефти, как она получается искусственно из растворов в углеводородах. Развитие β -серы в связи с нефтяными месторождениями было доказано В. И. Вернадским.



Фиг. 5. Кристалл β -серы из Крыма.

[Г. Антипов, 1849, 1865; Н. Головкинский, 1869; Н. И. Андрусов, 1893, 84; С. П. Попов, 1902; В. И. Вернадский, 1908, 1914; П. Двойченко, 1914; В. Мокринский, 1916; Лучицкий и Мокринский, 1925; Э. Штейнванд, 1930; С. П. Попов и Е. Белевич, 1932; С. П. Попов, 1937.]

Кавказ

1. Землистая сера указана на Таманском п-ове, в Краснодарском крае, около хут. Чижики. Сера встречается также в виде прозрачных кристалликов, размером не более 1 мм, в трещинах гипсоносного песчаника, пропитанного гумусом, в 17 км от ст-цы Варениковской около хут. Волкорез в Темрюкском районе, в долине реки Псебепс.

В районе Ильских нефтяных промыслов была найдена самородная сера в виде мелких примазок в трещинах доломитов, вмещающих тяжелую нефть.

[Воскобойников, 1827; Воскобойников и Гурьев, 1832; К. М. Родионов, 1930; П. Н. Чирвинский, 1933.]

2. Сера наблюдается в виде налетов с гипсом в известковых пещерах минеральных источников Мацесты, близ Сочи, в Азово-Черноморском крае. Она покрывает в виде тонкой пленки поверхность воды в колодцах грифонов, а при разбавлении минеральной воды пресной выделяется также в воде, идущей в ванны.

[Н. Н. Яковлев и В. П. Нехорошев, Мат. общ. и прикл. геол., 1916, в. 8.]

3. Налеты серы встречаются в гипсоносных глинах в окрестностях ст-цы Хадыженской, недалеко от г. Майкопа. Мощные отложения гипсов имеются среди верхней юры возле ст-ц Каменноостской, Баракаевской, Бесплапеевской, Андрюковской. Возле гор Ашаба и Шелох, как результат деятельности вод, проходящих через гипсоносную толщу, находится ряд месторождений серы, не имеющих промышленного значения.

Месторождение серы указывается также в верховьях р. Фарс, недалеко от ст-цы Ново-Свободной (б. Царской). Сера залегает в виде патеков среди тонкозернистого темного песка, содержащего много глауконита, кристаллы квасцов, мелкие кристаллы пирита и выцветы калийной селитры. Мощность этого пласта 25 см. Над ним залегает плитняковый известняк, а под ним черная глина с большим содержанием квасцов.

[К. И. Богданович, 1917; И. И. Никшич, Изв. геол. ком., 1917, отчет; В. А. Сельский, Тр. Сев.-Кавказ. асс. н.-и. инст. Ростов на Д., 1926, № 16.]

4. В районе Армавира сера обнаружена в незначительных количествах среди выходов гипса к СЗ от ст-цы Преградной и к Ю от ст-цы Исправной и близ ст-цы Ахметовской.

[Изв. Геол. ком., 1916, 35, № 5; И. И. Никшич, Изв. Геол. ком., 1917, отчет.]

5. Недалеко от Краснодара в пределах Адыгейской автономной области была найдена порода, содержащая до 44.7% свободной серы, растворимой в сероуглероде.

[Изв. Геол. ком., 1916, 35, № 5.]

6. В Кабардино-Балкарской АССР и Карачаевской автономной области сера встречается в виде кусков (иногда в несколько граммов весом) или в виде трахитовых валунов, пропитанных серой, на поверхности конечной морены ледников горы Эльбрус. Такие находки указаны на морене ледника Кукуртлю (что по-карачаевски значит «сера»), который выходит в долину Хурзука, одного из истоков р. Кубани. Коренное месторождение серы видно в обрыве одной из совершенно неприступных скал на склоне Эльбруса. Валун с серой указан и на морене ледника Азауского. Происхождение серы вулканическое.

Порошковатая сера с белыми квасцами и медным купоросом наблюдалась в метаморфизованных сланцах в скале Кердеюклькай в бассейне р. Муху, впадающей слева в р. Теберду, ниже Тебердинского дачного поселка. Эта сера образовалась за счет окисления колчеданов, рассеянных в сланцах.

[А. П. Герасимов, Изв. Геол. ком., 1917, 36, № 4, отчет.]

В Кабардино-Балкарии сера найдена также в гипсах в Баксанском ущелье близ горы Гижгит.

Незначительные выходы самородной серы в виде линз и вкраплений в известняках встречены на левом склоне р. Баксана против с. Былым, на высоте 2075 м, вблизи тропы, идущей к зимнему кошу с. Эльбрус. Недалеко от выходов серы находится гипс. Площадь осернения — несколько квадратных метров.

В месторождении Кюген-кая (на правом склоне верховьев р. Кестанты и р. Устур-арты) в породах эффузивных пород склонов горы Кюген-кая встречена самородная сера в небольшом количестве. Ее образование связано с выделением сернистых паров во время извержения.

[Н. Барбот-де-Марни, 1896; В. И. Вернадский, 1908; П. Н. Чирвинский, 1927; С. П. Соловьев, 1932, 1936, 1938.]

7. Чечено-Ингушская автономная область и окрестности г. Грозного. Есть непроверенное указание на существование серного месторождения между сел. Сергиевским и ст-цей Калиновской. Сера известна в хребте Эрдышты, в горе Гинжи-корт, по дороге, ведущей от Шатоя к укреплению Башни-кале (Барбот-де-Марни, 1896).

В районе Терского хребта у хут. Васильевского около источников отмечены выцветы квасцов и серы; воды имеют сильный запах сероводорода и обладают вяжущим вкусом.

Налеты серы указаны по руслу р. Ачалук на песчанике, из которого просачивается сероводородная вода.

Выделение серы, связанное с ювенильными минеральными водами, отмечено также в районе источников Брачуны, Исты-су. Сера обнаружена при рытье шурфов для буровых скважин в Грозненских нефтяных промыслах.

В Аргунском ущелье в 35 км от Грозного наблюдались кристаллы α -серы и плотная сера, которая является вероятно параморфной по β -сере (В. И. Вернадский, 1902). Наблюдалась следующие формы у α -серы: (001), (011), (111), (113), (115). Сероносными являются: 1) желто-белая гипсоносная глина с гнездами серы, 2) кристаллы гипса с включениями серы, 3) обломки мергеля с натеками аморфной и мелкокристаллической серы, 4) коренные мергели с налетом серного цвета. Большие залежки гипса находятся на берегу р. Ченты-аргун, выше с. Шатой; они могли дать сероводородные воды, которые, просачиваясь по трещинам пород, отлагали серу в других районах.

Сера содержится в туфе источника, вытекающего из верхнемеловых известковых мергелей, в 3 км на Ю от с. Яраш-Марды на самой верхней части восточного склона горы Сенгеликорт («Сенгелькорт» по-чеченски — «серная вершина»), на левом берегу р. Ченты-аргун (в 43 км к югу от Грозного).

Район месторождения сложен третичной толщей сланцеватых мергелей и меловыми мергелями и мергелистыми известняками. Известняки обнаруживают признаки метаморфизации и к метаморфизованным участкам их приурочены скопления серы. Сера представлена то в виде рассеянных мелких кристалликов, то весьма тонкими налетными корочками по трещинам и поростам. Генетически это месторождение относится к типу Гийк-салганских месторождений.

Такого же типа месторождение серы — в ущелье Шаро-аргун на горе Дарген-дук, в 6 км выше сел. Улускерт, в уроч. Букаязы, в пещере Шакингах и в нагорной Чечне у сел. Цеси, Пуй, Химой и др.

[Н. Барбот-де-Марни, 1896; Меллер и Денисов, 1900, 1917; В. И. Вернадский, 1902, 1908; Б. Домбровский, 1916; Д. И. Шербаков, 1927; П. Чирвинский, 1927, 1933; К. И. Родионов, 1930; в отделе фондов С.-Кавк. Геол.-разв. упр. рукописи А. П. Шаповалова, Г. В. Ефанова и Н. А. Смирнова о месторождениях в Чечне.]

8. Дагестан. Месторождения серы в Дагестане (фиг. 6) разделяются на 2 группы, различные как по своему геологическому характеру и происхождению, так и в отношении промышленных запасов: Аварская группа и Махачкалинская (Петровская).

К Аварской группе принадлежат Кхиутское, Гимринское, Балахинское, Могохское месторождения.

Кхиутское месторождение находится на южном склоне хребта Салатау, в 62 км к ЮЗ от г. Махач-Кала и в 50 км от ближайшей ж.-д. ст. Буйнакск. Оно расположено на обрыве размытой антиклинальной складки. Наиболее древними породами в Кхиутском районе являются



Фиг. 6. Схематическая карта серных месторождений Дагестана. По Барбот-де-Марни.

1 — Кхиутское; 2 — Гимринское; 3 — Гюмюрское; 4 — Опсокулинское; 5 — Балахинское; 6 — Могохское; 7 — Годатлинское (г. Махнога); 8 — Гергебильское; 9 — Бахтурское; 10 — Гийк-Салганское; 11 — Кафтар-Кутанское.

песчаники и сланцы угленосной серии лейаса, выходящие в ущелье Гиндираб-Габуртли. Выделения кристаллической серы приурочены к прослоям серой глины, в алебастрово-доломитовой толще. Покрывается сероносный пласт неоккомскими известняками и песчаниками, а подстилается верхнеюрскими гипсами и доломитами. Распределение серы неравномерное, гнездовое. В сероносной глине присутствует 2.74% серы; в серной руде 58.14% серы (Дробышев, 1930). Иногда сера находится в сахаровидном алебастре, выполняя пустоты и трещины, не имея каких-либо обволакивающих корочек и ореолов. Иногда кристаллы серы включены в пластинки прозрачного гипса. Наблюдается также сера по трещинам спайности и в пустотах между хорошо образованными кристаллами гипса в виде свободных кристаллов, вместе с остатками сахаровидного алебастра. В этом случае сера образовалась позднее гипса. Сера в доломите встречается в виде вкрапленников, неправильных прожилок и иногда отделяется от породы каемкой гипса с небольшим содержанием кальцита. На некоторых штуфах видно, что доломит замещается гипсом; гипсу предшествует образование карбоната кальция.

Сероносная мергелистая глина местами носит песчанистый характер, местами уплотнена; в зависимости от сохранности серы она имеет синеватый или сероватый цвет. Содержание серы более богатое в синеватой глине. В месторождении имеется сероводород и битумы в небольшом количестве. В глинах и известняке встречается пирит.

Месторождение имеет характер линзы, вытянутой с СЗ на ЮВ и протягивающейся на 700 м. Ширина линзы неизвестна. Центральная, наиболее богатая часть месторождения выработана. По статистическим данным, на Кавказе в 1897 г. было добыто 23 000 т серной руды, из которых большая часть приходилась на Кхиутский рудник (Чиркатский).

Гимринское месторождение находится на крутом северном обрыве гребня Наки-меэр в 6 км на ЮВ от с. Гимры (по прямой), на правом берегу р. Аварское Койсу, в почти недоступном районе. Вершина Наки-меэр сложена нижнемеловыми известняками, которые подстилаются гипсоносной свитой, состоящей из прослоев известняка и гипса. Кристаллическая сера пронизывает гипс.

Могохское месторождение серы находится в Хунзахском районе, в 2 км на СЗ от аула Могох, на левом берегу р. Аварское Койсу, в 50 км к ЮЗ от Буйнакса, в средней части Могохского хребта. Хребет представлен размытой антиклинальной складкой. Рудный горизонт проходит в свите верхнеюрских отложений и представляет собой чередование известняков, гипсов и мергелей. Мощность его около 4 м и простирание прослежено на 400 м. Среднее содержание серы в западном участке 9.15% и на восточном— 15.92%. Оруденение приурочено к алебастрово-доломитовой толще. Сера встречена в виде небольших гнезд, включений прожилок и вкраплений и приурочена к трещинам. Сера кристаллическая, похожа на кхиутскую.

В 3 км к С от Могохского месторождения на северном склоне горы Гоце-меэр (в южном склоне хребта Энкита) на 2.5 км южнее с. Балахини (Беллек) расположено Балахинское месторождение. Верхнеюрская свита здесь представлена чередованием известняков и гипсов, в нижней же части преобладают известковые брекчии. Осернение приурочено к алебастрово-доломитовой толще. Сера образует вкрапленности в гипсах, реже в известняке. Рудных пластов два, по 1.2 м мощностью каждый.

Аналогичные месторождения самородной серы Гюмюрское и Онсокулинское расположены на правом берегу р. Аварское Койсу, в 6 км на ЮВ от аула Гимры, на плоскостях Нагхи-меэр и Шугу-меэр. Сера встречается не только в глинах, но и в песчаниках, иногда в виде примазок. Промышленного значения эти месторождения не имеют.

Месторождения Бахтурское и Гергебильское находятся на правом берегу р. Казикумухское Койсу и расположены в 6 км один от другого. Гергебильское месторождение находится на высоте около 1600 м и почти недоступно. Сера залегает в плотном мелкозернистом песчанике в виде гнезд и прожилков.

Кристаллическая сера в виде гнезд и примазок в доломитах, переслаивающихся с гилсами, имеется в Годатлинском месторождении, на северном склоне горы Махнота (Чабат-хохе), на левом берегу р. Аварское Койсу (в Хунзахском районе). Налеты самородной серы встречаются в нефтеносном Берекей-Дербентском районе в сероводородных источниках, просачивающихся из фораминиферовых мергелей Балхас-Хунукской антиклинали (Б. Голубятников, 1925).

В Махачкалинскую группу входят месторождения Гийк-Салганское и Кафтар-Кутанское.

Месторождения Махачкалинской группы находятся в 17 км к ЮЗ от г. Махач-Кала; они приурочены к обширной куполообразной Кукурт-Тауской антиклинали, идущей в широтном направлении. Складка сложена фораминиферовыми эоценовыми породами, под которыми в ее ядре залегают верхнемеловые известняки и мергеля. На северном склоне этой складки находится ущелье Гийк-Салган, а на южном склоне — Талгинский серный курорт. Кроме талгинских источников, здесь ранее была группа сернистых источников, выходы которых были приурочены к контакту эоцена и меловых отложений. После того как разведка на нефть дала фонтанирующую сероводородную воду, естественные источники иссякли. Сероносными породами месторождений Махачкалинской группы являются огипсованные видоизмененные известняки и прикрывающие их наносы и туфы серных источников.

Гийк-Салганское месторождение находится на ю.-в. склоне ущелья того же имени, приблизительно в 3 км от Талгинских сероводородных источников. Мощные отложения травертина и обломки известняков и мергелей верхнего мела осернены на протяжении нескольких сот метров. Сера встречается как в виде неправильных линз, так и в виде отдельных скоплений. В ангидрите, который находится на контакте между серной рудой и известняком, наблюдаются превосходные включения кварца. Ближе к выделениям серы ангидрит переходит в кристаллический гипс, местами наблюдается смесь гипса и ангидрита. В месторождении встречается плотная сера, которую считают параморфозой по β -сере, и явно кристаллическая α -сера.

По В. И. Вернадскому, наблюдаются следующие формы α -серы: (111), (113), (011), (001).

Бурлящие газы источника, по определениям Э. Э. Карстенса, состоят, главным образом, из углеводов и азота.

Кафтар-Кутанское месторождение, расположенное в 1 км к Ю от Гийк-Салганского, аналогично ему по генезису. Оба месторождения не имеют промышленного значения. На ю.-в. склоне горы Кукурт-тау, в 5 км на З от слияния Гийк-Салганского ущелья с Талгинским, есть серное месторождение Кукурт-Башларское.

[Кольчевский, 1865; П. В. Еремеев, 1867; Б. Винер, 1870, 922; Н. Н. Барбот-де-Марни, 1894, 1896; В. Меллер и М. Денисов, 1900; В. И. Вернадский, 1902; К. Богданович, В. Ренгартен и др., 1917; В. П. Ренгартен, 1917; В. Д. Голубятников, 1925; И. С. Телетов, 1925; Д. И. Щербаков, 1927; Д. В. Дробышев, 1930; А. В. Данов, 1932; В. П. Воинов, 1933; А. Ш. Курбанов, 1935.]

ЗАКАВКАЗЬЕ

Грузия

Сера встречается в виде корочек, желваков и гнезд в травертиновых отложениях минеральных источников в ряде пунктов. В Трусовском ущелье близ с. Абано, в верховьях р. Терека, к З от ст. Коби Военно-Грузинской

дороги, месторождение серы приурочено к делювию; в верхнем слое (2—3 м мощностью) — слабые налеты серы, ниже — более рыхлый и более обогащенный серой слой (0.8—1.2 м), под которым залегают прослойки, желваки и гнезда чистой серы (0.05—0.15 м). Это месторождение разрабатывалось с 1887 по 1914 г.; добывалось около 500 пудов (8190 кг) в год.

В Душетском районе, кроме того, известны выделения серы около сс. Кетерси (Кектриси), Верхнее Деси, также в с. Нагвареви, в местности Нагореви-хеви, в 7 км от с. Млеты к Пасанауру, у б. Крестовского монастыря на левом берегу Арагвы и др.

Сапальский (1856) считает, что серные воды, давшие отложения серы в этом районе, образовались от действия горячих водяных паров на пириты, в изобилии находящиеся на Казбеке.

Сера выделяется в связи с серными источниками в окрестностях Тбилиси, в с. Сацхениси, по р. Амбарис-хеви около с. Мухравани. В Борчалинском районе сера указана в гипсовой брекчии на Чатыш-даге, в с. Кариндж. Порошковая сера вместе с реальгаром встречается в Аллавердском руднике. В Онском районе сера из источников выделяется в Раче, в местности Тетригеле по р. Шараула; затем на правом берегу р. Хеор, левого притока р. Рион, у с. Хейти; в ущелье р. Чео, левого притока р. Рион близ с. Хирхениси; у с. Корта (10 км к ЮЗ от г. Они). В этих районах встречена нефть. Сера давно известна также около Зеглеви, близ г. Кутаиса, где она встречается вместе с мелантеритом.

В Зугдидском районе сера указана у с. Сачино. В Чиатурском районе сера встречается у с. Хуневи в местности Ахалшени и у сел. Бжишеви, в местностях Убалта, Нацхварисгеле и Насакиреви. В Махарадзевском районе белые налеты серы на гальках мергеля указаны в русле сероводородных источников на склонах Джуматского хребта, в 3 км к ЮВ от с. Джумати. В Миха-Цхакаевском (Сенакском) районе проявление серы указывается в 1 км от г. Старо-Сенаки. Сероводородные источники центральной части Грузии сопровождаются часто выделениями нефти. Некоторые источники приурочены к миоценовым отложениям, другие к олигоценным.

[Сапальский, 1856; Б. Винер, 1870, 917; Коншин, 1888; С. Симонович, 1901; В. И. Вернадский, 1902, 1908; Цейтлин, 1916; Г. Кометиани, 1930, 1933; В. П. Ренгартен, 1932; В. П. Петров, 1933.]

Армения

Вулканическая сера встречается на горе Алагез, иногда в сталактитообразных формах. Известна сера в глине около с. Имерлю и налеты серы на серном колчедане в Аргаджи у подножия Арарата.

Серные месторождения имеются в долинах Арпа-чай и притоков Нахичеван-чай. Среди эоценовых и миоценовых образований наблюдаются отложения серы в виде незначительных гнездообразных скоплений, примазок и вкраплений. Гюмюрское серное месторождение расположено в 50 км на С от ж.-д. ст. Нахичевань в верховьях бассейна р. Нахичеван-чай, на левом его притоке Гюмюр-чай, который стекает со склонов олигоценного вулкана (?) Сольварты. В связи с крупным разломом по р. Гюмюр-чай наблюдаются выходы сероводородных минеральных источников и углекислых типа нарзана. Серные проявления отмечены в двух пунктах, резко различающихся по геологическим условиям. Коренные серопроявления находятся в верховьях у ручья Теты-чай (западный склон Кунгур-Алагезского хребта в верховье р. Гюмюр-чай); приурочены они к толще андезитов и андезитобазальтов олигоценного возраста. Сера в виде полукристаллической и микрокристаллической разностей, являясь вкрапленной в породу, находится в ассоциации пирита, кварца, опала и цеолитов. Выполнения пустот в андезитах представлены кварцем, пиритом и серой. К ЮВ от месторождения отмечены выходы реальгаровых руд, находящихся в ассоциации пирита,

кварца, сурьмяного блеска и также редких зернышек самородной серы. Генезис рассматриваемых серопроявлений Верхнего участка, по мнению И. Н. Ситковского, находится в связи с фазой фумарольной деятельности, третичных грано-диоритовых интрузий, выходы коих по линии разлома имеются в верховьях р. Алинджа-чай (в 15 км к ЮВ). Второй пункт серных проявлений Гюмюра находится в средней части течения р. Гюмюр-чай. Сероносность здесь приурочена к толще валунно-глинистых отложений, видимо, речно-ледникового происхождения. Наибольшая сероносность проявляется в зоне гипергенеза, не переходя за границу горизонта циркуляции грунтовых вод. Валуны рассматриваемых отложений представлены теми же пиритизированными сероносными андезитами (находящимися в разных стадиях их разрушения), что и в области Верхнего участка. Осернение здесь проявляется в виде дисперсной разности серы в осветленной зоне каолино-гипсо-опаловой корки ледниковых отложений.

В этой же зоне отложений (мощностью максимум 3—5 м) изредка встречаются и глыбовые скопления серы, размерами до 0.5 м и более в поперечнике, с весьма богатым ее содержанием (до 50%).

Сера зеленоватого, зелено-желтого цвета и темного, почти черного. Нередко сера совместно с гипсом является цементом обломочной кремнистой породы и выполяет также пустоты губчато-пористых кремнистых пород. Образование кремнистоопаловых корок связано с миграцией кремнезема в поверхностных горизонтах, переотложенных сероносных андезитовых пород Верхнего участка (при образовании речно-ледниковых террас). Наличие богатых серных валунов можно объяснить процессами перемещения серы и обогащением в связи с благоприятными геохимическими условиями (наличие сероводородного брожения в данном участке, восстановительная среда и пр.). Спутниками серы на Нижнем участке являются: минералы каолиновой группы, гипс, опал, халцедон, кремни, пирит, окислы железа, ярозит, иногда галотрихит, эпсомит, мелантерит и органическое вещество (остатки древесины дуба). Кристаллики серы встречаются иногда тесно перемешанными с цеолитами в опализированной цеолитной породе.

Сера в виде гнездовых включений корок и порошкообразных масс встречается в загипсованных пепловидных лагунных осадках Сеид-Кетанлинского месторождения на левом берегу р. Шор-су, близ с. Шугаиб, в 20 км от ст. Камарлю Ереван-Джульфинской ж. д.

Мощность сероносных пепловидных пород изменяется от нескольких сантиметров до 2.5 м. Залегают они вблизи земной поверхности. Местами виден переход в серые мергели с гипсом. В подстилающих туфогенных породах гипс преобладает над серой. Ниже 18 м сера исчезает. Содержание серы в гнездовых скоплениях до 30%, а в породе от 1.32 до 5.16%. Выделяющиеся в районе газы содержат большое количество CO_2 (84—99%) и сравнительно немного H_2S (0.70—16.00%).

А. С. Гинзберг (Петрография СССР, изд. А. Н., 1934) указывает серу кроме того среди туфогенов в Сиенском районе.

Абих упоминает находки самородной серы в окрестностях озера Ван.

[Меллер и Денисов, 1900, 1917; Г. Смирнов, 1905; В. Н. Лодочников, 1925; В. Г. Юдовский, 1930; Г. В. Вашадзе, Отчет о развед. раб. 1935 г., Закавк. геол. трест; И. Н. Ситковский, Предварит. отчет о раб. 1937 г., Закавк. геол. трест; К. Н. Паффенгольц, Консультация и заключение об осмотре месторожд. в 1936 г., Закавк. геол. трест. Эконом. минерал. СССР. Армянская ССР, изд. АН, 1936, в. 1, 171, 212].

Азербайджан

Сера из серных источников выделяется на о. Жилом, на о. Артема, около Баку, близ Сураханов, близ сел. Наваги, в Кировабадском районе около ж.-д. ст. Шамхор, на земле сел. Баян, по течению р. Кашкар-чай, в ущелье Чирагидзор. Такая же сера известна около дер. Бинагады, по берегам

оз. Кал. В рухляке, заключающем в себе пласты гипса, открыты признаки самородной серы около почтовой дороги из Кировабада в Баку, между селениями Старая Шемаха и Маразы.

При описании горных пород Кедабека Е. С. Федоров указывает на присутствие серы в кварцевом песке Верхнего или Эзель-истока, ссылаясь на С. Абамелек-Лазарева.

Прожилки самородной серы встречаются в туфогеновых песчаниках на с.-в. крыле Межсиякинской антиклинали в Кабристане.

[Воскобойников, 1827; В. Меллер и Денисов, 1900; Н. Лебедев, Коллекция Кавказского музея, 1901, III, 158; Мат. геол. Кавказа (3), 1902, 3, 163; Г. Смирнов, 1905; В. В. Вебер, Тр. Нефт. геол.-разв. инст., сер. А, 1935, в. 62, 257.]

Урал

Пермская область. В районе Кизела при бурении на нефть на правом берегу р. Косьвы, у устья речки Мальцевки, на глубине 501 м были встречены вкрапления самородной серы в известняках пизжей части визейского яруса. Вкрапления в виде зерен в 2—4 мм диаметром приурочены к порам доломитизированного известняка. Визейские известняки водоносны, вода жесткая с сильным запахом сероводорода (П. Забаринский, 1934).

В Верхне-Чусовских городках Верхне-Городковского района в артинских глинах (материал буровых скважин) имеются включения мелких кристалликов пирита, слюда и редко включения серы.¹

Свердловская область. В Красноуфимском районе, около с. Сергинского и Ключей, сера образуется из сероводорода. В районе Мотовилихи сера встречается в кровле медистых песчаников Воскресенского рудника.² Как продукт разрушения пирита, сера встречается в окрестностях Березовского завода, около с. Арамилевского, около 2-го Благодатного рудника (в коллекции Московского университета), около дер. Ошурково на р. Исети.

В окрестностях Березовска сера находилась в ячеистом кварце («сухарной руде»); наблюдались следующие формы: (111) и слабо развитые (001), (113) (В. И. Вернадский, 1908).

Кристаллы серы с формой (111) были найдены в Коневском руднике около Невьянского завода в пустотках кварца.³

В Крылатском руднике Сысертского района сера найдена в кварцевых жилах с золотом (в коллекции Академии Наук).

В Камышловском районе, около Колчеданского отрога, близ дер. Ошурковой по р. Атяш, сера встречается в глинах, внутри конкреций серного колчедана.

Челябинская область. Сера выпадает на поверхности гипсов нижнеэоценового возраста в Линевской Песчанке, в уроч. Колесников Плес (Д. Соколов, 1906). В Соймоновской долине Кыштымского района по р. Сак-Елге и др. земляная сера с песком залегает в болотистой местности под напосом на глубине около 3—4 м; толщина слоя около 70 см. Месторождение произошло за счет разрушения жилы пирита, частицы которого местами встречаются среди серы (Барбот-де-Марни 1896, 17). Местами сера встречается в виде мелкого порошка, мягкая, похожая на глину, чистая, почти не содержащая примесей. Залегает на колчеданах, бывает прикрыта тальковым сланцем. Добывалась с давних пор.

Башкирия. Сера наблюдается по р. Белой около серных источников близ Баганяша, на берегу р. Сепияза у дер. Шарыповой. И. И. Лепехиным

¹ В. Сулин, Д. Гогитидзе и др., Мат. геол. и гидр. Верхне-Чусовского района, Уральской обл. ОНТИ, 1933.

² Бояршинов, Горн. журн., 1846, 1, 112.

³ П. Менге, Тр. Мин. общ., 1930, 240.

была указана сера при впадении р. Сима в Белую у д. Шоревой, но Ф. Чернышев не нашел серы в указанном месте.¹

У с. Охлебинино в породах верхнекаменноугольного и артинского возраста обнаружены гипс и самородная сера.²

В Стерлитамакском районе на Ишимбаевском о-ве при бурении под речными наносами (на глубине около 14 м) были обнаружены нефтеносные глины, дальше — серые глины с запахом сероводорода и, наконец, мелкая вкрапленность самородной серы. Кроме того, крупные куски самородной серы обнаружены под нефтеносными глинами в Ярмыс-куле.³

Чкаловская область. Просвечивающая самородная сера встречена в Бузулукском районе, в 40 км от устья р. Бузулук. В пустотах жильного кварца наблюдалась порошокватая кристаллическая сера вблизи Кобысты (В. И. Вернадский. Колл. Моск. ун-та).

[И. И. Лепехин, 2-я часть дневн. зап. путеш. 1772; Паллас, 1786, 2, 361; Hermann, 1789, 2, 341; Севергин, 1809, 1, 84; 2, 37; Хоз. опис. Перм. губ., 1811, 252—253; G. Rose, 1848, 2, 459; Миклашевский, Горн. журн., 1861, 4, 122; Б. Винер, 1870; В. И. Вернадский, 1902, 1908; Д. Н. Соколов, 1906; К. И. Богданович и др., 1920; П. Забаринский, 1934.]

Казахстан

По сводке Ф. Н. Чайковского (Пути химизации Казахстана, 1932) промышленных месторождений серы в Казахстане нет. Имеются лишь старинные указания, что сера разрабатывалась хивинцами в районе гор. Шейх-Джели (Кара-Калпакия) и добывалась в XVIII в. близ г. Гурьева.

1. Гурьевская и Западно-Казахстанская области. Указания на находжение серы в связи с серными источниками в районе Гурьева и Индерского озер имеются в работе Германа (Hermann, 1789). С. Е. Прянишниковым указывается на присутствие самородной серы в соляных куполах Урало-Эмбинского района (в 10 пунктах, см. фиг. 7). Некоторые месторождения находятся по правую сторону р. Урала (Новобогатинск, Джалтырь, Кугуртечагыл, Черная речка), другие — по левую (Ю. Искине, Тюлюс, Карачунгул, Абжель, Кундыбай, Унгар, Тентяксор, Пески, Тойсугай). Сера встречается не только на поверхности, но и на глубине.

Урало-Эмбинские нефтяные месторождения связаны с соляными куполами, которые имеют большое сходство с соляными куполами Луизианы и Тексаса. Соляные штоки находятся на различной глубине. Сера констатирована там, где наблюдается протыкание соляным ядром нефтяных горизонтов. Выходы самородной серы приурочены к поверхности и связаны с молодыми каспийскими осадками. Они обычно сильно окислованы и нередко сопровождаются выделением сероводородных газов. Интенсивность осернения бывает очень значительна. Шашка соляных куполов сложена ангидритами, гипсами, а в некоторых случаях карбонатными породами.

Выходы мелкокристаллической желтой серы наблюдались в соляном куполе Тюлюсе (на Каспийском побережье, в 80 км к В от с. Жилая Коса), где сера пропитывает песчаник (до 53% S), залегающий под глиной. Севернее выходов серы есть выходы нефти и сероводорода.

В Ю. Искине (80 км к З от г. Гурьева) мелкокристаллическая сера покрывает пустоты и трещины трепеловидной окислованной и огипсованной породы. Породы содержат 18.44% S. Сера наблюдалась иногда на глубине 128 м в гипсованной породе, покрытой зоной карбонатных пород небольшой мощности. В Новобогатинск-Джалтыре (в 60—70 км к З от г. Гурьева) сера обнаружена на глубине 173 м в известковой, сильно песчанистой глине с гипсом. Вдоль главной линии тектонического разлома в этом районе

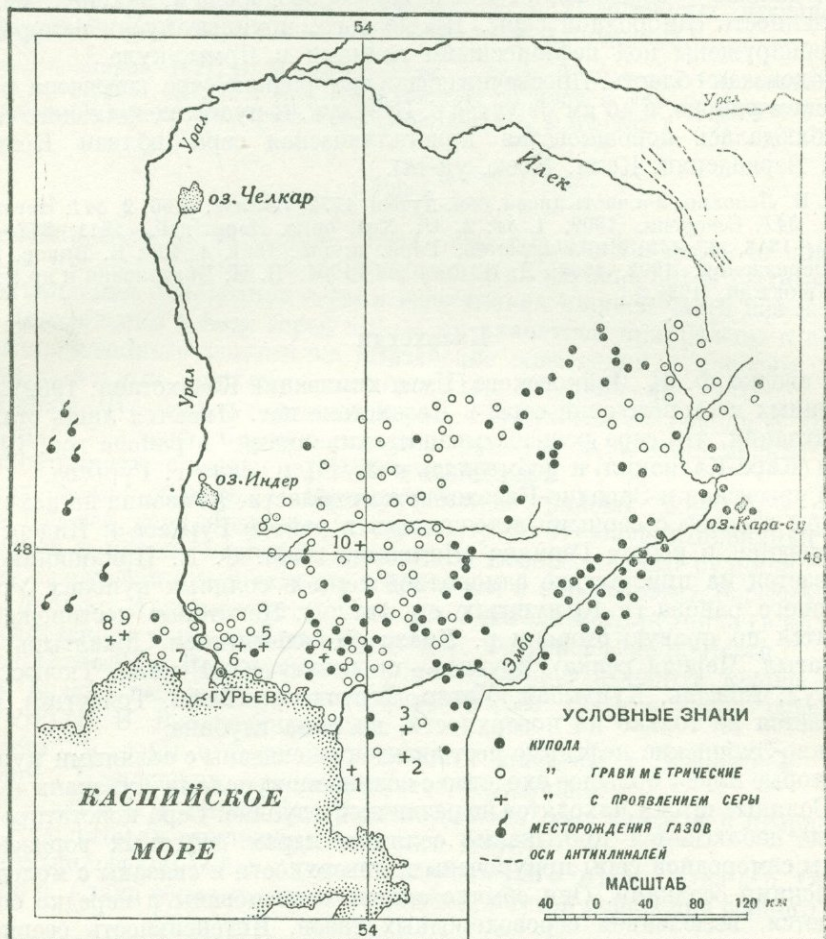
¹ Тр. Геол. ком. 1889, 3, № 4, 182.

² Нефть в Башкирии. Уфа, 1935, 70.

³ Ф. И. К а н д ы к и н, Зап. Уральского общ. ест., 1907, 26, 73.

имеются почвенные осернения в форме пятен, где сера сопровождается гипсом и ярозитом.

В куполе Черная речка (3—4 км к СЗ от г. Гурьева) самородная сера тоже связана с известняково-гипсовыми породами, причем в отличие от Искина, Тюлюса и др., сера крупнокристаллическая. Залегаet она в пашке соляного купола, часто в виде щетки желтых кристаллов (до 0.5 см в попе-



Фиг. 7. Схема соляных куполов Урало-Эмбинского района СССР. По С. Е. Прянишникову.

решике) на контакте гипса с известняками. Вершина соляного штока находится близко от поверхности (75—100 м) и по своему строению весьма сходна с прибрежными куполами Техаса и Луизианы.

Сера наблюдалась также в соляных куполах — Карачунгул (в низовьях р. Эмбы, в 50 км от берега), Кундыбай (45 км к С от Макат), Тентяксор (15 км от Войчунаса), Абжель (45 км к СВ от г. Гурьева), Унгар (60 км к СВ от Доссора), в песках — Тайсучан. В районе р. Эмбы в нефтяном месторождении Итас-сай сера обнаружена с гипсом в мергелях (ланцеолятовых), залегающих на фосфоритном горизонте сенона, подстилаемого нефтеносными песками сеномана.¹

На горе Чапчачи (Азгир) в 95 км к ЮВ от горы Б. Богда и 75 км к В от ст. Харабалинской Рязано-Уральской ж. д., самородная сера залегаet сре-

¹ Л. Смирнов и Н. Успенская, Изв. Геол.-разв. об., 1931, 92, 135.

ди гипсов, покрывающих соляные купола; стяжения серы располагаются в мучнистом кальците, залегающем в гипсовой массе. В случае сильного осернения (до 40—50%) гипсовая масса приобретает оригинальный губчатый характер.¹

В Тюбеджикском нефтеносном районе на п-ове Мангышлак сера проявляется в виде тонких налетов и присыпок по сбросовым трещинам в белом мелу и иногда в виде аморфно-рассеянном в конгломерате караганского горизонта.²

В Урдинском районе в соляных озерах Хаки обнаружены отложения серы (слой мощностью до 1.5 м) в местах выхода глубинных соляных ключей на поверхность.³ Авторы предполагают существование серных куполов.

Е. С. Прянишниковым указаны следующие пункты нахождения серы в районе между Уралом и Волгой:

Алтынбай-арал (на левом берегу р. Б. Узеня) выходы газов (углеводородов с 0.7% H_2S) и серы в центре возвышенности. В глинистых песках примазки серы с кристаллами гипса.

Тибеткуль (45 км на СЗ от Джаман-кала или Новокачанки); на глубине 63 м в черном песке — включения чистой серы.

Ниазбек-сор (45—50 км на В от Джаман-кала); на глубине 1.4 м в глине — сера и кристаллики гипса.

Аще-куль (12—14 км к ЮВ от Джаман-кала); в воронкообразных впадинах (выходах газов), сложенных песками, встречаются тонкие линзообразные включения самородной серы.

В Кугурте (14 км от Джаман-кала) в прошлом добывали серу.

В Аукатай (60 км к ЮВ от Джаман-кала); мелкие кристаллы серы в песчанике. Породы газоносные.

Досмаил (55 км к ЮЗ от Джаман-кала); сера в песке.

Еркечагыл (52—53 км к ВЮВ от Джаман-кала) и Джаман-чулан (45 км к ССЗ от г. Гурьева); газоносные песчаные воронки с линзами серы.

Кугурте-чагыл (50 км к ССЗ от Новобогатинска); в песке — линзы аморфной серы мощностью до 0.75 м.

Ази-чагыл (63 км к СЗ от Новобогатинска); осернение приурочено к верхним пескам в виде линзообразных прослоек 1.7 м мощности; связано с газоносностью отложений.

Али-шошак (70 км к СЗ от Новобогатинска); в газовых выходах песок с примазками серы, мощностью 0.5 м.

Кугурте (20 км на В от Досан); в шурфе на месте газового выхода на глубине 3.85 м — песок мощностью 4.2 м с примазками серы.

Почти во всех куполах установлены тектонические нарушения, присутствие газов и связь серы с нефтью.

В соляном куполе Каратон в одной из скважин сера встречена на глубине 1252 м в темнозеленых и серых глинах с обломками мергеля и песком; в другой скважине — на глубине 11 м с пиритом.⁴

2. В Актюбинской области, по П. Н. Сурову (1934), самородная сера предположительно находится в Джамбейтинском районе в 7 км от поселка Александровска.

По данным А. С. Уклонского (личные переговоры его с рабочими) буровая партия у развезда Котр-тас между Челкарком и Бер-Чогуром Оренбургской ж. д. встретила серу на глубине 120 м.

В Карсакпайском районе находится месторождение Балат-Там в 114 км к СЗ от Байконурских угольных копей по речке Дулы-чалын. Сера залегают землястыми скоплениями в пестроцветных глинах, переслаивающихся с пес-

¹ А. А. Богданов, Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., 1934, 42, отд. геол. 12.

² С. Н. Алексейчик, Тр. Нефт. геол.-разв. инст., 1936, в. 36, 35.

³ Н. И. Буялов, И. Н. Лепешков и др. Вестн. Акад. Наук, 1937, 1, 91.

⁴ В. С. Васильев, Сб. Большая Эмба, 1937, 1, 322, 323.

чаниками. Иногда сера образует участки неправильных очертаний (В. Ф. Алявдин).

3. Кустанайская область. В Кургасынском свинцовом месторождении И. С. Яговкин¹ указывает на присутствие серы вместе с галенитом, сидеритом, пиритом, халькопиритом, церусситом и англезитом. Жильным минералом является кварц-роговик, местами покрытый небольшими корочками гипса.

4. Карагандинская область. Самородная сера встречается в месторождении Майкаин в глубоких зонах выветривания, частью в пористых баритах в ассоциации с галенитом.² Наиболее крупные скопления серы наблюдаются на горизонте 60 м в виде жилообразных масс, мощностью до 20 см и в виде выполнений пустот в кварците. Сложение обычно плотное или мелкозернистое. Окраска от серножелтой до темносерой (частью за счет тонкораспыленных соединений серебра). Местами в сере наблюдаются полости, где изредка можно видеть инкрустации кераргирита и гипергенного кварца, или полости бывают нацело заполнены этими минералами, частью вместе с аргентитом. В парагенезисе с серой нередок ярозит.

Самородная сера обнаружена в кварцевых жилах свинцово-рудного месторождения Ажим, в 185 км к СЗ от медно-рудного месторождения Джезказган (по материалам Ф. В. Чухрова). Она образует неправильные выделения среди галенита или кварца, частью располагается на стенках полостей в этих минералах, частью в парагенезисе с пиритом. Обычная форма выделения — плотные или рыхлые бесформенные массы. В тех же жилах, где обнаружена сера, встречаются харькозин, ковеллин, бурый железняк, церуссит, англезит, линарит, гипс, ярозит.

В небольшом количестве самородная сера наблюдается в кварцевых золоторудных жилах Шайтантаса в 38 км к СЗ от Джезказгана (по данным Ф. В. Чухрова) в виде рыхлых скоплений среди ячеистого кварца, в парагенезисе с самородным золотом, гипсом, натрояррозитом и бурым железняком.

Во Владимирском месторождении на горизонте 20 м залегает прожилок, содержащий самородную серу.

5. Павлодарская область. Сера указывается в Павлодарском районе в Шуптыкульском руднике, около Джелтоевского пикета, в Макарьевском руднике.

По В. П. Нехоршеву³ сера встречается с гипсом в Кендерлыкском каменноугольном месторождении (в 40 км от г. Зайсана).

[Nermann, 1789; Реутовский, 1905; А. А. Богданов, Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., 1934, 42, отд. геол. 12; П. Н. Суров, 1934; С. Е. Прянишников, 1936.]

Туркмения

По запасам самородной серы Туркмения занимает первое место в СССР.

Самое крупное месторождение — Гаурдакское, находящееся в 40 км к С от Мукры и в 60 км от ст. Чаршангу Сталинабадской ветки Ашхабадской ж. д., на горе Гаурдак, входящей в систему гор Кугитанг (фиг. 8).

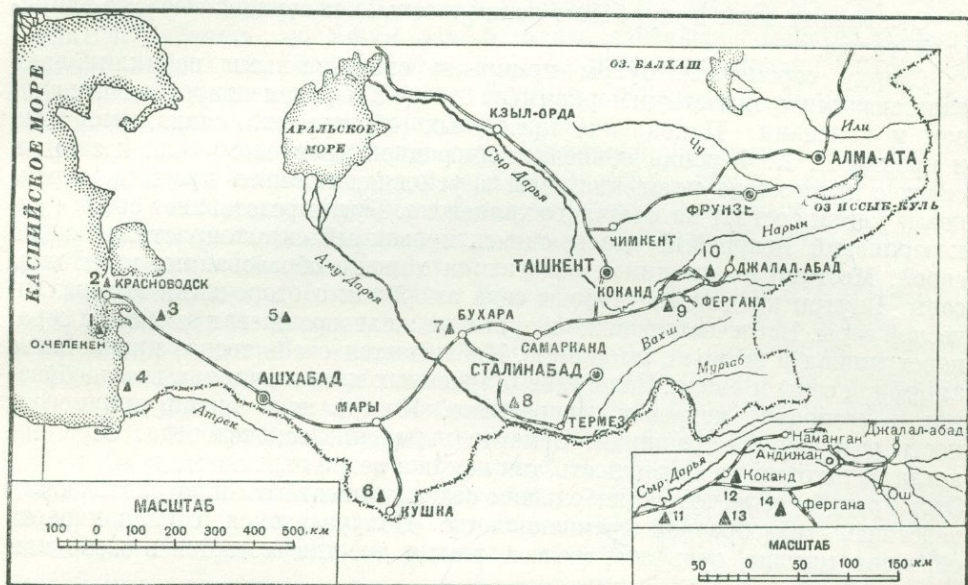
Местность богата провальными воронками (диаметром до 35 м, глубиной в 15 м), из которых выделяется сероводород. Крылья Гаурдакской складки изрезаны глубокими ущельями; на дне их вскрываются черные битуминозные юрские известняки, над которыми залегают гипсовые толщи, выше — пестроцветная толща меловых пород; к низам ее приурочены соляные штоки. Сероносные породы приурочены к титонским гипсам и известнякам. По М. П. Вакуленко (Отчет 1932 г., по указаниям А. С. Уклонского), про-

¹ Изв. Геол. ком., 1927, 46, № 8.

² Ф. В. Чухров, Мат. к минералогии золоторудных м-ний Сев. и Сев.-Вост. Казахстана (рукопись, 1938 г.).

³ Мат. общ. и прикл. геол., 1928, в. 79.

мышленная сера встречается, главным образом, в пористых светлых известняках. В гипсах есть отдельные обогащенные серой линзы. Известково-гипсоносная толща состоит из плотных мраморовидных линзообразных залежей ангидрита (до 15—18 м) и разных по генезису гипсов и известковых залежей. Известняки М. П. Вакуленко подразделяет следующим образом: 1) известняк темносерый, местами черный, слегка трещиноватый, осернение по трещинам в гипсе или кальците; сера зеленоватожелтая; осернение от 1.39 до 7.39%; 2) известняк темносерый, слегка пористый; сера желтая, мелкокристаллическая в порах, пустотах и трещинах; осернение от 2.53 до 17.16%; 3) известняк светлосерый, пористый, трещиноватый. Желтая сера равномерно пропитывает породу, встречаясь в пустотах и трещинах; осернение от 28.05 до 43.24%. Отдельные пробы содержат 60% серы.



Фиг. 8. Схематическая карта серных месторождений Средней Азии.

1 — Челекенское; 2 — в районе Красноводска; 3 — Айдинское; 4 — в Чикишлярском районе; 5 — Каракумское; 6 — в Кушкинском районе; 7 — в окр. Бухары; 8 — Гаурдак; 9 — в Ферганском районе (Ким, Шор-су, Чимион); 10 — Чангырташская группа; 11 — Ким; 12 — Риштан; 13 — Шор-су; 14 — Чангырташская группа.

Площадь осернения очень большая. Сера большей частью плотная, редко хорошо окристаллизована.

Сероносные породы тесно связаны с образованиями типа сапропелитов, антраконитов, углистых и битуминозных веществ, а также с отложениями калийной и поваренной соли. Близ меловых пород в гипсе была обнаружена нефть. Скопления серы имеют линзовидный характер, приближающийся к пластовому. Парагенезис серы: сероводород, гипс, ангидрит, целестин, барит, алунит, квасцы, купоросы, синштофит, арагонит, кальцит, кремень, пирит и битумы.

[В. П. Мирошниченко, 1933; А. В. Данов, 1933, 1936.]

Каракумский сероносный район находится почти в центре Каракумской пустыни. Сера приурочена к буграм, которые локализованы на двух площадях, расположенных к С и ЮВ от колодцев Шиих. Колодцы Шиих находятся на $40^{\circ}1'$ сев. широты и $58^{\circ}26'$ вост. долготы от Гринича (в 230 км к С от Ашхабада). Северное поле лежит в 17 км от Шиих и вытянуто полосой в широтном направлении на 20 км. Юго-во-

сточное серное поле вытянуто тоже в широтном направлении. На западе это поле ограничено меридианом, проходящим через Шиихские колодцы, в 6 км на Ю от них, и протягивается на 35 км к В.

Сера залегают во внутренней части бугров — останцах размывания и раздувания верхнетретичных отложений. Бугры возвышаются на 10—70 м, а средний диаметр их оснований колеблется от десятков метров до километра и больше. Верхняя часть бугров сложена серыми и белыми песчаниками, иногда слюдистыми (вероятно акчагыльскими). Песчаники иногда переслаиваются с глинистыми отложениями. Максимальная мощность этих отложений 40—50 м. Ниже идут окремнелые мергеля (сарматские), светлые глины, иногда сильно окремнелые и наконец в основании свиты мощная толща (15—20 м) серозеленых глин (нижнего сармата, олигоцен).

Отложения серы приурочены исключительно к верхней песчано-глинистой толще.

Сверху сероносные бугры прикрыты своеобразными периклинально залегающими кремнистыми корками (от 1 см до 3 м), сцементированными гипсом и квасцами. Накопление кремневых образований опала, халцедона и кремня А. Е. Ферсман объясняет миграцией кремневого геля и золя, в связи с процессами окисления серы в условиях климата пустыни. Кремневые корки состоят из натечного халцедона. Руда представляет собой мелкозернистый кварцевый песок, сцементированный скрытокристаллической серой. Местами по трещинам отлагаются хорошо образованные кристаллы серы. Внутри кремнистой породы сера аморфная с оторочками кристаллической серы. Встречается также в пустотах желтооранжевая аморфная сера, переходящая в желтую, аморфную. Наблюдается очень тесное прорастание аморфной серы и опала. Залегание осерненных масс песчаника гнездообразное, в несколько метров в поперечнике. Иногда ясно видна приуроченность осернения к трещинам. Заметно выделение сероводорода. Сера никогда не выходит на поверхность, так как она легко окисляется в SO_2 и SO_3 . Этот процесс облегчается небольшим содержанием влаги и каталитическим действием гелеобразной кремнекислоты. Получающаяся серная кислота образует квасцы, сульфаты железа, гипс и др. или остается в свободном состоянии.

В районе колодцев Шиих известны бугры Дарваза, Кызыл-Кыр, Топ-Джувльба, Келесы-ак-Джувльба, Арвахлы, Адак Бассан и др. В районе колодцев Кызыл-Такыр — Чеммерли, Зеагли, Дзингли, Мансурдаг и др.

В Каракумских месторождениях содержание серы в руде колеблется от 45 до 80% (в среднем 40—50%).

Кроме того, известны месторождения Саракамышской впадины, по Теджену, у Иранской границы.

[Коншин, 1889; Маевский, 1897; А. Д. Нацкий, 1926; А. Е. Ферсман, 1926; П. А. Волков, 1926; Д. И. Щербаков, 1927, 1928; А. И. Телетов, 1929; А. В. Данов, 1931, 1933; М. Б. Григорович, 1934.]

Кушкинский сероносный район. Осернение приурочено к гипсам датского яруса. Район мало изучен. Указания на Пуль-и-Хатума и Бадхыза сделано В. Н. Огневым.¹

В сае Ходжа-Гургурдек находится Тахта-Базарское месторождение. Осернение приурочено к известнякам границы мела и третичных пород. В связи с осернением наблюдаются трепеловидные породы, сероводородные источники, отлагающие аморфную серу и выделяющие газы (по П. П. Добросельскому, согласно указаниям А. С. Уклонского, 1935). Имеются указания на нахождение серы в Ер-Ойландузском направлении.

¹ Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, в. 266.

Самородная сера в конгломерате указана в Байрам-Алийском районе близ рабочего поселка Уч-Аджи (в 120 км к СВ от Мерва). Конгломерат подстилают слои гипса, песчаника и глины.¹

Западно-Туркменский сероносный район. Сера на о. Челекене отлагается в виде белого порошка в устьях горячих источников, например, на уроч. Мирзабек, к Ю от уроч. Але-тепе в Закохречье. Иногда вместе с сопочной грязью, гипсом, патроярзитом и др. она образует конусы бывших источников, местами скопляющиеся группами по сбросам (около Эк-Ситля в северной части уроч. Кир-Кизыл тепе). В этих конусах попадаются кристаллы серы (В. И. Вернадский, 1902).

По Шкляревекому (1902), кристаллы бывают двух генераций: 1) в форме кристаллических корок и выделений плотной серы на битуминозном песчанике и 2) в виде скелетообразных и отдельных кристаллов в песке, в трещинах и пустотах песчаника. Наблюдались следующие кристаллические формы: (111), (113). Встречаются кристаллы скелетообразно вытянутые параллельно ребру (111): $(1\bar{1}1)$, у которых плоскости (113) очень малы, или наблюдается исключительно форма (111).

Большинство месторождений серы Западной Туркмении приурочено к акчагыльским отложениям, где сера встречается с гипсом, галотрихитом и пр. К СВ от Красноводска сера находится у колодцев Ушак и Кукуртли. Сероносность прослежена на 40 км от колодца Ушак до мыса Умчал. Наибольшее осернение у колодца Кукуртли.²

Сера обнаружена в 70 км к СВ от Красноводска по берегу оз. Кукурт-Ата.

В районе гор Б. Балханы в отрогах горы Ляма-бурун сера залегает как в конгломератах, так и в подстилающих породах, и, повидимому, связана с деятельностью сероводородных источников, вытекающих из нижележащих верхнеюрских и меловых известняков. Площадь осернения значительная. По В. И. Вернадскому, сера наблюдается в виде параморфоза α -серы по β -сере (или по γ -сере) и сопровождается гипсом, галотрихитом и палетамы сульфатов окиси железа. Некоторые кристаллы очень богаты формами: (001), (011), (013), (101), (110) (111), (113), (115), (112), (221), (331). Наблюдается сфероидальное развитие граней (113), (115), (112), редко (221).

Формы (112), (221), (013) и (331) являются исключительно редкими формами.

В этом же районе кристаллическая сера была найдена в пласте темной глины в окрестностях Ягманского бурогоугольного месторождения в юрских отложениях между кишлаком Кяриз и Кизыл-джабаир. На кристаллах серы были примазки какого-то черного вещества. Ниже залегает осерненный плотный песчаник серого цвета. Осернение местное, незначительное.³ На южном склоне Б. Балхан сера указана близ ж.-д. ст. Балла-Ишем. В 12 км к Ю от ст. Айдин, Ср.-Аз. ж. д., у подножья горы Шорджа (западное окончание хребта М. Балханы) находится Айдинское месторождение серы. Сера залегает в песчаниках и гипсах акчагыла. С поверхности она окислена и перешла во вторичные гипсы и квасцы.

Сера находится также в западной оконечности хребта Кюрен-даг в Бурун-су (в 40—50 км от ст. Казанджик).

Серные месторождения на склонах г. Шорджа связаны с тектоническими трещинами. Сера залегает в виде купола, трещины которого заполнены гипсом и битуминозными породами.⁴

¹ В. Н. Кунин и М. П. Петров. Иссл. подземн. вод СССР, 1932, в. 1.

² Г. А. Лебедев, Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, 179, 77—118; М. Б. Григорович, 1934.

³ Е. А. Репман, За недра Ср. Азии, 1934, № 5—6, 81.

⁴ В. В. Александров и И. Н. Никшич, Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1930, 14; Г. К. Орбев, 1934.

В районе северного склона Копетдага выходит ряд сероводородных источников, приуроченных к тектоническим трещинам (Арчман, Бахарден и др.). Сера выделяется в них в аморфном виде, но в известняках; вблизи от сероводородных источников имеются и выделения кристаллической серы. В ю.-в. склоне Копетдага сера встречается в Каахкинском районе близ рабочего поселка Душак среди гипсоносных мергелей (В. В. Александров, 1932) датского яруса. Осернение, по видимому, небольшое.

В этом районе много серных источников. На северном склоне Агар-Гогао, в районе р. Сумбар есть серное месторождение, залегающее в гипсоносных песчаниках акчагыла.¹ Сера в виде желваков. Пласт прослеживается больше чем на 2 км.

В районе Кара-богаз-гола сера наблюдалась в белых мергелях сенона и палеогена вместе с скоплениями ярозита и сопровождалась выделением сернистого газа (Н. П. Луппов, Геол. стр. с.-в. части Красноводского района Туркменской ССР). В этом же районе самородная сера в виде сферических включений до 5 см встречается в акчагыльском ракушнике. В 70 км к ЮВ от Красноводска, на берегу оз. Кугурт-Ата наблюдались гнезда дисперсной серы.

В районе Чекичлера А. Косыгин (1934) обнаружил выходы газов на месте высохшего озера (вулкан Калицкого); на дне озера оказалась воронкообразная впадина, вокруг которой дно было покрыто сероносными глинистыми песками, содержащими как землистую, так и кристаллическую серу. В этом районе самородная сера была обнаружена в ряде бугров (диаметром до 10 м), расположенных в строго определенном порядке — прямой полосой на протяжении около 30 км.

Во всех буграх сверху сероносная порода, местами покрытая тонким и хрупким красновато-фиолетовым налетом — выцветами солей, затем серые глины, черные глины с резким запахом сероводорода и, наконец, газоносные пески. Выделяющиеся газы — метан и тяжелые углеводороды. Содержание серы в песках достигает 50%.

Сера встречается также в Гасан-Кулийском районе.

Кроме того, сера упоминается у подножия Келятских гор, около устьев р. Атрека, около ж.-д. ст. Балла-Ишем и у горы Буя-даг.

[А. Коншин, 1883, 1888, 1889; Ф. Маевский, 1897; А. Шгляревский, 1902; В. И. Вернадский, 1902, 1908; Н. И. Андрусов, Тр. Пром. Касп. эксп., 1906; А. П. Иванов, 1909; А. Д. Нацкий, 1926; А. Е. Ферсман, 1926; Д. И. Щербаков, 1927, 1928; А. И. Телешов, 1929; А. В. Данов, 1931, 1933; В. П. Мирошниченко, 1933; Г. К. Орьев, 1934; М. Б. Григорович, 1934; А. С. Уклонский, 1935; А. В. Данов, 1936.]

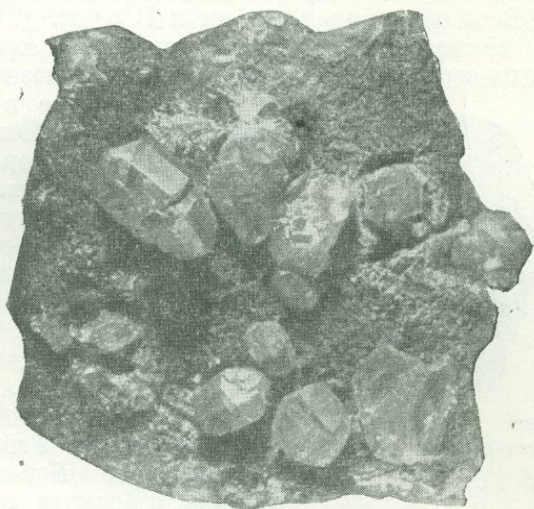
Узбекистан

Наиболее изученным в Узбекистане является месторождение в Шор-су, находящееся в 35—36 км к ЮЗ от Коканда и представляющее собой третично-меловые антиклинали, покрытые четвертичными галечниками и конгломератами. Сера встречается: 1) в конгломератовых толщах, 2) в трепеловидных породах (сиштоффитах). 3) в битуминозных песчаниках (R по номенклатуре К. П. Калицкого), в которых найдена нефть, 4) в зеленовато-серых мергелях (P—O), 5) в горизонтах известняков N, M, L и 6) в горизонтах L—K с синими сероносными мергелями. Сера приурочена к песчаным разностям этих мергелей. Горизонт K представлен доломитовыми песчанстыми известняками. Сера приурочена в этом горизонте к песчанстым частям или к вторичным пустотам с арагонитами в доломитизированных из-

¹ А. Д. Нацкий, Изв. Геол. ком., 1918, 37, № 1, 62.

вестняках. Наиболее осерненный горизонт L—K. Мощность осернения мергелей 4—11 м (от 5 до 45% S), мощность осернения известняков K 1—6 м (от 5 до 64% S). Сера явно кристаллическая; местами имеются монолиты самородной серы. В пустотах выделяются прекрасные кристаллы перекристаллизованной серы. На поверхности конгломератов залегают квасцы. В парагенезисе с серой в Шор-су находятся сероводород, нефть, нефтяные газы, озокерит, иодные и сероводородные воды, рассольные воды, кальцит, арагонит, доломит, целестин, барит, гипс разных генераций, квасцы, купоросы, левигиты, кварц, трепеловидные породы (сипшоффит), халцедон, опал, кеффекелит, эпсомит, пирит, галит, алунит и т. п. (А. С. Уклонский, 1935).

По В. И. Вернадскому, плотная серная руда является параморфозой по β -сере. Кристаллы содержат обычные формы: (111), (113), (011). Наблюдаются сростки кристаллов серы с полыми канальцами. Сера светложелтая, яркожелтая, бурая и черная от примеси битумов. В полостях с битумами наблюдаются ограненные со всех сторон кристаллы. Сера содержит селен. Согласно исследованиям кристаллов самородной серы по месторождению Шор-су В. Ф. Алявдину удалось наблюдать следующие генерации самородной серы:



Фиг. 9. Кристаллы самородной серы на поверхности мергелей из Шор-су. Фото В. Ф. Алявдина. Натуральная величина.

I генерация — на поверхности известняка, пропитанного серой, в пустотах и трещинах его отлагались относительно крупные кристаллы самородной серы желтого цвета размером до 1.5 см в поперечнике. Габитус кристаллов обычно дипирамидальный, или толстотаблитчатый, причем грани часто неровны и покрыты грубой штриховкой. На кристаллах обычно присутствуют (111), (113) и (001), изредка (011). Одновременно с серой отлагался кальцит, покрывающий иногда в виде корок как отдельные кристаллы, так и их скопления.

II генерация — кристаллы серы, образовавшиеся по трещинам и пустотам мергелей. Кристаллы характеризуются толстотаблитчатым габитусом, темножелтым цветом и отличаются от кристаллов предыдущей генерации тем, что грани почти всегда хорошо сохранились; не наблюдается штриховатости и разъедания граней. Комбинация форм обычная: (111), (113), почти всегда (011) и (001) (фиг. 9).

III генерация — щетки небольших полупрозрачных кристаллов самородной серы, пропитанной битумом. Цвет таких кристаллов коричневатожелтый, иногда коричневый. Грани кристаллов являются гладкими, обладающими прекрасными зеркальными поверхностями. Отсутствуют следы штриховатости и разъедания. Нередко участки подобной серы покрыты сплошной толстой коркой карбонатов (кальцита) и имеют почковатый характер.

IV генерация представляет собою темные, почти черные кристаллы серы совершенно пропитанные битумами и покрытые сверху темной битуми

позной массой. Обнажающиеся кристаллы обнаруживают сильную штриховатость их в направлении параллельном ребру (111):(111).

Обращает внимание на кристаллах III и IV генераций присутствие лишь формы (111), весьма редко наблюдаются (113) и (001).

Кристаллы серы этого месторождения были измерены. Результаты измерения приведены в табл. 2 (в конце статьи).

По величине форма (111) является господствующей. На гранях (113) наблюдались следы разъедания (фиг. 10).

В Кагановичском районе близ поселка Шор-су есть ряд тектонических нарушений. К Ю от первой Шорсуйской антиклинали выходит Камышбапшинская моноклинали, к которой приурочены Камышбапшинское и Ляканское месторождения серы.¹ Камышбапшинское месторождение приурочено к известнякам горизонта L.

Месторождение Лякан расположено на З склоне гор Уизмаг (8 км к В от сел. Лякан, 20 км к В от ж. д. ст. Исфара).

Месторождение серы приурочено к нижнемеловым известнякам. Выходы серы связаны с рыхлой битуминозной массой. Сера мелкокристаллическая. Осернение в виде линз. Содержание осернения не выяснена.

В 6 км к В от Шор-су в Уч-кара сера встречается в верхнетретичной песчано-конгломератовой толще.

В местности Джитым-кудук (р. Кашка-дарья), в 10 км от ст. Теньга-хорам и в 52 км к СЗ от ж.-д. ст. Гузар, сера встречается в гипсах, залегающих в глинах.

Кроме Шорсуйской группы имеются серные месторождения Ким, Риштан, Чимион и Чангартышская группа.

Месторождение Ким (Санто-Сельрохо) в 15 км к Ю от ст. Мельниково Ташкентской ж. д. Литологически оно аналогично Шор-су. Осернение гнездобразного характера, с богатым содержанием серы, связано с нефтью. Сера обнаружена: 1) около озокеритового завода, к З от серного озера, 2) в известняках замковой части



Фиг. 10. Дипирамидальный кристалл серы из Шор-су. Фото В. Ф. Алявдина.

складки Сельрохо, в 100 м к ЮВ от промыслового поселка и 3) в мест. Гульхана, на З от Сельрохо, в овраге Агашуксай, в 1 км на З от Чон-турча (А. С. Уклонский, 1935).

Месторождение Риштан находится в 30 км к Ю от ж.-д. ст. Серово и в 12 км от кишлака Риштана. Месторождение аналогично Шор-су. Сера находится в обоих крыльях антиклинали и приурочена к кровле горизонта М и к битуминозным пескам горизонта N южного крыла. Большое количество сероводородных источников. Сильно развита зона окисления.

Месторождение Чимион или Кызыл-арча в 25—30 км на ЮЗ от г. Ферганы и в 12 км на В от нефтяных промыслов Чимион. Месторождение приурочено к четвертичным галечникам, залегающим в южном крыле Кызыл-арчинской складки (А. С. Уклонский, 1935).

В песках Кызыл-Кумы наблюдаются выходы сероводородных вод и осернение песчаников в следующих местах: 1) в Агатманской котловине (к СЗ от г. Кенимеха и к ЮВ от хр. Кульджук-тау) — осернение прослежено на несколько метров; 2) в Каракатинской котловине — Чингильда (к С от восточной оконечности хр. Кульджук-тау); 3) в Гаждинском месторождении (к Ю от гор Урта-тау, 100—130 км к С от г. Бухары) — выход осерненных пород связан с битуминозными буграми, содержащими от 13 до 15% серы. Серу сопровождает светлорыжий чешуйчатый

¹ С. Е. Прянишников, 1932, 1934; М. П. Вагуленко.

гипс. Месторождение не разведано, но повидимому заслуживает внимания.¹

Месторождение Кязлы в 60 км к З от Гажды аналогично Гаждинскому (А. В. Данов).

Сера и сероводородные источники имеются к Ю от Кермине, близ кишлака Карнак, в 20—30 км от железной дороги.

По старым данным, сера разрабатывалась хивинцами в горах Султан-Уиз-даг и указывалась около Уратюбе, Ляль-кана и др.

В Ширабадском районе сера найдена в следующих местах:

1) Уроч. Шакарлык-астана, гора Тока-сакырт (24 км к СВ от г. Ширабад). Сера приурочена к известково-гипсовой толще верхнемелового возраста и сопровождается кальцитом, целестином и квасцами. Есть сера крупнокристаллическая и порошокватая. Осернение мощностью от 2 до 10 м.

2) Кагны-сай (6 км от уроч. Шакарлык-астана, 17 км к СВ от г. Ширабад), сера залегает как и в Шакарлык-астана. Район битуминозный, есть выходы минеральных источников. Месторождение не изучено.

3) Такого же типа и тоже не изучено месторождение Кугуртли (22 км к СВ от г. Ширабад).

В этом районе, как и в Байсунском, кроме стяжений, сера наблюдалась в парагенезисе с пиритом, мельниковитом и ярозитом как выше, так и ниже палеозойского известняка.

Кагнысайское месторождение серы в районе кишлака Ширабад связано с гипсовыми известняками верхнего мела.²

В Наманганском районе найдены хорошие кристаллы серы в гипсе. В этом же районе близ сопки Кок-тепе выделяются серные ключи, связанные с нефтяными источниками.³

В Майлисуйском месторождении нефти в Ферганской долине, в 50 км от ж.-д. ст. Тентяк-сай, сера залегает в подошве Ферганских известняков и приурочена к синим мергелистым породам. Осернение прослежено по обоим рекам Майли-су. Мощность доходит до 4 м, процент осернения 18—20%. В парагенезисе с серой найден новый радиоактивный минерал и большие залежи карнотита.

Самородная сера в виде налета и примазок была констатирована близ Сучен и на р. Чапкале, недалеко от гор Кульджи.

[Г. Романовский, 1878; И. Мушкетов, Зап. Мин. Общ. 1877, 12; 1886, 505, 633; В. И. Вернадский, 1908; В. Н. Вебер, 1915, 1917; К. П. Калицкий, 1915; Д. И. Щербаков, 1927; С. Е. Прянишников, 1932, 1934; Н. П. Туаев, 1934; А. С. Уклонский, 1935; В. Ф. Алявдин.]

Таджикистан

В районе Кармазара самородная сера и квасцы найдены среди окисленных руд в южной части⁴ и в СВ части Могол-тау.⁵

В ЮЗ части Таджикистана серное месторождение находится в южных отрогах Бабатагского хребта (идущего между р. Сурхан и Кафирниган), в горах Туюн-тау, в антиклинали Иетым-тау и др.

Весь район занимают осадочные породы четвертичного, третичного и мелового возраста, сложенные в складки. Сероносный горизонт залегает под битуминозными известняками и представлен как перекристаллизованными известняками, в которых сера встречается во вторичных прожилках, так и пористыми известняками более осерненными. Их подстилают гипсы и

¹ А. С. Аделунг, С. А. Кушнарь и П. К. Чихачев, Сб. Геология Узбекистана, 1937, 147; И. П. Шарапов, Соц. наука и техн., 1935, № 6, 19.

² П. П. Чуенко, Сб. Геология Узбекистана, 1937, 433.

³ Г. Д. Романовский, Зап. Мин. общ., 1882.

⁴ Б. Н. Наследов, Тр. Тадж.-Памир. эксп., 1935, в. 19, 243.

⁵ Тр. Тадж. компл. эксп., 1935, в. 11, 78.

известняково-гипсовая толща. Рудный пласт прослежен на 7 км по простиранию и 2 км по падению (Н. П. Туаев, 1936). Промышленное значение большое. Парагенезис серы: кальцит, стронцианит, целестин, гипс, ангидрит, эпсомит, квасцы, кремнистые минералы, галит, битумы. Сера в известняках распределена неравномерно. Есть натёки. Хороших кристаллов не найдено. На восточном склоне Туюн-тау (С. Е. Прянишников) в серном горизонте была встречена жила (0.4 м) из каменной соли, серы и ангидрита. Ячеистая каменная соль занимает центральную часть жилы, ее ячейки заполнены серой; по краям жилы галито-ангидритовая порода, переходящая в пористый известняк с жилками каменной соли. Содержание серы в образцах от 4 до 99.82%.

В хребте Бабатаг наблюдалась сера в глинах в парагенезисе с серным колчеданом и гипсами.¹

Восточнее Туюн-тау месторождение серы обнаружено у западного крыла антиклинали Иетым-тау (Н. П. Туаев, 1936). Антиклиналь сложного тектонического строения. Характер оруденения тот же, что в Туюн-тау. Оруденение прослежено на 2 км у южного окончания складки.

На южных склонах Гиссарского хребта в Обисорбухском полиметаллическом месторождении сера найдена в виде неправильных зерен зеленовато-желтого цвета, плохо прозрачная, среди разрушенного мелкозернистого галенита.²

В бассейне р. Варзоб, в саяе Сангалт, сера встречена в угленосном песчанике землистого цвета, напоминающем погребенную почву. В плотном песчанике нередки вертикальные ходы (1—3 см диаметром), заполненные белым песчаником с зернами самородной серы (до 1 мм) и пиритом. Сера встречается также в сульфидных зонах среди порфирита по р. Лючоб как продукт окисления пирита и в виде налетов около горячего источника Ходжа-об-игарм.³

Отдельные упоминания серы имеются в районе Музкольского хребта. На Памире наблюдались сера в следующих районах:

В бассейне Мургаба и Аличура месторождения серы расположены в долине Гугырт-сай, по склонам долины Сенутсань-сай.⁴ Сера в виде выцветов и корок образуется за счет разрушения пиритов, вкрапленных в красноватые и зеленоватые среднепалеозойские кварциты.

И. Г. Барановым и В. С. Глазуновым самородная сера упоминается в окрестностях кишлака Роушавр, примерно в 5—6 км восточнее р. Пяндж. На участках с пиритовым оруденением на поверхности в результате разрушения пирита обычно всегда образуются налеты чистой серы. Иногда происхождение серы связано с выветриванием пегматитовых жил, содержащих прожилки пирита или галенита.⁵

В районе Ранг-куля, в первом от устья левом притоке, в овраге Зорбурюлюк⁶ по левому склону среднего течения, месторождение серы приурочено к контакту слюдястых сланцев с пегматитовой жилой. И. Г. Баранов связывает происхождение серы с низкотемпературной фазой гидротермальных процессов.

В Усойском завале сера встречается в мелкозернистом гипсе среди мраморов и доломитов, которые залегают в кремнистых и кремнисто-глинистых сланцах.⁷

¹ П. К. Чихачев, Изв. Гл. геол.-разв. упр., 1931, **35**, 1575.

² А. И. Сулоев, А. Л. Пономарев и А. В. Копелиович, Тр. Тадж.-Памир. Эксп., 1936, **44**, 155.

³ Н. А. Смольянинов, Тр. Тадж.-Памир. эксп., 1936, **34**, 76, 413.

⁴ Г. А. Дуткевич, Тадж.-Памир. эксп. в 1933 г., Изд. Акад. Наук, 1934.

⁵ Река Бартанг. Тадж.-Памир. эксп., 1935, 862.

⁶ А. П. Марковский, Тр. Памир. эксп. в 1933 г., Изд. Акад. Наук, 1934; И. Г. Баранов, там же.

⁷ И. А. Преображенский, Мат. по общ. и прикл. геол., 1920, 14.

По южному склону пика Е. Корженевской (на правом берегу ледника Соддатова) сера наблюдается в виде жилок в трещинах перекристаллизованных известняков. Такие же выделения в выносах грубого обломочного материала в ущелье Гульчак (правом притоке Саграна), где, по словам таджиков, имеются большие скопления серы. Отложения серы приурочены к контакту с интрузивными породами.¹

Сера наблюдалась в образцах гранита по сообщению О. К. Ланге (А. С. Уклонский).

[И. Мушкетов, 1886, 542; В. И. Вернадский, 1908; Д. И. Щербаков, 1927; С. Е. Прянишников, 1935; А. С. Уклонский, 1935; Н. П. Туаев, 1936.]

Киргизия

Чангырташская группа серных месторождений находится в уроч. Текебель на берегу р. Кара-дарьи, близ сел. Сузак, в 13 км к СЗ от Джалал-абада. Район сложен рядом антиклиналей из третичномеловых отложений и разбит сбросами. Сера найдена в ряде точек Тока-Бельской и Карадарьинской складок.

В Тока-Бельской антиклинали сера с нефтью находится на Майбулакском участке. Сера залегает в двух горизонтах: в нижнем, связанном с брекчией, арагонитом и кальцитом, и в верхнем — аналогичном шорсуйским мергелям. Процент осернения в первом горизонте достигает до 21, а во втором — до 38, при среднем содержании серы в 18—19%. Мощность залегания значительная. Сера находится в виде прожилков и гнездовых скоплений в трепеловидных мергелях и глинах. Сера мелкокристаллическая, битуминозная. В этих залежах выделяется большое количество сероводорода, есть трепеловидные породы, нефтяные источники и различные парагенные сере минералы. Сера имеется также к СВ от Май-булака (в 800—900 м).

В Карадарьинской антиклинали сера залегает в Чангырташском участке и приурочена к известнякам. Мощность осернения небольшая, содержание серы от 6 до 25% (А. С. Уклонский, 1935).

Известно месторождение серы в 4—5 км от старого нефтяного промысла Майли-сай, в 24—25 км от ж.-д. ст. Уч-курган (А. С. Уклонский).

Имеются указания нахождение серы среди соленосной толщи Фрунзенского и Каракольского районов.

[А. С. Уклонский, 1935; К. Ф. Севрюгин, 1936.]

Алтай

Сера на Западном Алтае встречается, главным образом, как продукт изменения сернистых руд.

В Змеиногорском руднике сера залегает в виде скоплений неправильных зерен в сажистых рудах, состоящих преимущественно из халькопирита и пирита. В Николаевском руднике сера выполняет кубические ячейки (от пирита) поздраватого и тонкопористого кварца с баритом и церусситом. Эта сера содержит селен. В Петровском руднике встречается сера морфологически похожая на серу Змеиногорского месторождения. Парагенезис серы (в порядке последовательности выделения минералов) следующий: неизмененный галенит, сажистый галенит, сера, англезит, ярозит, церуссит и лимонит. П. П. Пилипенко (1915) различает 3 ассоциации: 1) галенит, сера, англезит, 2) сера, англезит, ярозит, церуссит и 3) сера, церуссит, лимонит. Минералы в каждой из этих ассоциаций располагаются зонально один по отношению к другому. Это объясняется

¹ А. В. Москвин, Тр. Тадж.-Памир. экспед. 1933 г., 1936, 43, 32, 99

периодичным изменением растворов, омывавших минерал, выделившийся первым.

В Сугатовском руднике сера выделилась вместе с ковеллином в кубических ячейках (от пирита) кварцево-полевошпатовой породы. Цвет зеленоватый и серо-желтый. В Черепановском руднике сера образует скопления микроскопически мелких зерен зеленовато-желтого цвета, по стенкам ячеек сильно разъеденного кварца из зоны сажистых руд; спутниками серы являются кварц, галенит, сфалерит, халькопирит и англезит. Изредка сера встречается в медном Березовском руднике на границе охристых руд с колчеданистыми.

Самородная сера встречена также с самородной ртутью в ртутном месторождении Ак-Таш (18 км к СВ от пос. Чибит на южном склоне западной оконечности Курайского хребта) и в поверхностных частях рудной брекчии, состоящей из обломков доломитизированного и сидеритизированного известняка, сцементированного кинovarью.¹

Сера наблюдалась в Салаирском кряже в Пестеровском серебряном руднике на контакте барита с порфиром. Сера образует примазки на порфире и местами проникает в барит. Г. Щуровский (1846, 227) наблюдал слой чистой землистой серы (на глубине до 12 м), лежащей между слоем разрушенного барита, проникнутого землистой серой и роговиком. Сера является продуктом разложения барита и колчеданов рудного тела.

[Г. Щуровский, 1846; Д. П. Богданов, Зап. Мин. общ., 1883; Реутовский, 1905; П. П. Филипенко, 1915; В. И. Яворский и П. И. Бутов, 1927.]

Западная Сибирь

При изучении озер Кулундинской степи в отпущенных лужах озера Джамансор И. Н. Гладцын² заметил выделение серы.

По П. В. Драверту (1926), для кайнозойских отложений Обь-Иртышского бассейна самородная сера нигде не указана, но автор считает возможным ее появление местами в связи с процессами распада гипса, сероводорода и сульфидов железа. Автор дает перечень мест, где встречается сероводород, гипс и барит, а также указывает на своеобразную опалесценцию воды из ключа близ с. Крупянского (по правому берегу р. Иртыша в логе Крупянка), которую он объясняет присутствием микроскопических выделений серы.

Сера обнаружена в Хатангском заливе на п-ве Юрунг-Тумус, в верховьях речки Сопочной на северном склоне Соляной сопки; в Нордвичском месторождении в устье р. Хатанги залегает сера в форме четкообразной жилы мощностью до 25 см в гипсах, которые покрывают шток каменной соли, а также в гнездообразных скоплениях верхнедевонских доломитов. Можно предполагать нахождение серы в гипсах каменной шляпы соляных куполов на Таймырском берегу в районе речки Балахни — на сопках Белой и Балахни (Н. Н. Урванцев). Закрытые соляные купола имеются в устьях речки Анабары и на о-ве Бегичева. Самородная сера найдена в гальке по р. Соленой. С соляными штоками связаны выходы нефти.

В Тунгусском бассейне С. В. Обручев³ указывает на существование серы в выветрившемся угле на р. Муре, в 26 км от д. Бузыккановой.

[П. Л. Драверт, 1926; И. Н. Гладцын, Изв. геол.-разв. общ., 1932, 79; И. Н. Урванцев, Сов. Арктика, 1935, № 1; 1936, № 1, 52; 1937, № 2, 69—71.]

¹ В. А. Кузнецов и А. С. Мухин, Вестн. Зап.-Сиб. геол. тр., 1936, № 1/2, 21.

² Изв. Всесоюз. геол.-разв. об., 1932, 79.

³ Тр. Вс. геол.-разв. об. 1932, 173.

Забайкалье

В СВ части Нерчинского горного округа по р. Ильдикан (система р. Аргуни), во Второбукатуевском руднике, самородная сера встречается в окисленной зоне как продукт разрушения свинцового блеска (С. С. Смирнов, 1934). Между реками Ильдикан и Борзя находится серный рудник (открыт в 1746 г. и разрабатывался до 1799 г.). Самородная сера, по архивным данным, встречалась в пустотах разъеденного кварца в известняке. Первичные руды вероятно состояли из пирита с примесью магнетита и кварца с незначительным количеством галенита и сфалерита.

В Смирновском свинцовом руднике в верхних горизонтах рудника наблюдается самородная сера в виде небольших почек среди свинцовых охр.

[Технолог. журн., 1814, 2, 1, 59; Реутовский, 1905; С. С. Смирнов, 1934.]

Бурят-Монголия

В Баргузинском районе на Кулинном болоте есть ряд озер, в которых происходит сильное выделение газов. Часть газовых струй ювенильного, а часть биохимического происхождения. Последние особенно развиты у берегов озера, на границе соприкосновения его вод с болотными. Расположение озер связано с тектоническими трещинами. В поверхностной части минерального ила содержится самородная сера; содержание серы падает с глубиной и находится в прямой зависимости от кислорода воздуха. В иле Кулинного болота содержится 1.56% Zn, 2.83% сульфидной серы и 1.42% элементарной серы.¹

По сообщению Н. А. Смольянинова небольшое выделение порошковатой серы встречается изредка в пустотках жильного кварца на Джидинском вольфрамовом месторождении. Внутри серы сохранились остатки сфалерита в виде округлых кусочков.

Якутия

Самородная сера встречается по нижнему течению речки Ыгетта, левому притоку р. Вилюя, на горе Мангарыр-Хая; по Среднему и Большому Мурбаю, притокам р. Нюя, впадающей слева в р. Лену (П. В. Грунвальд, 1927). Сера встречается также в месторождении каменной соли (типа соляных куполов) в Кемпендяйском и Вачинском месторождениях (по р. Кемпендяю, правому притоку р. Вилюя). Эти месторождения приурочены к красноцветной свите глинисто-песчаных отложений с прослоями гипса и соли (Г. Фришенфельд, 1930).

В серных источниках сера известна близ переправы через р. Хытын-Юрях и по р. Булгунях (притокам р. Намамы), в ключе по левому берегу р. Кемпендяй, ниже соляных источников. Землистая сера, образовавшаяся из марказита, наблюдалась в Кангадасском камне на р. Лене, выше Якутска. Самородная сера встречается в виде крупных гнездовых скоплений делювиального характера в рудных жилах Имтаджи, в восточном склоне северной оконечности Верхоянского хребта, где она произошла благодаря разложению сульфидных руд (А. М. Москова, 1935).

По Драверту, сера среди гипсов встречается в Верхоянском районе в Кысыл-Балыктасских горах.²

Ленско-Алданская плита сложена известняками, доломитами и мергелями с гипсами, серой и солью.

[А. А. Арсеньев и И. А. Ефремов, Сб. эксп. Академии Наук СССР, 1934, М.-Л., 1936, 220; П. Л. Драверт, 1910; П. В. Грунвальд, 1927; Г. Фришенфельд, 1930; А. М. Москова, 1935.]

¹ А. В. Николаев, Тр. Мин. музея Акад. Наук, 1929, 3, 93.

² Протокол Каз. общ. ест., 1910, № 254.

Камчатская область

В Чукотском национальном округе в Анадырском районе самородная сера указывается по р. Серной, притоку р. Эн.

На Камчатке самородная сера встречается как продукт фумарольных процессов. По данным А. Н. Заварицкого (1935), инкрустации серы на вулкане Авачи (30—35 км на ССВ от Петропавловска) представляют собою сростки мелких ромбических кристаллов, сливающихся в плотные агрегаты светло-зеленовато-желтого цвета с раковистым изломом и алмазным блеском и образующих снаружи более крупнокристаллические друзы. В кристаллах преобладают пирамиды (111), иногда кристаллы довольно богаты гранями. Крупные дипирамидальные кристаллы иногда со ступенчатыми гранями. В устье фумарол ромбическая сера и гипс пронизывают опаловые массы.

А. Н. Заварицкий наблюдал, кроме того, переплавленную серу, вытекавшую струйкой из устья фумарол и образующую характерные натечные формы; при остывании она образует призматические кристаллы, параморфозы α -серы по β -сере. На кусочках ляпили были встречены корочки более яркой пластинчатой серы. Сера содержит селен и теллур. Туфы, кроме серы и опала, содержат алуноген, галотрихит, пиккирингит, вольтаит, гипс, ангидрит, тенардит. Самые горячие фумаролы у своего устья не содержат серы, она располагается дальше по краям выходов фумарол, причем сера в этом случае пылевидная. Около сильно действующих фумарол сера образует целые корки. Кроме серы, отлагается сассолин в виде тонких слоистых корочек. Газ фумарол содержит от 80 до 95% водяных паров, кроме того HCl 5—28%, H₂S от следов до 31%, SO₂ от 9 до 37%, CO₂ от 15 до 70%, O₂+N₂ от 3 до 42% (причем N₂:O₂ — от 16 до 28). Соотношение сернистого и углекислого газа меняется в разных фумаролах.

Сера в значительном количестве наблюдалась на восточном берегу Камчатки около вулканов Узон (близ Кроноцкого озера), также у Ключевской сопки и по рр. Эрман, Тамлат, Татлахту и Олюторе; на западном берегу по рр. Камбалиной, Озерной и ее притоку Падье, по р. Большой (в 43 км от устья). Кроме того, самородная сера находится в районе залива Корфа в бассейне р. Вывники. Точное месторождение не указано: по Э. Э. Анерту (1928), оно находится от устья р. Вывники в 16 км, а по данным Плотникова и других — в 150 и в 60 км.

Горячие серные ключи есть у устьев р. Таватом на С.-З. берегу Гижигинской губы.

Самородная сера имеется также в Приморской обл., Ольгинском районе в 9 км на ЮВ от мыса Бринера, в устье р. Тетюхе.

[К. Дитмар, 1901; Реутовский, 1905; Г. И. Стальной, Мат. геол. и полезн. ископ. Д. Вост., 1923, № 27, 21, 190, 264, 274; Э. Э. Аннерт, 1928; И. А. Преображенский, Тр. Д. Вост. геол. треста, 1933, в. 60; А. Н. Заварицкий, 1935.]

Из обзора месторождений мы видим, что в СССР есть отложения серы всех типов: вулканическая сера — на Камчатке, на Алагезе и пр., сера как продукт разрушения сульфидов — в Соймоновском месторождении на Урале, на Алтае, на Кавказе и т. д., сера, связанная с гипсами, — в Поволжье, в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии. Минералогически интересные выделения серы имеются во многих местах: в различных источниках, водах, илах и пр.

Самыми древними отложениями, в которых встречалась самородная сера, в СССР являются каменноугольные визейские известняки в Кизеловском районе на Урале.

Кристаллографическая характеристика
 α - и β -серы в СССР

Месторождения	Равно- видности серы	Развитые формы	$a:b:c$ и $\angle \beta$	Авторы
Окрестности Керчи	α -S β -S	(111) (113) (001) (011) ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	0.9957:1:0.9998 $\beta = 84^\circ 14'$ (пара- морфоза по α -S)	С. П. Попов
Мыс Ильи	α -S	(111) (113)		
Сюкеево	α -S	(111) (113) (001) (011) (110)		В. И. Вернадский
Аргунское ущелье	α -S	(001) (011) (111) (113) (115)		»
Гийк-Салганское	α -S	(111) (113) (011) (001)		»
Лама-Бурун ¹	α -S	(001) (010) (011) (013) (101) (110) (111) (113) (115) (112) (221) (331)?		»
О-в Челекен	α -S	(111) (113)		А. О. Шкляревский
Шор-су	α -S	(111) (113) (011) (001)	0.8132:1:1.9040	В. Ф. Алявдин

¹ Выделенные черным шрифтом встречались на всех кристаллах.

Таблица 2

Данные измерения кристаллов α -серы в СССР

Грани	1	2	3	4	5	6	Теоретич.
001:011	—	62°19.5'	62°15'	62°17'	—	62°17'	62°17'
001:101	—	—	—	66°51'	—	—	66°52'
001:111	—	—	—	71°38'	—	71°40'	71°40'
001:113	45°7.5'	45°14'	45°9.5'	45°11.5'	—	45°08'	45°10'
001:115	—	—	—	31°5.5'	—	—	31°6'
011:0 $\bar{1}$ 1	—	—	—	—	55°31.5'	—	55°26'
011:111	—	—	47°20'	—	47°25'	—	47°26'
011:112	—	—	42°28.5'	—	—	—	—
110:111	18°18'	—	—	18°18'	—	—	18°20'
110:221	—	—	—	9°25.5'	—	—	9°24.5'
110:331	—	—	—	6°17'	—	—	6°18'
111:11 $\bar{1}$	36°37'	36°42'	36°41.5'	36°38'	36°42.5'	36°40'	36°40.5'
111:0 $\bar{1}$ 1	—	—	—	—	73°34.5'	—	73°34'
111:112	—	—	—	15°13'	—	—	15°12'
111:113	26°32'	26°21'	26°31'	26°27'	26°29'	26°28'	26°30'
111:331	—	—	—	12°1'	—	—	12°2'
113: $\bar{1}$ 13	—	—	66°49'	—	—	—	66°46'
112:113	—	—	—	11°19'	—	—	11°18'
113:115	—	—	—	14°41'	—	—	14°4'
113:221	—	—	—	35°19.5'	—	—	35°25.5'

1. Из Сюкеева. В. И. Вернадский.
2. Из Аргунского ущелья. В. И. Вернадский.
3. Из Гийк-салганского м-ния. В. И. Вернадский.
4. Из Лама-бурун, между ст. Бала-Ишем и Молла-кара. В. И. Вернадский.
5. С о-ва Челекен. А. О. Шклярский.
6. Из Шор-су. В. Ф. Алявдин.

Данные измерения кристаллов β -серы в СССР

001:111 = 57°36'; 001:011 = 45°1'; 001:011 = 90°11'; $\bar{1}$ 11: $\bar{1}$ 11 = 73°23'.

$a:b:c = 0.9957:1:0.9998$; $\beta = 84^\circ 14'$.

(Из окрестностей Керчи. С. П. Попов).

В пермских отложениях залегают крупные месторождения Поволжья (в казанском и татарском ярусах). В юрских отложениях сера встречается в Дагестане (в Кхиутском месторождении — в лейасе, в Могохском и Махачкалинском — в верхней юре), в Кабардино-Балкарии (в титонских отложениях), в Липецком и Тульском железорудных районах (в келловее), в Западной Туркмении и в Крыму. В меловых (может быть юрских?) отложениях расположено одно из самых крупных месторождений — Гаурдакское (Туркмения). В нижнемеловых отложениях сера встречена в Дагестане (в Гимринском месторождении), в Челябинской и Горьковской областях (в валанжинских песках). В верхнемеловых отложениях сера имеется в Гийк-салганском месторождении в Дагестане и в Кушкинском районе Туркмении (в датском ярусе). В третичномеловых отложениях сера залегает в Узбекистане (в Шорсу), в Таджикистане (в Туюн-тау), в Казахстане (в Тахта-базаре), в Киргизии (в Чангырташе). В третичных отложениях сера есть в Крыму, в Ширабадском районе Узбекистана (в палеоцене), в Армении (в Гюмюрском месторождении — в олигоцене), в Туркмении (в Кара-Кумах и Зап. Туркмении в плиоцене). В четвертичных и современных отложениях сера встречается в районе Каспийского и Черного морей.

Промышленно важными являются месторождения, связанные с гипсами: в Поволжье — Сюкеево, Алексеевское, Водинское и др., в Крыму — Чукур-кояшское, в Армении — Гюмюрское, в Дагестане — Аварская группа, в Туркмении — Гаурдак, Кара-Кумы, в Узбекистане — Шор-су, в Киргизии — Чангыр-таш.

Большинство серных месторождений было известно во 2-й половине прошлого столетия, но были мало разведаны. Новыми крупными месторождениями являются Гаурдак (описанный в 1931 г.) и ряд месторождений Куйбышевской области.

При дальнейших разведках число промышленных месторождений и их площадь, несомненно, увеличатся. Есть основания предполагать существование месторождений серы в районе соляных куполов Урало-Эмбинского района, аналогичных месторождениям Техаса и Луизианы. Также в районе гор Кугитанг и Сузык-тау (на СВ от Гаурдака), на севере — в Таймырском округе — и в Якутии.

Площадь серных месторождений Куйбышевского края с каждым годом расширяется. В последнее время детально изучаются месторождения серы и их генезис целым рядом исследователей (А. С. Уклонским, А. В. Дановым, Л. М. Миропольским, П. М. Мурзаевым, В. Ф. Алявдиным, В. П. Мирошниченко, Б. П. Кротовым и др.).

Большое внимание уделяется связи серных месторождений с битумами, нефтями, соляными куполами и тектоническими нарушениями.

Минералогически сера СССР почти не изучена: нет полных анализов, нет чертежей кристаллов ромбической серы, нет описания физических свойств и пр.

ЛИТЕРАТУРА

- А б а м е л е к - Л а з а р е в С. С. О добыче серы в Дагестанской обл. Горн. журн., 1896, 1, 293—332.
- А л е к с а н д р о в В. В. Душакские серные источники. К геологии Ю-В Капетдага. Мат. ЦНИГРИ, сер. геол. и гидр., 1933, сб. 2, 1—19.
- А м а л и ц к и й В. П. Предварительный отчет о геологической экскурсии в северо-восточную часть Новгородской губ. и прилегающие к ней местности Олонецкой и Вологодской губерний. Тр. СПб. общ. естествоисп., отд. геол. и мин., 1891, 22, 1, 26—32 (прил. к прот.)
- А н е р т Э. Э. Полезные ископаемые Дальнего Востока. 1928.
- А н т и п о в. Краткий обзор окрестностей Чокракского озера и последствия разыскания серы. Горн. журн., 1849, 3, 386—390.
- А р б е к о в П. В. Материалы к истории Каракумских серных месторождений. Серная проблема в Туркмении, сб. 2. Мат. ОЖИСАР, сер. туркм., 1928, в. 17, 179—195.
- А р ц р у н и А. Сера. Лекция. Тифлис, 1875, 1—25.
- Б а р б о т - д е - М а р н и Н. Геогностическое путешествие в северные губернии Европейской России. Зап. Мин. общ. 1868, 3, в. 2, 204—283.
- » Отчет о геологических исследованиях в Темир-Хан-Шуринском округе, Дагестанской обл. Гл. VI. Петровские серные месторождения. Мат. для геол. Кавказа. 1894, кн. 8, 383—399.
- » Исследование серных месторождений и условий их эксплуатации. Мат. для геол. Кавказа, сер. 2, 1896, кн. 10, 1—95.
- Б е з д е к а И. Месторождение серы и озонерита в Шор-су и Мумкан-сае. Мин. сырье, 1927, № 4, 250—253.
- Б о г д а н о в и ч К. И., Р е н г а р т е н В. П. и Н а ц к и й А. Д. Сера. Сб. КЕПС, 1917, 4, в. 23, 1—23.
- Б о р и с о в П. Очерк геологии и полезных ископаемых Олонецкой губ. СПб., 1910, 111.
- Б о р о д я е в Г. Я. Серная проблема может быть разрешена на Средней Волге. Мин. сырье, 1937, № 4, 31—37.
- В а х о в с к и й Г. К вопросу о месторождении серы на Керченском п-ве при дер. Чекур-Кояш. Сб. «По Крыму». Крымск. общ. любит. ест., Симферополь, 1916, № 3.
- В е б е р В. Н. Отчет об осмотре некоторых месторождений в Туркестане. Изв. Геол. ком., 1915, 34, 421—426.
- » Полезные ископаемые Туркестана. СПб. 1913. 1—208. Прибавление. Пг. 1917.

- Вернадский В. И. О кристаллах α -серы и о русских их месторождениях. Bull. Soc. Nat. Mosc., 1902, 16, 479—501.
- » Опыт описательной минералогии, 1; Самородные элементы, в. 3/4. СПб., 1908—1912, 480—527; 1922, 2, в. 2.
- » История минералов земной коры. 1927, 1, в. 2, 316.
- Вилениус. Сюкеевское месторождение серы. Прил. к прот. Общ. ест. при Казанском ун-те, 1883—1884, № 71, 1—6.
- Винер Б. О месторождениях серы в России. СПб., Артилл. журн., 1870, № 5, 804—825; № 6, 903—951.
- Воинов В. П. Серные месторождения горного Дагестана. Геол. на фронте индустр., 1933, № 10/12, 89—96.
- Волков П. А. Анализ Каракумской серной руды. Мат. ОКИСАР, сер. туркм., 1926, в. 1, 53—54; Сб. «Сера», Мат. КЕПС, 1926, № 59, 111—112.
- Воскобойников. Минералогическое описание п-ва Апшерона. Горн. журн., 1827, № 9, 17—55.
- Воскобойников и Гурьев. Горн. журн., 1832, 1, 24.
- Голов Ф. А. Месторождение серы на Средней Волге, Разведка недр, 1934, № 5, 27—29.
- Голубятников В. Д. Геологические исследования в Кайтаго-Табо-Саранском округе Южного Дагестана. Изв. Геол. ком., 1925, 44, № 3, 406.
- Григорович М. Б. Изученность сероносности ТССР. Проблемы Туркмении, Лг., изд. Акад. Наук, 1934, 4, 79—84.
- Грунвальд П. В. Горные богатства Якутии. Мат. по геол. и полезн. ископ. ЯАССР, 1927, № 1, 99, 119, 123.
- Данов А. В. Геологические исследования в районе Каракумского серного месторождения. Тр. Гл. геол.-разв. упр., 1931, в. 35, 1—32.
- » Сера. Нерудные ископаемые. Недра Советской Азии. М., 1932, 82—91.
- » Серные месторождения СССР. Вопросы серной промышленности. Лг., 1932, 30—54.
- » Гаурдакское серное месторождение. Туркменоведение, 1933, № 7/9, 31.
- » Опробование серных месторождений. Изд. ГПРУ, 1932, 1—22.
- » Об условиях образования месторождений серы в Средней Азии. Тр. ЦНИГРИ, 1936, в. 88, 1—65.
- Двойченко П. Минералы Крыма. Зап. Крым. общ. ест., 1914, 4, 1—208.
- Дыник Н. Изв. Кавк. отд. Рус. геогр. общ., 1880, 6, № 3.
- Дитмар К. Поездки и пребывание на Камчатке в 1851—1855 гг. (перев. с нем.), СПб., 1901, 1—754.
- Домбровский К. Месторождения серы в Грозненском окр. на Кавказе. Рудн. вестн., 1916, № 4, 181—182.
- Драверт П. Л. Список минералов Якутской области. Прот. Казанского общ. естеств., 1910, № 254.
- » К минералогии кайнозойских отложений Обь—Иртышского бассейна. Изв. Зап.-Сиб. отд. Рус. геогр. общ., Омск, 1926, 129.
- Дробышев Д. В. К вопросу о генезисе месторождений серы горн. Дагестана. Мат. по общ. и прикл. геол., 1930, в. 152, 1—44.
- Еремеев П. В. Самородная сера в глине из Чиркатского месторождения в Дагестане. Зап. Мин. общ., сер. 2, 1867, 2, 381 (прот.).
- Забаринский П. Самородная сера в известняках Кизеловского района. Мин. сырье, 1934, № 10, 36.
- Заварицкий А. Н. Вулкан Авача на Камчатке и его состояние летом 1931 г. Тр. ЦНИГРИ, 1935, 35, 1—36.
- Иванов А. П. Минералы о-ва Челекена. Изв. Акад. Наук, 1909, 182.
- Изергин В. А. Алексеевское месторождение серы. Волжская сера, сб. 1, Самара, Ср.-Волжск. изд-во, 1933, 11—18.
- Калицкий К. П. Нефтяные месторождения Шор-су и Камыш-баши Ферганской обл. Тр. Геол. ком., нов. сер. 1915, в. 133, 1—35.
- Карпинский А. П. О признаках солёности в Псковской губ. Горн. журн., 1876, 1, 179—191.
- Кирilloв Е. И. Сера. Доклад на Всес. конфер. геол.-разв. раб. во 2-м пятилетии, IV. М.—Л. 1932, 104—114.
- Кокшаров Н. И. Результаты точных измерений кристаллов самородной серы. Зап. Мин. общ., сер. 2, 1874, 9, 175.
- Кольчевский. Отчет о разведках месторождения серы близ аула Чиркат, в Гумбетовском наибстве среднего Дагестана, произв. в 1864 г. Горн. журн. 1865, № 9, 325—334.
- Кометани Г. Сера. Мин. ресурсы ССР Грузии. Тифлис, 1933, 933—935.
- » О месторождениях серы в Трусовском ущелье, 1930. В отд. фондов Закавказ. геол. разв. упр.
- Коншин А. М. Путевые заметки о Каракумских песках. Изв. Геогр. общ., 1883, 19, 325.

- Коншин А. М. Месторождения полезных ископаемых [в Закаспийском] крае. Зап. Мин. общ., 1888, **24**, 26.
- » Результаты исследований некоторых залежей полезных ископаемых. Сера в Трусовском ущелье. Газета «Новое обозр.» 1888, № 1410.
 - » Заметка о Каракумском месторождении серы в Закаспийской области. Горн. журн., 1889, **3**, 289.
 - » Описание минеральных источников Северного Кавказа. Мат. для геол. Кавказа, сер. 3, 1899, кн. 2, 136—190.
- Косыгин А. Случай ясно выраженной зависимости между залежами углеводородных газов и месторождениями самородной серы. Природа, 1934, № 9, 71—73.
- Кротов Б. П. О сере Самарского района в связи с геологическими исследованиями Волжского края. Пробл. Волго-Каспия, 1934, **2**, 419—427.
- Курбанов А. Ш. Серные месторождения в Дагестане. Природные богатства Сев.-Кавк. края. Пятигорск. С.-Кавк. Гос. кр. изд., 1935, 385—390.
- Лавров Н. О нахождении в земле близ г. Б. Богдо слоев серы. Зап. Мин. общ., 1868, **3**, 111—112.
- Лаптиева Е. М. О месторождениях серы и меди Ширабадского района. Освед. бюлл. Средазгеоразведки, 1932, **2**, № 1, 24—27.
- Левенсон В. Э. и Утштейн Н. Г. Сера в осадочных образованиях, приближающихся к нефти и к иным битумам. Тр. Азерб. нефт. иссл. инст., 1934, в 25 (к геохимии нефт. мест.), 9—60.
- Лебедев Н. Геологическое строение островов Каспийского моря. Мат. геол. Кавказа, сер. 3, 1902, **3**, 116—176.
- Лодочников В. Н. Микроскопическое исследование пород из района между Дары-Даюм и западной части Западно-Карабахского хребта. Мат. по общ. и прикл. геол., 1925, в. **24**, 1—53.
- Лучицкий В. И. и Мокринский В. В. Месторождения серы на Керченском п-ве. Зап. Крымского общ. естеств. и любит. прир. 1925, **8**, 19—30.
- Лучицкий В. И. Серные месторождения Среднего Поволжья. Мин. сырье, 1934, № 9, 4—7
- Маевский Ф. Полезные ископаемые Закаспийской обл. СПб. Изд. Горн. деп., 1897, 75—82.
- Мамышев. Сюлеевское месторождение серы. Артилл. журн. 1888, № 7.
- Мейендорф А. Опыт прикладной геологии преимущественно северного бассейна Европейской России. СПб., 1849, 1—187.
- Меллер В. и Денисов. Обзор полезных ископаемых и вод Кавказского края. СПб., изд. Горн. деп., 3-е изд. 1900, 1—596.
- » Полезные ископаемые Кавк. края, Тифлис, 1917, в. 1.
- Миропольский Л. М. К изучению генезиса месторождения серы у с. Сюлеева в Татарской Республике. Изв. Моск. геол.-гидр.-геод. тр., 1935, **3**, в. 2, 3—14.
- » Характеристика минерального комплекса у основных геохимических процессов в пермских отложениях у с. Сюлеева в Татарской Республике. Уч. зап. Казанского ун-та, 1935, **95**, кн. 3/4 (геол. вып. 5/6), 1—94.
 - » О происхождении серы и битумов в пермских отложениях с. Сюлеева и некоторые данные о нахождении нефти в недрах Татарии. Соц. Татарстан, 1937, № 6, 39—52.
- Мирошниченко В. П. Полезные ископаемые Гаурдакского района Сб. Гаурдак. хим. комбинат. М., 1933, **1**, 22—37.
- » Краткий геологический очерк западных склонов Куги-танг-тау и Гаурдак — Тюбегатанской антиклинали. Там же, 38—46.
- Митропольский Б. С. Сера. Полезные ископаемые Зап.-Сиб. края, т. 2. Нерудные ископаемые. Новосибирск, ОГИЗ, 1934, 235—238.
- Мокринский В. Чекур-Кояшское месторождение серы. Отчет КЕПС Акад. Наук 1916, № 6, 107—123.
- Москова А. М. Генезис и минералогия рудных жил Имтанджи в связи с внедрением Хобяту-Эчйской интрузии. Пробл. сов. геол., 1935, № 11, 1028.
- Мушкетов И. Туркестан, **1**, 1886, 505, 542, 544, 683.
- Налетов П. Ф. Месторождения серы в СССР. Волжская сера, сб. № 1, Самара, Ср.-Волжск. кр., изд. 1933, 5—7.
- Нацкий А. Д. Каракумское месторождение серы. Отчет Геол. ком. в 1916 г. Пг., 1917.
- » Материалы к познанию Каракумского серного месторождения. Мат. по общ. и прикл. геол., 1926, в. 35, 1—55.
- Озерский Н. О месторождениях серы в Приволжском крае. Сб. в память 50-летия Мин. общ. СПб., 1867, 3—46; 67—110.
- Озолн Е. И. Сера самородная. Горная промышленность СССР, т. 3, в. 4, М., Гос. н.-техн. горн. изд. 1933, 104—106.
- Орьев Г. К. К изучению парагенезиса серы и битума в Туркмении (предварит. данные). Информ. сб. НГРИ. М., Гос. н.-тех. горн.-геол.-нефт. изд., 1934, 86—90.

- Паллас П. С. Путешествие по разным провинциям Российской империи 1768—1773: 1773, 1; 1786, 2, 361; 1788, 3.
- Петров В. П. Материалы к изучению месторождений серы в Трусовском ущелье. Тр. Петр. инст. Акад. Наук, 1933, в. 3, 89—95.
- Пилипенко П. П. Минералогия Западного Алтая. Изв. Томск. унив. 1915, 62, 1—760.
- Погребичкий Е. О. Сера в углях Донецкого бассейна. Пробл. сов. геол., 1933, 2, № 5, 165—175.
- Поляков К. В. Минеральные богатства КССР. Стат.-эконом. обзор Киргизской ССР. Оренбург, 1923, 44—61.
- » Месторождения серы в Средней Волге. Волжская сера, сб. № 1, Самара, Ср.-Волж. изд., 1933, 7—11.
- Попов С. П. Материалы для минералогии Крыма. V. Стронцианит, сера и другие минералы. Bull. Soc. Nat. Mosc., nouv. ser., 1902, 16, 472.
- » Минералогия Крыма. Изд. Акад. Наук, 1938, 1—352.
- Попов С. П. и Белевич И. Минеральные воды Крыма. Сероводородные источники Керченского п-ва. Тр. Крым. н.-иссл. инст., 1932, 3, в. 2.
- Прянишников С. Е. Новые месторождения серы в Южной Фергане. Освед. бюлл. Средазгеоразведки, 1932, 2, № 1, 13—21.
- » Серный колчедан из Шор-су. За недра Ср. Азии, 1934, № 4, 29—32.
- » Отчет о результатах обследования Бабатагского серного месторождения в 1935 г. Рукопись.
- » К вопросу о сероносности соляных куполов Урало-Эмбинского района. Мат. по геол. Средней Азии, 1936, в. 6, 33—53.
- Ренгартен В. П. Годовой отчет по осмотру месторождений полезных ископаемых Дагестанской области. Изв. Геол. ком., 1917, 36, № 1, 350—356.
- » Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, в. 148, 1—79.
- Реутовский. Полезные ископаемые Сибири, 1905.
- Родионов К. М. Самородная сера около ст. Варенниковской Кубанского округа. Мин. сырье, 1930, № 4, 615—617.
- Романовский Г. О месторождении серы в Рязанской губернии. Горн. журн., 1856, 5, 166—169.
- » Геогностический обзор южной части Рязанской губ. Горн. журн., 1857, 1, 169—196.
- » Материалы для геологии Туркестанского края. 1878, 2, 37.
- Самсонов П. Ф. и Мержанова Т. Ф. К вопросу об участии микроорганизмов в процессе окисления серы отвалов обработанной руды в Шор-су. Освед. бюлл. н.-иссл. работ САРГРУ, 1932, 2, 2, 87—90.
- Сапалынский. О месторождениях серы в Трусовском ущелье близ дер. Абано, Хевского уц. Тифлис. губ. Горн. журн., 1856, 3, кн. 7, 105—110.
- Севергин В. Опыт минералогического землеописания Российского государства. СПб., 1809; 1, 1—262; 2, 1—240.
- Севрюгин К. Ф. Чангырташское месторождение самородной серы в Киргизской АССР. Тр. II конфер. по освоению природ. рес. Киргиз. АССР. Изд. СОПС Акад. Наук, 1936 1, 119—139.
- Серная проблема в Туркменистане. Сб. I и Мат. ОКИСАР Акад. Наук, 1926, 1—88; сб. 2, 1928, 1—238.
- Сидоренко М. Описание некоторых минералов и горных пород из гипсовых месторождений Хотинского уезда Бессарабской губернии. Зап. Новорос. общ. естеств., 1905, 27.
- Симонович С. О месторождениях серы в окр. аула Абан, Душетского уезда, близ ст. Коби, В.-Груз. дор. Вестн. горн. дела и орош. на Кавказе, 1901, № 8.
- Смирнов Г. Обзор полезных ископаемых Кавказского края. Мат. для геол. Кавказа (3), 1905, кн. 6, 185.
- Смирнов П. А. Сера в грозненских нефтях. Азерб. нефт. хоз., 1927, № 6—7 (66—67), 72—80.
- Смирнов С. С. Полиметаллические месторождения восточного Забайкалья. Тр. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1934, в. 327, 1—491.
- Соколов Д. Н. Геологические исследования юго-западной части 130-го листа 10-верстной карты Европейской России. Изв. Геол. ком., 1906, 25, 495—520.
- Соловьев С. П. Краткий геологический очерк верховий Баксана. Изв. Всесоюзн. геол.-разв. об., 1932, 51, в. 37, 567—581.
- » Геологическое строение и минеральные ресурсы бассейнов рек Тызлы, Урду и Гижгита. Тр. ЦНИГРИ, 1936, в. 89, 1—50.
- » Чегемская вулканическая область и район бассейнов рр. Кестанты и Сакашиль. Тр. ЦНИГРИ, 1938, в. 403, 70.
- Стеклов С. И. Средневожская сера. Мин. сырье, 1934, № 1, 29—38.
- Суrow П. Н. Полезные ископаемые Западной Казахстанской области. Нар. хоз. Казахстана, 1934, № 2—3, 152—158.

- Татаринов П. М. Курс нерудных месторождений. Лг., 1934, 350—388.
- Телетов А. С. Дагестанское месторождение серы. Сообщ. о научно-техн. работах в Республике, 1925, в. 20, 178.
- » Полезные ископаемые Туркмении. «Туркмения», 1929, 2, 127—131.
- Тихонович Н. Н. Гидрогеологический очерк южной части Новоузенского уезда Самарской губернии. Изв. Геол. ком., 1908, 27, 301—381.
- Туаев Н. П. Геологические исследования в Ширабадском районе. Тр. Нефть. геол.-разв. инст., сер. Б, 1934, в. 46, 1—28.
- » Серные месторождения Туюн-тау и Иетым-тау (юг Таджикистана). Мат. для геол. Средней Азии, 1936, в. 6, 85—97.
- Уклонский А. С. Месторождение серы в Шор-су. Вопросы серной промышл. Лг., Геохимтехиздат, 1932, 55—75.
- » Перспективы развития серной промышленности в Средней Азии. За недра Средней Азии, 1932, № 1, 15—18.
- » По вопросу о поисках серных месторождений в Средней Азии. Освед. бюлл. Средавгеоразведки, 1932, 2, № 1, 5—12.
- » Серные месторождения Узбекистана. Узбекистан. Тр. и мат. I конф. по изуч. произв. сил Узбекистана, т. II, Л., Изд. Акад. Наук, 1933, 189—194.
- » К проблеме Гаурдака. Сб. Гаурдакский химический комбинат. 1933, 1, 13—21.
- » Разведочные работы на серу в Средней Азии и Киргизии во 2-й пятилетке. Киргизия. Тр. 1 конфер. по изуч. произв. сил Киргизской АССР. Лг., Изд. Акад. Наук, 1934, 167—175.
- » Серные ресурсы Средней Азии и проблема их использования. Мин. богатства Средней Азии. Лг., ОНТИ, Химтеорет, 1935, 166—185.
- » Геохимическая характеристика Шорсуйского серного района. Полезные ископаемые Шор-су. Ташкент, 1935, 3—50.
- Урванцев Н. Н. Хатанга — новый горнопромышленный район. Сов. Арктика, 1935, № 1, 48—53.
- » Сов. Арктика, 1936, № 1, 52.
- » Геология и полезные ископаемые Енисейско-Ленской области. Тр. I Геол.-разв. конфер. Главсевморпути, 1936, 2, 119.
- » Горнопромышленные перспективы Советского Союза. Сов. Арктика, 1937, № 2, 66—74.
- Ферман А. Е. Геохимические проблемы серных бугров в пустыне Кара-Кумы. Сб. Сера. Мат. КЕПС, 1926, № 59, 113—146.
- » Геохимические проблемы серных бугров в пустыне Кара-Кумы. Сб. «Серная проблема в Туркменистане». Мат. ОКСИАР, сер. туркм., 1926, в. 1, 56—88.
- Фришфельд Г. О геологическом строении Ленско-Вилойского водораздела и о генезисе Кемпендйских месторождений каменной соли. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., 1930, 38, нов. сер. 8, 329—344.
- Цейтлин. О серном месторождении в Душетском, Шорапанском и Борчалинском уездах. Рудн. вестн., 1916, 1, № 1.
- Чирвинский П. Н. Полезные ископаемые Кубани и Черноморья. Тр. Сев.-Кавк. АССР н.-иссл. инст. Ростов на Д., 1927, № 24, 1—230.
- » Сера. Справочник по полезн. ископ. Северо-Кавказского края. Ростов на Д., изд. Сев. Кавказ, 1933, 314—316.
- Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре. М., изд. Ломоносов. инст. Акад. Наук, 1936, 1—139.
- Широкшин и Гурьев. Геологическое описание правого берега Волги. Горн. журн., 1831, 3, 15.
- Шкляревский А. О. Кристаллы серы из Чарковы и с о. Челекена. Bull. Soc. Nat. Mosc., nouv. ser., 1902, 16, 476—478.
- Щербakov Д. И. Сера на мировом рынке. Сб. Сера. Мат. КЕПС, 1926, № 59, 5—62.
- » Отчет экспедиции на серные месторождения у колодцев Шиих в Кара-Кумах. Там же, 63—100.
- » Сера. Нерудные ископаемые, изд. КЕПС, Лг., 1927, 2, 539—592.
- » К вопросу о добытии серы из Каракумских месторождений. Серная проблема в Туркменистане, сб. 2, Мат. ОКСИАР, сер. туркм., 1928, в. 17, 195—222.
- Щуровский Г. Геологическое путешествие по Алтаю. М., 1846, 1—426.
- Юдовский В. Г. Гюмюрское месторождение серы. Мин. сырье, 1930, № 5, 791—793.
- Яворский В. И. и Бутов П. И. Кузнецкий каменноугольный бассейн. Тр. Геол. ком., нов. сер., 1927, в. 177, 1—244.
- Ahlfeld F. Ueber die Bildung «Sedimentarer» Schwefellagerstätten, Fortschr. Min., 1933, 18, H. 1, 12—13.
- Arguni A. Die Schwefellagerstätte von Kchiuta im Daghestan. N. Jb. Min., 1875, 49.
- Falk J. P. Beitrage z. topographischen Kenntnis d. Russischen Reichs, 1785, 1, 105; 178, 2, 55.

- Hermann B. F. Versuch einer mineralogischen Beschreibung des Uralischen Erzgebirges. Berlin—Stettin, 1789, 1, 1—430; 2, 1—464.
- Kokscharow N. Materialien zur Mineralogie Russlands. SPb., 1870, 6, 368—386; 1878, 8, 244—246.
- Murzaiev P. M. Genesis of some sulphur deposits of the USSR. Econ. Geol., 1937, 32, № 1, 69—103.
- Pelätier. Description des grottes de Soukeeva. Mém. Soc. Nat. Mosc. 1829, 7 (nouv. mém. 1), 173.
- Rose G. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural. Berlin. 1837, 1, 1—641; 1842, 2, 1—606.
-

А. Г. БЕТЕХТИН

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ГЛАВА

РАСПРОСТРАНЕНИЕ САМОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СССР

Наиболее распространенным на территории СССР минералом из числа самородных элементов является з о л о т о. Число отдельных пунктов нахождения этого элемента как в виде коренных, так и россыпных месторождений выражается многими сотнями. Наиболее крупные золотоносные районы известны на Урале, Казахстане, в Западной и, главным образом, Восточной Сибири.

За ним следуют минералы группы п л а т и н ы (самородная платина и осмистый придий). Крупнейшие в мире россыпные месторождения этих металлов принадлежат Уралу. Находки, имеющие минералогическое значение, были сделаны также во многих местах Сибири, в Казахстане и на Кавказе.

Весьма широким распространением пользуется также самородная м е д ь супергенного происхождения. Она наблюдается, хотя и в весьма незначительных количествах, но зато почти во всех окисленных зонах коренных сульфидных месторождений меди, вместе с купритом, особенно на Урале, Казахстане, Минусинском крае и других местах.

Сравнительно часто встречаются на нашей территории месторождения самородной с е р ы. Среди них мы имеем промышленные скопления довольно крупного масштаба (в Поволжье, Дагестане и, главным образом, в Средней Азии).

Г р а ф и т принадлежит также к числу распространенных минералов. Наиболее значительные по размерам месторождения графита известны на территории Украины и в Сибири (Туруханский район и Иркутская область).

Остальные встречающиеся у нас самородные элементы: э л е к т р у м, серебро, висмут, мышьяк, р т у т ь, олово, сурьма, амальгама, железо, алмаз и тантал являются редкими минералами. Пункты промышленных скоплений их пока неизвестны.

Все перечисленные элементы наблюдаются в столь разнообразных геологических условиях, что трудно их объединить в какие-либо группы по генетическим признакам. Находки их приурочены к самым различным минерогенетическим эпохам и провинциям. Попытаемся дать краткий обзор этих провинций с указанием главнейших генетических типов месторождений для каждого элемента.

Золото

За период существования советской власти проделаны большие работы по изучению и расчленению петрогенетических провинций и эпох магматической деятельности во всех районах нашей территории. Эти работы позволили уже с некоторой ясностью наметить металлогенетические провинции и эпохи золота. С другой стороны, интенсивные геолого-разведочные работы на многочисленных месторождениях золота дали богатый материал по геологии золотоносных районов.

В подавляющей массе коренных месторождений СССР золото выделилось в гидротермальную фазу процессов рудообразования, связанных с дифференциацией кислых и средних магм. В основном наши месторождения представлены гипо- и мезотермальными типами, хотя встречаются и представители эпитермальных месторождений (Белая гора, Балей).

На территории Европейской части СССР до сих пор встречены крайне редкие точки нахождения промышленных скоплений коренного золота. Давно выработанное Воицкое месторождение в Карелии располагается среди комплекса протерозойских пород. Оруденение предположительно связывают с так называемой карельской формацией основных изверженных пород.

На Украине известно месторождение «Острый бугор» (Нагольный кряж), располагающееся среди осадочных пород нижнего и среднего карбона. Большинство исследователей по времени образования склонны относить его к эпохе варисской интрузивной деятельности.

На Северном Кавказе, где в последние годы был открыт ряд промышленных россыпей золота, А. П. Герасимовым устанавливается их связь с двумя разновозрастными формациями гранитов. Россыпи по Баксану, Чегему и другим речкам связываются с докембрийскими гранитами главного хребта. Золотоносность же речных россыпей по бассейнам рр. Хасаута и Мушта своим происхождением обязана интрузивам красных гранитов каледонского возраста. Среди указанных типов гранитных интрузивов были сделаны находки золота и в коренном залегании.

На Урале мы имеем довольно значительную по размерам металлогеническую провинцию золота. Коренные месторождения связаны преимущественно с массивами гранитов и гранодиоритов, интродуцировавших палеозойскую толщу в последние фазы варисской магматической деятельности. По А. А. Иванову месторождения золота здесь располагаются в виде нескольких полос, вытянутых согласно общему строению Уральского хребта, т. е. протягивающихся в меридиональном направлении. По генетическим признакам месторождения относятся к мезо- и гипотермальным типам, представленным несколькими группами, отличающимися по составу руд.

Особо следует упомянуть о весьма оригинальном Карабашском месторождении медистого золота и богатой золотом меди, которые, находясь в тесном срастании друг с другом, являются продуктами распада твердого раствора меди в золоте. По данным Г. В. Смирнова и М. П. Ложечкина, это месторождение располагается в серпентинитовом массиве.

Среди россыпных уральских месторождений золота по А. А. Иванову встречаются представители разных геологических эпох, начиная от палеозоя и кончая четвертичным периодом: 1) россыпи артинского времени по западному склону Среднего Урала; 2) юрские золотоносные россыпи (1-я Вагранская дача, Мысовский прииск, часть Кочкарских россыпей и др.); 3) третичные россыпи, констатированные в конгломератах района Турьинских рудников и 4) наиболее широко распространенные на Среднем и Южном Урале четвертичные россыпи, как более древние (плиоценового возраста), так и современные элювиальные и аллювиальные типы.

Казахстан до некоторой степени представляет продолжение уральской металлогенической провинции золота варисской эпохи. В Притоболье, Улутау, в Северном Казахстане, а также Калбинском хребте и Южном Алтае, по Н. Г. Кассину, довольно широко распространены золотокварцевые жилы, генетически связанные с несколькими фазами варисских интрузий. Среди них встречаются как гипотермальные, так и мезотермальные жилы. В некоторых районах (Баян-Аульский, рудный Алтай) распространен тип полиметаллических золотоносных колчеданных залежей.

Что касается каледонских гранодиоритовых и гранитных интрузий, то мы пока не располагаем достоверными данными для суждения о золотоносности рудных проявлений, связанных именно с каледонской металлогенической эпохой.

Типичные аллювиальные россыпи для Казахстана, повидимому, вообще не характерны (за исключением Калбинского и Ю. Алтайского горных районов). А. И. Еченстовым описаны весьма оригинальные элювиальные россыпи в Баян-Аульском районе Павлодарской области, частично перемытые потоками вешних вод. Нужно признать, что вопросом изучения месторождений россыпного золота в Казахстане занимались очень мало.

В Западной Сибири мы имеем обособленную металлогеническую провинцию золота, образованную в древнекаледонскую эпоху вулканизма. Согласно данным Д. В. Никитина, здесь необходимо выделять в основном три последовательных фазы интрузивного цикла, с которыми связано образование золоторудных месторождений: 1) фаза образования гнейсогранитов и гранитов с рассеянным содержанием в них золота; с выходами этих интрузивов связаны золотоносные россыпи; 2) фаза интрузии гранодиоритовой магмы, к которой приурочены богатые золотом кварцевые жилы; 3) фаза интрузий габбро-норитовых и диоритовых магм, давших крупные золоторудные жилы.

Среди коренных месторождений золота встречаются разнообразные, как гипо-, так и мезотермальные типы, нередко с сложным минералогическим составом.

Восточная Сибирь обладает самыми крупными в Союзе золотоносными районами, характеризующими разновозрастные металлогенические провинции в Енисейском кряже, Прибайкалье, Витимо-Ленском и Тимптоно-Олекминском горных районах. Месторождения золота связаны преобладающе с протерозойскими комплексами изверженных пород.

В Восточном Забайкалье так называемый Западный пояс, по С. С. Смирнову, содержит группу золоторудных месторождений, по возрасту относящихся к верхнемезозойской эпохе золотооруденения. Этот пояс, повидимому, протягивается и далее на В вдоль краевой зоны Алданской плиты.

К тому же верхнемезозойскому времени относят образование обширной Верхоянско-Колымской металлогенической провинции золота, располагающейся в северо-восточной части Якутии. По Ю. А. Билибину, главные золотоносные районы располагаются: 1) вдоль Алданской плиты на востоке; 2) вдоль южной и юго-западной окраин Средне-Колымской плиты; 3) в срединных частях складчатой зоны. Золотое оруденение характеризуется поясовым распространением, определенной связью с тектоникой и представлено кварцевыми и карбонато-кварцевыми жилами. Кроме того, существует предположение, что с той верхнемезозойской (может быть лярмийской) фазой вулканизма связаны спорадически встречающиеся группы золоторудных месторождений в Удско-Амурской провинции.

Известная Алданская металлогеническая провинция золота, по В. Н. Звереву и Ю. А. Билибину, характеризуется приуроченностью золоторудных месторождений к лакколлитам и пластовым интрузивам дифференцированных сиенитовых пород, возраст которых предположительно определяется как третичный (может быть меловой).

Наконец, на Дальнем Востоке (вблизи Николаевска на Амуре) известно эпитермальное месторождение Белая Гора, которое генетически связано с кислыми эффузивами послеверхнемезозойского возраста. Ю. А. Билибин допускает, что подобного же типа месторождения могут быть встречены в Алданской и Верхоянско-Колымской провинциях, где были констатированы подобные же эффузивы.

Россыпи Восточной Сибири пока играют главенствующую роль в ее золоторудной промышленности. Главная масса россыпей имеет послетретич-

ный возраст. Однако, по В. А. Обручеву, не лишены вероятия и россышные месторождения третичного возраста, особенно среди террасовых россыпей. Глубоко залегающие россыпи в большинстве случаев являются доледниковыми элювиальными. В качестве примера В. А. Обручев приводит бассейн р. Бодайбо.

В Сибири местами известны и морские россыпи (на берегах Тихого океана и Охотского моря). Подобного типа россыпи были констатированы у южного конца хребта Сихотэ-Алинь и возле г. Охотска.

К более древним россышам некоторые авторы относят конгломераты юрского возраста, дающие при разрушении современные золотоносные россыпи. Древние золотосодержащие образования известны в Ангарском и Прибайкальском горных районах, в бассейне р. Вилюя и др. Ю. А. Билибин считает возможным открытие древних россыпей и в других золотоносных районах Восточной Сибири.

Подводя итог всему сказанному, мы видим, насколько велико разнообразие металлогенических провинций золота, генетически тесно связанных с петрогеническими провинциями, возникавшими в различные эпохи вулканизма. Наиболее древними, богатыми золотооруденением, провинциями являются протерозойские провинции Восточной Сибири. С докембрийскими гранитами связываются также некоторые россыпи на Северном Кавказе.

Проявления золотоносности, приуроченные во времени к каледонской фазе вулканизма, устанавливаются для Северного Кавказа, не вполне достоверно для Казахстана и более определено для Западной Сибири. К варисскому времени относят золотооруденение Урала и Казахстана.

В верхнемезозойское время сформировались богатые золотом провинции Верхоянско-Колымская, Забайкальская и Удско-Амурская. К юрскому возрасту относят некоторые ископаемые россыпи Урала и Восточной Сибири.

Золотоносные провинции третичного возраста пока что крайне гипотетичны. Более вероятны для этого времени некоторые россыпи Восточной Сибири.

Четвертичное время характеризуется образованием обильных россыпей во всех золотоносных районах нашего Союза.

Платина и осмистый иридий

Специфическая металлогеническая провинция платиновых металлов располагается на Среднем и Северном Урале, занимая водораздельную часть хребта между 57 и 63° с. ш. Богатейшие чисто платиновые россыпи приурочены к целой цепи массивов ультраосновных пород, в генетическом отношении составляющих одно целое.

Из минералов платиновой группы, характерных для этой провинции, необходимо отметить следующие: поликсен, иридитная платина, ферроплатина, купроплатина, никелистая платина, иридий, группа осмистого иридия и ауросмирид.

На остальном протяжении Урала и по его восточному склону минералы платиновой группы (главным образом, осмистый иридий) встречаются в россыпях в виде незначительной примеси к золоту. Генетически эти минералы связаны также с ультраосновными породами, главным образом, перидотитами (гарцбургитами), но уже относящимися к другой вулканической фазе. Вопрос о возрастных взаимоотношениях этой фазы с предыдущей до сих пор остается неясным.

На Северном Кавказе в последнее время в связи с развитием разработок золотоносных россыпей также констатированы примеси платиновых металлов. Коренными источниками их являются массивы ультраосновных пород доюрского возраста. Присутствие платины констатировано также в

молодых (третичного возраста) массивах ультраосновных пород Закавказья (район оз. Севан), однако сколько-нибудь существенных скоплений этого металла там обнаружить не удалось.

Для Казахстана и Сибири в самом общем виде намечаются две обособленные металлогенические провинции платины: 1) провинция древнейших складчатых хребтов с спорадическими выходами серпентинитов и перидотитов (Алтай, Кузнецкий Алатау, Саяны, Прибайкалье, Забайкалье, Приамурье и Анадырский район) и 2) так называемая трапсовая металлогеническая провинция, обнимающая Средне-Сибирскую платформу и Таймыр.

Первая из указанных провинций по существу является провинцией золотоносных россыпей, крайне бедных спорадически встречающимися металлами платиновой группы. Для второй из них характерным является наличие платиносодержащих медно-никелевых колчеданов среди основных пород базальтоидной магмы. В этих сульфидных рудах распространена богатая палладием разновидность платины. В россыпях Вилюйского района, генетически связанных также с сибирскими траппами, встречается, кроме того, родистая разновидность самородной платины.

К этому следует добавить, что в совершенно ничтожных количествах платина устанавливается во многих месторождениях полиметаллических сульфидных руд.

Таким образом, главные провинции распространения металлов платиновой группы, генетически связанной с ультраосновными породами, имеют палеозойский возраст. Трапсовая металлогеническая провинция, по В. С. Соболеву, относится к мезозою. Россыпные месторождения платины в подавляющей массе образовались в четвертичное время. Исключение составляют лишь платиноносные конгломераты артинского яруса на Западном склоне Урала.

Медь

Медь в самородном состоянии, как обычнейшее явление, наблюдается в зонах окисления, образующихся при процессах выветривания медных сульфидных месторождений. Подобного генезиса находки самородной меди широко распространены в пределах СССР.

Как показывает детальное изучение коры выветривания на Урале, на дневной поверхности могут сохраниться следы различных эпох выветривания. Помимо современной эпохи выветривания для Урала, например, с большой степенью уверенности можно говорить о мезозойской (может быть доюрской) эпохе этого процесса. Не совсем ясен вопрос о выветривании в третичное время.

Для района Турьинских рудников, в частности для Васильевского месторождения, с определенностью можно говорить об остатках древней коры выветривания с ее мощной зоной окисления и зоной вторичных сульфидов. В этом приходится убеждаться при сравнительном изучении зон окисления совершенно аналогичных и рядом располагающихся месторождений (Суворовского, Фроловского, Башмаковского и др.). Весьма вероятно, что и знаменитое Меднорудянокское месторождение с весьма мощной окисленной зоной, богатой в верхах самородной медью, подверглось выветриванию также в более древнее время. Возможно, то же самое относится к Гумешевскому и другим месторождениям Урала и Казахстана (Каркаралинский район, откуда в свое время были добыты крупные глыбы самородной меди, иногда до нескольких тонн весом).

Из других типов месторождений самородной меди следует отметить гидротермальный тип, довольно широко распространенный, но имеющий чисто минералогическое значение. Главная масса находок меди этого типа генезиса связана с гидротермальным метаморфизмом основных пород (диабазов, амфиболитов, порфиритов Новой Земли, Урала, Казахстана, За-

падной Сибири и Дальнего Востока), а также с ультраосновными породами (серпентинитами Урала).

Типичные гидротермальные месторождения крайне редки.

Серебро

Месторождения самородного серебра по характеру генезиса весьма существенно отличаются от месторождений золота, несмотря на то, что физические и химические свойства этих металлов очень близки между собою. В эндогенных месторождениях золота серебро в виде изоморфной примеси, как известно, бывает постоянным спутником этого металла. Но, кроме того, известны и самостоятельные месторождения серебра. В экзогенных условиях геохимия этих элементов несколько отлична: серебро имеет тенденцию освободиться от своего спутника. Незначительные по размерам, но довольно широко распространенные образования самородного серебра в зонах окисления и вторичного сульфидного обогащения рудных месторождений происходят за счет разрушения серебрясодержащих сульфидов. Самородки серебра в россыпях крайне редки.

В СССР минералогического значения находки серебра подобно меди были сделаны в зонах окисления многих полиметаллических месторождений Урала, Кавказа, Казахстана, Западной и Восточной Сибири.

Эндогенные месторождения самородного серебра известны в Казахстане, в месторождениях Степняка, с галенитом, блеклой рудой и джемсонитом.

Сера

Самородная сера, как уже давно было подмечено, встречается исключительно в самой верхней части литосферы. Промышленные ее скопления наблюдаются, главным образом, среди осадочных пород различного возраста.

В пределах СССР в настоящее время наметилась определенная сероносная провинция в Средней Азии (Фергана, Узбекская ССР). Небольшие группы месторождений известны и на Северном Кавказе (Дагестан), Керченском полуострове и других местах юга Европейской части СССР. В Поволжье (Куйбышевская область) по данным исследований последнего времени намечается верхнепермского возраста сероносная провинция. Единичные месторождения самого различного генезиса, имеющие большей частью минералогическое значение, распространены почти по всей территории СССР.

По А. В. Данову, наиболее крупные осадочные месторождения СССР по времени приурочены к следующим геологическим эпохам:

1. Месторождения юрского времени, образовавшиеся сингенетически с вмещающими породами. Сюда относятся месторождения Гаурдак (в Туркменской ССР), где сероносный горизонт с сингенетическими гипсами и известняками представляет собой ископаемые лагунные отложения, и Аварские месторождения (Дагестан), приуроченные к свите верхнеюрских алебастров.

2. Месторождения верхнемелового возраста в пределах Средней Азии. Скопления серы приурочены к датскому ярусу (Кушкинский район Туркменской ССР) и к отложениям переходным, к нижним горизонтам палеоцена (Гиссар, Фергана), т. е. к окраинным частям верхнемелового возраста.

3. Месторождения третичного возраста (неоген) в районах Керченского полуострова, Туркменской ССР (Кара-Кумы, Красноводско-Карабогазское, Айдинское и др.). Наиболее крупные скопления серы приурочены к лагунам бывшего верхнемиоценового моря.

4. Месторождения четвертичного времени и современные связаны с морскими бассейнами Черного и Каспийского (Красноводская бухта) морей.

Самородная сера, образовавшаяся за счет вулканической деятельности, на территории СССР известна в пределах Камчатки, в районах действующих вулканов.

Камчатка представляет лишь часть оригинальной сероносной провинции, обнимающей многочисленные месторождения вулканического происхождения Японии и протягивающейся в виде узкой полосы от о. Формозы до Камчатки.

Находки самородной серы в зонах окисления колчеданных залежей сульфидных руд имеют чисто минералогическое значение.

Графит

Графит в противоположность сере в природе образуется при высоких температурах и часто на значительной глубине от поверхности литосферы. Значительная часть промышленных месторождений графита приурочена к метаморфическим горным породам. Первоисточники углерода для образования графита могут быть разнообразны, но чаще всего ими являются органические остатки в горных породах и окислы углерода (CO и CO_2).

В пределах СССР определенная графитоносная провинция выявлена на территории Украины, где месторождения графита, по И. В. Дубына, приурочены к определенному стратиграфическому горизонту осадочно-метаморфической толщи докембрия (так называемая тетерево-бугская свита). Сюда принадлежат следующие графитоносные районы: Побужский, Криворожский и Приазовский.

Другую довольно своеобразную графитоносную провинцию мы наблюдаем в Туруханском районе Красноярского края. Многочисленные месторождения графита встречаются по притокам р. Енисея: Бахте, Фатьянихе, Нижней Тунгуске и Курейке. Графитовые месторождения представляют собой результат метаморфизма каменных углей карбонового или пермского возраста под влиянием интрузий так называемых сибирских траппов мезозойского возраста.

В остальных областях территории СССР известны многочисленные весьма различные по происхождению месторождения графита. Как наиболее крупные из них, имеющие промышленное значение, следует отметить Боготольское (Восточная Сибирь), относимое к классу магматических месторождений, Мало-Хинганское (Хабаровский край) среди древних кристаллических сланцев и др.

Алмаз

Промышленных месторождений алмаза в СССР мы пока не знаем. Находки единичных зерен и кристаллов алмаза приурочены исключительно к россыпям золота и платины. Наибольшее число находок было сделано на Урале, на Адольфовом и Крестовоздвиженском приисках (главным образом по р. Полуденке бассейна р. Койвы). Вопрос о коренных месторождениях этих алмазов до сих пор остается неясным.

Алмазы встречались также в Сибири в Красноярском крае близ г. Красноярска (по рр. Мельничной и Точильному ключу в золотосодержащих россыпях).

Значение и роль самородных элементов в промышленности СССР

В мировой экономике наибольшую роль из числа самородных элементов играют золото, минералы группы платины, алмаз, графит, сера, отчасти медь, серебро и некоторые газы (азот, гелий, неон и др.).

Годовая мировая продукция золота среди всех металлических полезных ископаемых по своей стоимости занимает первое место (за ним следует стоимость добываемых железных руд). Золота ежегодно добывается на сумму около одного миллиарда рублей. Стоимости годовой продукции остальных полезных ископаемых, представленных самородными элементами, несравненно ниже: за исключением алмаза и серы, цифры их стоимостей выражаются несколькими миллионами рублей.

В СССР разработка золотых месторождений за последние годы резко двинулась вперед. При этом все больший и больший удельный вес приобретает эксплуатация коренных месторождений. Уже в 1933 г. наша продукция вдвое превысила продукцию царского времени и в настоящее время СССР стоит на втором месте в мире по добыче золота. Вполне понятно, что успехи нашей золотопромышленности имеют весьма существенное значение в укреплении финансовой системы СССР.

Доминирующую роль среди районов разрабатывающихся месторождений золота играет Восточная Сибирь и Дальний Восток. Здесь благодаря энергичным поисково-разведочным работам открыт целый ряд новых золотоносных районов, из которых наиболее крупное значение приобрели Алданский и Верхоянско-Колымский. Быстрыми темпами золотопромышленность начала развиваться также в Казахстане. Урал, который еще недавно считался «затухающим» районом, в последнее время после широко развернутых геолого-разведочных работ начал быстро увеличивать добычу золота. Даже такой район, как Северный Кавказ, о золотосности которого высказывались скептические мнения, в последние годы включен в список золотодобывающих районов.

Нет никаких сомнений в том, что расширение научно-исследовательских и разведочных работ послужит базой и для дальнейшего роста золотодобычи в СССР.

Добыча платиновых металлов СССР занимает первое место в мире. Главнейшим районом добычи платины является Средний и Северный Урал, где располагается упомянутая выше крупнейшая в мире платиносная провинция. В остальных районах СССР минералы платиновых металлов (самородная платина и осмистый иридий) добываются в незначительных количествах вместе с золотом.

Серная промышленность СССР впервые по существу возникла лишь при советской власти. В царское время сера целиком импортировалась из-за границы. Последние годы импорт серы резко сократился, благодаря развитию собственной промышленности, и в настоящее время СССР по добыче серы занимает четвертое место в мире (после США, Италии и Японии).

Ведущими районами серной промышленности у нас являются сероносные провинции Туркменской ССР (Гаурдак, Кара-Кумы), Узбекской ССР (Шор-су и др.) и Приволжье (Куйбышевская область). Геолого-разведочными работами выявлена база и для дальнейшего развития этой промышленности.

Добываемые серные руды подвергаются соответствующей переработке на сероплавильных заводах. Потребление серы распределяется по следующим отраслям промышленности: бумажной, красочной, резиновой, химической и в сельском хозяйстве.

Графитовая промышленность СССР также начала быстро развиваться лишь после Октябрьской революции. Добыча графита за последние годы возросла в несколько раз по сравнению с 1913 г., когда было добыто всего 1.982 т. В данный момент СССР по добыче графита стоит на 5—6 месте по мировой добыче.

Главные месторождения чешуйчатого («кристаллического») графита, идущего главным образом на изготовление графитовых тиглей для плавки стали и различных сплавов в металлургии, у нас располагаются на Украине.

Добыча графита здесь пока сосредоточена на месторождениях: Старо-Крымском (район Мариуполя) и Завальевском (на левом берегу Буга, близ с. Завалья). К этому же типу принадлежит и разрабатывающееся Ботокольское месторождение (в Восточной Сибири).

Месторождения так называемого «аморфного» графита, преимущественно применяющегося в литейном деле, широко распространены и частично разрастаются в Туруханском районе. Тяжелые климатические условия края в связи с общим освоением арктических областей постепенно преодолеваются, и в ближайшем будущем этот район приобретет крупное промышленное значение.

Для остальных, встречающихся у нас самородных элементов, за крайне редкими исключениями, не известны промышленные скопления. Наиболее острую нужду советская промышленность испытывает в настоящее время в алмазах.

О дальнейших задачах в изучении минералогии самородных элементов

Если мы попытаемся сравнить современную степень изученности самородных элементов в СССР с теми данными, какие имелись на 1914 г. и прекрасно изложены в классическом труде акад. В. И. Вернадского «Опыт описательной минералогии», то увидим, что в этой области наши познания резко двинулись вперед. Наиболее существенных достижений мы добились за последнее пятнадцатилетие.

Значительно пополнились наши сведения о распространенности самородных элементов на территории СССР. Для ряда элементов (золота, платины, серы) выявились новые промышленные районы и провинции. Интереснейшие новые данные получены по вопросам генезиса самородных элементов и их разновидностей (группы минералов самородной платины, серы, меди, железа и др.). Детальные исследования парагенезиса минералогических комплексов позволили открыть ряд новых минералов (купроплатина, никелистая платина, ауросмирид, золотистая медь и др.). Физико-химический анализ сплавов, отвечающих природным системам (платина—железо, платина—медь, платина—никель, платина—иридий, золото—ртуть и др.), а также рентгенометрическое изучение (группа осмистого иридия, ауросмирида, группы графита и др.) позволили близко подойти к реальным представлениям о химической и кристаллической природе встречающихся в земной коре самородных элементов.

Однако все проведенные исследования далеко еще не исчерпали тех возможностей, какие нам предстоит в этой области.

Прежде всего дальнейшее расширение наших знаний об элементогенетических провинциях нашей территории и связанные с этим поиски могут привести к открытию новых месторождений самородных элементов. Это прекрасно доказано опытом предыдущих лет. К числу обещающих в этом отношении районов принадлежат прежде всего слабо изученные районы: область Арктики и северо-востока Азии. Не меньший интерес представляют также Прикаспийские районы, Казахстан и Памир. Да и в районах, более или менее изученных в геологическом отношении, как показывает ревизия старых данных, далеко не исключена возможность новых открытий. Такова, например, история обнаружения местными геологами новых месторождений золота на Урале, месторождений серы в Поволжье и др.

Из числа наиболее актуальных узко минералогических задач в будущих работах попрежнему остается углубленное изучение условий нахождения самородных элементов и их поведения в различных геологических процессах, совершающихся в земной коре. Очень важно тщательно изучить с физико-химической точки зрения условия превращения природных систем,

приводящих к образованию самородных элементов. С этой целью, разумеется, необходимо прибегать к детальному анализу парагенетических группировок минералов, пытаюсь увязать ход восстановительных реакций с режимом кислорода как в эндогенных, так и экзогенных геологических обстановках. В последнем случае весьма значительная роль в восстановлении элементов, естественно, принадлежит органическим веществам.

Затем следует отметить, что до сих пор мало занимались микроскопическим изучением самородных элементов. Особенно это касается самородных металлов. Минераграфическое изучение минералов группы платины дало целый ряд неожиданных открытий, из которых особенно интересными с геохимической точки зрения оказались явления цементации¹ самородной платины медью и никелем. Весьма вероятно, что подобные же явления существуют и в других группах природных элементов. Минералогия самородного золота с этой точки зрения почти совершенно не изучена. В данный момент, когда геологическое изучение месторождений золота приняло у нас широкий размах, эта область исследований представляет благодарную задачу научно-исследовательских институтов. Точно так же самородное железо метеоритов, хранящихся в музеях СССР, ждет микроскопического изучения. Следует заметить, между прочим, что исследование под микроскопом в значительной мере может помочь отличить железо космического происхождения от теллурического и искусственного.

Химико-минераграфическое изучение с попутным проведением рентгено- и спектроанализов может дать интересные в теоретическом и практическом отношении данные по эпигенетическому метаморфизму самородных элементов. Помимо тех изменений, которые могут иметь место в минеральных комплексах при различных процессах наложения и могут отражаться на химическом составе и строении агрегатов самородных элементов, представляют интерес и те изменения, которые минералы испытывают при экзогенных процессах. В частности нам, например, до сих пор точно не известна причина большей высокопробности золота из россыпей по сравнению с коренными месторождениями. Вопросы миграции серебра как в россыпном золоте (в зависимости от тех или иных факторов), так и в зонах окисления сульфидных месторождений, заслуживают безусловного внимания. Да и проблема миграции самого золота в зонах окисления коренных месторождений, несмотря на специальные исследования, не может еще считаться окончательно решенной. В этом отношении, по отрывочным данным, наиболее любопытные явления наблюдаются в золотых месторождениях Казахстана. Наконец, с геохимической точки зрения, небезынтересны судьбы и таких самородных металлов, которые в качестве растворенных примесей содержат легко окисляющиеся компоненты (например, медистого золота, медистого серебра и др.). Для купроплатины в Нижне-Тагильских месторождениях в условиях выветривания определенно установлен процесс ее окисления с образованием более чистой платины колломорфного строения.

На ряду с вышеуказанными задачами изучения минералогии самородных элементов не меньше актуальное значение должны иметь и экспериментальные работы не только по воспроизведению элементов и их соединений, отвечающих природным минералам, но главным образом по изучению равновесных металлических систем. С минералогической точки зрения крайне интересны превращения в этих системах, присходящие при низких температурах (явления полиморфизма, распада твердых растворов и др.), на что до сих пор обращалось все же недостаточное внимание, как об этом можно судить по повторным более тщательным исследованиям. С этой целью, безусловно, желательно проводить параллельно с минераграфическими исследованиями рентгенометрический анализ получаемых

¹ Определение понятия приведено в вводной главе.

фаз. Особый интерес представили бы работы по восстановлению металлов из растворов их соединений в условиях, близких к природным.

Из числа слабо изученных систем для минералогии самородных элементов важны следующие: ртуть — серебро (амальгамы), иридий—осмий (хотя бы на иридиевом участке системы до появления фаз гексагональной модификации), тройная система: платина—железо—медь (с учетом магнитных свойств и полиморфных превращений). Было бы ценно также проверить наблюдающиеся в природных условиях явления распада твердых растворов в железосодержащей иридиевой платине с обособлением более богатой иридием разновидности. Ряд новых вопросов может возникнуть также при детальном минераграфическом изучении и других самородных металлов, встречающихся в СССР.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аварунит 26, 32
 Авгит 237
 Азот 17, 24, 30, 301
 Азурит 92, 93, 107, 111, 116, 118, 119, 134, 135, 139, 180, 191, 193
 Айкинит 114, 118
 Аллемонит 22, 29
 Аллопалладий 21, 29
 Алмаз 18, 24, 25, 30, 31, 124, 217—223, 295, 301—303
 Алтаит 133, 138
 Алунит 275, 279
 Алуноген 286
 Альбит 129, 142, 181, 237
 Алюмоферрихромгранат 49
 Алюмохромгранат 49
 Аляскит 124
 Амальгама 195
 Амальгама золота 103, 143, 195, 196, 199—200
 Амальгама золота жидкая 29, 31
 Амальгама палладия 21
 Амальгама серебра 29, 31, 90, 143, 195, 196, 199—200
 Аметист 111
 Анатаз 127
 Ангидрит 254, 259, 260, 267, 275, 282, 286
 Англезит 92, 118, 274, 283, 284
 Анкерит 110, 118, 119, 196, 200
 Антигорит 190
 Антимонит 107, 115, 116, 134, 136, 140, 195, 205, 252
 Антракосилит 247
 Антрацит 33
 Апатит 115, 220, 237
 Арагонит 254, 257, 275, 279, 283
 Аргентит 88, 89, 91, 93, 94, 96, 97, 132, 138—140, 202, 274
 Аргон 17, 30
 Аркверит 29, 199
 Арсеноламприт 201, 202
 Арсенопирит 23, 107, 110, 111, 113, 116, 120—122, 129, 132, 134, 136, 137, 140, 143, 205, 207, 208, 212
 Арсеносидерит 122
 Арсеносульфурит 30
 Асбест 233
 Асфальт 252
 Аурамальгама 18, 29
 Аурамальгама твердая 199
 Аурипигмент 202
 Ауросмирид 27, 31, 43, 45—46, 50, 57, 66, 68, 298, 303
 Базовисмутин 207, 208
 Баллас 218
 Барит 88, 92, 97, 107, 135, 138—140, 144, 200, 254, 275, 279, 283, 284
 Берилл 268, 209
 Бертьерит 205
 Биотит 122, 228
 Бисмутинит 209
 Бисмутаурит 28, 101, 106
 Битумы 257, 266, 275, 282
 Блеклая руда 23, 91, 94, 96, 107, 114, 116—118, 132—134, 136, 140, 141, 143, 191, 202, 300
 Бобровкит 32
 Борнит 91, 108, 114, 135, 181
 Борт 218
 Браггит 65
 Брейнерит 118
 Бром 24
 Брукит 111, 127, 128
 Бурнонит 110
 Бурый железняк 90, 91, 93, 110, 114, 118—120, 129, 131, 134, 135, 137, 138, 140, 186, 220, 274
 Бурый железняк по пириту 110, 118, 124, 131, 140, 221
 Бурый шпат 108, 220
 Валентинит 205
 Вениса 221
 Висмут самородный 17, 21, 23, 24, 28, 29, 31, 88, 206—210, 295
 Висмутин 207—210
 Висмутистое золото 28, 31, 101, 106—107
 Висмутистое серебро 28, 87
 Висмутовая охра 107, 118
 Висмутовый блеск, см. Висмутин
 Водород 17, 24, 30
 Воелинит 118
 Волканит 30
 Волластонит 247
 Вольтаит 286
 Вольфрамит 108, 114, 138, 207—209
 Вульфенит 118
 Газы гр. 30
 Галенит 88, 89, 91, 93—95, 97, 103, 107, 110—116, 118—124, 129, 131, 133—141, 143, 144, 202, 212, 214, 215, 252, 274, 282—285, 300
 Галит 275, 279, 282
 Галотрихит 269, 277, 286
 Гаусманнит 213

- Геллий 17, 24, 30, 301
 Гематит 45, 46, 108, 114, 118, 125, 132, 137, 143, 215, 217, 220
 Герсдорфит 88, 119
 Гессит 133, 138, 139
 Гетит по пириту 118
 Гипс 93, 134, 135, 195, 230, 240, 252—254, 257—267, 269—277, 279, 281, 282, 284—286
 Глаукоцит 257, 263
 Горный хрусталь 220
 Гранат 108, 127, 128, 143, 189, 190, 217
 Графит 18, 24, 25, 30, 31, 34, 217, 220, 224—243, 244, 247, 295, 301—303
 Графитит 224
 Гюмбелит 244
 Джемсопит 91, 121, 300
 Джозефинит 26
 Диаллаг 59
 Диоксид 188, 189, 217, 247
 Дискразит 88, 202
 Доломит 118, 142, 195, 213, 220, 245, 260, 266, 267, 279
 Железз-никеля гр. 26, 31
 Железистая медь 28
 Железистая охра 119
 Железный блеск 215
 Железо самородное 32—42, 295, 303
 Железо-свинцовая охра 92, 138
 Золотистая медь 28, 303
 Золотистая ртуть 29
 Золотистое серебро, 28, 87
 Золото самородное 17, 21, 22, 24, 26, 28, 31, 37, 46, 47, 61—63, 79, 81—83, 86, 88, 90, 93, 94, 96—99, 101—107, 188, 209—215, 220, 270, 274, 295—299, 301—304
 Золото самородное гр. 101—178
 Ильменит 34, 108, 217
 Иод 24
 Иридий 27, 62, 63, 66, 298
 Иридиевая платина 21, 27, 31, 50, 62, 63, 68, 43, 44, 46, 298, 305
 Иридиевое золото 28, 31, 101, 107, 108
 Иридий осмий 78
 Каледонит 118
 Калийная селитра 263
 Каломель 195
 Камасит 26, 32, 38
 Канкринит 247
 Каолин 228, 230
 Каолинит 230
 Карбонадо 30, 218
 Карборунд-муассанит
 Карнотит 281
 Касситерит 108, 207, 208, 210—212
 Кварц 45, 88—90, 92, 94, 97, 98, 107, 108, 110, 111, 117—120, 122, 123, 125, 126, 128—131, 133—142, 180, 181, 192, 193, 195, 205, 208, 214, 220—222, 225, 228, 233, 240, 244, 247, 257, 268—270, 274, 279, 284, 285
 Кварц по асбесту 233
 Квасцы 254, 263, 275—277, 279, 281, 282
 Кеммерерит 49
 Кераргирит 92—94, 122, 138—140, 274
 Кермезит 205
 Кеффелит 279
 Киноварь 61, 83, 115, 124, 125, 195—197, 200, 211, 284
 Кислород 17, 24, 30
 Клинохлор 49
 Клифтонит 224
 Кобальтин 88
 Ковеллин 93, 94, 114, 132, 135, 141, 189, 274, 284
 Когенит 18, 26, 33, 34, 38
 Конгсбергит 29, 199
 Корунд 127, 221
 Корундофилиит 49
 Кочубеит 49
 Красный железняк 192
 Кремнь 275, 276
 Криптон 24, 30
 Крокоит 114, 116, 118
 Ксенон 24, 30
 Кубанит 189
 Куперит 46, 65
 Куприт 90, 93, 107, 116, 118, 180, 186, 190, 191, 295
 Купроплатина 18, 19, 22, 27, 31, 43, 45—46, 51, 67, 69, 298, 303, 304
 Кюстелит 28, 87, 93
 Лавренсит 38
 Лаксманнит 118
 Лаурит 50, 65
 Лаутит 202
 Леллинит 208
 Лимонит 33, 93, 95, 107, 116, 118, 122, 132, 133, 180, 188, 221, 283
 Лианрит 118, 274
 Линнеит 98
 Магнезит 129
 Магнетит 34, 64, 108, 113, 120, 123, 124, 132, 143, 188, 215, 217, 237, 285
 Магноферрихромит 49
 Магнохромит 49
 Малахит 92, 93, 114, 116, 118, 134, 135, 141, 180, 181, 186, 191, 193
 Мангананкрит 94
 Марказит 252, 254, 285
 Медистая платина 66
 Медистое золото 21, 31, 101, 106—108, 113, 188, 189, 304
 Медистое серебро 23, 87, 304
 Медная зелень 91, 114, 118, 119
 Медная руда, блеклая 90, 91, 113
 Медная руда, кирпичная 135, 186
 Медная сечь 91, 118
 Медный колчедан 214, 236
 Медь по куприту 180, 188
 Медь по малахиту 192
 Медь по хальковину 180
 Медь самородная 17, 21, 24, 25, 28, 31, 91, 93, 94, 103, 141, 179—194, 214, 295, 299—301, 302
 Мелантерит 92, 230, 268, 269
 Мельниковит 252, 281
 Метацианабарит 195
 Микроклин 237, 238

- Микроклин-микропертит 237
 Миллерит 103
 Молибденит 108, 122, 134, 135, 207, 208
 Монацит 108, 132
 Муассанит 26, 218
 Мусковит 108, 122, 142, 240
 Мышьяк гр. 29, 31
 Мышьяк самородный 29, 31, 111, 201—204, 295
 Мышьяковая руда 207
 Мышьяковистая сера 30

 Натрояррозит 135, 274, 277
 Невьянскит 27, 31, 50, 57, 78—84
 Неон 24, 30, 301
 Нефелин 238
 Нефть 252, 254, 261, 263, 268, 270, 271, 273, 278, 279, 283
 Никелин 88, 202
 Никелистая платина 22, 27, 31, 43, 43, 46, 51, 52, 66, 69, 298, 303
 Никелистое железо 32, 37, 40
 Нитон 24
 Нитон-радон 30
 Ноптронит 228, 230, 235

 Озон 24, 30
 Октилбегит 26, 32
 Оливин 22, 37, 51, 53, 56, 217, 221
 Олово 29, 31, 211—212, 295
 Онкозин 138
 Опал 235, 268, 269, 276, 279, 286
 Ортоклаз 122
 Осмирид 27, 43, 45, 50, 57, 68
 Осмистый иридий 47, 50, 57, 59, 60—63, 65, 78—86, 106, 124, 126, 128, 211, 215, 295, 298, 299, 302
 Осмистый иридий, гр. 18, 31, 78—86, 298, 303
 Осмит 27, 31, 78, 79, 85
 Осмий — рутений гр. 27
 Охристый лимонит 134

 Палладий 27, 31, 43, 45, 64
 Палладистая платина 27, 31, 43, 45, 46, 62, 66
 Палладистое золото 28, 101, 106
 Палладит 106
 Палласово железо 38
 Пентландит 46, 49, 52, 64
 Пиккирингит 286
 Пикрохромит 49
 Пираргирит 88, 94, 95, 98, 202
 Пирит 60, 64, 88, 89, 91, 94, 97, 98, 102, 103, 107, 109—123, 128—131, 133—144, 181, 195, 205, 207—210, 212, 217, 220, 221, 227, 230, 236, 237, 244, 247, 251, 252, 254, 256, 257, 261, 263, 266, 268—270, 273—275, 279, 281—285
 Пироксен 181, 190
 Пиrolюзит 110
 Пироморфит 114, 116, 118
 Пирофиллит 118, 233
 Пирротин 33, 46, 49, 52, 64, 107, 111, 207, 208, 210, 236
 Пистомезит 119
 Платина гр. 22, 24, 31, 43—77, 108, 301, 303
 Платина самородная 19, 21, 27, 37, 43—77, 80, 82, 83, 86, 106, 107, 123, 124, 126, 141, 200, 211, 212, 214, 215, 220, 295, 298, 299, 302—304
 Платинистое золото 28, 31, 46, 101, 107, 108
 Платинистый иридий 27, 31, 43, 46, 50, 57, 60, 66, 68
 Платиновый невянскит 27, 31, 78, 79, 82, 85
 Платина — иридий — палладий гр. 27
 Плессит 38
 Полевой шпат 130
 Полискен 27, 31, 43, 44, 46, 50, 59, 60, 62, 63, 67, 68, 70—76, 298
 Порнецит 28, 24, 46, 101, 106—108, 112
 Пренит 190—192
 Прохлорит-клинохлор 49
 Прустит 88, 94, 202
 Псиломелан 93, 134

 Реальгар 202, 268
 Риккардит 133
 Роговая обманка 142
 Роговик 92, 97, 138
 Родивый невянскит 25, 31, 78, 79, 82, 85
 Родистая платина 27, 31, 43, 45, 46, 77
 Родистое золото 28, 101, 106
 Родит 28, 31, 101, 106, 108, 112
 Розикит 30, 251
 Ртуть гр. 29, 31
 Ртуть самородная 29, 31, 143, 195—200, 284, 295
 Рубин 221
 Рутеневый невянскит 27, 31, 78, 79, 83, 85, 86
 Рутеневый сиссерскит 27, 31, 78—80, 86
 Рутил 237

 Сассолин 286
 Сафлорит 202
 Свинец 29, 31, 213—216
 Свинцовая охра 91, 94, 107, 285
 Свинцовый блеск 132, 133, 285
 Селен 30
 Селенистая сера 30
 Селенистый теллур 29
 Селенит 258
 Сера аморфная 30, 252, 276
 Сера гр. 30, 31
 Сера жидкая 30, 252
 Сера по селениту 257, 258
 Сера самородная 17, 18, 24, 30, 135, 136, 250—294, 295, 300—303
 Сера-α 18, 31, 251, 262, 263, 265, 267, 277, 286—288
 Сера-β 31, 251, 253, 262, 263, 265, 267, 277, 279, 286—288
 Сера-γ 31, 251, 277
 Серебро — золото — медь гр. 28, 31
 Серебристая медь 28
 Серебряная ртуть (жидкая) 29
 Серебро самородное 21, 24—26, 28, 31, 87—95, 96—98, 109, 118, 135, 141, 180, 196, 200, 214, 295, 300, 301
 Серебряная руда 207
 Серебряная руда красная 96
 Серебряная чернь 90, 92, 94

- Серицит 94, 117, 120, 122, 132
Серпентин колчедан 91, 109, 214, 261, 268, 270, 282
Сероводород 254, 255, 260, 262, 266, 268, 270, 271, 275, 279, 283; 284
Серпентин 51, 53, 125, 127, 189, 190
Сидератит 26
Сидерит 33, 95, 142, 254, 274
Силлиманит 240
Сильвестрит 26
Сильвин 26
Скаполит 247
Скородит 116
Слюда 142, 270
Смитсонит 92, 254
Смоляная руда 140
Сперицит 46, 50, 62, 65
Станнин 210
Стефанит 88
Стибиопалладинит 46, 50, 65
Стибнит 133
Стронцианит 282
Сульфургит 30
Сурик 213
Сурьма самородная 28, 29, 31, 133, 205, 295
Сурьмяная охра 107
Сурьмянистое золото 28
Сурьмянистое серебро 87
Сурьмянистый мышьяк 201
Сурьмяный блеск 98, 133, 269
Сфалерит 88, 89, 92, 94, 107, 110, 111, 113, 115, 116, 120, 122, 134, 135, 137, 141, 143, 202, 210, 284, 285
Сыссерсит 27, 31, 50, 57, 73—82, 85
- Тальк 92, 118, 128, 233, 240
Тантал 29, 31, 216, 295
Теллур 29, 133
Теллуристая сера 30
Теллуристое золото 103
Теллуристый висмут 207
Тенардит 286
Теннантит 94, 116, 120
Тенорит 135, 140
Терлинггаит 195
Тетрадимит 208
Тетраэдрит 94, 116, 138
Титанистый железняк 124, 127
Титанит 188, 238
Титаномагнетит 59
Топаз 45, 128, 208, 209, 221
Тремолит 129
Троилит 38, 49
Турмалин 107, 114, 118, 122, 123, 208, 209
Тэнит 32, 38
- Уваровит 49
Углерод 17
Углерод гр. 30, 31
Урановая руда 207
Урановая смолка 88
- Фармасидерит 118, 122
Феницит 118
- Феррит 18, 26, 32
Феррихромгранат 49
Феррихромпикотит 49
Ферроплатина 18, 19, 27, 31, 43—44, 46, 52, 59, 62, 63, 69, 70—72, 74—76, 298
Флюорит 208, 209
Фтор 30
Фуксит 49
- Халцедон 45, 220, 228, 235, 237, 247, 257, 260, 269, 279
Халькантит 92
Халькозин 93, 94, 97, 134, 135, 140, 142, 181, 185, 186, 188, 189, 274
Халькопирит 46, 52, 64, 89, 91, 93, 94, 97, 98, 103, 107, 111, 113—116, 118—124, 128—131, 134—137, 140—142, 144, 181, 189—191, 202, 207, 208, 210, 274, 283, 284
Халцедон 46, 98, 140, 276
Хлоантит 88
Хлор 24, 30
Хлорапатит 188
Хлорит 120, 122, 131, 142, 181, 189, 190
Хлорит по плагиоклазу 181
Хризоколла 139
Хризотил 129
Хромвезувиан 49
Хромгранат 49
Хромдиоксид 49, 217
Хромистый железняк 48, 59
Хромит 108, 217
Хромпегит 49
Хромслюда 46, 49
Хромхлорит 49
- Целестин 254, 257, 260, 262, 275, 279, 281, 282
Церуссит 92—94, 116, 118, 119, 134, 135, 139, 213, 215, 274, 283
Цинк 29
Цинковая обманка 66, 94, 138, 209
Циркон 108, 127, 132, 221
Цоизит 190
- Шеелит 107, 108, 118, 205
Шмальтин 88, 202
Шрейберзит 26, 38
Штроемeyerит 96, 97
Шунгит 24, 30, 31, 224, 241, 244—249
- Эгирия 237
Эгирия-авгит 238
Эггестонит 195
Электрум 24, 26, 28, 31, 62, 96—100, 102, 122, 138—140, 295
Эманит 30
Эмболит 196, 200
Эпидот 118, 142, 181, 190
Эпсомит 269, 279, 282
- Ярозит 107, 118, 134, 135, 269, 272, 274, 278, 281, 283

КРАТКИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ *

- Абакан р. 62, 86, 147, 149
 Абано сел. 267
 Абарчи-булак р. 61, 83
 Абжель м-ние 271, 272
 Абрамовский пр. 130
 Абхазия 90
 Аварская гр. 265, 289, 300
 Аварское Койсу р. 266, 267
 Авачи вулк. 286
 Авенировское I, см. Советское м-ние
 Авроринский пр. 71
 Авроринское м-ние 59, 71
 Агаракское м-ние 182
 Агар-Гогоа 278
 Агатманская котл. 280
 Агда р. 83, 165
 Агюрминское м-ние 208
 Агын ключ 63, 76
 Адак Бассан 276
 Аджаристан, Аджарская АССР, 112, 182
 Аджи-су ист. 262
 Адольфовский пр. 124, 219, 220, 301
 Адрасманское м-ние 191
 Адун-чилон 209
 Адыгейская авт. обл. 264
 Ажим м-ние 274
 Азаусский ледн. 264
 Азгир, см. Чанчачи
 Азербайджан 90, 111, 214, 269
 Ази-чагыл м-ние 273
 Азово-Черноморский край 263
 Айва р. 60, 81
 Айгулак р. 136
 Айдинское м-ние 275, 277, 300
 Айкангра р. 167
 Акамельские ист. 261
 Аканак Верхний и Нижний р. 156
 Аканак-Накатами р. 156
 Акбе р. 143
 Акжал гр. 137
 Ак-Кабе р. 61, 83
 Ак-каргинское м-ние 122, 123
 Ак-сары м-ние 190
 Акстафа р. 90, 96, 111, 169, 214
 Ак-тау горы 235
 Ак-ташское м-ние 197, 284
 Актюбинская обл. 273
 Акулька р. 151
 Акишка р. 158
 Акишинский р-н 158
 Ала-айгыр 138
 Алавериха р. 209
 Алагец гора 268, 286
 Алазань р. 111
 Алакит р. 166
 Аламбай р. 149
 Алатау Джунгарский 141
 —Кузнецкий 62, 76, 83, 85, 107, 144—149, 169, 299
 Алашер р. 239
 Алдан 63, 94, 162, 163, 172
 Алданский р-н 63, 108, 161, 162, 297, 302
 Александров-Гай 257
 Александровка р. 144, 145
 Александровская гр. (Казахстан) 135
 Александровская ж. 129
 Александровский Лог м-ние (Урал) 50, 67—73, 124
 Александровский пр. (Енисейск. р-н) 153
 Александро-Андреевское м-ние 171
 Алексеевское м-ние 259, 260, 289
 Але-тепе ур. 277
 Алешина р. 154
 Алзас р. 146
 Алиберовское, см. Ботокольское м-ние
 Алинджа-чай р. 269
 Аличур р. 282
 Али-шошак м-ние 273
 Алкабевская гр. 141
 Аллавердский рудн. 182, 268

* Сокращения

басс. — бассейн
 возв. — возвышенность
 вулк. — вулкан
 г. — город
 гр. — группа
 дер. — деревня
 дол. — долина
 ж. — жила
 зал. — залив
 ист. — источник
 кол. — колодезь
 котл. — котловина
 ледн. — ледник
 местн. — местность
 м-ние — месторождение

обл. — область
 о. — остров
 оз. — озеро
 пос. — поселок
 п-ов — полуостров
 пр. — приток
 р-н — район
 р. — река, речка
 рудн. — рудник
 сел. — селение
 ст. — станция
 ст-ца — станция
 ур. — урочище
 уч. — участок
 ущ. — ущелье
 хр. — хребет

- Алма-атинская обл. 234
 Алмалыкское м-ние 191
 Алтай 37, 61, 62, 76, 83, 92, 93, 97,
 99, 132, 136, 171, 191, 197, 203, 212,
 216, 234, 235, 283, 286, 299
 — Западный 138—140, 283
 — Южный 140, 141, 296
 Алтынбай-арал 273
 Алтын-мазар 142, 171
 Алушта 261
 Амазар р. 158, 209
 Амалат р. 157
 Амамнак р. 156
 Амбарис-хеви р. 268
 Амбурдак р. 162
 Амгунь р. 166
 Амнуидач р. 156
 Амур р. 166, 241
 Амурская гр. 241
 — обл. 210
 Амурский кл. 162
 Амурское м-ние 159
 Амуткан р. 162
 Амыл р. 86, 150
 Амыльская гр. 150
 Амыльский р-н 150
 Анабара р. 284
 Анагра р. 156
 Анадырский р-н 286, 299
 Анадырь р. 63, 197
 Анатолевский рудн. 124
 Анаха р. 164
 Ангара р. 63, 172, 208
 — Верхняя 192
 Ангарский р-н 298
 Андас-сай ур. 61, 83
 Андат р. 148
 Андоба р. 144
 Андреевская р. 186
 Андреевское м-ние 124
 Андриюковская ст-ца 263
 Анзасс р. 150
 Анненка р. 82, 91
 Анненский увал 91
 Анно-Иосифовский пр. 73
 Ануй р. 136
 Анциферовка р. 126
 Арагва 111, 268
 Арал-тюбе м-ние 190
 Арамашевское м-ние 112, 116
 Арарат гора 268
 Арвахлы 276
 Арвынья р. 60
 Арга р. 164
 Аргаджи 268
 Аргунское ущ. 265, 287
 Аргунь р. 158, 285
 Ар-дон р. 232
 Ардонское ущ. 182
 Арзынг р. 141
 Армавир г. 264
 Армения 268, 288, 289
 Армыла р. 62
 Арча-чай р. 268
 Арси-гом балка 111
 Артема с. 269
 Артемовск г. 260
 Артемовское (Ольховское) м-ние 151
 Архангельская обл. 256
 Архивов Лог 70
 Архут р. 246, 247
 Архутское м-ние 246, 247
 Арча-майдак р. 207
 Арчман ист. 278
 Аскольд о. 167
 Аскыз р. 149
 Аткус р. 82
 Атлян р. 127
 Атрек р. 278
 Атыркан-Берикан р. 156, 157
 Атяш р. 270
 Аукатай 273
 Аунакит р. 156
 Аш-куль оз. 128
 Ауэрбаховское м-ние 186
 Ахалшени местн. 268
 Ахметовская ст-ца 264
 Ахтаранда р. 163
 Ачалуку р. 264
 Ачебутак лог 130
 Ашаба гора 263
 Ашхабад 275
 Аще-куль 273
 Аю-даг гора 261
 Аюжаткан гора 137
 Аягуз р. 234
 Аязбас р. 148
 Аяпак р. 162
 Аят р. 124
 Аятское м-ние 115
 — сел. 221
 Аятско-Шайдурихинский пр. 82, 84, 85
 Аятинское м-ние 155
 Бабатагский хр. 281, 282
 Бабенковская балка 229
 Баганяш 270
 Бадхыз 276
 Баженово ст. 190
 Баженовский массив 190
 Базан р. 145
 Базарбай оз. 132
 Базас р. 145
 Байкал оз. 155, 158, 237
 Байконурские копи 273
 Баймакский р-н 131
 Байрам-Алийский р-н 277
 Байксунское м-ние 281
 Байтермыш Новый 260
 Байтуган р. 260
 Байцетуй Б. и М. р. 158
 Баксан р. 232, 264, 296
 Баку 269
 Балажал гр. 136, 137
 Балла-Ишем ст. 277, 278
 Балаклава г. 261
 Балач-там м-ние 273
 Балахинское м-ние 265, 266
 Балахня р. 284
 Балбунская гр. 61, 83
 — россыпь 128
 Балеиское м-ние 98, 108, 151, 152, 157,
 160, 161, 296
 Балгатагар м-ние 234, 235
 Балтымское м-ние 118
 Балханы Б. и М. горы 277
 Балхаш оз. 132
 Балькса р. 145, 208
 Бальксинский р-н 145
 Бальджа р. 158, 159

- Бальджикан р. 158
 Баракаевская ст-ца 263
 Бараксан р. 150
 Баранчинский пос. 59
 — р-н 72
 Баранча р. 136
 Барбашина поляна 260
 Баргузинская тайга 157
 Баргузинский р-н 285
 Барзас р. 147
 Барнаульский пр. 152
 Барьерная р. 64
 Баскан р. 141
 Баскунчак оз. 253, 257
 Батуми 112
 Бахарден ист. 278
 Бахта р. 66, 237, 301
 Бахтурское м-ние 267
 Бачат р. 83
 Бачинское м-ние 285
 Башин-кале 264
 Башкирия, Башкирская АССР 131, 211, 221, 270
 Башмаковский рудн. 185, 203, 299
 Баян-аульский р-н 296, 297
 Баян-бира р. 162
 Баянкол р. 141
 Беденский массив 34
 Бегичева о. 284
 Бегья р. 151
 Безьямка р. 150
 Безьямная р. (пр. Печоры) 123
 — — (Ленский р-н) 156
 Безьянное м-ние (Якутия) 95
 Безьянное м-ние (Украина) 230
 Белая р. (Башкирия) 270, 271
 — — (Сибирь) 37, 62, 155, 165, 241, 284
 Белая Гора м-ние 166, 296, 297
 Белое море 181
 Белогородский лог 70
 Белоключевское м-ние 149
 Белорусская ССР 39
 Белостановское м-ние 116
 Белоусовский рудн. 92, 191
 Белужная россыпь 131
 Белухинское м-ние 209
 Белые Горбы ур. 229
 Бельничиха р. 59
 Бельса р. 145
 Бельсинские россыпи 215
 Берда р. 227, 229
 Бердовка р. 147
 Бердянск 226
 Березогорское м-ние 115
 Березовая р. 145, 149
 Березовая роща россыпь 129
 Березовка р. 124, 125, 164
 Березовск 270
 Березовская дача 34
 Березовское м-ние (Урал) 108, 112, 116—119, 125, 169, 170, 214
 Березовское м-ние (Зап. Алтай) 138, 191, 284
 Берекей-Дербентский р-н 267
 Берикан Б. и М. р. 162
 Бериккуль м-ние 108
 Бериккуль Сухой р. 146
 Бериккульский р-н 146
 Беркара ур. 190, 215
 Бер-Чогур 273
 Беспаневская ст-ца 263
 Бес-тюбе м-ние 134
 Бжиневы сел. 268
 Бие-Сиемас массив 234
 Бийск 136
 Билимбаевская дача 60, 82
 Бинагады сел. 269
 Бира р. 241
 Бирюль р. 149
 Бируса р. 154, 172
 — Б. р. 62, 86, 154
 Бирусинский р-н 63
 Бисерская дача 219
 Бисерский р-н 124
 Бисерть р. 61
 Битка р. 166
 Битяв-Кунык ключ 221
 Бич р. 166
 Бия р. 61, 83, 132, 136
 Благовещенское м-ние 116
 Благодатные м-ния 90, 112, 116, 270
 Благодать гора 102
 Блах местн. 231
 Бобровка р. 58, 69, 147, 148, 221
 Богача р. 158
 Богда Б. 272
 Богдарин р. 157
 Боголоны Б. р. 156
 Богомоловское м-ние 113
 Богословский рудн. 185, 203
 Бодайбо р. 155, 156, 298
 Боевка, Боевская р. 61, 232
 Боевское м-ние 232, 233
 Боко м-ние 137
 Болбук р. 94
 Болбукское м-ние 94
 Болотовская россыпь 125, 168
 Большая р. 286
 Бом р. 165
 Бомовле долина 143
 Бомовле р. 197
 Борая р. 285
 Боровая р. 37, 153
 Боровичское м-ние 109
 Борубаш уч. 142
 Борущская россыпь 170
 Борчалинский р-н 268
 Ботогол р. 237
 Ботогольское (Алиберовское м-ние) 225, 237—239, 301, 303
 Бошекуль м-ние 190
 Брачуна ист. 264
 Бринер мыс 286
 Брич-Муллинское м-ние 208
 Брянта р. 164
 Буг р. 226, 227, 303
 Бугарихта р. 161
 Бузулукский р-н 271
 Буйлинский р-н 129
 Буйнакск ст. 265, 266
 Букука м-ние 208, 209
 Буказы ур. 265
 Буланда р. 140
 Булат-чалкар оз. 132
 Булгунях пос. 285
 Булкулдак р. 61, 137
 Бургонь р. 150
 Бурлевка р. 146
 Бурили м-ние 134, 135

- Буронское м-ние 232
 Бурун-су 277
 Бурят-Монгольская АССР 94, 237, 246, 285
 Бухара г. 235, 275, 280
 Бухта р. 161
 Бухтарминское м-ние 138
 Буя-даг гора 278
 Буянда р. 164
 Бызыкканова дер. 284
 Быньга Б. и М. р. 81, 124, 169
 Быстрая р. 136
 Быструха р. 136

 Вагран р. 81
 Вагранская дача 124
 — 1-ая дача 60, 113, 296
 Валгмозеро 245
 Вангаша р. 152, 153
 Варениковская ст-ца 263
 Варзоб р. 282
 Варзя р. 258
 Васенинское м-ние 120
 Васильевна р. 209
 Васильево-Шайтанская дача, 60, 82
 Васильевский рудн. 183, 185, 186, 299
 Вача р. 156, 157
 Вельмо р. 153
 Вельский р-н 256
 Вересовый Бор 59, 76
 Верный пр. 157
 Верхне-Алданский р-н 161, 162
 Верхне-Амурский р-н 164, 165
 Верхне-Амыльский р-н 150
 Верхне-Андреевский пр. 127
 Верхне-Городковский р-н 270
 Верхне-Исетский массив 114
 Верхне-Кизильский пос. 190
 Верхне-Кийский р-н 146, 147
 Верхне-Косвинский пр. 73
 Верхне-Лазурское м-ние 191
 Верхне-Ленский р-н 155
 Верхне-Нейвинская дача 60, 82, 125
 Верхне-Олекминский р-н 161
 Верхне-Селемджинский р-н 210
 Верхне-Тагильская дача 60, 82
 Верхне-Тагильский р-н 124
 Верхне-Тимптомский р-н 161, 162
 Верхне-Туринская дача 220
 Верхне-Уральск 190
 Верхне-Уральский р-н 83, 128, 190, 221
 Верхне-Уфалейская дача 61, 82
 Верхне-Чусовские городки 270
 Верхотурский р-н 124
 Верхоянский хр., Верхоянье, 94, 285, 297, 302
 Верхоянско-Колымский р-н 302
 Веселая р. 123
 Веселый аул м-ние 122
 Веснина р. 154
 Вижай р. 60, 123
 Викториевка Б. р. 83, 85
 Викторовский пр. 221
 Виллой р. 63, 64, 76, 81, 124, 163, 285, 298
 Виллойск 163
 Вилловский р-н 46, 63, 64, 77, 124, 161, 163, 299
 Виппах 196
 Висим р. 58, 70

 Витим р. 76, 156, 157, 158
 Витимкан р. 157
 Витимская система 155—157
 Витимо-Баргузинский р-н 63
 Витимское плоскогорье 157
 Витимо-Ленский р-н 297
 Вишера р. 109, 113
 Владимирский пр. 73
 — р-н 39
 Владимирское м-ние 120, 274
 Власова балка м-ние 229
 Внучка р. 163
 Вогульская р. 123
 Водинское м-ние 258, 259, 289
 Водопадная р. 62
 Водяная балка м-ние 228, 229
 Водянистый пр. 156
 Воже оз. 256
 Воздвиженское м-ние 192
 Вознесенский р-н 128
 Воицкий рудн. 108, 169, 181, 214, 296
 Войчунас 272
 Волга р. 109, 257, 258
 Вологда г. 33
 Вологодская обл. 256
 Волосовка р. 109
 Волчанка Б. р. 123
 Волчанский рудн. 186
 Волшебная ж. 150
 Вольнь 227
 Воронежская обл. 256
 Вороноборское м-ние 108
 Воронцовский ключ 144
 Ворошилов г. 39
 Воскресенка р. 147
 Воскресенская россыпь 129
 Воскресенский рудн. (Кузнецкий Ала-тау) 149
 Воскресенское м-ние (Свердл. обл.) 122, 123, 270
 Восточно-Казахстанская обл. 205
 Второбукатуевский рудн. 285
 Вывники р. 286
 Выгозеро 181
 Выг р. 108
 Выг р. Северный и Южный 109
 Высокая гора 261
 Выя р. 59, 109
 Выя Левая р. 60
 Вязовка р. 82

 Гаврилка р. 247
 Гавриловское м-ние 146
 Гаждинское м-ние 280, 281
 Газимур р. 158
 Гановская ж. 129
 Гармский р-н 235
 Гарнань р. 164
 Гасан-Кулийский р-н 278
 Гаурдакское м-ние 274, 275, 288, 289, 300, 302
 Гвилеты 232
 Генал-дон р. 231
 Генералка р. 124
 Генриховское м-ние 191
 Георгиевская россыпь 220
 Георгиевское м-ние 146
 Герасимо-Федоровское м-ние 154
 Гергебильское м-ние 267

- Геримнак р. 158
 Гижигинская губа 286
 Гижигит гора 264
 Гизель-дон р. 231
 Гиик-салганские м-ния 265, 267, 287, 288
 Гиллой р. 164, 165
 Гимринское м-ние 265, 266, 288
 Гиндираб-Габуртли ущ. 266
 Гинжи-корт гора 264
 Гиссарский хр. 191, 235, 282, 300,
 Глазуновская ж. 129
 Глафиринское м-ние 192
 Глданка р. 111
 Глубокая р. 161
 Гнилой пр. 169
 Гокча (Севан) оз. 34, 47, 299
 Голокит р. 66
 Голубиный мыс 263
 Гонам р. 162
 Гондыбой р. 63, 86
 Горбица р. 158
 Горбылка р. 153
 Горно-Анатолевское м-ние 113
 Горно-Шорская гр. 144
 Горный Щит 168, 170
 Горнощитское м-ние 116
 Гороблагодатская ст. 81
 Гороблагодатский окр. 124
 Гороховец г. 109
 Горьковская обл. 182, 256, 288
 Госшахта 68, 69
 Гоцатлинское м-ние 267
 Гоцо-меэр гора 266
 Гребнюха м-ние 136
 Гремиха р. 60
 Гремячик ключ. 151
 Греховское м-ние 97, 138
 Грозный г. 264, 265
 Громатуха р. 147
 Грузия 111, 267
 Грушевка (Донбасс) 33
 Гугырт-сай 282
 Гузар 280
 Гула р. 161
 Гуларский рудн. 182
 Гульхана местн. 280
 Гульча м-ние 190
 Гульчак ущ. 283
 Гумбейка р. 130
 Гумбейский р-н 130, 131
 Гумешевское м-ние 186—188, 299
 Гурьев г. 271, 272
 Гурьевская обл. 271
 Гусева сел. 232
 Гусевна р. 74
 — Б. р. 34

 Гусевы горы 59
 Гюльгара р. 197
 Гюмюрское м-ние 266—269, 288, 289
 Гюмюр-чай р. 268, 269

 Дагалдын Б. и М. р. 156
 Дагестанская обл. Дагестан 197, 265, 288, 289, 295, 300
 Далыгыр р. 163
 Дальний Восток 99, 164, 172, 197, 203, 210, 215, 241, 297, 300, 302
 Дамблуд р. 111

 Даниловское м-ние 134, 135
 Данковка р. 220
 Даныша р. 60
 Дарасунское м-ние 108, 151, 152, 157, 160
 Дарваз 97, 141—143, 276
 Дарген-дук горы 265
 Дарьяльское ущ. 232
 Даувгаит р. 156
 Дачун Средний р. 165
 Даштако 143
 Даяконское сел. 239
 Дежнев мыс 167
 Демидовка р. 148
 Денежкин Камень 59, 75, 76
 Дес р. 162
 Джабык-карагайский массив 131
 Джагдали р. 162
 Джагда-улягир р. 165
 Джалинда р. 162, 164, 203, 210
 Джалон р. 164
 Джалтула р. 162
 Жалтырь м-ние 271
 Жальта р. 164
 Жалылабад г. 283
 Джаман-кала 273
 Джаман-киинсу р. 140
 Джамансор оз. 284
 Джаман-чулак 273
 Джамбыл ур. 61, 83
 Джамбейтинский р-н 273
 Джантас 138
 Джаны-су р. 83, 132
 Джаргучак 142
 Джари-дирида хр. 143
 Джаркентский р-н 141
 Жеби р. 151
 Джезкавгано-Улутавский р-н 135
 Джезкавганское м-ние 91, 190
 Джеконда р. 162
 Джелагун р. 156
 Джеламбет м-ние 134, 135
 Джелсайское м-ние 145
 Дженаны р. 61
 Джетыгаринское м-ние 23, 112, 122
 Джида р. 63, 86, 94, 157, 158
 Джидинское м-ние 285
 Джимаринское м-ние 231
 Джуматский хр. 268
 Джумба м-ние 138
 Джунагарский Алатау, см. Алатау
 Джур-Джурак 190
 Джышра м-ние 90
 Дзарну-Ком ущ. 231
 Дзингли 276
 Дид-хеви р. 111
 Дильмачик р. 158
 Дистлеровское м-ние 151
 Дмитриева гора 165
 Дмитриевский ключ 159
 Дмитриевское м-ние 98, 108, 157, 159
 Днепропетровская обл. 261
 Догадлын Б. и М. р. 165
 Догдо р. 163
 Долгий Мыс м-ние 114
 Долонгуй р. 63, 86
 Донбасс 33
 Дондушкан р. 196
 Донецкая обл. 110, 196, 200
 Досан 273

- Досмаил 273
 Доссор 272
 Дудинка сел. 64
 Дулы-чалын р. 273
 Думный рудн. 148
 Дутуруд р. 209
 Душетский р-н 268
 Дытын р. 152
 Дюбкош р. 152, 153

 Евграфовский рудн. 159, 189
 Евдокиевский пр. 131
 Европейская ст. 220
 Егоршинский р-н 61, 82
 Егорьевский пр. 61
 — р-н 149
 Единис р. 147
 Екатерининский пр. 74
 Елабужский р-н 182
 Елань Третья р. 149
 Еловка сел. 190
 Енашино р. 63, 152, 153, 208
 Еникальский маяк 263
 Енисей р. 62, 64, 66, 150, 152, 154, 192, 222, 236, 237, 301
 Енисейская тайга 37, 63, 86, 108, 151, 152, 172
 Енисейский край 63, 297
 — р-н 152—155
 Ереминское м-ние 138
 Ерчекагыл м-ние 273
 Ерничная р. 209
 Ер-Ойландуз 276
 Ерши р. 136
 Ершовка лог 249

 Железный Ключ м-ние 148
 Желтуга р. 158
 Жилой о. 269
 Жилой пр. 159
 Житомир г. 261
 Журавлик р. 220
 Жуя р. 156

 Забайкалье 63, 83, 85, 95, 96, 108, 151, 157—161, 197, 212, 215, 239, 285, 299
 — Восточное 63, 86, 208
 — Западное 86
 Заболотная р. 60
 Завальевское м-ние 227, 303
 Заводинское м-ние 92, 138, 139
 Загорино ст. 197
 Зайсан г. 274
 Закавказье 34, 47, 90, 106, 167, 169, 173, 182, 214, 267, 299
 Закаменский р-н 94
 Закохречье 277
 Заоверский р-н 59, 80, 123
 Заонежье 181, 245
 Западно-Казахстанская обл. 271
 Западно-Туркменский р-н, см. Туркмения Западная
 Зарамаг сел. 232
 Заслонка р. 145
 Застолбованный Ключ 94
 Збруч р. 261
 Звончиха р. 149
 Зеагли 276
 Зеглеви сел. 268

 Зейский р-н 164
 Зея р. 164
 Зеравшан р. 143, 212
 Зеравшанский хр. 207, 212
 Зибизян р. 150
 Зима ст. 237
 Златоуст г. 96
 Змеиногоorskое м-ние 62, 92, 97, 99, 138, 139, 171, 191, 209, 283
 Знаменитая ж. 148
 Знаменитое м-ние 108, 148, 208
 Золотая ж. 145
 Золотая р. 150
 Золотой Бугорок мыс 153
 Золотой Китат р. 147
 Золотой отрог 209
 Золотушинское м-ние 191
 Зомираха р. 86
 Зугдидский р-н 268
 Зырянновка р. 124
 Зырянновское м-ние 92, 93, 97, 99, 138, 139, 191
 Зюлоб р. 109

 Ивановка р. 157
 Ивановская обл. 109
 Ивановский голец 145
 Ивдель р. 60, 123
 Игнашка р. 165
 Идек р. 162
 Идрис гора 129
 Иенгро р. 161
 Иетым-тау хр. 281, 282
 Ижембет р. 82
 Изас р. 145
 Избищи сел. 256
 Изениюл р. 148
 Изогурье р. 123
 Изранда р. 127
 Изумрудные копи 114
 Изънзюл р. 151
 Ик р. 149
 Ивкан р. 192
 Икчельбак р. 145
 Икша ст. 109
 Или р. 61, 158, 159
 Иликем р. 62, 86
 Иликта Ср. р. 155
 Илинское м-ние 159
 Иллигир р. 156
 Илыч р. 109, 123
 Ильдекит р. 164
 Ильдикан р. 158, 164, 285
 Ильи мыс 261, 287
 Ильинка р. 60
 Ильинский пр. 96
 Ильинско-Вознесенский р-н 129
 Ильменские горы 233
 Ильменский пр. 73
 Ильменское оз. 214
 Ильские нефт. пром. 263
 Ильтабановский пр. 128, 221
 Илюхем р. 150
 Иман р. 167
 Имандра оз. 109
 Имерлю сел. 268
 Имтанджа р. 94, 285
 Имянная Б. р. 124
 Ингагли р. 165
 Ингода р. 63, 86, 158

- Ингулец р. 227—229, 261
 Ингур р. 111
 Индерское оз. 271
 Индигирка р. 64, 163
 Индигирский р-н 161, 163
 Иннокентьевский пр. 145, 157
 Интернациональный рудн. 133
 Иов р. 59, 75, 76
 Иовский пр. 215
 Иора р. 111
 Иочимо р. 153
 Ирба Минусинская р. 37
 Иремель р. 82, 127
 Ирендык хр. 61, 83
 Иркутск 237
 Иркутская обл. 154, 156, 295
 Ирмовский рудн. 132, 133
 Иртыш р. 284
 Ис р. 53, 56, 59, 74, 76, 220
 Исаклы 260
 Исаулук 231
 Исачки 261
 Исетский р-н 125
 Исеть р. 61, 82, 170, 270
 Искандеровский пр. 130
 Искние Ю. 271
 Исправная ст-ца 262
 Исовский массив 190
 Исовский р-н 59, 72, 80
 Иссык-куль оз. 61, 83
 Исты-су ист. 264
 Исфара р. 93
 Исфара ст. 280
 Итас-сай м-ние 272
 Ишим р. 61
 Ишимба р. 153
 Ишимбаевский р. 271
 Июс Белый и Черный р. 62, 83, 147, 149
- Каахкинский р-н 278
 Кабардино-Балкарская АССР 264, 288
 Кабристан 270
 Кабутау р. 231
 Кавказ 96, 169, 252, 263, 286
 — Северный 34, 47, 79, 85, 90, 111, 182,
 202, 207, 296, 298, 300, 302
 Кавынах р. 155
 Кагнысайское м-ние 281
 Кадаинская гр. 94
 Кадали р. 156
 Кадаликан р. 156
 Кадриин р. 136
 Казаковские пр. 209
 Казанджик ст. 277
 Казанская россыпь 166, 172
 Казанчункур м-ние 138
 Казань 258
 Казахский р-н 111
 Казахстан 28, 61, 83, 91, 108, 132, 133,
 135, 190, 215, 234, 274, 288, 295, 302
 — Восточный 191, 205
 — Северный 91, 132, 296
 Казачий овраг м-ние 260
 Казбек 268
 Казикумухское Койсу р. 257
 Казынак р. 144
 Казыр р. 150
 Кайдон 147
 Кайнды-булак р. 140, 142
 Кай-Салган ур. 83
- Кайчакит р. 167
 Каква р. 60, 123
 Как-бастоу р. 137
 Кал оз. 270
 Калаихумбская гр. 142
 Калами р. 152, 208
 Калбинский хр. 61, 136, 138, 205, 296
 Калгачинский р-н 33
 Калиновка р. 125
 Калиновская ст-ца 264
 Калиостровское м-ние 148
 Калицкого вулкан 278
 Калкан оз. 129
 Калкановские жили 129
 Калмакташские рудн. 190
 Кальджир р. 140
 Кальчик р. 229
 Кальчинская железная шляпа м-ние 209
 Кальт р. 150
 Камарлю ст. 269
 Камбалина р. 286
 Каменец-Подольская обл. 261
 Каменка р. 59, 60, 74, 81, 123, 149, 221
 Каменно-Косьюинский массив 76
 Каменномостская ст-ца 263
 Каменный Дол м-ние 259, 260
 Каменушка Б. и М. р. 59, 74, 76
 Камзас Б. р. 208
 Камчатская обл., Камчатка 193, 252,
 286, 301
 Камышбашинское м-ние 280
 Камышевская россыпь 125
 Камышловский р-н 270
 Камышлы-аят р. 75
 Кан р. 63, 154
 Канайка 138
 Кангадасский камень 285
 Кангысайское м-ние 281
 Кандалакшская губа 89, 181
 Кандыгатайский р-н 138
 Канзыба р. 151
 Канский р-н 154
 Кантегирский р-н 150
 Канья р. 214
 Капур р. 161
 Капур-адыре м-ние 190
 Кара р. 158, 159, 209
 Кара-агач м-ние 134, 135
 — р. 140
 Карабаш гора 168, 173
 Карабашское м-ние 21, 107, 113, 168,
 188, 296
 Кара-богаз-гол 278
 Карагадинская обл. 91, 215, 274
 Кара-дарья р. 283
 Кара-джилга р. 141
 Кара-Калпакия 271
 Каракатинская котл. 286
 Каракол р. 141
 Каракола р. 136
 Карачольский р-н 141, 283
 Кара-кумы 255, 275, 276, 288, 289, 300,
 302
 Караларский ист. 261
 Карамазарские м-ния 93
 Карамазарский р-н 281
 Карамышевский рудн. 92, 138, 139
 Карасай м-ние 137, 138
 Кара-сор оз. 132
 Кара-су р. 111

- Караталы р. 61
 Каратон купол 273
 Кара-тюбе горы 235
 Каратюкское м-ние 230
 Караурак р. 165
 Карачаевская авт. обл. 264
 Карачунгул м-ние 271, 272
 Карашар россышь 130
 Кара-эгень р. 137
 Карелия 33, 108, 169, 181, 214, 226, 245,
 248, 249, 256, 296
 — Северная 207
 Каркаралинский р-н 91, 190, 299
 Карнак кишлак 281
 Карпаты 88
 Карсакнайский р-н 91, 273
 Карталы ст. 233
 Каслинская дача 61, 82, 127
 Каспа р. 151
 Каспийское побережье 271
 Касьма р. 61, 83, 149
 Катунь р. 61, 83, 136
 Катыми р. 162
 Катмышындыг р. 154
 Каучук р. 212
 Кафирниган р. 143, 281
 Кафтар-кутанское м-ние 267
 Кахаберская дол. 112
 Качканар гора 59, 74, 220
 Кашцевское м-ние 120
 Кашкадак р. 146
 Кашкар-чай р. 90, 214, 269
 Кашка-дарья р. 280
 Кашпур 260
 Каютуровский понос россышь 132
 Каянга р. 136
 Каяча р. 61, 76, 83
 Кедабекское м-ние 182, 270
 Кедровка р. 59, 72, 145, 208
 Келесы-ак-джульба 276
 Кельбес р. 147
 Кельбесский р-н 146, 147
 Келятские горы 278
 Кемпендзяйское м-ние 285
 Кемь р. 207
 Кендерлыкское м-ние 274
 Кененай р. 162
 Кенимехский р-н 235
 Кербь р. 166
 Кердеюклькай 264
 Кермине ст. 281
 Керченский п-ов 300
 Керчь г. 262, 287
 Кестанта р. 264
 Кетерси (Кектриси) сел. 268
 Кетменка Б. р. 141
 Кетменский хр. 191
 Кетмень р. 61
 Кзыл-кумы пески 280
 Кзыл-эспе рудн. 91, 190
 Кижский р-н 181
 Кизел 270
 Кизеловский р-н 286
 Кизыр р. 150, 151
 Кизырский р-н 151
 Кинсу р. 140
 Кийский Шалтырь р. 147
 Ким (Санто-Сельрохо) м-ние 275, 280
 Кимбирна р. 154
 Кинель р. 258
 Кинчикан р. 157
 Киолим р. 82
 Киприна дер. 221
 Киргизская ССР, Киргизия 141, 235,
 283, 288, 289
 Киренский р-н 156
 Кир-кызыл-теле ур. 277
 Кировабадский р-н 90, 269
 Кировоградский р-н (б. Невьянский)
 60, 68, 81—85, 144, 124, 169
 Кировская обл. 109
 Китой р. 63, 155, 246, 247
 Кичерли р. 136
 Кия р. 37, 62, 63, 83, 86, 97, 146, 147,
 158, 159, 200
 Ключ, м-ние 208
 Ключевская сопка 286
 Ключевский пр. 220
 Ключевское м-ние 159, 160
 Ключинское м-ние 120
 Коаре р. 144
 Коби ст. 267
 Кобыста 271
 Ковшерский рудн. 181
 Коже-булак 137
 Кожух Б. р. 146
 Ковакова р. 159
 Ковырева р. 62, 86
 Козьмодемьянск (Поволжье) 257
 Козьмо-Демьянское м-ние (Сибирь)
 128, 154
 Койва р. 219, 220, 301
 Кой-су Аварское 266, 267
 — Казикумухское 267
 Коканд 278
 Кок-Забой м-ние 190
 Коккоз 262
 Кокса р. 145
 Коктас м-ние 190
 Кок-таш уч. 142
 Кок-теле сопка 281
 Кок-терек р. 140
 Кок-чеку 142
 Кокчетавские горы 132
 Кокшенга р. 256
 Колба р. 146
 Колбачи р. 162
 Колбиха р. 149
 Колва р. 124
 Колдор р. 136
 Колесников Плес ур. 270
 Количикан р. 152
 Колорадо ж. 137, 138
 Колтункинки р. 161
 Колумбия 200
 Колчан р. 166, 167
 Кольма р. 76, 108, 164
 Кольмские россыпи 210
 Кольмский край 164
 — р-н 161, 163
 Кольчак Б. и М. р. 136
 Коль р. 166
 Кольский п-ов 89, 108, 109, 181
 Командорские о-ва 193
 Комбалиная р. 286
 Комиссаровское м-ние 138
 Коммунар ж. 148
 Коммунар м-ние 108, 148, 208
 Комсомольская ж. 145
 Конак р. 165

- Конгамуни-Улягир р. 165
 Конгор р. 60
 Кондоба р. 256
 Кондома р. 62, 83, 144
 Кондомский р-н 144, 145,
 Кондопожская губа 247
 Конжаковский массив 59, 76
 Коневские м-ния 114
 Коневский рудн. 270
 Константиновский пр. 127
 Кооперативный кл. 162
 Коноховский рудн. 91
 Конохта р. 147
 Копетдаг 278
 Копорье сел. 256
 Копский р-н 150
 Коптевский р-н 192
 Коптяковский рудн. 214
 Копь р. 150
 Кора р. 141
 Корженевской пик 283
 Королон р. 157
 Корта сел. 268
 Корфа зал. 286
 Коссем-суя-сос р. 123
 Косьва Б. и М. р. 123, 124, 270
 Косьвинский Камень 59
 Косья Б. и М. р. 59, 75
 Кот Б. и М. р. 155
 Котр-Тас 273
 Коучак р. 144
 Кочкар сел. 221
 Кочкарский р-н 91, 112, 113, 128
 Кочкарское м-ние 97, 108, 112, 120, 121,
 128, 296
 Кочкма р. 109
 Кочкомское м-ние 246
 Кочура р. 144, 145
 Кошары-Александровское м-ние 228
 Кошуровский покос м-ние 131, 132
 Красная Глинка 260
 Красная Поляна 232
 Красноборна р. 222
 Красноводск 275, 277, 278, 301
 Красноводская бухта 301
 Краснодар 264
 Краснодарский край 263
 Красноуральск г. 113
 Красноуфимский р-н 222, 270
 Красноярка р. 136
 Красноярск г. 236
 Красноярский край 93, 154, 191, 192,
 222, 225, 301
 Красный Камень 129
 Красный Ключ 154
 Кременец г. 261
 Кремлевское м-ние 118
 Крестовоздвиженский пр. 124, 219, 220,
 301
 Крестовский рудн. 158
 Кривая ж. 129
 Криворожье 227, 228, 261, 301
 Криницы 261
 Крохалева р. 149
 Крупянский сел. 284
 Крутой Лог 50, 67—70, 115
 Крутойярка р. 58, 75, 82
 Кручина р. 158
 Крылатский рудн. 270
 Крым 196, 261, 286, 288, 289
 Крюковское м-ние 92, 97, 138, 139
 Кубак р. 154
 Кубалда р. 149
 Кубань р. 47, 79, 232, 264
 Кугитанг горы 274, 289
 Кугурта 273
 Кугурт-ата оз. 277, 278
 Кугурте-чагыл м-ние 271, 272
 Кугуртли м-ние 281
 Кудача р. 164
 Кузгун-су уч. 142
 Кузеева р. 154
 Кузнецкий Алатау, см. Алатау
 Кузнечное м-ние 208
 Куйбышева им. рудн. 132
 Куйбышевская обл. 253, 255, 258, 260,
 289, 300, 302
 Куйсан р. 130
 Куксия р. 123
 Кукурт-Башларское м-ние 267
 Кукуртли кол. 277
 Кукуртлю ледн. 264
 Кукурт-тау горы 267
 Куларки р. 158
 Кулебакинская сопка 149
 Кулинное болото 285
 Кулуджун м-ние 205
 Кулуджунский р-н 136
 Кулумба плато 143
 — р. 143
 Кулундинская степь 284
 Кульджук-тау 235, 280, 281
 Кумак р. 122
 Кумакское м-ние 122
 Кумир р. 136
 Кумыш-кан м-ние 191
 Кунаро-Шайдурихинское м-ние 114
 Кунгурак М. р. 165
 Кунгур-Алагевский хр. 268
 Кундат р. 146, 147
 Кундравинская ст-ца 128
 Кундустюл р. 146, 147, 200
 Кундусук р. 150, 151
 Кундыбай м-ние 271, 272
 Кура р. 90, 96, 111
 Курайский хр. 284
 Кураминский хр. 93
 Курга р. 155
 Курган-куль 142
 Кургасинское м-ние 274
 Курейка р. 63, 66, 236
 Курейское м-ние 236, 237
 Курлыча р. 158
 Куронах р. 162
 Куртатинское ущ. 111, 231
 Куртучикем р. 94
 Курчум р. 140
 Курчумский р-н 140, 141
 Куса р. 127
 Кусарты м-ние 207
 Кустанайская обл. 274
 Кусье-Александровский в-д 218, 219
 Кутай р. 63
 Кутаис г. 268
 Кутим р. 123
 Кухисафитское м-ние 207
 Кушайка р. 220
 Кушайский пр. 220
 Кушва р. 220
 Кушвинский р-н 59

- Кушкинский р-н 275, 276, 288, 300
 Кушая р. 123
 Куэнь-лунь 171
 Куяльницкий лиман 261
 Кхиутское м-ние 265, 288
 Кшемьш р. 235
 Кызас р. 150
 Кызас-Анзасский р-н 150
 Кызыл-арт перевал 141
 Кызыл-арча, см. Чимион
 Кызыл-кыс 276
 Кызыл-су р. 143
 Кызыл-такыр 276
 Кызыс р. 62
 Кыра р. 158, 163
 Кыренский аймак 246
 Кырья р. 123, 124
 Кыстав-курчум р. 140
 Кысыл-Балыктасские горы 285
 Кытлым р. 59, 75, 76
 Кытлымо-Косьвинский р-н 59, 75, 80
 Кытлымский массив 190
 Кыштымская дача 61, 82, 119
 Кыштымский р-н 91, 168, 188, 270
 Кюген-кай м-ние 264
 Кюрен-даг хр. 277
 Кязлы м-ние 281
- Лаба р. 79
 — Б. р. 47, 111, 232
 — М. р. 47
 Лабинский р-н 34
 Ладунинские ист. 256
 Лайла гр. 136
 Лама оз. 64
 Лама-бурун 287
 Лангур р. 123
 Лангуровская гр. 131
 Лантер р. 167
 Ларбы р. 161
 Ларьковка р. 123
 Лать 124
 Лача оз. 256
 Лая р. 124
 Лебединый пр. 162
 Лебедский р-н 144
 Лебедь р. 62, 144
 Левиха р. м-ние 188, 189
 Лена р. 253, 285
 Ленинградская обл. 256
 Ленинский ключ 162
 Ленсинка р. 123
 Ленские пр. 155
 Ленский р-н 108, 151, 152, 155—157
 Линевская Песчанка 270
 Липецкий р-н 256, 288
 Лепса р. 141
 Литке мыс 167
 Личный о. 246
 Лобва р. 59, 60, 81, 124
 Лобсилья р. 123
 Лозьва р. 60, 81, 123
 Локтевское м-ние 191
 Ломовка р. 124
 Лубин р. 209
 Лунжанка р. 158
 Лыллымах Левый р. 63
 Лючоб р. 282
 Ляга р. 109
 Ляйляк р. 93
- Ляканское м-ние 280
 Лялинская дада 123
 Ляль-кан 281
 Ляла р. 60, 81, 124
 Ляма-бурун гора 277
 Лянгарское м-ние 208
 Лянглиер р. 162
 Ляпин р. 60
 Ляпиновка р. 144
- Магин-Шано р. 63, 85, 86
 Мадыгенский р-н 93
 Майбулакский уч. 283
 Майнский рудн. 192
 Майкаин м-ние 108, 135, 274
 Май-капчегай р. 140
 Майкоп г. 263
 Майлийский ледн. 231
 Майли-сай м-ние 283
 Майлисуйское м-ние 281
 Маклакан р. 161
 Макарьевский рудн. 274
 Макат 272
 Малафеевка р. 124
 Малеевское м-ние 138
 Малка р. 47, 79
 Малмыж 109
 Малокумачинский масс. 129
 Маломальский пр. 74
 Малопильненское м-ние 159
 Мало-Хинганское м-ние 301
 Мальцевка р. 270
 Малый Каран рудн. 129
 Малый Кумач гора 128, 129
 Мама р. 156
 Мамбетова дер. 131
 Мамон р. 98, 153
 Мамукан р. 156
 Мана р. 154
 Мангарыр-хай гора 285
 Мангышлак п-ов 273
 Манджурка р. 165
 Манка м-ние 141
 Мансурдаг 276
 Манья р. 190
 Манья Сев. и Южн. р. 123
 Маразы сел. 270
 Мариинск 37
 Мариинский пр. 73
 Мариинское м-ние 120
 Марийская АССР 257
 Мариуполь 110, 226, 229, 303
 Мартайгинская гр. 144, 146
 Мартайка Б. р. 113
 Марткобис 111
 Мартьян р. 58, 70
 Марха р. 64, 163
 Масловское м-ние 131
 Матвеева р. 149
 Маточкин шар 89
 Матренка р. 149
 Маук Б. и М. р. 82, 127
 Махарадзевский р-н (б. Озургеты) 268
 Махачкалинская (Петровская) гр. 265, 267, 288
 Махнот (Чабан-Хохе) гора 267
 Мацеста 263
 Машавер р. 111
 Мащогано р. 83
 Медвежегорский р-н (б. Повенецкий) 108

- Медвежий п-ов 89, 181
 Меджера (бывш.) пр. 221
 Медный п-ов 181
 Меднорудянокское м-ние 186
 Мелентьевское м-ние 113, 120
 Мельковская россыпь 214
 Мельниково ст. 280
 Мельничная р. 222
 Мерв г. 277
 Меренли ур. 256
 Мериси р. 182
 Мьямта р. 232
 Миасы г. 119, 120, 171, 211
 — р. 61, 82, 112
 Миасская дача 61, 82, 127, 214
 — гр. 232
 Миасский р-н 61, 82, 83, 119, 170, 188, 189
 Миндякская гр. 61, 83
 Минусинский р-н 93, 191, 295
 Мирзабек ур. 277
 Мироновское сел. 239
 Мис-даг гора 182
 Митюшов Камень 89
 Михайловский рудн. 91
 Миха-Цхакаевский (Сенакский) р-н 268
 Млеты сел. 268
 Могзон ст. 197
 Могол-тау 281
 Могол Б. и М. р. 164
 Могохское м-ние 265, 266, 288
 Могутовская ст-ца 61
 Мокрый Мирючин р. 154
 Мокрый Яр 228
 Молво р. 156
 Молочная р. 255, 260
 Молочное (Серное) оз. 260
 Мома р. 163
 Монетная дача 60, 82, 221
 Монче-тундра 109
 Моркваши сел. 258
 Морозный пр. 73
 Москва р. 109
 Москвинское м-ние 138
 Московская обл. 109, 256
 Мостовский пр. 221
 — уч. 125
 Мостовское м-ние, см. Первомайское
 Мостовушка р. 149
 Мотовилиха 270
 Мотовский зал. 109
 Мрасса р. 37, 62, 83, 144, 145, 208
 Мрасский р-н 145
 Музвольский хр. 282
 Мук-су р. 141, 142
 Муксуйская гр. 142
 Мулдукаевский р-н 122, 128
 Мулдашева дер. 128
 Мульта р. 136
 Мунгай р. 149
 Мунжа р. 144
 Мура р. 284
 Мурбай р. 285
 Мургаб р. 282
 Мурзинский р-н 90
 Мурзинское м-ние 138, 140
 Мурзинско-Кыштымская гр. 232
 Мурожная р. 37, 86, 153, 154, 192
 Мурожная Б. р. 63
 Муром 109
 Муху р. 264
 Мучкакион дол. 143
 Мушкетова вулк. 157
 Мухта р. 296
 Мык м-ние 135
 Мыкганда р. 192
 Мын р. 165
 Мысовой пр. 131, 296
 Мысовское м-ние 113
 Наваринская ст-ца 130
 Нагорная россыпь 125
 Нагольный кряж 89, 110, 169, 196, 200, 296
 Нагореви-хеви 268
 Нагхи-меар п-горье 266
 Надеждинск 214
 Надеждинский пр. 70, 189
 Надпорожинский рудн. 124
 Наерген Б. и М. р. 165
 Накатами р. 156
 Наки-меар верш. 266
 Налимовка р. 145
 Нальчикский р-н 182
 Намама р. 192
 Намана р. 285
 Наманганский р-н 281
 Наралинские м-ния 128
 Нарым р. 140
 Нарымский хр. 140
 Насакиреви местн. 268
 Наугатское м-ние 191
 Нахичеван-чай р. 268
 Нахичевань ст. 268
 Нахтуйские россыпи 215
 Нацхварисгеле местн. 268
 Невьянск м-ние 170, 214
 Невьянск ст. 221
 Невьянская дача 221
 Невьянский р-н, см. Кировоградский
 Незаметный пр. 162, 163
 Нейва р. 61, 81, 124, 125, 232
 Немилен р. 166
 Немир 192
 Немунь р. 153
 Неня р. 61, 83, 149
 Неожиданный пр. 166
 Неприглядный 162
 Нерпь р. 156
 Нерчинский окр. 285
 — р-н 158
 Нерчинско-заводской р-н 158
 Несветай р. 110
 Нестеровский рудн. 203, 284
 Нечаянный рудн. 210
 Нея р. 256
 Нжигтыл-кудук местн. 280
 Ниязбек-сор м-ние 273
 Нива р. 81
 Нившер р. 109
 Нижне-Исетская дача 61, 82
 Нижне-Исовский пр. 56
 Нижне-Миасские россыпи 127
 Нижне-Сергинская дача 61, 82
 Нижне-Тагильский массив 47, 48, 50, 57, 67, 189
 Нижне-Тагильский р-н 69, 80, 124
 Нижне-Тимптомский р-н 162
 Нижне-Турьинский пр. 74

- Нижне-Удинский р-н 154
 Нижний Тагил 58, 68, 76, 81, 101, 170,
 171, 189, 221
 Никитский рудн. 185
 Николаевка пр. 83, 98
 Николаевский рудн. 92, 191, 283
 Николае-Павдинский р-н 124
 Николае-Святительский пр. 220
 Николка р. 146
 Никольский лог 126, 127
 Нилан р. 166
 Ниман р. 165
 Ниманский р-н 164, 165
 Новая Гребня сел. 261
 Новая Земля 89, 181, 182, 255, 299
 Новгородский р-н 256
 Новоандреевское м-ние 119
 Ново-Богатинское м-ние 271, 273
 Ново-Беркульское м-ние 146
 Ново-Запрудная 259
 Ново-Зерентуйский рудн. 208
 Ново-Свободная (б. Царская) ст-ца 263
 Ново-Сибирская обл. 212
 Ново-Троицкие пр. 209
 Нойма р. 63, 152
 Нордвичское м-ние 284
 Норильское м-ние 62, 64, 66
 Норильский р-н 63—66, 192
 Норюс 111
 Ноузенский р-н 257
 Нундрамич р. 156
 Нуратинский Сев. хр. 143
 — Южный хр. 235
 Ныгры р. 99, 156, 157
 Нымыртых р. 145
 Ньюжа р. 161
 Нюрундукан р. 155
 Ньюя р. 285
 Нязь Б. р. 82
 Няндомы ст. 256
 Нясьма р. 59, 124
- Обисорбухское м-ние 282
 Оби-Равноу р. 200
 Оби-Хумбоу р. 141
 Облейская Каменка р. 72
 Обь-Иртышский басс. 284
 Огне р. 63, 152
 Одесская обл. 227, 228, 261
 Оджи р. 62, 86
 Ожиговцы сел. 261
 Озерная р. 286
 Озургеты р-н, см. Махарадзевский р-н
 Ойротская авт. обл. 197
 Ока р. (Сибирь) 94, 155
 Ока р. (пригок Волги) 109, 182, 256
 Октябрьское м-ние 150
 Олга р. 165
 Олгакан р. 165
 Олгуйдах р. 163
 Олекма р. 156, 161
 Олекминская система 155—157
 Оленек р. 63
 Оленья Травянка р. 124
 Оллоночимо р. 153
 Олонгро р. 164
 Олонокон р. 152, 153
 Ольгинский пр. 220
 — р-н 210, 286
- Ольгинское м-ние 147
 Ольговский рудн. 186
 Ольдой р. 165
 Ольховка р. 131
 Ольховка (Артемовское) м-ние 108
 Ольховско-Чибийский р-н 151
 Ольшевского пр. 91
 Омлоторе р. 286
 Омало сел. 111
 Омутная р. 34, 58, 75, 76, 82, 165
 Онежский р-н 109
 Онежское оз. 226, 245—247
 Они г. 268
 Онмон р. 156
 Онон р. 158, 159, 212
 Ононское м-ние 210
 Онот р. 37
 Онский р-н 268
 Онсокулинское м-ние 266
 Ораниенбаумский р-н 256
 Орджоникидзе г. 231
 Орогочь р. 165, 209
 Орочинский массив 215
 — пр. 163
 Орочон ключ 162
 Орск г. 122
 Ортон р. 145
 Орто-салы р. 162
 Орулиха р. 59
 Осетия Сев. 207
 Осиновая р. (Енисей) 154, 192
 Осиновка р. (Салаир) 149
 Осейна р. 97
 Осташковский р-н 109
 Острый Бугор м-ние 110, 169, 296
 Отвесный мыс 89
 Охлебинино дер. 271
 Охота р. 111
 Охотск г. 298
 Охотское побережье 166, 167
 Оч-парма р. 109
 Ошурново дер. 270
- Павелец пос. 256
 Павлинка р. 161
 Павловский пр. 147
 — рудн. 124
 Павлодарская обл. 274, 297
 Падыя р. 286
 Пай-яр массив 60
 Памир 171, 282
 Памиро-Бадахшанская гр. 142, 171
 Памиро-Дарвазский пояс 141—143
 Панфиловка р. 145
 Параллельная ж. 138
 Парпачский гребень 282
 Пасанаур сел. 268
 Патмозеро 181
 Патом Б. и М. р. 156
 Педра-кара мыс 247
 Пейзас р. 145, 211
 Пенченга р. 154
 Первомайск г. (Одесск. обл.) 227, 228
 Первомайский кл. 162
 Первомайский рудн. (Казахстан) 132,
 133.
 Первомайское (б. Мостовское) м-ние
 116, 125
 Пергуба 108

- Пермская обл. 123, 124, 218, 219, 270
 Пертское оз. 181
 Перчем гора 262
 Пески м-ние 271
 Пестеровский рудн. 284
 Песчаная р. 136
 Песчанка р. 81, 214
 Петрово-Дуброво дер. 260
 Петровск г. 38
 Петровская гр. см. Махачкалинская
 Петровский рудн. (Алтай) 92, 97, 283
 Петровское м-ние (Украина) 228
 Петро-Каменский в-д 114
 Петропавловск 171, 286
 Петропавловская р. 123, 200
 Петропавловский пр. (Алтай) 37
 — — (Урал) 73
 — рудн. (Урал) 97, 170
 Печенга М. р. 153, 208
 Печище р. 192
 Печора р. 60, 109
 — Б. р. 123
 Пинозаур р. 111
 Пит Б. р. 63, 86, 152, 153, 208, 222
 Побужский р-н 301
 Венецкий, см. Медвежегорский р-н
 Поволжье 253, 257, 286, 288, 289, 295,
 300, 302
 Подкаменная Тунгуска 39, 40, 63, 153
 Подтопна р. 123
 Поздняя ж. 148
 Покап Б. р. 72
 Покап М. р. 73
 Покровский рудн. 186
 Полевская дача б. 34, 188
 Поликарповка р. 165
 — сел. 241
 Положиха р. 221
 Полтава г. 261
 Полтавка сел. 232
 Полтавское м-ние (Урал) 232, 233
 Полуденка р. 219, 301
 Поля р. 123
 Помпеевка р. 241
 Поной р. 109
 — сел. 181
 Порожная р. 124
 Портняжная р. 149
 Посольная Б. р. 154
 Посъетовка ст. 191
 Пот. р. 109
 Потемки Б. и М. р. 123
 Поча р. 256
 Почвенная р. 154
 Почток р. 123
 Преградная ст-ца 264
 Предтеченский приказ 256
 Предтеченское м-ние 151
 Преображенка р. 149
 Преображенский (Культуминский)
 рудн. 118, 159
 Приазовский край, Приазовье 207, 227,
 301
 Приамурский край, Приамурье, 99,
 108, 164, 299
 Прибайкалье 297—299
 Прибальджинское м-ние 159
 Прибугский р-н 227
 Пригород ст. 259
 Приисковская ст. 98, 160
 Приканавинский пр. 34
 Приморский край 164, 166, 193, 210, 286
 Приуралье 222
 — Западное 61, 188
 Пробойный рудн. 116
 Прокопьевский ключ 145
 Прокопьевка р. 145
 Пролетарский кл. 162
 Промысел поселок 218, 219
 Пропащая губа 181
 Пророко-Ильинский пр. 74
 Простокышенка р. 72
 Псебепс р. 263
 Псковский р-н 256
 Пуль-и-Хатума 276
 Путиновское м-ние 138
 Путкозеро 181, 245
 Пучковская ж. 129
 Пышма р. 125
 Пышминское м-ние 119
 Пьяна р. 256
 Пяндж р. 143
 Пясна р. 63, 192

 Рай-Из 60, 190
 Ранг-куль 282
 Распахта р. 61
 Растай р. 147
 Рассыпуха р. 82
 Рача 268
 Ргайты р. 141
 Реж р. 221
 Режевская дача 60, 82
 Режевский р-н 116
 Режики Б. и М. р. 81
 Рефт-Покровское м-ние 115
 Риак-дон р. 231
 Риддерское м-ние 92, 97, 138, 140, 191
 Рион р. 111, 112, 268
 Риомут р. 143
 Риштан 275, 280
 Ромны г. 261
 Ромны-Лубны р-н 253
 Рождественка р. 146, 148
 Рондонкит р. 162
 Роушавр кишлак 282
 Рудная гора 64
 — р. 150
 Руссениха р. 181
 Рыбная р. 153, 154
 Рысакова дер. 129
 Рытовская ж. 129
 Рябовская обл. 256

 Сагран р. 283
 Садаклар р. 136
 Садонское м-ние 182, 202
 Сакаревка р. 154
 Сак-Элге р. 82, 270
 Сак-Элгинский пос. 119
 Салаирский кряж 61, 83, 94, 143, 149,
 284
 Салаирское м-ние 94, 149
 Салари р. 165
 Сала-тау хр. 265
 Салатим хр. 60
 Салда р. 34, 81, 112, 124
 Самара р. (Д.В.) 192
 — Малая р. (Д.В.) 241

- Самарка р. 258, 259
Самарканд г. 235
Самыш р. 136
Санарка р. 221
Сангалът сай 282
Сангути-дон м-ние 207
Сандал оз. 246
Саракамьшская впадина 276
Сарала Июс р. 62
— Правая р. 148
— Средняя р. 148
Саралинский р-н 147
Сарацулка м-ние 232
Саратовская обл. 38, 41, 257
Сарга р. 61
Сарма р. 155
Сартбулах 138
Сархой Б. и М. р. 192
Сары-адыр 62
Сары-биик 138, 190
Сары-булак р. 132
Сарыгора 142
Сары-куяк 138
Сарым-сахлы м-ние 191
Сары-об р. 143
Сарыобская гр. 143
Сары-тау хр. 140
Сасизас 146
Саук-сай р. 141, 142, 171
Сауксайская гр. 142
Сафет-дара россыпь 171
Сафет-дара р. 61, 197
Сахалин о. 167
Сахалинский зал. 166
Сахаринская гр. 130
Сацхениси сел. 268
Сацхенис-цхали 111
Сачино сел. 268
Сачковы хутора 230
Саяны 62, 83, 143, 237, 299
— Восточный 62, 86, 150, 151
— Западный 62, 86, 150
Сванетия 112
Сватовка р. 161
Свердловск г. 45, 58, 60, 82, 101, 169—
171, 186—188, 214
Свердловская обл. 34, 81, 114—116,
124, 125, 169, 180, 203, 221, 222, 270
Свердловский р-н 186—188
Светлая р. 192
Светлый Бор 59, 74, 76
Свидь р. 256
Святуха губа 181
Севаглигон р. 63, 152, 153, 172, 208
Севан (Гокча) оз. 34, 47, 299
Севастополь 196
Северная р. 64, 66
Сев. Шурала р. 81
Северный Крак 52
Сейба Б. и М. р. 151
Сеид-Кетаплинское м-ние 269
Сеймчан р. 163, 164
Селезены Б. р. 86
Селемджа р. 165, 166
Селемджинский р-н 164
Селенга р. 157
Селенгинский р-н 94, 158
Серлигдор р. 162
Сельда р. 220
Сема р. 166
Семенов Бугор м-ние 89, 196, 200
Семеновский рудн. 92, 97
— увал 131
Семеновское м-ние 138, 191
Семиречье р-н 141, 191
Сенакский р-н см. Миха-Цхакаевский
Сенгеликорт гора 265
Сенияд ор. 270
Сенташ гр. 137
Сенутсаньн сай 282
Серга р. 61, 82
Сергиополь г. 234
Серебрянка р. (С. Урал) 81, 124
— (Енисей) 154
Серебряная р. 124, 220
Серебрянская дача 220
Серебрянское м-ние 113
Середовинское м-ние 114
Сериникан р. 164
Серлих р. 62, 76, 85, 86
Серная гора 260
— р. 286
Серноводск г. 260
Серово ст. 280
Серовский р-н 60, 123, 190, 203
Сибирь Восточная 77, 94, 99, 108, 151,
172, 192, 215*, 237, 925—303
— Западная 93, 98, 108, 143—150,
191, 200, 208, 215, 236, 284, 297,
300
Сивак р. 166, 172
Сивакчан р. 167
Сигулен р. 164
Сиенский р-н 269
Сим р. 271
Симферопольский р-н 261
Синарская ст. 232
Синтаб р. 143
Сиптю-куль оз. 129
Сирские рудн. 192
Сисим р. 62, 70, 151
Сисимский р-н 151
Систикем р. 62, 86, 150, 151
Сихотэ-алинь хр. 298
Сия-кевень местн. 235
Сия-хок-дара р. 143
Скопин г. 256
Славянск 260
Сладко-Гостиный пр. 220
Слизневая Б. и М. р. 154
Слюденка сел. 136
Смирновский рудн. 91, 285
Смышляевка 260
Снегиревское м-ние 138
Собака Б. р. 148
Советское (1-е Авенировское м-ние
108, 152, 155
Соймоновская долина 91, 112, 119, 126,
168, 173, 188, 270
Соймоновское м-ние 113, 126, 286
Сок р. 258, 260
Соколиная горка 128
Сокольное м-ние 92, 93, 138, 191
Соктуй М. р. 209
Солгон р. 148
Солдатова ледн. 283
— р. 144
Соленая р. 284
Соликамский р-н 123
Соловьев Лог 68, 70

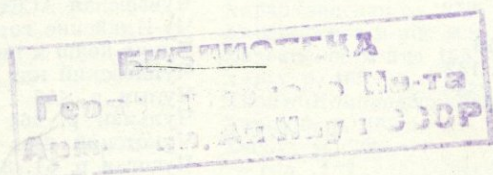
- Солонечная р. 147
 Сольва Б. и М. р. 60, 75, 76
 Сопочная р. 284.
 Сорочкины хутора 260
 Сосновский увал 59, 76
 Сосьва р. 112, 123, 186
 — Северная р. 60, 81, 190
 Сос-ю р. 123
 Сотниковское м-ние 64
 Сох р. 93
 — сел. 196
 Сочи 263
 Спасо-Серноколчеданный рудн. 60
 Спасский пос. 190
 Спилли гора 261
 Средне-Амьльский р-н 150
 Средне-Кольмск г. 164
 Средний Погост 256
 Средняя Азия 61, 93, 97, 141, 191, 196,
 207, 235, 252, 253, 286, 295, 300
 Сретенск г. 240
 Сретенский р-н 239
 Сталинград 39, 257
 Сталинградская обл. 257
 Сталинек г. 208
 Сталинская обл. 260
 Сталинское м-ние 134
 Становой хр. 162
 Старательский пр. 221
 Старая Шемаха 270
 Староверовская бухта 255
 Старо-Сенаки г. 268
 Старый Крым 229, 230, 261, 303
 Степановский рудн. 159
 Степная ст-ца 128
 Степняк м-ние 28, 91, 108, 132, 133, 134,
 366
 Стерлитамакский р-н 271
 Столбновское м-ние 192
 Стори р. 111
 Странная р. 256
 Стрелок пролив 167
 Студеный овраг 260
 Сувундук р. 131
 Сугатовский рудн. 92, 284
 Суенси р. 149
 Суета Большая р. 83, 145
 — Н. р. 147
 Сузак сел. 283
 Сузык-тау 289
 Суйсари сел. 247
 Сукорье р. 123
 Сулак р. 166, 172
 Сулаткиткан р. 166
 Султанова дер. 131
 Султан-уиз-даг горы 281
 Сумбар р. 278
 Сумульта р. 136
 Сункарская гр. 138
 Супре р. (Урал) 60
 Супри р. (Якутия) 164
 Сураханы 269
 Сургут р. 260
 Сурхан р. 281
 Сурх-дара 235
 Сусанинские м-ния 114
 Сутам р. 162
 Сутамский р-н 161, 162
 Сутар р. 165
 Сухая р. 209
 Сухджар р. 164, 165
 Суховяз р. 126
 Сухогорское м-ние 113
 Сухой кл. 162
 Сухой Лог р. 148, 156, 192
 Сухой Яр м-ние 228
 Сызрань 260
 Сыр-дарья р. 141
 Сырейка 258, 260
 Сырков Лог 50, 57, 67, 68
 Сыростан р. 82
 Сысертский окр. 127
 — р-н 34, 58, 75, 76, 80—85, 113, 125
 188, 270
 Сысерть р. 82, 85
 Сья Б. р. 145
 Сюеевское м-ние 253, 257, 287, 289
 Сюрень Б. р. 221
 Табат р. 150
 Табатский р-н 150
 Таватом р. 286
 Тагарак р. 157
 Тагдатайка р. 153
 Тагил р. 60, 112, 113, 124, 188
 Тагильский р-н, см. Нижний Тагил
 Таджикская ССР, Таджикистан 97,
 171, 191, 197, 200, 207, 212, 235,
 281, 288
 Таджикистан Восточный 142
 — Центральный 143
 Тайджел р. 136
 Тайдог р. 62, 145, 146
 Тайдоновский р-н 146
 Таймыр р. 65
 Таймырский окр. 289
 — п-ов 63, 64, 65, 284
 Тайна р. 158
 Тайса р. 62, 86
 Тайсучан 272
 Такфонское м-ние 207
 Талаголь р. 136
 Таланова р. 147
 Талая р. 153
 Талвуйское м-ние 246
 Талгинские ист. 267
 Талица р. 123
 Таловка сел. 215
 Таловское м-ние 191
 Тальгомсу р. 182
 Таманский п-ов 263
 Тамлат р. 286
 Таналькская ст-ца 131
 Таналькский пр. 131
 Тантойское м-ние 240
 — Б. сел. 239
 Тарак р. 154
 Тарасовская ж. 129
 Таратушиха р. 209
 Тарбагатка р. 37
 Тарбатка р. 151
 Тарбатский р-н 151
 Тары-экан м-ние 93
 Тас-казган м-ние 235
 Тас-хаях-тах хр. 163
 Тас-чалкар оз. 61, 83
 Татарка р. 147, 153
 Татарская АССР 182, 257
 Татлахт р. 286
 Татьянаовка р. 147

- Таугайнбайц р. 63
 Таукин м-ние 134
 Тахта-Базарское м-ние 276, 288
 Тахтыган-Берикан р. 156
 Ташкутарганские россыпи 127
 Таяткан р. 130
 Тбилиси 268
 Теберда р. 264
 Тебечек гора 145
 Теджен 276
 Тезами р. 111
 Тебекель ур. 283
 Текели р. 141
 Текес р. 141
 Тектека р. 141
 Телецкое оз. 136
 Теляна М. р. 124
 Темир гора 38
 Темрюкский р-н 263
 Тентяк-сай ст. 281
 Тентяксор м-ние 271, 272
 Теньга-хорам ст. 280
 Теплая р. 150
 Терек р. 111, 232, 267
 Теректы р. 138
 — Средняя р. 140
 Терел Б. и М. р. 62, 86
 Терканда р. 162, 163
 Терсинский р-н 145
 Терский хр. 264
 Терсь Верхняя, Нижняя, Средняя р. 62, 83, 145, 211
 Тетюхэ м-ние 210
 — р. 286
 Тетюшский р-н 257
 Тея р. 152, 153,
 Тибеткуль м-ние 273
 Тибик р. 148
 Тигир-тыш горы 148
 Тимптом р. 63, 161, 162
 Тимптом-Олекминский р-н 297
 Тимптомский р-н 161
 Тискос р. 220
 Тисса р. 192
 Тит р. 162
 Титовское м-ние 191
 Тихая р. 150
 Тишка р. 136
 Тобол р. 61, 75, 83, 122, 123
 Тобулгулы 190
 Тогул р. 149
 Тогузак р. 131
 Тогузакский р-н 130, 131
 Тойсугай м-ние 271
 Тока-сакырт гора 281
 Токоинка р. 166
 Толмова М. р. 149
 Томилдовская россыпь 215
 Томмот р. 162
 Томмотский р-н, см. Алданский р-н
 Томск г. 147
 Томская гр. 144, 145
 Томско-Обский край 215
 Томь р. 62, 145, 208, 212
 Тонго р. 64, 163
 Топ-джульба 276
 Точильный Ключ 222, 301
 Тошемка р. 60
 Травниковская ст-ца 128
 Требия поселок 130
 Требиинская гр. 130
 Трехсвятительский пр. 192
 Троекуровское оз. 260
 Троицк г. 122
 Троицкая гора 150
 Троицкая Левая р. 147
 Троицкие Вершины р. 147
 Троицкий р-н (Урал) 83, 127, 128, 214
 Троицкое м-ние (Украина) 230
 Троицко-Савский р-н 157
 Трусовское ущ. 267
 Тсты-чай ручей 268
 Тугунский массив 131
 Тузас р. 144
 Туим р. 147, 149
 Туловская р. 165
 Тулома р. 109
 Туломозеро 226
 Туломозерское м-ние 246
 Тулуял р. 146
 Тульский р-н 256, 288
 Тумера р. 94
 Тумнин р. 166
 Тунгир р. 161
 Тунгуска р. 63, 66
 — Нижняя 237, 301
 — Подкаменная 39, 40, 63, 153
 — Средняя 208
 Тунгусский басс. 236, 284
 Тура р. 59, 60, 124, 158
 Турайгыр 83
 Тургоак 190
 Туркестанский хр. 212, 235
 Туркменская ССР, Туркмения 274, 300, 302
 Туркмения Западная 277, 278, 288, 289
 Туруханский р-н 192, 225, 295, 301
 Турьинские м-ния 90, 180
 — рудн. 90, 123, 183—186, 203, 214, 296, 299
 Турья р. 60, 81, 185
 Тустучкул 192
 Тутхалтуй р. 209
 Туюн-тау 281, 282, 288
 Тыелгинские пр. 120
 Тылай р. 59, 75, 76, 124
 Тынья р. 123
 Тырин р. 158
 Тырны-ауз р. 90, 127
 Тья р. 155
 Тюбеджикский р-н 273
 Тюлюс м-ние 271
 Тюктерек р. 145, 148
 Тюхтет р. 150
 Убала р. 128
 Убалта местн. 268
 Угакан р. 167
 Угахан р. 156
 Угольный ручей 64
 Уда р. 167, 193
 Ударный рудн. 132
 Удачнонайденный кл. 162
 Удерей р. 37, 63, 86, 153, 172
 Удмуртская АССР 258
 Удоронга р. 153
 Уза р. 256
 Узбекистан, Узбекская ССР 143, 191, 235, 278, 288, 289, 300, 302
 Узень Б. р. 273

- Узон вулк. 286
 Узюм р. 150
 Уйбат р. 149
 Уйбатский р-н 148
 Уизмаг горы 280
 Уйреқты-тау 235
 Уйская гр. 61, 83
 — ст-ца 128
 Уй-таш 128
 Уквали 112
 Украина 89, 110, 169, 182, 196, 200,
 207, 225—227, 260, 296, 301
 Уксунай Ср. р. 149, 150
 Уксунайский р-н 149
 Укугут р. 64, 163
 Уланка 138
 Улан-Удэ г. 158
 Уленьга р. 86
 Улс р. 123
 Улу-кхем р. 150
 Улутау 296
 Улук-таг 192
 Умба сел. 89
 Умчал мыс 277
 Унгар м-ние 271, 272
 Унгличикан р. 166
 Унгурбей р. 154, 172
 Унда р. 158, 159
 Унзас Б. р. 83
 Унья р. 109, 165, 215
 Унья-Бомский р-н 164, 165
 Ур. р. 61, 83, 149, 165, 215
 Урал 34, 47, 80, 85, 96, 112, 167—173,
 207, 216, 218, 220, 232, 270, 286
 — Полярный 60, 123
 — Северный 58, 90, 113, 181, 183—190,
 203, 214, 298, 302
 — Средний 58, 66, 90, 188, 296, 298,
 302
 — Южный 52, 75, 91, 122, 126, 173,
 188, 190, 211, 221, 296
 — р. 61, 83, 122, 131, 271
 Урало-Эмбинский р-н 271, 272, 289
 Уральская гр. 61, 83
 Уратюбе 281
 Урдинский р-н 273
 Уркан р. 165
 Урким р. 161
 Урова р. 215
 Урское м-ние 197
 Урта-тау г. 280
 Урулунгуй р. 159
 Урух р. 111
 Уруша р. 165
 Урюм Б. и М. р. 158, 159
 Урюмский р-н 160
 Урюп р. 147
 Урянхайский край 62, 76, 85
 Уса р. 145
 Ус р. 62, 83, 86, 94, 150
 Усинская Собака р. 145
 Усинский р-н 145, 150
 Усойский завал 282
 Успенская ж. 129
 Успенская россыпь 221
 Успенский пр. (Дальний Восток) 99
 — (Енисейск. р-н) 98, 152, 154
 — (Зап. Сибирь) 62, 130
 Усури р. 167
 Усурийская гр. 241
 Уссурийский край 39, 167
 Устунис-цхали р. 112
 Устур-арта р. 264
 Усть-Косвинский пр. 73
 Усть-Нейвинский пр. 124
 Устюба р. 136
 Устья р. 256
 Усухчана-ключ 94
 Ут р. 149
 Утар-Елгатуш р. 260
 Утинское м-ние 164
 Уткинский рудн. 124
 Утячья р. 123
 Уфалей Б. р. 61
 Уфалейский р-н 126
 Уфтюг р. 256
 Ухта р. 109
 Уч-кара 280
 Уч-курган ст. 283
 Учур р. 63, 162
 Ушайка р. 147
 Ушак кол. 277
 Ушма р. 60
 Уюк р. 62, 86
 Фадина сел. 232
 Файмогуба 181
 Фарковка р. 124
 Фарс р. 263
 Фартовый кл. 162
 Фарсилциком 231
 Фатьяниха р. 237, 301
 Феодосия 262
 Фергана 275, 281, 300
 Фиаг-дон р. 231
 Филипповское м-ние 138
 Фомиха р. 61, 83
 Фроловский рудн. 90,
 123, 185, 186, 299
 Фрунзенский р-н 283
 Фуадский пр. 130
 Фулоновские россыпи 127
 Хабаровский край 301
 Хаверга р. 159
 Хаджибейский лиман 261
 Хадьженская ст-ца 263
 Хайкот р. 63, 86
 Хакасская гр. 144, 147
 Хаки оз. 273
 Халас р. 123
 Халиловский массив 190
 Хамара р. 158
 Хамней р. 63, 86, 158
 Хантайка р. 63
 Харабалинская ст. 272
 Харанорское м-ние 208
 Харгинское м-ние 165
 Харгу р. 165
 Харито-Компанейский пр. 219, 220
 Харпучь р. 166
 Хасаут р. 296
 — сел. 182
 Хастай р. 86
 Хатанга р. 63, 284
 Хатангский зал. 284
 Хатыска р. 163
 Хейти сел. 268
 Хеор р. 268
 Хибины 109
 Хиллотой р. 63, 86

- Хиловские ист. 256
 Хинган Большой 215
 — Малый 166, 192, 241, 301
 Хингано-Буреинский р-н 210
 Хинганский р-н 164, 165
 Хингоу р. 141—143, 200
 Хингоуская гр. 142
 Хириникан р. 164
 Хмелевка р. 124, 127
 Ходжа-Гурурдек сай 276
 Ходжа-обигарм ист. 282
 Хой-Эква хр. 60
 Холмогорский р-н 256
 Холохольма р. 109
 Хомолхо р. 99, 156
 Хонгорок р. 159
 Хорма р. 154, 172
 Хорогоч р. 209
 Хосуртай р. 158
 Хиекское м-ние 197
 Хромник ст. 115
 Худос р. 232
 Хумбоу р. 143
 Хуневи сел. 268
 Хунзахский р-н 266, 267
 Хурзук долина 264
 Хырго-дара р. 197
 Хытын-Юрях р. 285
- Цаган-ун пос. 247
 Царево-Александровский б. пр. 83
 Царево-Александровское м-ние 138
 Цариит-дон р. 231
 Центральный рудн. 146, 147
 Ципа р. 157
 Цусский рудн. 182
 Цхенис-цхали р. 111
- Чабат-Хохе, см. Махнот гора
 Чаган-узунское м-ние 197
 Чайкенд сел. 90
 Чалкода р. 141
 Чангырташская гр. 275, 280, 283, 288, 289
 Чаныш р. 144
 Чапа р. 153
 — Б. р. 123
 Чапкала р. 281
 Чапчачи (Азгир) гора 272
 Чаршанга ст. 274
 Чарыш р. 136
 Чаткал р. 141
 Чатын-даг 268
 Чауж р. 58, 70
 Чач р. 232
 Чебаковский р-н 148
 Чебачье Б. и М. оз. 132
 Чебоксарский р-н 258
 Чебула р. 146
 Чебура р. 149
 Чегем р. 232, 296
 Чекичлер 278
 Чекмень р. 124
 Чекоман ключ 137
 Челекен о-в 275, 277, 287
 Челкар ст. 273
 Челмужанское м-ние 246
 Челонда сел. 256
 Челябинск 34, 120
- Челябинская обл. 83, 91, 96, 119, 126, 128, 188, 190, 211, 214, 221, 270, 287
 Чембулат р. 260
 Чеммерли 276
 Ченты-аргун р. 265
 Чео р. 268
 Чердынский р-н 123
 Черек р. 232
 Черемная р. 161
 Черемшанка р. 124, 233
 Черемшанское м-ние 233
 Черепановский рудн. 92, 97, 138, 284
 Череповецкий р-н 256
 Черная р. (Тагил) 70, 82
 Черная р. (Ленинградская обл.) 256
 Черная речка м-ние 271, 272
 Черского хр. 163
 Чеснокова гора 260
 Чесноковна р. 149
 Чехан р. 150
 Чечено-Ингушская обл. 264, 265
 Чигатурский р-н 268
 Чибижек р. 62, 93
 — Верхний р. 151
 Чибижекский уч. 151
 Чибит р. 136
 Чигилик р. 137
 Чижам р. 141
 Чикай-булак р. 140
 Чикишлярский р-н 275
 Чикой р. 157, 158
 Чикойский р-н 63, 86
 Чимион (Кызыл-Арча) м-ние 275, 280
 Чина р. 157
 Чингильда 280
 Чирагидзор ущ. 269
 Чиримба р. 153
 Чирко Б. р. 81
 Чиркова р. 98
 Чистой хр. 60
 Чистовитая р. 154
 Чистопольский р-н 258
 Чистяковский рудн. 159
 Читинская обл. 99, 158, 192
 Чичибала р. 64, 76
 Чкаловская обл. 122, 131, 188, 271
 Чокпак 190
 Чокракское оз. 261
 Чокур р. 161
 Чон-шурча 280
 Чорох р. 112, 167, 169, 173, 182
 Чудацкое м-ние 191
 Чувальское м-ние 113
 Чувашская АССР 182, 258
 Чу-Илийские горы 61, 83
 Чукур-кояш м-ние 262, 263, 289
 Чулковский кл. 162
 Чулым р. 147
 Чульман р. 161
 Чукотский п-ов 167, 286
 Чусовая р. 61, 82, 124, 126
 Чусовой г. 218, 219
 Чуя р. 136
- Шаарган р. 154
 Шабартай р. 86
 Шабровское м-ние 116, 170
 Шавлы р. 136
 Шайтанка р. 58

- Шайтантас гора 135, 274
 Шакарлык-астана ур. 281
 Шакингах пещера 265
 Шалдинская россыпь 214
 Шалтырь-кожух р. 98, 146, 147
 Шамабинское м-ние 222
 Шамбалинское м-ние 129
 Шамейское м-ние 114, 115
 Шамхор ст. 269
 Шараула р. 268
 Шарники Б. и М. р. 81
 Шаро-аргун ущ. 265
 Шартымка р. 129
 Шатай р. 145
 Шатой сел. 264, 265
 Шевинское м-ние 240
 Шевия курорт 239
 Шевли р. 167
 Шегрино сел. 256
 Шейх-Джели г. 271
 Шелонь р. 256
 Шелох гора 263
 Шенкурский р-н 256
 Шерловая гора 208
 Пешма р. 258
 Шиих колодцы 275, 276
 Шилка р. 158, 159, 239
 — ст. 160
 Шиловка р. 124, 125
 Шилово-Исетское м-ние 107, 167, 173
 Шинда р. 63
 — Б.р. 151
 Шиндинский р-н 151
 Ширабад г. 281
 Ширабадский р-н 281, 288
 Широкая р. 123.
 Шорджа гора 277, 278
 Шорджинский массив 47
 Шор-су м-ние 275, 278—280, 287—289,
 302
 Шор-су р. 269
 Шоу Н. р. 109
 Шугор р. 109, 123
 Шугу-меэр п-горье 266
 Шулгинское м-ние 118
 Шумиха р. 59, 72
 Шунгское м-ние 226, 244, 245
 Шунгутское оз. 260
 Шуптыкульский рудн. 274
 Шурала Сев. м-ние 91
 — р. 81
 Шуралка р. 124
- Щетинкинское м-ние 147
 Ыгетта р. 64, 285
 Ыллымах р. 63
 — М. р. 162
 Эвель (Верхнее) исток 270
 Эк-Ситль 277
 Элегес р. 62, 86
 Эльбрус 264
 Эльга р. 165
 Эльгакан ЛБ. и М. р. 161
 Эльдорадо гора 152
 — рудн. 131
 Эльвенское оз. 262
 Эльтонское оз. 253, 257
 Эмак р. 99
 Эмба оз. 253
 — р. 272
 Эн р. 286
 Энгажимо р. 156
 Энжит хр. 266
 Эрань Н. р. 161
 Эрга р. 162
 Эрдышты хр. 264
 Эрман р. 286
- Юдина р. 154
 Южное Искине м-ние 271
 Южный Тиман 109
 Юргунь р. 62
 Юрьевский пр. 73
 Юрунг-Тумус п-ов 284
 Юхта М. р. 162
- Ягманское м-ние 277
 Ягноб р. 212
 Язгулем р. 97
 Якокут р. 162
 Якутия, Якутская АССР 46, 94, 108,
 161, 172, 210, 215, 285, 289, 297
 Якшонка р. 256
 Янкальское м-ние 210
 Янкан р. 165
- Ярбалык р. 136
 Ярга р. 109
 Ярмыс-куле 271
 Ярославская обл. 256
 Ярут р. 123
 Яушевские пр. 130
 Ях-су р. 143, 197
 Яя р. 62, 83, 147



Центр 20 3/6.

7028