

8310

90

А. Н. ЗАВАРИЦКИЙ\*  
ПРОФ. ЛЕНИНГРАДСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА

552.3:546 622

3-13.

ПЕРЕСЧЕТ  
ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ  
ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ  
ПОРОД

Допущен в качестве учебного пособия  
к изданию в 1933 г. Главным управле-  
нием учебными заведениями НКТП СССР

*Зубов*  
*18.7.35*  
*Зубов*



ОНТИ НКТП СССР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ГОРНО-ГЕОЛОГО-НЕФТЯНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛЕНИНГРАД — МОСКВА — НОВОСИБИРСК — 1933

0138 8310

ГР — 65-5-2(5)  
ТКК № 116.

Ответственный редактор *С. Машковцев.*

Сдана в набор 6/IX 1933 г.

Формат  $82 \times 111\frac{1}{2}$  с.м.

Ленгорлит № 19945.

Горгеофтенадат № 92

Тираж 1.500—7 л.

Техн. редактор *Л. М. Усова.*

Подписана к печати 20/X 1933 г.

Тип. зн. в 1 печ. л. 43.008.

Заказ № 1491.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С точки зрения физической химии горная порода представляет гетерогенную многофазную систему.

Если бы мы знали точно, какие фазы и в каком количестве слагают систему и знали бы состав каждой фазы, то мы без труда определили бы и состав всей системы. Однако, когда приходится иметь дело с горными породами, в большинстве случаев неизвестен точно состав каждой фазы, т. е. каждого минерала, слагающего породу. Не всегда можно определить и относительное их количество, и наконец состав стекла, если оно имеется, большею частью остается неопределенным.

Поэтому до сих пор существенной характеристикой вещественного состава горной породы является обыкновенно ее валовой химический состав. При изучении химизма горных пород и природных ассоциаций пород приходится иметь дело главным образом с валовыми анализами, и их сравнение между собою и сопоставление рядов анализов, с целью вывести из этого сопоставления некоторые эмпирические закономерности, является основным методом современных петрохимических, в узком смысле слова, исследований. Цель настоящей книжки — облегчить работу студента, начинающего петролога и химика при изучении состава горных пород в указанном отношении.

Книга является справочным пособием, необходимость которого чувствовалась при преподавании петрологии в Ленинградском горном институте, особенно с увеличением числа студентов, специализировавшихся в этой области.

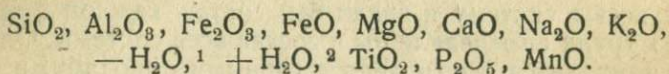
Это и послужило поводом к составлению и изданию такого справочного пособия, которое, будучи дополнено табл. IV (стр. 81—109), вероятно будет полезно не только студентам-петрологам.

*А. Заварицкий.*

Федоровский институт.  
Сентябрь 1933 г.

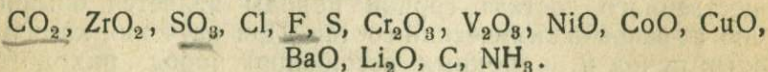
## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

§ 1. Химический состав изверженной горной породы дается обыкновенно в виде весового процентного содержания окислов:



В среднем для всех изверженных горных пород и для большинства отдельных случаев это составляет 99,5%, и на долю остальных окислов и других соединений приходится не более 0,5%.

В специальных случаях в дополнение к вышеперечисленным окислам определяются:



Порядок цифр анализа, написанный выше, иногда видоизменяют, помещая  $\text{TiO}_2$  между  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , а  $\text{MnO}$  между  $\text{FeO}$  и  $\text{MgO}$ . Это не представляет ни преимуществ, ни неудобств. Наоборот, для петролога неудобен иногда применяемый химиками порядок, при котором  $\text{CaO}$  помещается перед  $\text{MgO}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  перед  $\text{Na}_2\text{O}$ , так как тогда разделяются в колонке анализа столь близкие петрохимически окислы как  $\text{MgO}$  и  $\text{FeO}$ .

Цифры анализа, как и всякие величины, получающиеся в результате того или другого опыта и измерения, являются цифрами приближенными, и при их определении всегда имеет место некоторая „погрешность“ измерения. Обыкновенно цифры анализа даются до второго десятичного знака (0,01%), но эта точность лишь кажущаяся; она отвечает только точности взвешивания при анализе, но отнюдь не действительной точности определения содержания окисла в породе, часто значительно меньшей.

Источники неточности цифр анализа двоякого рода:

<sup>1</sup> Вода, выделяющаяся при нагревании до 110°.

<sup>2</sup> Вода, выделяющаяся выше 110°; часто вместо нее в анализе дается потеря при прокаливании.

1. При отобрании образца для анализа мы лишь приблизительно можем представить данным образцом средний состав большой массы породы. Если бы последняя была совершенно однородной, например представляла однородное стекло, то конечно каждая взятая часть по составу отвечала бы всей массе, но уже в зернистой породе, состоящей из зерен разных минералов, это соответствие может быть только приближенным. Расчет показывает, что если взять пробу весом в 10 г породы, состоящей из зерен размером в 1 мм<sup>3</sup>, то вероятная погрешность для 50-процентного содержания минерала будет 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; для 10-процентного содержания минерала 0,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. При размере зерна 0,001 мм<sup>3</sup> соответственные величины погрешности будут 0,16 и 0,01<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Если же размер зерна увеличится до 10 мм<sup>3</sup> (средний диаметр 2,1 мм), то эта погрешность возрастет до 1,5 и 0,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. В порфириновых породах неоднородность породы вызывается наличием вкрапленников (фенокристаллов). Указанную погрешность можно уменьшить, увеличивая размер пробы, но всякому петрографу, детально изучавшему горные породы в поле, известно, что редко вся масса породы настолько однородна, что выбитый образец ее будет обладать в точности тем же составом, как какой-нибудь другой, взятый в недалеком расстоянии. Учесть эту неоднородность породы, проявляющуюся в более крупном масштабе, чрезвычайно затруднительно. Между тем пробы для анализа берутся от отдельных образцов, и такие приемы систематического опробования горных масс, как это мы делаем при изучении месторождений полезных ископаемых, не применяют. Поэтому рассчитывать на очень точное соответствие анализируемого образца и значительной массы породы не приходится.

2. Другого рода погрешности вносятся при самом производстве анализа. Пределы этой погрешности исследованы такими авторитетами, как Вашингтон, Гиллебранд, Диттрих<sup>1</sup>.

Расхождения в цифрах анализа одной и той же породы для кремнекислоты и других окислов, количество которых составляет 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> и больше, могут составлять 0,2 — 0,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; для окиси алюминия и окислов, составляющих от 10 до 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, от 0,1 до 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; для составных частей, входящих в количестве 1 — 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, от 0,05 до 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Эти числа даны в процентах породы, а не отдельных составных частей.

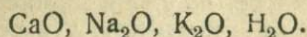
При этом надо иметь в виду, что вероятные погрешности для разных окислов не всегда являются равно вероятными

---

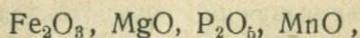
<sup>1</sup> Об ошибках анализа см. Ю. В. Морачевский. Источники ошибок силикатного анализа. Труды I совещания химиков, ГГРУ, Ленинград, 1931.

как в сторону преуменьшения, так и преувеличения истинного содержания окисла.

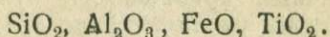
По авторитетному указанию Гиллебранда, равно вероятными в ту и другую сторону являются погрешности аналитического определения



Положительные ошибки преобладают при определении



отрицательные при определении



При недостаточно тщательной работе аналитические погрешности могут значительно возрасти. Особенно легко могут быть допущены значительные ошибки при определении магнезии и глинозема. Как указывает Вашингтон, в некоторых случаях они достигают 30%. Ошибка в определении магнезии представляет, как указывает Робинсон, обычное явление. Следует иметь в виду также, что в  $\text{Al}_2\text{O}_3$  попадают  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ , если они не определяются. Неполное выделение  $\text{SiO}_2$ , неполное разложение силиката, неполное промывание  $\text{SiO}_2$  могут повести к преуменьшению  $\text{SiO}_2$ . Попадание в осадок вместе с  $\text{Al}_2\text{O}_3$  кремнезема и неправильно проведенное осаждение полуторных окислов дают преувеличенное значение для  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Из сказанного выше видно, что два анализа одной и той же породы можно считать тождественными, если они совпадают в десятых долях процента, а для кремнезема отклонения могут доходить даже до 0,2 — 0,3%. Этим определяется также и та точность расчетов, которой следует придерживаться, интерпретируя анализы.

§ 2. Если мы можем говорить об идентичности двух или нескольких анализов одной и той же породы из одного месторождения, то встретить тождественность анализов одинаковых горных пород из разных месторождений можно только в редких случаях. Чтобы убедиться в этом, достаточно просмотреть сборник анализов Вашингтона или какой-нибудь другой. Поэтому петрографу обыкновенно приходится решать вопрос не о тождестве анализов двух сравниваемых пород, а о большей или меньшей их близости и оценивать численно эту близость.

Каждый анализ горной породы дает количественные отношения между образующими её окислами; поэтому задача

сравнения двух или нескольких анализов и выяснения большей или меньшей близости между ними представляет прежде всего задачу математическую: она сводится к сравнению относительной близости ряда отношений; число этих отношений равно  $n - 1$ , где  $n$  число определенных и данных в анализе окислов; обычно  $n = 13$ . Из этих 13 определений при приближенных расчетах обыкновенно считаются с главными 8, написанными в первой строке приведенного в начале перечня (стр. 4), т. е. опуская воду и часто кроме того присоединяя  $TiO_2$  и  $MnO$  соответственно к  $SiO_2$  и  $FeO$ . Если даже ограничиться этими главными 7 отношениями, то для того, чтобы судить о близости таких рядов отношений, необходимо произвести некоторые простые подсчеты. Эти подсчеты могут быть различными, в зависимости от того, какие особенности химического состава пород считают имеющими наиболее важное значение. Сущность же этого рода подсчетов сводится к той или иной группировке окислов, и в дальнейшем сравниваются отношения между такими группами окислов. При соединении в группы сходных химически окислов уменьшается число отношений, которое, как сказано, в непосредственных данных анализа не менее 7.

В такого рода арифметических операциях над непосредственными данными анализа и состоят различные так называемые химические классификации горных пород, в которых правильнее следует видеть лишь систематику химических анализов, проведенную по определенному, искусственно выбранному признаку. Нет надобности перечислять все или сколько-нибудь значительное число предложенных способов пересчета анализов, и мы ограничимся здесь изложением двух способов.

1. Так называемая американская классификация Кросса, Иддингса, Пёрсона и Вашингтона (классификация C. I. P. W.), с которой приходится иметь дело каждый раз, когда надо подыскать подходящий анализ в известном сборнике анализов Вашингтона<sup>1</sup>. Значение классификации C. I. P. W. и заключается именно в том, что она является ключом к этому единственному в своем роде сборнику.

2. Система пересчета, которая, по мнению автора, является наиболее удобной для изображения составов пород в форме диаграммы, и притом такой диаграммы, что каждый из составов изображается на ней точкой, а относительное расстояние и расположение таких точек коли-

<sup>1</sup> H. S. Washington. Chemical Analyses of Igneous Rocks. U. S. Geol. Surv., Prof. Pap. № 99.

чественно выражает соотношения между химическими составами пород.

### СИСТЕМА С. I. P. W. <sup>1</sup>

Сущность этой системы заключается в том, что вычисляются такие относительные количества (по весу) некоторых простых соединений, в которых нужно взять эти соединения, чтобы получить состав одинаковый с составом данной породы. Каждая горная порода представляет смесь минералов, и если бы состав каждого из этих минералов был известен, то, зная количество минералов, мы знали бы и состав породы. Но, как уже было сказано, в огромном большинстве случаев состав минералов, образующих породу, в точности неизвестен. Кроме того породы одинакового химического состава могут иметь разный минералогический состав в зависимости от условий образования. Поэтому при сравнении химических составов пород (не самих пород) в большинстве случаев мы не можем исходить из их действительного (реального) минералогического состава, и авторы системы С. I. P. W. прибегают к искусственному приему представления химического состава в виде смеси упомянутых выше соединений. Эти соединения называются нормативными минеральными молекулами, или „стандартными минералами“, а выражение химического состава этих соединений — нормой состава, или виртуальным составом породы. Для каждой нормативной молекулы применяют особое обозначение. Этими молекулами являются:

#### Салическая группа SAL

Q	.....	SiO <sub>2</sub>	
C	.....	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Z	.....	ZrO <sub>2</sub> · SiO <sub>2</sub>	
or	} F	{ K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 6SiO <sub>2</sub>	
ab			Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 6SiO <sub>2</sub>
an			CaO · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>
lc	} L	{ K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 4SiO <sub>2</sub>	
ne			Na <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>
kp			K <sub>2</sub> O · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>
hl	.....	NaCl	
th	.....	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	
nc	.....	Na <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	

<sup>1</sup> Cross, Iddings, Pirsson and Washington. A quantitative chemico-mineralogical classification and nomenclature of igneous rocks. Journ. Geol., X, 1902.

## Фемическая группа FEM

<i>ac</i>	}	<i>P</i> . . . . .	}	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$
<i>ns</i>				$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$
<i>ks</i>				$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$
<i>di</i>				$\text{CaO}(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$
<i>wo</i>				$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
<i>hy</i>	}			$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$
<i>ol</i>	}	<i>O</i> . . . . .	}	$2(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$
<i>cs</i>				$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
<i>mt</i>	}	<i>H</i> . . .	}	$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
<i>cm</i>				$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$
<i>hm</i>				$\text{Fe}_2\text{O}_3$
<i>il</i>	}	<i>T</i> . . .	}	$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$
<i>tn</i>				$\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$
<i>pf</i>				$\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$
<i>ru</i>				$\text{TiO}_2$
<i>ap</i>	}			$3(3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5) \cdot \text{CaF}_2$
<i>fr</i>	}			$\text{CaF}_2$
<i>pr</i>	}			$\text{FeS}_2$
<i>cc</i>	}			$\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$

Как видно, состав этих соединений отвечает теоретическим идеальным составам различных минералов, почему они и называются „стандартными минералами“, а каждый из них называется именем того минерала, теоретический состав которого он представляет. Таким образом мы можем говорить о количестве нормативного гиперстена, нормативного анортита в химическом составе данной породы, не смешивая их конечно с реальными гиперстеном и анортитом в самой породе. Таких реальных минералов в ней может и не быть.

Некоторые из петрографов выражали отрицательное отношение к способу пересчета анализов по системе С. I. P. W. В большинстве случаев возражения сводятся к указаниям на расхождение нормы с реальным минералогическим составом. Это возражение основано на очевидном недоразумении, и в основе его лежит логическая ошибка, известная под названием *ignoratio elenchi*, так как авторы системы никогда не смешивали этих двух различных вещей, а впоследствии Вашингтоном, во избежание этого недоразумения, даже прежний термин „стандартные минералы“ был заменен термином „минеральные молекулы“. Тем не менее еще до сих пор можно встретить повторения этих возражений.

Применение системы С. I. P. W. есть искусственный прием, преследующий цели определенной систематики химических анализов горных пород, и единственный вопрос, который может возникнуть, состоит в том, насколько тот труд, который затрачивается на пересчет анализов, оправдывается достигаемыми результатами. На этот вопрос не так легко ответить, но приходится считаться с тем, что этот способ получает все более широкое распространение, и отчетливое знание его должно быть обязательным для всякого петролога.

### Вычисление виртуального состава или нормы

1. Вычисляется молекулярное количество<sup>1</sup> каждого окисла, входящего в породу. Оно получается делением процентного весового количества на молекулярный вес окисла. Для упрощения этого действия имеется таблица, данная ниже (табл. I, стр. 41—53).

2. Количества  $MnO$  и  $NiO$  присоединяются к  $FeO$ , а количество  $BaO$  и  $SrO$  к  $CaO$ .

3а. Количество  $CaO$ , равное  $3,33 P_2O_5$  (или  $3 P_2O_5$  и  $0,33 F$ , если последний имеется), соединяется с  $P_2O_5$  в *ap*.

3б. Количество  $Na_2O$ , равное  $Cl_2$ , соединяется с ним в *hl*.

3с. Количество  $Na_2O$ , равное  $SO_3$ , соединяется в *th*. Правило применяется для пород, содержащих минералы гаюиновой группы.

3д. Количество  $FeO$ , равное половине  $S$ , соединяется с ней в *pr*.

3е. Количество  $FeO$ , равное  $Cr_2O_3$ , соединяется с ним в *st*.

3ф. Количество  $FeO$ , равное  $TiO_2$ , соединяется с ним в *il*. Если получается избыток  $TiO_2$ , то вместе с равным количеством  $CaO$  он соединяется, для подсчета впоследствии (по правилу 8а), в *tn*, но соединение  $CaO$  с  $TiO_2$  делается только после соединения  $CaO$  и  $Al_2O_3$  в *an* (правило 4д). Если и после этого остается избыток  $TiO_2$ , он рассчитывается как *ru*.

3г. Количество  $CaO$ , равное половине оставшегося  $F$ , соединяется с ним в *fr*.

3h. Если в свежей породе присутствует канкринит, то количество  $Na_2O$ , равное  $CO_2$ , соединяется с ним в *pc*. Если в породе есть первичный кальцит, то количество  $CaO$ , равное  $CO_2$ , соединяется в *cc*.

<sup>1</sup> В дальнейшем изложении правила расчета оно называется просто количеством.

3i.  $ZrO_2$  выписывается для образования впоследствии (правило 8a) *Z*.

4a. Количество  $Al_2O_3$ , равное  $K_2O$ , соединяется для образования впоследствии (правило 8a) *or* или *lc*.

4b. Если имеется избыток  $K_2O$  по сравнению с  $Al_2O_3$  (крайне редко), он рассчитывается на *ks*.

4c. Избыток  $Al_2O_3$ , остающийся после соединения с  $K_2O$ , соединяется с равным количеством оставшегося  $Na_2O$  для образования впоследствии (по правилу 8a и след.) *ab* и *ne*. Если для этого  $Al_2O_3$  недостаточно, то поступают по правилу 4g.

4d. Если имеется избыток  $Al_2O_3$  по сравнению с суммой  $K_2O + Na_2O$ , то он соединяется с равным количеством  $CaO$  для образования *an*.

4e. Если после этого остается избыток  $Al_2O_3$  по сравнению с  $CaO$ , он рассчитывается в виде *C*.

4f. Если же имеется избыток  $CaO$  по сравнению с  $Al_2O_3$ , полученным по правилу 4d, он идет в фемическую группу для образования (по правилам 7a и 7b) *di* и *wo*.

4g. Если по правилу 4c получается избыток  $Na_2O$  по сравнению с  $Al_2O_3$ , он сохраняется для образования *ac* и в некоторых случаях *ns* (правила 5a и 5b). В этих случаях не может быть *an* в виртуальном составе.

5a. Количество  $Fe_2O_3$ , равное избытку  $Na_2O$  сравнительно с  $Al_2O_3$  (по правилу 4g), соединяется с этим избытком для образования *ac*.

5b. Если в редких случаях имеется избыток  $Na_2O$  по сравнению с  $Fe_2O_3$ , он рассчитывается в *ns*.

5c. Если, как это бывает обыкновенно, остается избыток  $Fe_2O_3$  над оставшимся  $Na_2O$ , его вместе с равным количеством  $FeO$  из оставшегося после образования *pr*, *st* и *il* (правила 3d, 3e, 3f) соединяют в *mt*.

5d. Если имеется еще избыток  $Fe_2O_3$ , он рассчитывается в виде *hm*.

6. Все количество  $MgO$  и  $FeO$ , оставшееся от предыдущих операций (по правилам 3d, 3e, 3f), соединяется вместе, и для будущих расчетов определяется их отношение.

7a. К количеству  $CaO$ , оставшемуся после соединения по правилу 4d, прибавляется равное количество  $MgO + FeO$ , взятых в отношении, определенном в предыдущем правиле 6, для образования *di*.

7b. Если получается избыток  $CaO$ , он идет впоследствии для образования *wo* или *cs*.

7c. Если получается избыток  $MgO + FeO$  по сравнению с количеством, нужным для образования *di* (правило 7a), то он пойдет для образования *hu* или *ol*.

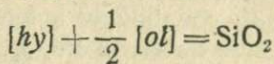
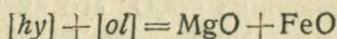
Теперь все окислы, за исключением  $\text{SiO}_2$ , распределены или в уже подсчитанные нормативные минеральные молекулы, или в основания силикатовых молекул, которые мы получим, распределяя между этими основаниями  $\text{SiO}_2$  по следующим правилам.

8а. Соединяем равные количества  $\text{SiO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$ , образуя  $Z$  (правило 3i); количество, равное  $\text{CaO}$  и  $\text{TiO}_2$ , образует  $tn$ ; равное учетверенному избытку  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  образует  $ac$  (правило 5а); избытку  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ , если они имеются, для образования  $ns$  и  $ks$  (по правилам 4b и 5b). Соединяем шестерное количество  $\text{SiO}_2$  с  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , образуя  $or$  (правило 4а), и с  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , образуя  $ab$  (правило 4с); удвоенное количество с  $\text{CaO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , образуя  $ap$  (правило 4d); равное количество с  $\text{CaO} + (\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$ , образуя  $di$  (правило 7а); с избытком  $\text{CaO}$ , образуя  $wo$  (правило 7b), или с  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$ , образуя  $hy$  (правило 7с).

Распределенное так количество кремнекислоты вычитается из общего его количества.

8b. Если имеется избыток  $\text{SiO}_2$ , как это нередко бывает, он рассчитывается в  $Q$ .

8с. Если оказывается недостаток  $\text{SiO}_2$  при образовании соединений по правилу 8а, то  $\text{SiO}_2$ , которое пошло на образование  $hy$  (правило 7с), вычитается из общей суммы  $\text{SiO}_2$ , входящей в соединения, полученные по правилу 8а, и этот остаток вычитается из общего количества  $\text{SiO}_2$ . Если теперь получится избыток  $\text{SiO}_2$ , больший, чем половина  $\text{SiO}_2$ , входившего в вычисленный раньше  $hy$ , то он соединяется с  $\text{MgO}$  и  $\text{FeO}$ , распределяясь по молекулам  $hy$  и  $ol$ , которые можно определить из следующих уравнений:



Здесь  $[hy]$  и  $[ol]$  обозначают „число молекул  $hy$ “ и „число молекул  $ol$ “. Прямые скобки  $[\ ]$  для такого обозначения мы сохраним и в дальнейшем.

При этой операции сохраняется отношение  $\text{MgO}$  и  $\text{FeO}$ , определенное по правилу 6.

Если не хватает  $\text{SiO}_2$  для образования  $hy$  и  $ol$ , то образуем только  $ol$ , соединяя с  $\text{MgO} + \text{FeO}$  вдвое меньшее количество  $\text{SiO}_2$ .

8d. Если и для этого не хватает  $\text{SiO}_2$ , отнимаем его от  $tn$ , превращая последний в  $pf$ .

8е. Если после предыдущей операции окажется, что общего количества  $\text{SiO}_2$  недостаточно для образования (по

правилу 8а) молекул *or* и *ab*, то вместо образования *ab* вычисленное для него количество  $\text{Na}_2\text{O}$  распределяется в молекулы *ab* и *ne*, вычисляемые из следующих уравнений:

$$\begin{aligned} [ab] + [ne] &= \text{Na}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \\ 6[ab] + 2[ne] &= \text{SiO}_2 \end{aligned}$$

8f. Если количество  $\text{SiO}_2$  окажется недостаточным даже после превращения всего *ab* в *ne*, то вместо одного только *or* вычисляем *or* и *lc* или даже один только *lc*, решая такие уравнения:

$$\begin{aligned} [or] + [lc] &= \text{K}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \\ 6[or] + 4[lc] &= \text{SiO}_2 \end{aligned}$$

8g. Если не хватает  $\text{SiO}_2$  даже для соединения всего  $\text{Na}_2\text{O}$  в *ne* и всего  $\text{K}_2\text{O}$  в *lc*, то необходимо распределить  $\text{CaO}$ , вошедшее в *wo* и *di*, между ними, с одной стороны, и *cs* и *ol*, с другой. При этом могут быть два случая: 1) может быть достаточно одного перечисления *wo* в *cs*, 2) этого может оказаться недостаточным или *wo* совсем нет. Чаще бывает второй случай. Тогда по образованию *lc*, *ne*, *ap*, *ac* и *ol* по правилу 8с, а в некоторых случаях может быть также *Z* и *ns*, нужное для этого количество  $\text{SiO}_2$  вычитается из общего его количества. Из полученного остатка  $\text{SiO}_2$ , из  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}$ , отведенного для образования *di*, и из  $\text{CaO}$ , входящего в *di* и *wo*, можно вычислить число молекул *di*, *ol* и *cs*, решая следующие уравнения:

$$\begin{aligned} 2[di] + \frac{1}{2}[ol] + \frac{1}{2}[cs] &= \text{SiO}_2 \\ [di] + [ol] &= \text{MgO} + \text{FeO} \\ [di] + [cs] &= \text{CaO} \end{aligned}$$

В случае, если пересчета *wo* на *cs* достаточно для покрытия недостатка  $\text{SiO}_2$ , то *di* остается неприкосновенным, и недостаток кремнекислоты покрывается пересчетом части или всего *wo* в *cs*.

8h. В крайне редких случаях, когда после всех указанных пересчетов все-таки  $\text{SiO}_2$  недостаточно для образования *lc*, приходится *lc* частью заменять *kp*. Количества *lc* и *kp* при этом получают из уравнений:

$$\begin{aligned} [lc] + [kp] &= \text{K}_2\text{O} \\ 4[lc] + 2[kp] &= \text{SiO}_2 \end{aligned}$$

где  $\text{SiO}_2$  представляет то его количество, которое остается для образования *lc* и *kp*.

9. Распределив  $\text{SiO}_2$  и все остальные составные части породы в нормативные молекулы, вычисляют количество последних в весовых процентах, для чего служат специальные таблицы, помещенные ниже (стр. 63—80). Таким образом получается виртуальный состав.

Недавно предложено внести некоторые видоизменения в расчеты виртуального состава. Барт предлагает вместо вычисления *di*, *hy* и *ol* заменить их *wo*, *en* ( $= \text{MgSiO}_3$ ), *hy* (понимая под последним не  $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ , а  $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ), *fo* ( $= \text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) и *fa* ( $= \text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ). Этим устраняется смешение  $\text{Fe}''$  и  $\text{Mg}$ , бывшее в первоначальной системе. Тилли считает нерациональным исключение *di*, но за разделение  $\text{Fe}$  и  $\text{Mg}$ . Вашингтон, единственный остающийся в живых автор системы С. I. P. W., соглашается с этим разделением, предлагая вместо „*hy*“ Барта обозначение *fs* (ферросиликат  $\text{FeSiO}_3$ ).

Как видим, эти нововведения не меняют существа вычисления виртуального состава.

### Символ состава и схема классификации С. I. P. W.

Из виртуального состава вычисляется символ состава породы, который и определяет ее положение в классификации. Этот символ находится таким образом.

Прежде всего определяется класс по величине отношения SAL к FEM,—таких классов пять. В первых трех, у которых отношение SAL:FEM больше  $\frac{3}{5}$ , деление на порядки определяется отношением салических нормативных молекул. В классах IV и V порядки определяются соотношением фемических нормативных молекул. Дальше определяются ранги: в первых трех классах ранги определяются отношением молекулярных количеств щелочей и извести, входящей в салические элементы, а в классах IV и V ранги определяются отношением  $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O}:\text{CaO}$ , входящих в фемические составные части.

Наконец субранги первых трех классов определяются молекулярными отношениями  $\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$  салических элементов и в двух последних классах отношением  $\text{MgO}:\text{FeO}$  элементов фемических.

Пределы величин отношений при всех этих подразделениях принимаются одинаковыми, именно: 7:1; 5:3; 3:5; 1:7, или в десятичных дробях 7,00; 1,33; 0,66; 0,14, т. е. пределы содержаний групп минеральных молекул в процентах: 100—87,5%; 87,5—62,5%; 62,5—37,5%; 37,5—12,5% и 12,5—0%. Графически это изображается схемой рис. 1.

Рис. 2.

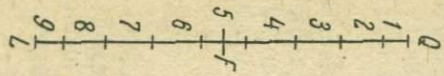


Рис. 1.

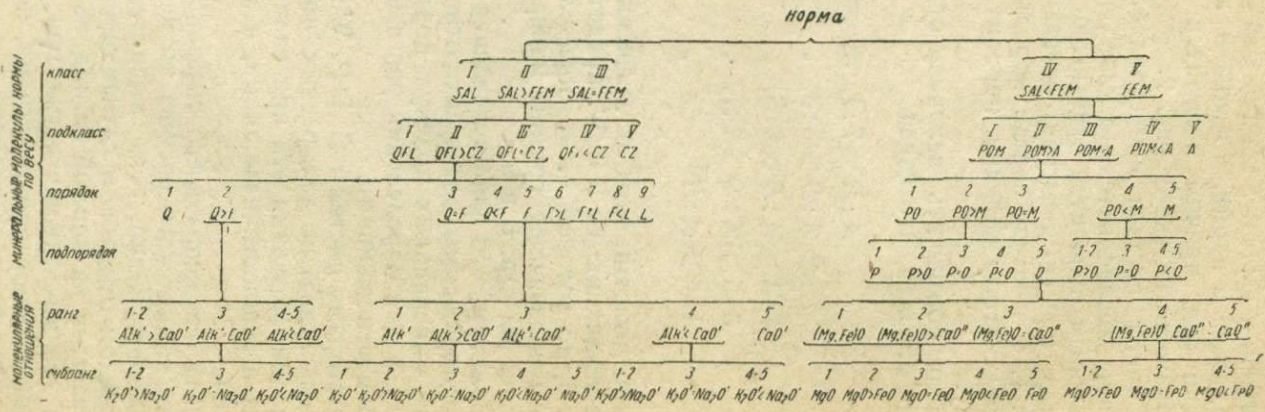
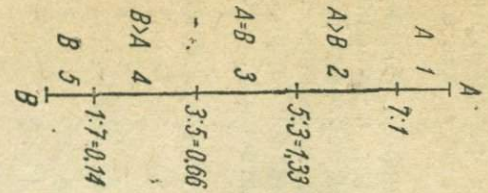


Рис. 3.

Для классов I, II и III деление на порядки основано на отношении  $Q:F$  и  $F:L$ ; так как  $Q$  и  $L$  совместно не могут находиться в норме, то можно все порядки расположить в один ряд, причем получится девять порядков, как это изображено на схеме рис. 2.

Символ состава представляет четыре цифры, показывающие последовательно класс, порядок, ранг и субранг, к которым относится данный состав; при этом первая цифра (номер класса) римская, остальные—арабские. Например: II. 5. 1. 4 означает состав породы, относящийся к второму классу, пятому порядку, первому рангу и четвертому субрангу.

Если обозначить величину отношения  $A:B$  сокращенно таким образом, что когда

$$\begin{array}{l}
 A:B > 7:1, \text{ то ставим знак } A \\
 7 > A:B > 5:3, \text{ " " " } A > B \\
 5:3 > A:B > 3:5, \text{ " " " } A = B \\
 3:5 > A:B > 1:7, \text{ " " " } B > A \\
 1:7 > A:B \text{ " " " } B
 \end{array}$$

то при помощи этих обозначений можно количественную классификацию С. I. P. W. представить тоже в виде схемы рис. 3, по которой легко определить символ. В этой схеме буквы обозначают группы минеральных молекул, согласно таблице на стр. 8 и 9.

Заметим, что для определения класса, подкласса, порядка и подпорядка мы пользуемся отношениями в весовых количествах минеральных молекул нормы („нормативных минералов“), а для определения ранга и субранга молекулярными отношениями.

Авторами системы С. I. P. W. были предложены специальные названия для разных подразделений этой классификации. Названия эти при наличии символа состава являются в сущности излишними, и приводить их мы здесь не будем.

Для пояснения всего сказанного приводим примеры расчета химического состава по методу С. I. P. W. Из этих примеров видно, что вычисление виртуального состава в каждом отдельном случае гораздо проще, чем это может показаться на первый взгляд из изложенных выше правил для его вычисления, и уже при самом небольшом навыке и при пользовании таблицами, помещенными в дальнейшем, отнимает немного времени.

1. Гранит. Исполиновые горы

~~9023~~ 8310

2 Пересчет хим. анализов.

	Вес. содерж. (в %)	Молек. кол. 1	<i>or</i>	<i>ab</i>	<i>an</i>	<i>mt</i>	<i>di</i>	<i>hy</i>	<i>Q</i>	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	71,53	1192	252	252	98	—	16	33	541	$\frac{SAL}{FEM} = \frac{91,5}{6,8} = 13,4$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13,55	133	42	42	49	—	—	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,20	007	—	—	—	7	—	—	—	$\frac{Q}{F} = \frac{32,5}{69} = 0,55$
FeO . . . . .	0,88	012	—	—	—	7	1	4	—	
MgO . . . . .	1,45	036	—	—	—	—	7	29	—	$\frac{Alk'}{CaO'} = \frac{84}{49} = 1,71$
CaO . . . . .	3,21	057	—	—	49	—	8	—	—	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,61	042	—	42	—	—	—	—	—	$\frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{42}{42} = 1$
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,95	042	42	—	—	—	—	—	—	
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,75	—	—	—	—	—	—	—	—	Символ 1·4·2·3
Сумма . . . . .	100,13	—	23,4	22,0	13,6	1,6	<i>wo</i> 0,93 <i>en</i> 0,70 <i>fs</i> 0,13 <i>di</i> 1,8	<i>en</i> 2,9 <i>fs</i> 0,13 <i>hy</i> 3,4	—	

32.4



Нули перед запятой при этом отбрасываются.

## 2. Диорит. Крэзи Маунтинс

	Вес. содерж. (в %)	Молек. кол.	<i>il</i>	<i>ap</i>	<i>or</i>	<i>ab</i>	<i>an</i>	<i>mt</i>	<i>di</i>	<i>hy</i>	<i>ol</i>	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	50,73	846	—	—	120	390	222	—	52	37	25	SAL = $\frac{76,1}{23,1} = 3,27$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	19,99	196	—	—	20	65	111	—	—	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,20	020	—	—	—	—	—	20	—	—	—	Alk' = $\frac{85}{111} = 0,77$
FeO . . . . .	4,66	066	20	—	—	—	—	20	6	9	11	
MgO . . . . .	3,48	087	—	—	—	—	—	—	20	28	39	K <sub>2</sub> O = $\frac{20}{65} = 0,31$
CaO . . . . .	8,55	155	—	18	—	—	111	—	26	—	—	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4,03	065	—	—	—	65	—	—	—	—	—	Символ II · 5 · 3 · 4
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,89	020	—	—	20	—	—	—	—	—	—	
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,59	020	20	—	—	—	—	—	—	—	—	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,81	006	—	6	—	—	—	—	—	—	—	
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Сумма . . . . .	99,70	—	3,0	2,0	11,1	34,1	30,9	4,6	<i>wo</i> 3,02	<i>en</i> 2,80	<i>fo</i> 2,67	
	98,6					16,1	65%		<i>en</i> 2,0	<i>fs</i> 1,19	<i>fa</i> 1,03	
	94,37					8,57			<i>fs</i> 0,79	<i>hy</i> 4,0	<i>ol</i> 3,7	
									<i>di</i> 5,8			

После образования *di* остается  
откуда следует:

$$\text{MgO} + \text{FeO} = 87; \text{SiO}_2 = 62$$

$$[\text{hy}] + [\text{ol}] = 87; [\text{hy}] + \frac{[\text{ol}]}{2} = 62$$

$$[\text{hy}] = 37; [\text{ol}] = 50$$

13,5

### 3. Сиенит-пегматит. Стокзунд, Норвегия

	Вес. содерж. (в %)	Молек. кол.	or	ab	ne	an	mt	di	ol	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	53,81	897	294	420	110	38	—	24	10	$\frac{SAL}{FEM} = \frac{84,8}{13,4} = 6,33$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	19,69	193	49	70	55	19	—	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,20	039	—	—	—	—	39	—	—	$\frac{L}{F} = \frac{15,6}{63,9} = 0,24$
FeO . . . . .	3,63	050	—	—	—	—	39	4	7	
MgO . . . . .	0,85	021	—	—	—	—	—	8	13	$\frac{Alk'}{CaO'} = \frac{174}{19} = 9,17$
CaO . . . . .	1,73	031	—	—	—	19	—	12	—	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	7,77	125	—	70	55	—	—	—	—	$\frac{K_2O}{Na_2O} = \frac{49}{125} = 0,39$
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,58	049	49	—	—	—	—	—	—	
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,52	—	—	—	—	—	—	—	—	
Сумма . . . . .	99,78	—	27,2	36,7	15,6	5,3	9,1	wo 1,39 en 0,80 fs 0,53 di 2,7	fo 0,91 fa 0,71 ol 1,6	Символ (I) II · 6 · 1 · 4

После образования *or* остаток SiO<sub>2</sub> = 603; его недостает для образования *ab* из всего Na<sub>2</sub>O (125 × 6 = 800), следовательно в виртуальном составе будет *ne*. После образования *an*, *di* и *ol* остается SiO<sub>2</sub> = 531; количества *ab* и *ne* найдутся из уравнений

$$[ab] + [ne] = 125; \quad 6[ab] + 2[ne] = 531$$

откуда

$$[ab] = 70 \quad \text{и} \quad [ne] = 55$$

## 4. Лейцитовый базанит. Лава Везувия, 1872 г.

	Вес. содерж. (в %)	Молек. кол.	<i>ap</i>	<i>or</i>	<i>lc</i>	<i>ne</i>	<i>an</i>	<i>mt</i>	<i>di</i>	<i>ol</i>	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	47,65	794	—	144	224	90	128	—	170	37	SAL = 68,3 FEM = 30,9 = 2,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	19,28	189	—	24	56	45	64	—	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,63	016	—	—	—	—	—	16	—	—	L = 37,2 F = 31,1 = 1,19
FeO . . . . .	6,48	090	—	—	—	—	—	16	40	34	
MgO . . . . .	3,40	085	—	—	—	—	—	—	45	40	Alk' = 125 CaO' = 64 = 1,95
CaO . . . . .	9,01	161	12	—	—	—	64	—	85	—	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,78	045	—	—	—	45	—	—	—	—	K <sub>2</sub> O = 80 Na <sub>2</sub> O = 45 = 1,78
K <sub>2</sub> O . . . . .	7,47	080	—	24	56	—	—	—	—	—	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,50	004	4	—	—	—	—	—	—	—	Символ II · 7 · 2 · 2
H <sub>2</sub> O . . . . .	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Сумма . . . . .	99,44	—	1,3	13,3	24,4	12,8	17,8	3,7	<i>wo</i> 9,8 <i>en</i> 4,5 <i>fs</i> 5,3 <i>di</i> 19,6	<i>fo</i> 2,8 <i>fa</i> 3,5 <i>ol</i> 6,3	

Для образования щелочных алюмосиликатов пойдет 125 молекул Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 64 останется на *an*, который возьмет 128 SiO<sub>2</sub>, — остается 666 SiO<sub>2</sub>. Далее, после образования *di* и *ol*, остается 458 SiO<sub>2</sub>. Этого количества хватит только, если имеем комбинацию *or*, *lc* и *ne*. Количества *or* и *lc* определяются из уравнений

$$[or] + [lc] = 80; \quad 6[or] + 4[lc] = 369$$

откуда

$$[or] = 24 \text{ и } [lc] = 56$$

## ЧИСЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ГОРНЫХ ПОРОД В ВИДЕ ТРЕХ ОТНОШЕНИЙ <sup>1</sup>

Как уже было сказано, при сравнении химического состава горных пород приходится решать вопрос не столько о тождестве двух рассматриваемых составов, сколько об их относительной близости и о том направлении, в каком один отличается от другого. Решение этой задачи получает наиболее наглядное и совершенное выражение, если мы представим каждый данный состав однозначно точкой какой-либо диаграммы. Расстояние и направление между такими „фигуративными“ точками (точками, изображающими данный состав) двух сравниваемых составов дают определенный ответ на стоящий перед нами вопрос.

Самое собой понятно, что мы должны стремиться выразить в нашей диаграмме наибольшее количество признаков данного состава. На плоской диаграмме каждая точка определяется двумя независимыми переменными, или, другими словами, на плоской диаграмме можно изобразить два отношения трех групп окислов, входящих в состав породы, как это имеет место, например, в известных диаграммах Озанна. Переходя к пространственной диаграмме, мы число групп окислов можем увеличить до четырех, и это, как увидим, представляет большие преимущества при сравнении химических составов пород с помощью таких диаграмм.

Дальнейшее увеличение числа отношений групп окислов, которыми мы заменяем непосредственные цифры анализа, уже не позволяет изображать сравниваемые составы в виде точек диаграммы и потому для этой цели не может быть признано рациональным. По этим соображениям мы должны остановиться на таком способе сравнения химических составов, который в основе своей имеет группировку окислов, данных в химическом составе, на четыре главных группы, отношения между которыми могут быть изображены точкой пространственной диаграммы.

К способу выражения состава горной породы в виде четырехчленного символа прибегал Е. С. Федоров. В „магматической формуле“ Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, дополненной отношением  $R_2O:RO$ , также скрыты три отношения четырех независимых переменных, именно  $\overline{RO}:R_2O_3:SiO_2$  и  $R_2O:RO$ . В двух этих способах группировка окислов делается на

<sup>1</sup> А. Н. Заварицкий. Геолог. вестник, 1918—1921, т. IV.

основании валентности, что имеет явные недостатки, именно соединение между собою столь различных по своим петрохимическим свойствам окислов, как  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , а также присоединение всей  $\text{CaO}$ , из которой большая часть входит в алюмосиликат анортит, к  $\text{MgO}$  и  $\text{FeO}$ .

Уже давно эти причины заставили других авторов группировать окислы иначе, и почти во всех других системах (Мишель-Леви, Озанн, Вольф, Хоммель и др., а также в рассмотренной американской системе) мы находим разделение извести на полевошпатовую и свободную и разделение глинозема, входящего в салические элементы, от окиси железа, так или иначе причисляемой к элементам фемическим. Несомненно, такой способ расчета является более совершенным с точки зрения наиболее отчетливого выражения главных особенностей химического состава породы.

Можно сказать, что этот способ является почти общепринятым, и таким образом, применяя его, мы будем следовать примеру большинства существующих систем выражения химических составов в виде тех или иных числовых характеристик.

Некоторые авторы пользуются для характеристики химического состава горной породы более чем четырьмя числами, выводимыми из цифр непосредственного анализа. Отчасти мы это можем видеть в виртуальном составе американской системы. Затем Ниггли пользуется пятью параметрами химической характеристики, пропорциональными молекулярным количествам  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{MgO} + \text{FeO}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2$ . Не представляя больших преимуществ перед более простой системой четырех параметров, такой способ имеет большое неудобство, лишая возможности представления каждого состава на пространственной диаграмме в виде одной точки.

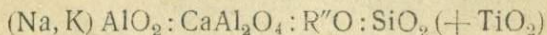
Поэтому я не могу считать рациональным увеличение числа параметров числовой характеристики свыше четырех, тем более, что те или иные четыре параметра мы находим в большинстве предложенных систем.

Не останавливаясь на рассмотрении этих систем, из которых каждая имеет свои достоинства и свои недостатки, перейдем к изложению правил пересчета анализа для получения наиболее простой числовой характеристики, состоящей из четырех чисел, которая необходима и достаточна для геометрического представления выражаемого ею химического состава в виде точки пространственной диаграммы. Из этих правил будет видно, какие небольшие изменения мы вносим в существующие системы.

## Правила пересчета анализов для получения четырех- членной числовой характеристики

### Основной принцип

Из химического состава породы вычисляются следующие молекулярные отношения:



В случае, если в породе присутствует избыток щелочей или избыток глинозема, которые не могут быть включены в написанные выше основания силикатных соединений, т. е. в первые два члена этого ряда отношений, то они причисляются к основаниям феррических соединений, т. е. к группе  $R''O$ , в которую входит и вся окись железа, перечисленная на закись.

Эти три отношения мы будем обозначать в виде непрерывного ряда  $a:c:b:s$  и вычислять их так, чтобы  $a + c + b + s = 100$ .

Можно иначе определить коэффициенты  $a, c, b, s$  таким образом:

$a$  — представляет относительное число атомов щелочных металлов, которые входят в алюмосиликаты в комбинации с атомами Al;

$c$  — относительное число атомов кальция, соединенных в алюмосиликатах с алюминием;

$b$  — относительное число всех остальных металлических атомов, не входящих в указанные группы, и за исключением атомов кремния и титана;

$s$  — относительное число атомов кремния и титана.

Все эти относительные числа выражаются в процентах, а атомы кислорода в подсчет не входят.

Может быть такой пересчет состава породы на число атомов больше отвечает представлениям о строении кристаллического вещества минералов, из которых образована горная порода. Единицами, из которых построены кристаллические пространственные решетки минералов, являются именно атомы. Выражение химического состава породы в отношениях чисел разных атомов некогда применял Розенбуш. Мы не можем теперь разделять тех теоретических представлений, из которых он исходил, и берем атомные отношения совсем из других соображений. В дальнейшем, говоря о правилах пересчета и приводя примеры, мы будем говорить об отношениях разных „молекулярных групп“, но само собой понятно, что все сказанное останется в силе, если мы перейдем к соответственным группам ато-

мов, как это только что сказано. Указанное выше определение параметров  $a$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $s$ , как некоторых групп металлических атомов, исключает всякий произвол в способе вычисления этих параметров.

#### Порядок расчета числовой характеристики

1. Перечисляем весовое процентное содержание окислов в молекулярные количества их. Для этого служат таблицы, стр. 41—53.

2. Складываем молекулярное количество  $\text{SiO}_2$  и  $\text{TiO}_2$ ; обозначим эту сумму  $S$ .

3. Берем сумму молекулярных количеств  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ . Если эта сумма меньше, чем  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , или равна этому количеству, то, удваивая сумму  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ , получаем  $A$ .

3а. Если  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3$ , то величину  $A$  получим, удваивая  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , а избыток  $\text{Na}_2\text{O}' = \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3$ , умножив на два, присоединяем к  $B$ <sup>1</sup>.

4. Берем разность  $\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ . Если она меньше или по крайней мере равна  $\text{CaO}$ , то обозначаем ее  $C$ .

4а. В случае, если  $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}$ , то  $C$  равно  $\text{CaO}$ , и в этом случае избыток  $\text{Al}_2\text{O}_3' = \text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO})$ , умножив на два, присоединяем к величине  $B$ <sup>2</sup>.

5. Удваивая количество  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и складывая его с количеством  $\text{FeO} (+ \text{MnO})$ , получаем  $\text{FeO}'$ .

6. Определяем  $\text{CaO}' = \text{CaO} - C$  (см. пункт 4).

7. Складывая  $\text{FeO}' + \text{MgO} + \text{CaO}'$ , получаем величину  $B$ . Сюда же присоединяем, как сказано, избытки  $\text{Na}_2\text{O}'$  или  $\text{Al}_2\text{O}_3'$ , полученные по пунктам 3а и 4а.

8. Приводим отношения  $A:C:B:S$  к 100 по формулам

$$a = \frac{100 \cdot A}{\Sigma}; \quad c = \frac{100 \cdot C}{\Sigma}; \quad b = \frac{100 \cdot B}{\Sigma}; \quad s = \frac{100 \cdot S}{\Sigma}$$

где  $\Sigma = A + C + B + S$ , т. е. выражаем эти отношения в процентах. Для этого перечисления служат таблицы, стр. 54—62.

Так получается основная числовая характеристика химического состава породы  $a:c:b:s$ . Кроме нее для характеристики состава породы могут служить следующие дополнительные коэффициенты или параметры:

$$t = \frac{\text{TiO}_2}{S} \cdot 100$$

<sup>1</sup> В этом случае мы назовем состав породы пересыщенным щелочами.

<sup>2</sup> В этом случае назовем состав породы пересыщенным глиноземом.

$$n = \frac{2\text{Na}_2\text{O}}{A} \cdot 100 \quad \checkmark$$

$$f' = \frac{\text{FeO}'}{B} \cdot 100 \quad \text{и} \quad \varphi = \frac{2\text{Fe}_2\text{O}_3}{B} \cdot 100 \quad \checkmark$$

$$m' = \frac{\text{MgO}^*}{B} \cdot 100$$

$$c' = \frac{\text{CaO}'}{B} \cdot 100$$

и в некоторых случаях в породах пересыщенных или щелочами, или глиноземом к ним присоединяются, как мы видели,

$$n' = \frac{2\text{Na}_2\text{O}'}{B} \cdot 100$$

или

$$\checkmark a' = \frac{2\text{Al}_2\text{O}_3'}{B} \cdot 100$$

Для пояснения способа вычисления числовых характеристик приведем следующие три примера:

### I. СОСТАВ НОРМАЛЬНОГО РЯДА

*Андезит-базальт. Лава 1909 г. Вулкан Авача на Камчатке*

	Вес. %	Молек. кол.		
SiO <sub>2</sub>	54,30	905	} 917 . . . . . (S)	
TiO <sub>2</sub>	0,98	012		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,56	172	- 061 = 111 . . . . . (C)	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,75	036	} 111	} 299 . . . . . (B)
FeO	2,70	038		
MnO	0,10	001		
MgO	5,65	141		
CaO	8,85	158	- 111 = 047	
Na <sub>2</sub> O	3,14	051	} 061	} 122 . . . . . (A)
K <sub>2</sub> O	0,93	010		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15		A = 122	a = 8,4
S	0,22		C = 111	c = 7,6
Cl	0,05		B = 299	b = 20,5
H <sub>2</sub> O	0,10		S = 917	s = 63,5
Сумма	100,48		Σ = 1449	100

От весовых процентов (I колонка) переходим к молекулярным количествам (II). Складывая SiO<sub>2</sub> + TiO<sub>2</sub>, получаем S (917). Складывая Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O, получаем молекулярное число

$R_2'OAl_2O_3$ , а так как за параметр ( $A$ ) мы берем не  $R_2'Al_2O_4$ , а  $R'AlO_2$  или, иначе, число атомов  $K$  и  $Na$ , то для получения  $A$  (122) надо сумму щелочей (61) умножить на 2. Вычитая сумму щелочей из  $Al_2O_3$ , получим  $C$  (111). Вычитая полученное молекулярное количество  $CaO \cdot Al_2O_3$ , которое есть вместе с тем молекулярное количество полевошпатовой извести, из всего молекулярного количества  $CaO$ , получим молекулярное количество свободной извести  $CaO'$  (047) (или соответственно атомов  $Ca$ ). Перечисляем  $Fe_2O_3$  на закись  $FeO$ , для чего надо это количество умножить на 2. Складывая  $FeO' + MgO + CaO$ , получим  $B$  (299). Сумма  $A + C + B + S = 1449$ .

Перечисляя относительные количества  $A, C, B$  и  $S$  в проценты („приводя сумму к 100“), получим  $a, c, b, s$ . Это перечисление удобно производить с помощью логарифмической счетной линейки, что отнимает всего 2—3 минуты времени, или же с помощью таблиц, стр. 54—62.

## II. СОСТАВ, ПЕРЕСЫЩЕННЫЙ ГЛИНОЗЕМОМ

*Андезит Мон-Пелё, извержение 1902 г. Мартиника*

Вес.	Молек.		
%	кол.		
$SiO_2$	60,60	1010	} 1018 . . . . . (S)
$TiO_2$	0,56	008	
$Al_2O_3$	18,63	182	} 182 . . . (B)
$Fe_2O_3$	1,77	011	
$FeO$	5,10	071	} 093
$MgO$	2,76	069	
$CaO$	6,52	116	. . . . . (C)
$Na_2O$	2,80	045	} 056 × 2 = 112 . . . . . (A)
$K_2O$	0,97	011	
$P_2O_5$	0,09		
Пот. при прок.	0,25		
Сумма . . .	100,05		
		$A = 112$	$a = 7,8$
		$C = 116$	$c = 8,1$
		$B = 182$	$b = 12,7$
		$S = 1018$	$s = 71,4$
		$\Sigma = 1428$	$= 100$

Как и в предыдущем случае, находим  $A$ ; после вычитания  $Al_2O_3 - (Na_2O + K_2O)$  видно, что полученная величина (126) больше  $CaO$ . В таком случае все молекулярное количество  $CaO$  (116) уйдет в  $C$ , и молекулярное количество  $CaO \cdot Al_2O_3$  будет равно 116. Остается избыток  $Al_2O_3'$ , именно разность  $126 - 116 = 010$ . Удвоенный он пойдет в  $B$  вместе с  $Fe_2O_3$ , перечисленным на  $FeO$ , с  $FeO$  и  $MgO$ . Дальнейший подсчет как в предыдущем случае.

### III. СОСТАВ, ПЕРЕСЫЩЕННЫЙ ЩЕЛОЧАМИ

*Пантеллерит. Пантеллярия. Коста Ценети*

	Вес. %	Молек. • кол.			
SiO <sub>2</sub>	64,54	1075	} 1086	.....	(S)
TiO <sub>2</sub>	0,90	011			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,49	113 × 2 = 226	} 106	.....	(A)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,14	032 × 2 = 064			
FeO	2,99	042	} 120	.....	(B)
MgO	0,89	002			
CaO	0,64	012	} 170	.....	(B)
Na <sub>2</sub> O	5,46	088			
K <sub>2</sub> O	4,66	050	} 138 - 113 = 025 × 2 = 50	.....	(B)
Пот. при прок. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,23 0,16				
	100,10		A = 226	a = 15,3	
			C = 0	c = 0	
			B = 170	b = 11,5	
			S = 1086	s = 73,2	
			Σ = 1482	100	

Сложив молекулярные количества Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O, видим, что сумма их (138) больше Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (113). Следовательно весь Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> войдет в группу R'AlO<sub>2</sub>, и молекулярное количество R'AlO<sub>2</sub> будет равно 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 226 (A). Остается еще избыток щелочей 025. Этот избыток входит в B в удвоенном количестве (— число атомов Na').

Зная основную числовую характеристику и дополнительные коэффициенты, мы очевидно можем вычислить обратно относительные весовые количества окислов, из которых мы исходим, по следующим уравнениям:

$$\text{SiO}_2 = 60 s \left( 1 - \frac{t}{100} \right)$$

$$\text{TiO}_2 = 80 s \frac{t}{100}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 102 \left( \frac{a}{2} + c + \frac{a'b}{100} \right)$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 160 \frac{\varphi b}{2 \cdot 100}$$

$$\text{FeO} = 72 \frac{\left( f' - \frac{\varphi}{2} \right) b}{100}$$

$$\text{MgO} = 40 \frac{m'b}{100}$$

$$\text{CaO} = 56 \left( c + \frac{c'b}{100} \right)$$

$$\text{Na}_2\text{O} = 62 \left( \frac{n}{100} \cdot \frac{a}{2} + \frac{n'}{100} b \right)$$

$$\text{K}_2\text{O} = 94 \left( 1 - \frac{n}{100} \right) \frac{a}{2}$$

Чтобы получить весовые проценты, надо сумму найденных относительных количеств привести к 100 — ( $\text{P}_2\text{O}_5\%$  +  $\text{H}_2\text{O}^0\%$ ), где в скобках окислы, не принимавшиеся в расчет при образовании числовой характеристики. Разумеется, вследствие накопления неточностей при пересчетах полученные цифры не будут вполне точно совпадать с исходными.

В выше рассмотренном примере III часть щелочей (натр), а в примере II часть глинозема входят в одну группу вместе с фемическими элементами Fe, Mg, Ca. Эта особенность состава выражается, как мы видели, при помощи дополнительных параметров. В первом случае в составах нормального ряда дополнительными параметрами числовой характеристики будут:

$$f', m', c'; \quad n' = a' = 0$$

Во втором, в составе пород, пересыщенных глиноземом:

$$f', m', a'; \quad c' = n' = 0$$

В третьем, в составе пород, пересыщенных щелочами:

$$f', m', c', n'; \quad a' = 0$$

Ниже для общей ориентировки приведена таблица числовых характеристик как основных, так и дополнительных, для средних составов главнейших типов изверженных пород, а также даны и эти средние составы в весовых процентах (табл. IV, 1 стр. 82—84).

Дальше даны в таблицах IV, 2—8, стр. 84—109 основные числовые характеристики различных химических типов изверженных горных пород, как эти типы выделяются разными авторами. Пользуясь этими таблицами, можно, перечислив состав какой-либо изучаемой породы по предлагаемому нами способу, сравнивать его с разными типами различных авторов, а также и эти последние между собою.

Сопоставление всех этих типов и подробное изложение его выходит за рамки настоящей книги. Не останавливаясь на нем, можно только указать, что в результате такого

сопоставления и критического разбора таких типов можно было установить некоторые средние, повидимому более отвечающие всей совокупности данных. Числовые характеристики этих средних даны в табл. 8, стр. 107—109 и эти же средние представлены в виде диаграммы на отдельном листе в приложении. О пользовании этой диаграммой будет сказано дальше.

Кроме основной числовой характеристики химического состава ( $a:c:b:s$ ) и дополнительных параметров, некоторые особенности химического состава могут быть выражены при помощи производных параметров, получаемых из основной характеристики и дополнительных параметров. Наиболее важным является число

$$Q = s - (3a + 2c + b)$$

Оно очевидно выражает минимальный избыток свободной кремнекислоты в породе, если оно положительное, и недостаток, если оно отрицательное. Это число может быть мерилем „кислотности“ породы. По величине его мы разделяем составы на пересыщенные ( $Q > 0$ ), насыщенные ( $Q = 0$ ) и ненасыщенные ( $Q < 0$ ).

## ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ И ЕЕ СВОЙСТВА

§ 1. Если охарактеризовать химический состав горной породы отношением четырех чисел, то, как уже сказано, эти отношения можно однозначно изобразить точкой („фигуративная точка“) пространственной диаграммы (стереограммы). Так как выбранные четыре числа выражают относительные количества некоторых составных частей породы, в нашем случае относительные числа атомов разного рода, то всего удобнее воспользоваться тем типом диаграммы, с которым мы привыкли иметь дело при изображении состава на диаграммах физической химии. Там применяют систему так называемых барицентрических координат, т. е. на этих диаграммах точка, изображающая состав из четырех компонентов, взятых в отношении  $a:c:b:s$ , находится как центр тяжести четырех весов, равных данным количествам и приложенных в разных четырех, не лежащих в одной плоскости, точках пространства; каждая из этих четырех точек является точкой, изображающей тот или иной из этих компонентов.

Обыкновенно при изображении четырехкомпонентных систем за четыре начальные точки берут вершины правильного тетраэдра, но можно взять четыре любые точки, не

лежащие в одной плоскости, и мы увидим, что для нас именно выгодно перейти от правильного тетраэдра к несколько иной фигуре.

Понятно, что на том же тетраэдре или другой фигуре можно представить также составы и породообразующих минералов (рис. 4). Для теоретических составов минералов или минеральных молекул виртуального состава (нормы) породы мы имеем очевидно такие отношения параметров характеристики:

	$a : c : b : s$		$a : c : b : s$
Кварц . . . . .	0:0:0:1	Метасиликаты (пироксены и амфиболы, включая и шесточные) . . . . .	0:0:1:1
Ортоклаз и альбит . . . . .	1:0:0:3	Оливины . . . . .	0:0:2:1
Анортит . . . . .	0:1:0:2	Слюды (приблизительно) . . . . .	1:0:3:3
Нефелин . . . . .	1:0:0:1	Рудные минералы и корунд . . . . .	0:0:1:0
Лейцит . . . . .	1:0:0:2		

Для действительных минералов сложного состава, особенно пироксенов, амфиболов и слюд, разумеется мы имеем значительные отклонения от этих теоретических отношений.

Наиболее распространенные отклонения параметров числовой характеристики для этих минералов укладываются приблизительно в такие пределы:

	$a$	$c$	$b$	$s$
Слюды . . . . .	9,2—17,2	0—0,7	33,4—47,9	38,9—46,3
Роговые обманки . . . . .	2,1—10,8	0—6,0	36,5—50,0	41,3—51,7
Пироксены . . . . .	0—5,0	0—4,4	44,3—52,2	46,2—51,8

На тетраэдре фигуративные точки теоретических составов главных минералов располагаются как указано на рис. 4.

§ 2. Удобно, как сказано, вместо тетраэдра воспользоваться несколько иным изображением. Мы его получим таким образом. Ребра  $SA$ ,  $SC$  и  $SB$  расположим под прямым углом друг к другу, сохраняя равенство их длины, и длину каждого из этих ребер примем равной 100. Получим фигуру, как на рис. 5, с прямоугольными осями координат  $SA$ ,  $SC$  и  $SB$ .

Удобство этой диаграммы заключается в следующем.

Мы условились, что наша диаграмма барицентрическая, т. е. положение точки состава с числовой характеристикой ( $a : c : b : s$ ) определяется как центр тяжести таких весов, приложенных в вершинах фигуры: веса  $a$  в вершине  $A$ ,  $c$ —в  $C$ ,  $b$ —в  $B$  и  $s$  в  $S$ . Мы раньше условились также вычислять  $a$ ,  $c$ ,  $b$  и  $s$  таким образом, что сумма  $a + c + b + s = 100$ . Величина равнодействующего веса, приложен-

ного в точке  $P = a + c + b + s = 100$ . Воспользуемся теперь известной теоремой статики о моментах сил равнодействующей и слагаемых относительно плоскостей и возьмем моменты относительно плоскости  $BSC$ . Если расстояние точки  $P$  от этой плоскости  $x$ , то момент равнодействующей силы будет  $(a + c + b + s) \cdot x = 100 \cdot x$ . Он равен сумме моментов составляющих сил; эти моменты таковы:  $a \cdot SA = a \cdot 100$ , ибо  $SA = 100$ ;  $c \cdot 0$  и  $b \cdot 0$ , таким образом  $100x = a \cdot 100$ , т. е.  $x = a$ . Следовательно при принятом способе изображения состава с числовой характеристикой  $(a:c:b:s)$  координатами точки  $P$ , принимая ребра фигуры за прямоугольные координаты оси, будут сами параметры числовой характеристики  $a$ ,  $c$  и  $b$ . Нахождение точки по ее координатам при прямоугольной системе координат является наиболее простой операцией, а изображение этой точки на чертеже может быть сделано самими элементарными приемами в виде проекций на плоскости  $ASB$  и  $CSB$ , — так, как это мы делаем в начертательной геометрии, развертывая плоскости  $ASB$  и  $CSB$  на плоскость чертежа, как это показано на рис. 6.

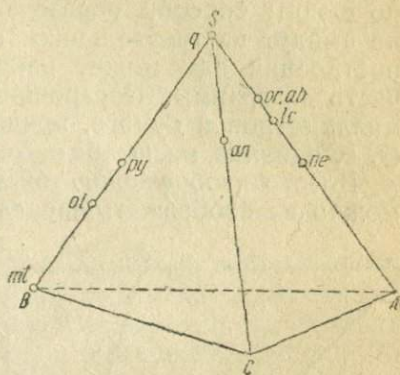


Рис. 4. *q* — кварц, *or, ab* — ортоклаз, альбит, *lc* — лейцит, *pe* — нефелин, *an* — анортит, *py* — пироксены (метасиликаты), *ol* — оливин, *mt* — магнетит (свободные окислы).

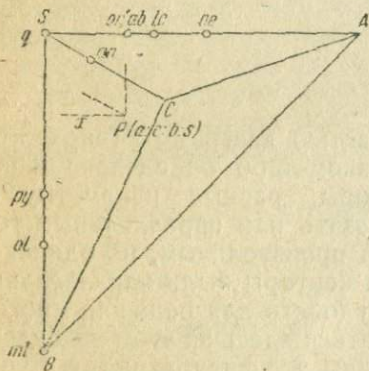


Рис. 5.

Каждая точка изобразится в виде двух проекций  $P_1$  и  $P_2$ , причем  $SR = b$ ;  $P_1R = a$ ,  $P_2R = c$ . Нетрудно найти построением и величину  $s$ ; для этого проведем из точки  $P_1$  прямую  $P_1T$  под углом  $45^\circ$  к осям координат (или отложим  $RT = P_1R$ ) и затем отложим отрезок  $TU = P_2R$ <sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Можно сразу отложить  $RU = P_1P_2$ .

тогда имеем  $SR = b$ ;  $RT = P_1R = a$ ;  $TU = c$ , а так как  $s = 100 - (a + c + b)$  и мы взяли  $SB = 100$ , то  $s = SB - [SR + RT + TU] = UB$ .

Заметим, что все фигуративные точки минералов и пород, по самому способу образования числовой характеристики, не выйдут из треугольника  $an-ne-mt$ , и следовательно для построений нам может понадобиться только центральная часть диаграммы. Построение удобно делать на клетчатой миллиметровой бумаге, приняв длину оси  $BS$  равной 50 см (т. е. единица масштаба = 5 мм).

Вместо изображения точек двумя проекциями ( $P_1$  и  $P_2$ ) можно их изображать параллельными векторами; для этого

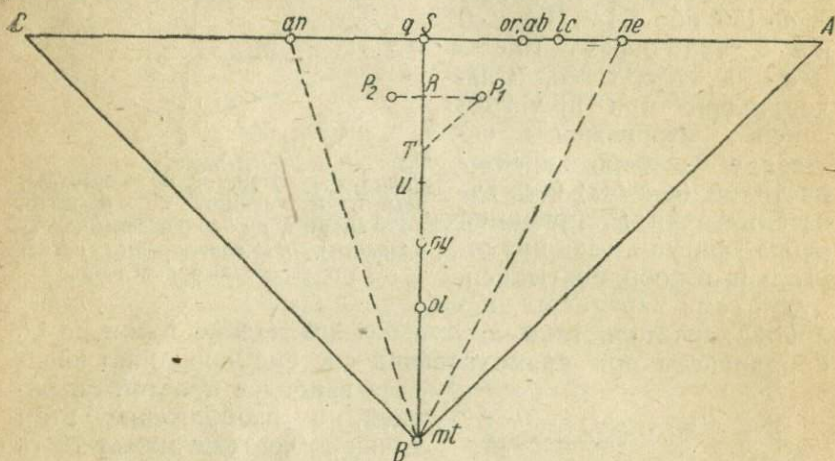


Рис. 6.

можно ограничиться правой частью диаграммы (вправо от  $BS$ ). Из каждой точки  $P_1$  в каком-либо определенном направлении откладываем векторы, равные параметру  $c$ . Направление векторов можно взять или параллельным той или другой оси координат, или произвольным, но одинаковым для всех точек, так чтобы векторы были параллельны. Этот прием представляет ряд удобств для решения многих задач построением; останавливаться здесь на этом не будем.

§ 3. Из рисунков 4 и 5 мы видим, что фигуративные точки минеральных молекул виртуального состава находятся на координатных осях, к которым отнесены фигуративные точки пород. Представляя породы как смесь таких минеральных молекул, мы можем находить точки составов пород как центры тяжести весов, пропорциональных молекулярным количествам минеральных молекул виртуального состава

и приложенных в соответствующих изображающих их точках; обратно, зная положение точки породы, можно определять относительные количества минеральных молекул.

По расположению точек минеральных молекул на координатных осях диаграммы этим осям можно дать такие названия:  $SA$  — щелочная ось,  $SC$  — анортитовая ось и  $SB$  — фемическая ось. Координатным плоскостям  $SAB$  и  $SCB$  можно тоже дать соответственно названия щелочной и известковистой. Таким образом можно сказать, что изображение точек пространственной диаграммы мы даем в виде двух проекций на щелочную и известковистую координатные плоскости этой диаграммы.

Если мы проведем плоскости через фигуративные точки минеральных молекул, мы разделим всю область диаграммы, занятую фигуративными точками составов пород, на части и таким образом можем разбить и химические составы на группы, которые могут уже быть приняты за классификационные подразделения всей совокупности разных составов.

Наиболее важной плоскостью является плоскость:

1) *or-an-py*; для нее имеет место равенство:

$$s - (3a + 2c + b) = 0$$

Горные породы, фигуративные точки которых попадают на эту плоскость или близки к ней, являются насыщенными кремнекислотой; точки, лежащие от этой плоскости в сторону начала координат (вершины  $S$  или  $q$ ), отвечают пересыщенным кремнекислотой породам, в противоположную сторону от этой плоскости уклоняются точки ненасыщенных кремнеземом пород.

Для дальнейшего подразделения ненасыщенных пород можно воспользоваться плоскостями

2) *ol-an-ab*, для которой  $s - \left(3a + 2c + \frac{b}{2}\right) = 0$

3) *ol-an-lc*, „ „  $s - \left(2a + 2c + \frac{b}{2}\right) = 0$

Наконец, за плоскость

4) *ol-an-ne*, для которой  $s - \left(a + 2c + \frac{b}{2}\right) = 0$

могут выйти только очень редкие типы.

Пределом всех вообще фигуративных точек является плоскость

5) *an-ne-mt*, для которой  $s - (a + 2c) = 0$ .

Второй ряд подразделений может быть сделан плоскостями, проходящими через ребро (ось)  $SB$ , т. е. через фемическую ось.

ческую ось. Каждая из таких плоскостей определяется величиной отношения  $a:c$ .

Графическое изображение составов пород в виде точек имеет огромное преимущество: оно позволяет сразу видеть относительную близость и взаимные отношения сравниваемых составов с точки зрения тех признаков, которые приняты за главные (в нашем случае отношения  $a:c:b:s$ ). Оно позволяет сразу же находить графически гораздо быстрее, чем сравнением цифр, какая порода является наиболее близкой к данной в отношении всех четырех основных признаков. Наконец, изображая графически состав породы одной точкой в пространстве, мы можем комплексы пород представлять системами точек и сравнивать эти системы и наглядно, и в то же время в количественных отношениях. При этом все арифметические подсчеты заменяются простейшими графическими операциями: проведением прямых и отысканием отношений отрезков.

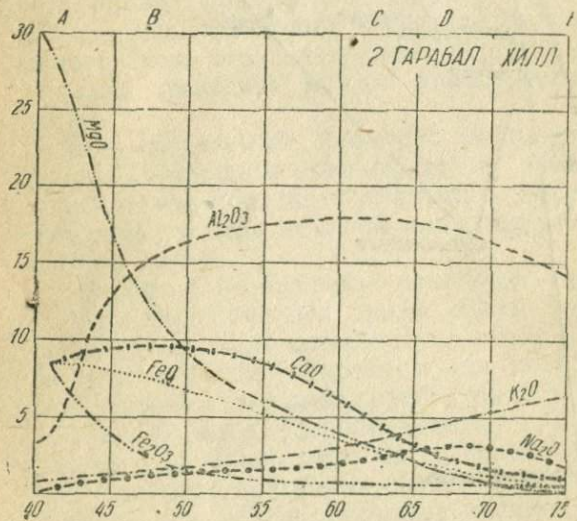
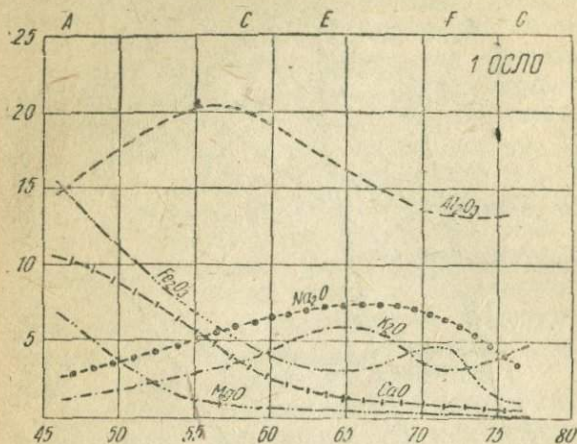
§ 4. Очень важной задачей петрологии является изучение естественных ассоциаций или комплексов изверженных горных пород. При этом с одной стороны возникает вопрос о характере изменений в составе пород при переходе от одного члена серии к другому, с другой—возникает необходимость сравнения между собою различных ассоциаций пород.

Если изучаемый комплекс пород представляет серию или ряд отдельных членов, то их соседние фигуративные точки можно соединить прямыми и получить вариационную диаграмму в виде ломаной или плавной линии (вариационная линия).

На рис. 7 изображены некоторые серии горных пород в виде вариационных линий. Взяты те примеры, которые приводит в своей классической книге „The Natural History of Igneous Rocks“ Харкер, и для которых он дает там вариационные диаграммы другого типа. Эти вариационные диаграммы Харкера воспроизведены в уменьшенном виде на рис. 8. При принятом у нас способе изображения каждая вариационная диаграмма заменяется одной ломаной линией. Правда, эта линия выражает изменение только тех отношений групп атомов (или окислов), которые приняты нами за главную или основную числовую характеристику состава; для того чтобы сравнивать такие отношения, как например  $K:Na$  или  $Mg:Ca$ , необходимо пользоваться и дополнительными коэффициентами, но для общего наглядного сравнения серий пород все же изображение каждой серии одной только линией и, следовательно, необходимое сокращение числа отношений дает большое преимущество. Об этом



можно судить, сравнивая рис. 8, где изображены рядом все вариационные диаграммы Харкера для тех же серий, с рис. 7, где эти серии изображены по принятому нами способу в виде линий.



Вариационные диаграммы рис. 8 строятся таким образом: на оси абсцисс откладывается содержание  $\text{SiO}_2$  для каждой породы и по оси ординат содержание других окислов этой породы; точки, отвечающие одним и тем же окислам, соединяются линиями. Сравнение двух каких-нибудь серий сводится к сравнению двух отдельных диаграмм, состоящих каждая из ряда линий. Уже это сопоставление является мало наглядным, и приходится делать ряд отдельных сравнений линий, взятых по-

парно, и т. д.<sup>1</sup> Если же имеется ряд серий, то задача становится еще гораздо более сложной, тогда как линии рис. 7 дают ясное и отчетливое представление о самых существенных особенностях породы. Совершенно определенно

<sup>1</sup> Пример такого рода рассмотрения вариационных диаграмм: А. М. Реасоск. Classification of Igneous Rocks Series. Journ. of Geol., XXXIX, № 1.

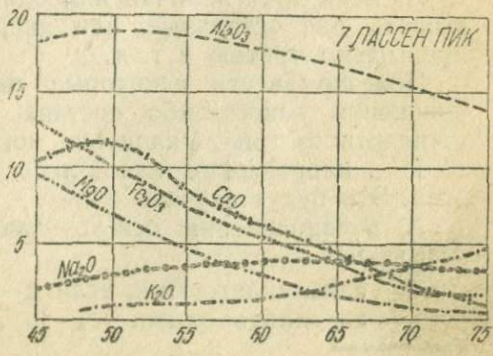
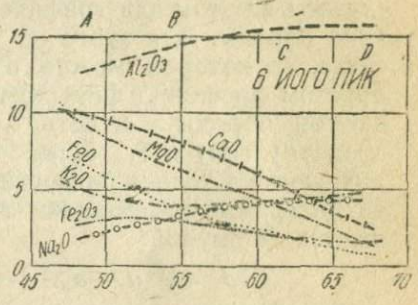
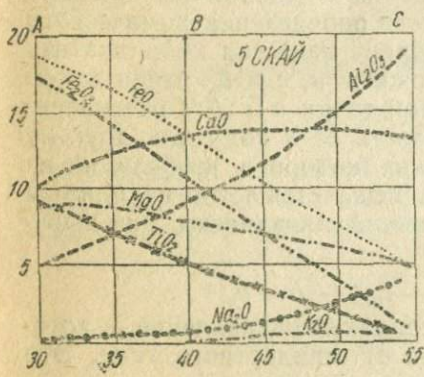
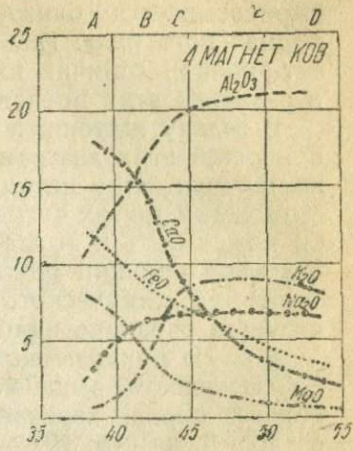
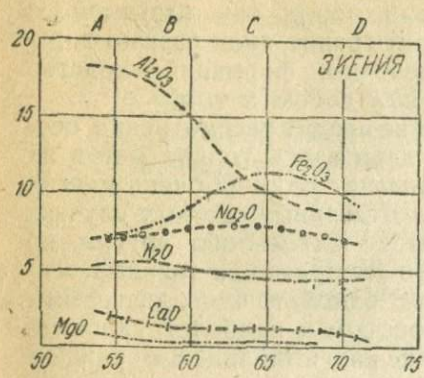


Рис. 8. Вариационные диаграммы Харкера для различных серий изверженных горных пород (для сравнения с диаграммой рис. 7. Каждой отдельной диаграмме рис. 8 соответствует одна линия на диаграмме рис. 7, представленная там двумя проекциями: 1) на плоскость ASB и 2) на плоскость CSB, развернутые на плоскость чертежа).

вырисовывается близость серий пород так называемого нормального ряда: габбро-диорит-гранит (или базальт-андезит-риолит), отличие их от щелочных формаций, сходство и различие этих последних между собою и т. д.

В задачу настоящей книжки не входит рассмотрение особенностей этих диаграмм. Мы даем здесь только метод их построения. Этот метод представляет один из очень многих возможных других методов, и в отдельных частных случаях он может быть с выгодой заменен каким-либо другим, но основной принцип однозначного изображения главных особенностей химического состава одной точкой диаграммы является очевидно наиболее простым и наиболее удобным.

§ 5. На приложенной в конце книги таблице изображены по изложенному выше методу фигуративные точки составов горных пород, характеристики которых приведены ниже в табл. 8, на стр. 107—109.

Данная в приложении таблица (на отдельном листе) может служить ключом для графического определения химического типа породы. Для этого на таблице нанесена координатная сетка, по которой можно отложить  $a$ ,  $c$  и  $b$ , найти таким образом проекцию фигуративной точки  $a:c:b:s$  рассматриваемой породы и видеть близость ее к тому или другому среднему типу  $a_0:c_0:b_0:s_0$ , точка которого изображена на диаграмме. Степень близости определяется легко находимым на диаграмме расстоянием точек. Аналитически она выражается формулой:

$$d = \sqrt{(a - a_0)^2 + (c - c_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

Существенное значение имеет также направление, в котором данный состав уклоняется от стандартного типа. Это направление определяется отношениями:

$$(a - a_0) : (c - c_0) : (b - b_0)$$

Из этих трех величин или одна может значительно превышать две остальные, или две, будучи почти равными, превышают третью и т. д.

Полезно ввести некоторые термины для обозначения уклонений какого-либо состава породы от ближайшего стандартного типа. Уклонения могут быть:

1) в направлении какой-либо одной из координатных осей. Это будут случаи:

А) в направлении оси  $a$  — такие уклонения мы будем называть<sup>1</sup>

алкалিপлетовыми, если  $a - a_0$  положительно,  
алкалিপтоховыми „ „ отрицательно;

<sup>1</sup> От греческих корней πληθω — переполняю; πτωχός — нищий, бедный.

- В) в направлении оси  $b$  — такие породы будут называться фемиплетовыми, если  $b - b_0$  положительно, фемиптоховыми „ „ отрицательно;
- С) в направлении оси  $c$  — такие породы будут кальциплетовыми, если  $c - c_0$  положительно, кальциптоховыми „ „ отрицательно;

2) в случае, если имеется уклонение в двух направлениях, можно пользоваться соответственным двойным термином.

*Пример.* Основная числовая характеристика лампрофировой жильной породы с г. Магнитной такова:

$$a : c : b : s = 11,8 : 4,2 : 22,7 : 61,7$$

Нанеся ее на диаграмму данной в конце этой книжки таблицы, увидим, что она всего ближе к типу диоритового лампрофира (89), для которого соответственные отношения будут

$$12 : 5 : 21 : 62;$$

уклонение измеряется величиною

$$d = \sqrt{0,2^2 + 0,8^2 + 1,7^2} = 1,9$$

наибольшей величиной является  $b - b_0$  с положительным знаком. Мы имеем состав очень близкий к типу диоритового лампрофира и представляющий фемиплетовое уклонение от этого типа.

## I. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОЛИЧЕСТВ ОКИСЛОВ ИЗ ВЕСОВЫХ ПРОЦЕНТОВ

Таблицы служат для перечисления весового процентного содержания в молекулярные отношения.

Целые проценты соответственного окисла даны в первом столбце, десятые в верхней строке. Сотые берутся интерполированием. Например, надо найти молекулярное количество, отвечающее 4,36%  $\text{Na}_2\text{O}$ . В соответственной таблице (стр. 48) находим, что искомое число заключено между 0,069 и 0,071; с точностью до третьего знака можно принять его равным 0,070, или — как мы будем писать — 070 или просто 70.

Кремнекислота SiO<sub>2</sub>; молекулярный вес 60

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
35	0,583	0,585	0,586	0,588	0,590	0,591	0,593	0,595	0,596	0,598	35
36	0,600	0,601	0,603	0,605	0,606	0,608	0,610	0,611	0,613	0,615	36
37	0,616	0,618	0,620	0,621	0,623	0,625	0,626	0,628	0,630	0,631	37
38	0,633	0,635	0,636	0,638	0,640	0,641	0,643	0,645	0,646	0,648	38
39	0,650	0,651	0,653	0,655	0,656	0,658	0,660	0,661	0,663	0,665	39
40	0,666	0,668	0,670	0,671	0,673	0,675	0,676	0,678	0,680	0,681	40
41	0,683	0,685	0,686	0,688	0,690	0,691	0,693	0,695	0,696	0,698	41
42	0,700	0,701	0,703	0,705	0,706	0,708	0,710	0,711	0,713	0,715	42
43	0,716	0,718	0,720	0,721	0,723	0,725	0,726	0,728	0,730	0,731	43
44	0,733	0,735	0,736	0,738	0,740	0,741	0,743	0,745	0,746	0,748	44
45	0,750	0,751	0,753	0,755	0,756	0,758	0,760	0,761	0,763	0,765	45
46	0,766	0,768	0,770	0,771	0,773	0,775	0,776	0,778	0,780	0,781	46
47	0,783	0,785	0,786	0,788	0,790	0,791	0,793	0,795	0,796	0,798	47
48	0,800	0,801	0,803	0,805	0,806	0,808	0,810	0,811	0,813	0,815	48
49	0,816	0,818	0,820	0,821	0,823	0,825	0,826	0,828	0,830	0,831	49
50	0,833	0,835	0,836	0,838	0,840	0,841	0,843	0,845	0,846	0,848	50
51	0,850	0,851	0,853	0,855	0,856	0,858	0,860	0,861	0,863	0,865	51
52	0,866	0,868	0,870	0,871	0,873	0,875	0,876	0,878	0,880	0,881	52
53	0,883	0,885	0,886	0,888	0,890	0,891	0,893	0,895	0,896	0,898	53
54	0,900	0,901	0,903	0,905	0,906	0,908	0,910	0,911	0,913	0,915	54
55	0,916	0,918	0,920	0,921	0,923	0,925	0,926	0,928	0,930	0,931	55
56	0,933	0,935	0,936	0,938	0,940	0,941	0,943	0,945	0,946	0,948	56
57	0,950	0,951	0,953	0,955	0,956	0,958	0,960	0,961	0,963	0,965	57
58	0,966	0,968	0,970	0,971	0,973	0,975	0,976	0,978	0,980	0,981	58
59	0,983	0,985	0,986	0,988	0,990	0,991	0,993	0,995	0,996	0,998	59
60	1,000	1,001	1,003	1,005	1,006	1,008	1,010	1,011	1,013	1,015	60
61	1,016	1,018	1,020	1,021	1,023	1,025	1,026	1,028	1,030	1,031	61
62	1,033	1,035	1,036	1,038	1,040	1,041	1,043	1,045	1,046	1,048	62
63	1,050	1,051	1,053	1,055	1,056	1,058	1,060	1,061	1,063	1,065	63
64	1,066	1,068	1,070	1,071	1,073	1,075	1,076	1,078	1,080	1,081	64
65	1,083	1,085	1,086	1,088	1,090	1,091	1,093	1,095	1,096	1,098	65
66	1,100	1,101	1,103	1,105	1,106	1,108	1,110	1,111	1,113	1,115	66
67	1,116	1,118	1,120	1,121	1,123	1,125	1,126	1,128	1,130	1,131	67
68	1,133	1,135	1,136	1,138	1,140	1,141	1,143	1,145	1,146	1,148	68
69	1,150	1,151	1,153	1,155	1,156	1,158	1,160	1,161	1,163	1,165	69
70	1,166	1,168	1,170	1,171	1,173	1,175	1,176	1,178	1,180	1,181	70
71	1,183	1,185	1,186	1,188	1,190	1,191	1,193	1,195	1,196	1,198	71
72	1,200	1,201	1,203	1,205	1,206	1,208	1,210	1,211	1,213	1,215	72
73	1,216	1,218	1,220	1,221	1,223	1,225	1,226	1,228	1,230	1,231	73
74	1,233	1,235	1,236	1,238	1,240	1,241	1,243	1,245	1,246	1,248	74
75	1,250	1,251	1,253	1,255	1,256	1,258	1,260	1,261	1,263	1,265	75
76	1,266	1,268	1,270	1,271	1,273	1,275	1,276	1,278	1,280	1,281	76
77	1,283	1,285	1,286	1,288	1,290	1,291	1,293	1,295	1,296	1,298	77

Глинозем  $Al_2O_3$ ; молекулярный вес 102

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0
1	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	1
2	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,025	0,025	0,026	0,027	0,028	2
3	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037	0,038	3
4	0,039	0,040	0,041	0,042	0,043	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	4
5	0,049	0,050	0,051	0,052	0,053	0,054	0,055	0,056	0,057	0,058	5
6	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,066	0,067	0,068	6
7	0,069	0,070	0,071	0,072	0,073	0,074	0,075	0,075	0,076	0,077	7
8	0,078	0,079	0,080	0,081	0,082	0,083	0,084	0,085	0,086	0,087	8
9	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092	0,093	0,094	0,095	0,096	0,097	9
10	0,098	0,099	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104	0,105	0,106	0,107	10
11	0,108	0,109	0,110	0,111	0,112	0,113	0,114	0,115	0,116	0,117	11
12	0,118	0,119	0,120	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,125	0,126	12
13	0,127	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,134	0,135	0,136	13
14	0,137	0,138	0,139	0,140	0,141	0,142	0,143	0,144	0,145	0,146	14
15	0,147	0,148	0,149	0,150	0,151	0,152	0,153	0,154	0,155	0,156	15
16	0,157	0,158	0,159	0,160	0,161	0,162	0,163	0,164	0,165	0,166	16
17	0,167	0,168	0,169	0,170	0,171	0,172	0,173	0,174	0,175	0,175	17
18	0,176	0,177	0,178	0,179	0,180	0,181	0,182	0,183	0,184	0,185	18
19	0,186	0,187	0,188	0,189	0,190	0,191	0,192	0,193	0,194	0,195	19
20	0,196	0,197	0,198	0,199	0,200	0,201	0,202	0,203	0,204	0,205	20
21	0,206	0,207	0,208	0,209	0,210	0,211	0,212	0,213	0,214	0,215	21
22	0,216	0,217	0,218	0,219	0,220	0,221	0,222	0,223	0,224	0,225	22
23	0,225	0,226	0,227	0,228	0,229	0,230	0,231	0,232	0,233	0,234	23
24	0,235	0,236	0,237	0,238	0,239	0,240	0,241	0,242	0,243	0,244	24
25	0,245	0,246	0,247	0,248	0,249	0,250	0,251	0,252	0,253	0,254	25
26	0,255	0,256	0,257	0,258	0,259	0,260	0,261	0,262	0,263	0,264	26
27	0,265	0,266	0,267	0,268	0,269	0,270	0,271	0,272	0,273	0,274	27
28	0,275	0,275	0,276	0,277	0,278	0,279	0,280	0,281	0,282	0,283	28
29	0,284	0,285	0,286	0,287	0,288	0,289	0,290	0,291	0,292	0,293	29

Окись железа  $Fe_2O_3$ ; молекулярный вес 160

°/о	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	°/о
0	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0
1	0,006	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	1
2	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018	0,018	2
3	0,019	0,019	0,020	0,021	0,021	0,022	0,023	0,023	0,024	0,024	3
4	0,025	0,026	0,026	0,027	0,028	0,028	0,029	0,029	0,030	0,031	4
5	0,031	0,032	0,033	0,033	0,034	0,034	0,035	0,036	0,036	0,037	5
6	0,038	0,038	0,039	0,039	0,040	0,041	0,041	0,042	0,043	0,043	6
7	0,044	0,044	0,045	0,046	0,046	0,047	0,048	0,048	0,049	0,049	7
8	0,050	0,051	0,051	0,052	0,053	0,053	0,054	0,054	0,055	0,056	8
9	0,056	0,057	0,058	0,058	0,059	0,059	0,060	0,061	0,061	0,062	9
10	0,063	0,063	0,064	0,064	0,065	0,066	0,066	0,067	0,068	0,068	10
11	0,069	0,069	0,070	0,071	0,071	0,072	0,073	0,073	0,074	0,074	11
12	0,075	0,076	0,076	0,077	0,078	0,078	0,079	0,079	0,080	0,081	12
13	0,081	0,082	0,083	0,083	0,084	0,084	0,085	0,085	0,086	0,087	13
14	0,088	0,088	0,089	0,089	0,090	0,091	0,091	0,092	0,093	0,093	14
15	0,094	0,094	0,095	0,096	0,096	0,097	0,098	0,098	0,099	0,099	15
16	0,100	0,101	0,101	0,102	0,103	0,103	0,104	0,104	0,105	0,106	16
17	0,106	0,107	0,108	0,108	0,109	0,109	0,110	0,111	0,111	0,112	17
18	0,113	0,113	0,114	0,114	0,115	0,116	0,116	0,117	0,118	0,118	18
19	0,119	0,119	0,120	0,121	0,121	0,122	0,123	0,123	0,124	0,124	19

Закись железа FeO; молекулярный вес 72

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,013	0
1	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,021	0,022	0,024	0,025	0,026	1
2	0,028	0,029	0,031	0,032	0,033	0,035	0,036	0,038	0,039	0,040	2
3	0,042	0,043	0,044	0,046	0,047	0,049	0,050	0,051	0,053	0,054	3
4	0,056	0,057	0,058	0,060	0,061	0,063	0,064	0,065	0,067	0,068	4
5	0,069	0,071	0,072	0,074	0,075	0,076	0,078	0,079	0,081	0,082	5
6	0,083	0,085	0,086	0,088	0,089	0,090	0,092	0,093	0,094	0,096	6
7	0,097	0,099	0,100	0,101	0,103	0,104	0,106	0,107	0,108	0,110	7
8	0,111	0,113	0,114	0,115	0,117	0,118	0,119	0,121	0,122	0,124	8
9	0,125	0,126	0,128	0,129	0,131	0,132	0,133	0,135	0,136	0,138	9
10	0,139	0,140	0,142	0,143	0,144	0,146	0,147	0,149	0,150	0,151	10
11	0,153	0,154	0,156	0,157	0,158	0,160	0,161	0,163	0,164	0,165	11
12	0,167	0,168	0,169	0,171	0,172	0,174	0,175	0,176	0,178	0,179	12
13	0,181	0,182	0,183	0,185	0,186	0,188	0,189	0,190	0,192	0,193	13
14	0,194	0,196	0,197	0,199	0,200	0,201	0,203	0,204	0,206	0,207	14
15	0,208	0,210	0,211	0,213	0,214	0,215	0,217	0,218	0,219	0,221	15
16	0,222	0,224	0,225	0,226	0,228	0,229	0,231	0,232	0,233	0,235	16
17	0,236	0,238	0,239	0,240	0,242	0,243	0,244	0,246	0,247	0,249	17
18	0,250	0,251	0,253	0,254	0,256	0,257	0,258	0,260	0,261	0,263	18
19	0,264	0,265	0,267	0,268	0,269	0,271	0,272	0,274	0,275	0,276	19

## Магнезия MgO; молекулярный вес 40

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,003	0,005	0,008	0,010	0,013	0,015	0,018	0,020	0,023	0
1	0,025	0,027	0,030	0,032	0,035	0,037	0,040	0,042	0,045	0,048	1
2	0,050	0,053	0,055	0,058	0,060	0,063	0,065	0,068	0,070	0,073	2
3	0,075	0,077	0,080	0,082	0,085	0,087	0,090	0,092	0,095	0,097	3
4	0,100	0,102	0,105	0,107	0,110	0,112	0,115	0,117	0,120	0,122	4
5	0,125	0,127	0,130	0,132	0,135	0,137	0,140	0,142	0,145	0,147	5
6	0,150	0,152	0,155	0,157	0,160	0,162	0,165	0,167	0,170	0,172	6
7	0,175	0,177	0,180	0,182	0,185	0,187	0,190	0,192	0,195	0,197	7
8	0,200	0,202	0,205	0,207	0,210	0,212	0,215	0,217	0,220	0,222	8
9	0,225	0,227	0,230	0,232	0,235	0,237	0,240	0,242	0,245	0,247	9
10	0,250	0,252	0,255	0,257	0,260	0,262	0,265	0,267	0,270	0,272	10
11	0,275	0,277	0,280	0,282	0,285	0,287	0,290	0,292	0,295	0,297	11
12	0,300	0,302	0,305	0,307	0,310	0,312	0,315	0,317	0,320	0,322	12
13	0,325	0,327	0,330	0,332	0,335	0,337	0,340	0,342	0,345	0,347	13
14	0,350	0,352	0,355	0,357	0,360	0,362	0,365	0,367	0,370	0,372	14
15	0,375	0,377	0,380	0,382	0,385	0,387	0,390	0,392	0,395	0,397	15
16	0,400	0,402	0,405	0,407	0,410	0,412	0,415	0,417	0,420	0,422	16
17	0,425	0,427	0,430	0,432	0,435	0,437	0,440	0,442	0,445	0,447	17
18	0,450	0,452	0,455	0,457	0,460	0,462	0,465	0,467	0,470	0,472	18
19	0,475	0,477	0,480	0,482	0,485	0,487	0,490	0,492	0,495	0,497	19

Магnezия (продолжение)

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
20	0,500	0,502	0,505	0,507	0,510	0,512	0,515	0,517	0,520	0,522	20
21	0,525	0,527	0,530	0,532	0,535	0,537	0,540	0,542	0,545	0,547	21
22	0,550	0,552	0,555	0,557	0,560	0,562	0,565	0,567	0,570	0,572	22
23	0,575	0,577	0,580	0,582	0,585	0,587	0,590	0,592	0,595	0,597	23
24	0,600	0,602	0,605	0,607	0,610	0,612	0,615	0,617	0,620	0,622	24
25	0,625	0,627	0,630	0,632	0,635	0,637	0,640	0,642	0,645	0,647	25
26	0,650	0,652	0,655	0,657	0,660	0,662	0,665	0,667	0,670	0,672	26
27	0,675	0,677	0,680	0,682	0,685	0,687	0,690	0,692	0,695	0,697	27
28	0,700	0,702	0,705	0,707	0,710	0,712	0,715	0,717	0,720	0,722	28
29	0,725	0,727	0,730	0,732	0,735	0,737	0,740	0,742	0,745	0,747	29
30	0,750	0,752	0,755	0,757	0,760	0,762	0,765	0,767	0,770	0,772	30
31	0,775	0,777	0,780	0,782	0,785	0,787	0,790	0,792	0,795	0,797	31
32	0,800	0,802	0,805	0,807	0,810	0,812	0,815	0,817	0,820	0,822	32
33	0,825	0,827	0,830	0,832	0,835	0,837	0,840	0,842	0,845	0,847	33
34	0,850	0,852	0,855	0,857	0,860	0,862	0,865	0,867	0,870	0,872	34
35	0,875	0,877	0,880	0,882	0,885	0,887	0,890	0,892	0,895	0,897	35
36	0,900	0,902	0,905	0,907	0,910	0,912	0,915	0,917	0,920	0,922	36
37	0,925	0,927	0,930	0,932	0,935	0,937	0,940	0,942	0,945	0,947	37
38	0,950	0,952	0,955	0,957	0,960	0,962	0,965	0,967	0,970	0,972	38
39	0,975	0,977	0,980	0,982	0,985	0,987	0,990	0,992	0,995	0,997	39

## Известь СаО; молекулярный вес 56

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,002	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,014	0,016	0
1	0,018	0,020	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,030	0,032	0,034	1
2	0,036	0,038	0,039	0,041	0,043	0,045	0,046	0,048	0,050	0,052	2
3	0,054	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063	0,064	0,066	0,068	0,070	3
4	0,071	0,073	0,075	0,077	0,079	0,080	0,082	0,084	0,086	0,088	4
5	0,089	0,091	0,093	0,095	0,096	0,098	0,100	0,102	0,104	0,105	5
6	0,107	0,109	0,111	0,113	0,114	0,116	0,118	0,120	0,121	0,123	6
7	0,125	0,127	0,129	0,130	0,132	0,134	0,136	0,138	0,139	0,141	7
8	0,143	0,145	0,146	0,148	0,150	0,152	0,154	0,155	0,157	0,159	8
9	0,161	0,163	0,164	0,166	0,168	0,170	0,171	0,173	0,175	0,177	9
10	0,179	0,180	0,182	0,184	0,186	0,188	0,189	0,191	0,193	0,195	10
11	0,196	0,198	0,200	0,202	0,204	0,205	0,207	0,209	0,211	0,213	11
12	0,214	0,216	0,218	0,220	0,221	0,223	0,225	0,227	0,229	0,230	12
13	0,232	0,234	0,236	0,238	0,239	0,241	0,243	0,245	0,246	0,248	13
14	0,250	0,252	0,254	0,255	0,257	0,259	0,261	0,263	0,264	0,266	14
15	0,268	0,270	0,271	0,273	0,275	0,277	0,279	0,280	0,282	0,284	15
16	0,286	0,288	0,289	0,291	0,293	0,295	0,296	0,298	0,300	0,302	16
17	0,304	0,305	0,307	0,309	0,311	0,313	0,314	0,316	0,318	0,320	17
18	0,321	0,323	0,325	0,327	0,329	0,330	0,332	0,334	0,336	0,338	18
19	0,339	0,341	0,343	0,345	0,346	0,348	0,350	0,352	0,354	0,355	19
20	0,357	0,358	0,360	0,362	0,364	0,366	0,367	0,369	0,371	0,373	20
21	0,375	0,376	0,378	0,380	0,382	0,383	0,385	0,387	0,389	0,391	21
22	0,392	0,394	0,396	0,398	0,400	0,401	0,403	0,405	0,407	0,408	22
23	0,410	0,412	0,414	0,416	0,417	0,419	0,421	0,423	0,425	0,426	23
24	0,428	0,430	0,432	0,433	0,435	0,437	0,439	0,441	0,442	0,444	24

Натр  $\text{Na}_2\text{O}$ ; молекулярный вес 62

$\%$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	$\%$
0	0,000	0,002	0,003	0,005	0,006	0,008	0,010	0,011	0,013	0,015	0
1	0,016	0,018	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027	0,029	0,031	1
2	0,032	0,034	0,035	0,037	0,039	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	2
3	0,048	0,050	0,052	0,053	0,055	0,056	0,058	0,060	0,061	0,063	3
4	0,065	0,066	0,068	0,069	0,071	0,073	0,074	0,076	0,077	0,079	4
5	0,081	0,082	0,084	0,085	0,087	0,089	0,090	0,092	0,094	0,095	5
6	0,097	0,098	0,100	0,102	0,103	0,105	0,106	0,108	0,110	0,111	6
7	0,113	0,115	0,116	0,118	0,119	0,121	0,123	0,124	0,126	0,127	7
8	0,129	0,131	0,132	0,134	0,135	0,137	0,139	0,140	0,142	0,144	8
9	0,145	0,147	0,148	0,150	0,152	0,153	0,155	0,156	0,158	0,160	9
10	0,161	0,163	0,165	0,166	0,168	0,169	0,171	0,173	0,174	0,176	10
11	0,177	0,179	0,181	0,182	0,184	0,185	0,187	0,189	0,190	0,192	11
12	0,194	0,195	0,197	0,198	0,200	0,202	0,203	0,205	0,206	0,208	12
13	0,210	0,211	0,213	0,215	0,216	0,218	0,219	0,221	0,223	0,224	13
14	0,226	0,227	0,229	0,231	0,232	0,234	0,235	0,237	0,239	0,240	14
15	0,242	0,244	0,245	0,247	0,248	0,250	0,252	0,253	0,255	0,256	15
16	0,258	0,260	0,261	0,263	0,265	0,266	0,268	0,269	0,271	0,273	16
17	0,274	0,276	0,277	0,279	0,281	0,282	0,284	0,285	0,287	0,289	17
18	0,290	0,292	0,294	0,295	0,297	0,298	0,300	0,302	0,303	0,305	18
19	0,306	0,308	0,310	0,311	0,313	0,315	0,316	0,318	0,319	0,321	19

Кали  $K_2O$ ; молекулярный вес 94

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0
1	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	1
2	0,021	0,022	0,023	0,024	0,026	0,027	0,028	0,029	0,030	0,031	2
3	0,032	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039	0,040	0,041	3
4	0,042	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	0,049	0,050	0,051	0,052	4
5	0,053	0,054	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	5
6	0,064	0,065	0,066	0,067	0,068	0,069	0,070	0,071	0,072	0,073	6
7	0,074	0,076	0,077	0,078	0,079	0,080	0,081	0,082	0,083	0,084	7
8	0,085	0,086	0,087	0,088	0,089	0,090	0,091	0,093	0,094	0,095	8
9	0,096	0,097	0,098	0,099	0,100	0,101	0,102	0,103	0,104	0,105	9
10	0,106	0,107	0,109	0,110	0,111	0,112	0,113	0,114	0,115	0,116	10
11	0,117	0,118	0,119	0,120	0,121	0,122	0,123	0,124	0,126	0,127	11
12	0,128	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,134	0,135	0,136	0,137	12
13	0,138	0,139	0,140	0,141	0,143	0,144	0,145	0,146	0,147	0,148	13
14	0,149	0,150	0,151	0,152	0,153	0,154	0,155	0,156	0,157	0,159	14
15	0,160	0,161	0,162	0,163	0,164	0,165	0,166	0,167	0,168	0,169	15
16	0,170	0,171	0,172	0,173	0,174	0,176	0,177	0,178	0,179	0,180	16
17	0,181	0,182	0,183	0,184	0,185	0,186	0,187	0,188	0,189	0,190	17
18	0,191	0,193	0,194	0,195	0,196	0,197	0,198	0,199	0,200	0,201	18
19	0,202	0,203	0,204	0,205	0,206	0,207	0,209	0,210	0,211	0,212	19

Вода  $H_2O$ ; молекулярный вес 18

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,006	0,011	0,017	0,022	0,028	0,033	0,039	0,044	0,050	0
1	0,056	0,061	0,067	0,072	0,078	0,083	0,089	0,094	0,100	0,106	1
2	0,111	0,117	0,122	0,128	0,133	0,139	0,144	0,150	0,156	0,161	2
3	0,167	0,172	0,178	0,183	0,189	0,194	0,200	0,206	0,211	0,217	3
4	0,222	0,228	0,233	0,239	0,244	0,250	0,256	0,261	0,267	0,272	4
5	0,279	0,283	0,289	0,294	0,300	0,306	0,311	0,317	0,322	0,328	5
6	0,333	0,339	0,344	0,350	0,356	0,361	0,367	0,372	0,378	0,383	6
7	0,389	0,394	0,400	0,406	0,411	0,417	0,422	0,428	0,433	0,439	7
8	0,444	0,450	0,456	0,461	0,467	0,472	0,479	0,483	0,489	0,494	8
9	0,500	0,506	0,511	0,517	0,522	0,528	0,533	0,539	0,544	0,550	9

Титановая кислота  $TiO_2$ ; молекулярный вес 80

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,011	0
1	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,020	0,021	0,023	0,024	1
2	0,025	0,026	0,028	0,029	0,030	0,031	0,033	0,034	0,035	0,036	2
3	0,038	0,039	0,040	0,041	0,043	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	3
4	0,050	0,051	0,053	0,054	0,055	0,056	0,058	0,059	0,060	0,061	4
5	0,063	0,064	0,065	0,066	0,068	0,069	0,070	0,071	0,073	0,074	5
6	0,075	0,076	0,078	0,079	0,080	0,081	0,083	0,084	0,085	0,086	6
7	0,088	0,089	0,090	0,091	0,093	0,094	0,095	0,096	0,098	0,099	7
8	0,100	0,101	0,103	0,104	0,105	0,106	0,108	0,109	0,110	0,111	8
9	0,113	0,114	0,115	0,116	0,118	0,119	0,120	0,121	0,123	0,124	9

Пятиокись фосфора  $P_2O_5$ ; молекулярный вес 142

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0
1	0,007	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013	1
2	0,014	0,015	0,015	0,016	0,017	0,018	0,018	0,019	0,020	0,020	2
3	0,021	0,022	0,023	0,023	0,024	0,025	0,025	0,026	0,027	0,027	3
4	0,028	0,029	0,030	0,030	0,031	0,032	0,032	0,033	0,034	0,035	4
5	0,035	0,036	0,037	0,037	0,038	0,039	0,039	0,040	0,041	0,042	5

Окись циркония  $ZrO_2$ ; молекулярный вес 123

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,007	0
1	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,015	1
2	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	2
3	0,024	0,025	0,026	0,027	0,028	0,028	0,029	0,030	0,031	0,032	3
4	0,033	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037	0,037	0,038	0,039	0,040	4
5	0,041	0,042	0,042	0,043	0,044	0,045	0,046	0,046	0,047	0,048	5

**Углекислота CO<sub>2</sub>; молекулярный вес 44**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,002	0,005	0,007	0,009	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0
1	0,023	0,025	0,027	0,030	0,032	0,034	0,036	0,039	0,041	0,043	1
2	0,045	0,048	0,050	0,052	0,055	0,057	0,059	0,061	0,064	0,066	2
3	0,064	0,070	0,073	0,075	0,077	0,080	0,082	0,084	0,086	0,089	3
4	0,091	0,093	0,095	0,098	0,100	0,102	0,105	0,107	0,109	0,111	4
5	0,114	0,116	0,118	0,120	0,123	0,125	0,127	0,130	0,132	0,134	5
6	0,136	0,139	0,141	0,143	0,145	0,148	0,150	0,152	0,155	0,157	6
7	0,159	0,161	0,164	0,166	0,168	0,170	0,173	0,175	0,177	0,180	7
8	0,182	0,184	0,186	0,189	0,191	0,193	0,195	0,198	0,200	0,202	8
9	0,205	0,207	0,209	0,211	0,214	0,216	0,218	0,220	0,223	0,225	9

**Серный ангидрид SO<sub>2</sub>; молекулярный вес 80**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,011	0
1	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,020	0,021	0,023	0,024	1
2	0,025	0,026	0,028	0,029	0,030	0,031	0,033	0,034	0,035	0,036	2
3	0,038	0,039	0,040	0,041	0,043	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	3
4	0,050	0,051	0,053	0,054	0,055	0,056	0,058	0,059	0,060	0,061	4

**Хлор Cl; атомный вес 35,5**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,011	0,014	0,017	0,020	0,023	0,025	0
1	0,028	0,031	0,034	0,037	0,039	0,042	0,045	0,048	0,051	0,054	1
2	0,056	0,059	0,062	0,065	0,068	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	2
3	0,085	0,087	0,090	0,093	0,096	0,099	0,101	0,104	0,107	0,110	3

**Закись марганца MnO; молекулярный вес 71**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011	0,013	0
1	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,021	0,023	0,024	0,025	0,027	1
2	0,028	0,030	0,031	0,032	0,034	0,035	0,037	0,038	0,039	0,041	2
3	0,042	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	0,051	0,052	0,054	0,055	3

**Фтор F; атомный вес 19**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,005	0,011	0,016	0,021	0,026	0,032	0,037	0,042	0,047	0
1	0,053	0,058	0,063	0,068	0,074	0,079	0,084	0,089	0,095	0,100	1

**Окись бария BaO; молекулярный вес 153,5**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0
1	0,007	0,007	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012	0,012	1
2	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018	0,018	0,019	2
3	0,020	0,020	0,021	0,022	0,022	0,023	0,024	0,024	0,025	0,026	3

**Окись стронция SrO; молекулярный вес 103,5**

%	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	%
0	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0
1	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	1

**II. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПЕРЕХОДА ОТ СУММЫ  $A + C + B + S$ , РАВНОЙ от 1000 до 2000, к сумме  $a + c + b + s = 100$**

Таблицы служат для приведения к 100 (т. е. перечисления в проценты) суммы  $A + C + B + S$ , причем числа эти даны в тысячных долях. В верхних, обведенных чертами строках, находится сумма  $A + C + B + S$  в тысячных через каждые 5 единиц (тысячных), что достаточно для вычисления  $a, c, b$  и  $s$  с точностью до одной десятой. В случае надобности при вычислении можно интерполировать. В вертикальных крайних столбцах находятся цифры от 1 до 9 и под соответствующей величиной суммы в каждой из 9 строк — цифры, выражающие проценты, отвечающие сотням чисел 1 до 9 (единицам первого знака молекулярных чисел); для десятков и единиц (следующих знаков) надо перемещать запятую влево, а для тысяч (целых молекулярных чисел) вправо. Таблица позволяет заменить деление сложением. Пользование ею лучше всего видно из двух примеров.

Для андезита Мон-Пелё мы нашли (стр. 26)

$$A + C + B + S = 1428;$$

ближайшее по таблице число для суммы 1430

$A = 112$	$C = 116$	$B = 182$	$S = 1018$
100 . . . 6,99	100 . . . 6,99	100 . . . 6,99	1000 . . . 69,9
10 . . . 0,699	10 . . . 0,699	80 . . . 5,59	0 . . . 0
2 . . . 0,14	6 . . . 0,42	2 . . . 0,14	10 . . . 0,699
$a = 7,8$	$c = 8,1$	$b = 12,7$	$s = 71,2$

Сумма

$$a + c + b + s = 99,8$$

вместо 100 вследствие округления цифр до 0,1; разницу, равную 0,2, следует очевидно прибавить к величине  $s$ , значительно превышающей  $a, c$  и  $b$ .

Для пантеллерита (стр. 27) мы имеем

$$A + C + B + S = 1482$$

по таблице ближайшие числа 1480 и 1485; можно интерполировать, беря среднее

A = 226	C = 0	B = 170	S = 1086
200 . . . 13,5		100 . . . 6,74	1000 . . . 67,4
20 . . . 1,35		70 . . . 4,72	0 . . . 0
6 . . . 0,40			80 . . . 5,40
a = 15,3	c = 0	b = 11,5	s = 73,2

Таблицами можно пользоваться для пересчета на 100 (в процентах) и в том случае, когда сумма чисел не заключена между 1000 и 2000; для этого нужно все числа умножить или, все равно, разделить на какое-нибудь простое число, например на 2, чтобы сумма после этого оказалась в пределах 1000—2000. Например, пусть в анализе андезит-базальта вулкана Авача надо найти отношение числа атомов Fe (+Mn) : Mg : Ca, входящих в группу B (стр. 25).

Общая сумма их  $B = 299$ ; чтобы привести ее к числу, заключающемуся между 1000 и 2000, умножим эту сумму на  $\frac{10}{2}$ , т. е. приписав 0, разделим на 2, тогда получим

$$B' = 1495.$$

Умножая на то же число соответственно числа атомов Fe (+Mn), Mg и Ca, получим

$$111 \times \frac{10}{2} = 555; \quad 141 \times \frac{10}{2} = 705; \quad 47 \times \frac{10}{2} = 235$$

и по таблицам найдем:

F' = 555	M' = 705	C' = 235
500 . . . . . 33,4	700 . . . . . 46,8	200 . . . . . 13,4
50 . . . . . 3,34	0 . . . . . 0	30 . . . . . 2,01
5 . . . . . 0,33	5 . . . . . 0,33	5 . . . . . 0,33
f' = 37,1	m' = 47,1	c' = 15,7

Округляя до целых чисел, получим

$$f' = 37 \quad m' = 47 \quad c' = 16$$

	1000	1005	1010	1015	1020	1025	1030	1035	1040	1045
1	10,0	9,95	9,90	9,85	9,80	9,76	9,71	9,66	9,62	9,57
2	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6	19,5	19,4	19,3	19,2	19,1
3	30,0	29,9	29,7	29,6	29,4	29,3	29,1	29,0	28,8	28,7
4	40,0	39,8	39,6	39,4	39,2	39,0	38,8	38,6	38,5	38,3
5	50,0	49,8	49,5	49,3	49,0	48,8	48,5	48,3	48,1	47,8
6	60,0	59,7	59,4	59,1	58,8	58,5	58,3	58,0	57,7	57,4
7	70,0	69,7	69,3	69,0	68,6	68,3	68,0	67,6	67,3	67,0
8	80,0	79,6	79,2	78,8	78,4	78,0	77,7	77,3	76,9	76,6
9	90,0	89,6	89,1	88,7	88,2	87,8	87,4	87,0	86,5	86,1
	1050	1055	1060	1065	1070	1075	1080	1085	1090	1095
1	9,52	9,48	9,43	9,39	9,35	9,30	9,26	9,22	9,17	9,13
2	19,0	19,0	18,9	18,8	18,7	18,6	18,5	18,4	18,3	18,3
3	28,6	28,4	28,3	28,2	28,0	27,9	27,8	27,6	27,5	27,4
4	38,1	37,9	37,7	37,6	37,4	37,2	37,0	36,9	36,7	36,5
5	47,6	47,4	47,2	46,9	46,7	46,5	46,3	46,1	45,9	45,7
6	57,1	56,9	56,6	56,3	56,1	55,8	55,6	55,3	55,0	54,8
7	66,7	66,4	66,0	65,7	65,4	65,1	64,8	64,5	64,2	63,9
8	76,2	75,8	75,5	75,1	74,8	74,4	74,1	73,7	73,4	73,1
9	85,7	85,3	84,9	84,5	84,1	83,7	83,3	82,9	82,6	82,2
	1100	1105	1110	1115	1120	1125	1130	1135	1140	1145
1	9,09	9,05	9,01	8,97	8,93	8,89	8,85	8,81	8,77	8,73
2	18,2	18,1	18,0	17,9	17,9	17,8	17,7	17,6	17,5	17,5
3	27,3	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7	26,5	26,4	26,3	26,2
4	36,4	36,2	36,0	35,9	35,7	35,6	35,4	35,2	35,1	34,9
5	45,5	45,2	45,0	44,8	44,6	44,4	44,2	44,1	43,9	43,7
6	54,5	54,3	54,1	53,8	53,6	53,3	53,1	52,9	52,6	52,4
7	63,6	63,3	63,1	62,8	62,5	62,2	61,9	61,7	61,4	61,1
8	72,7	72,4	72,1	71,7	71,4	71,1	70,8	70,5	70,2	69,9
9	81,8	81,4	81,1	80,7	80,4	80,0	79,6	79,3	78,9	78,6

	1150	1155	1160	1165	1170	1175	1180	1185	1190	1195
1	8,70	8,66	8,62	8,58	8,55	8,51	8,47	8,44	8,40	8,37
2	17,4	17,3	17,2	17,2	17,1	17,0	16,9	16,9	16,8	16,7
3	26,1	26,0	25,9	25,8	25,6	25,5	25,4	25,3	25,2	25,1
4	34,8	34,6	34,5	34,3	34,2	34,0	33,9	33,8	33,6	33,5
5	43,5	43,3	43,1	42,9	42,7	42,6	42,4	42,2	42,0	41,8
6	52,2	51,9	51,7	51,5	51,3	51,1	50,8	50,6	50,4	50,2
7	60,9	60,6	60,3	60,1	59,8	59,6	59,3	59,1	58,8	58,6
8	69,6	69,3	69,0	68,7	68,4	68,1	67,8	67,5	67,2	66,9
9	78,3	77,9	77,6	77,3	76,9	76,6	76,3	75,9	75,6	75,3
	1200	1205	1210	1215	1220	1225	1230	1235	1240	1245
1	8,33	8,30	8,26	8,23	8,20	8,16	8,13	8,10	8,06	8,03
2	16,7	16,6	16,5	16,5	16,4	16,3	16,3	16,2	16,1	16,1
3	25,0	24,9	24,8	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1
4	33,3	33,2	33,1	32,9	32,8	32,7	32,5	32,4	32,3	32,1
5	41,7	41,5	41,3	41,2	41,0	40,8	40,7	40,5	40,3	40,2
6	50,0	49,8	49,6	49,4	49,2	49,0	48,8	48,6	48,4	48,2
7	58,3	58,1	57,9	57,6	57,4	57,1	56,9	56,7	56,5	56,2
8	66,7	66,4	66,1	65,8	65,6	65,3	65,0	64,8	64,5	64,3
9	75,0	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,3
	1250	1255	1260	1265	1270	1275	1280	1285	1290	1295
1	8,00	7,97	7,94	7,91	7,87	7,84	7,81	7,78	7,75	7,72
2	16,0	15,9	15,9	15,8	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,4
3	24,0	23,9	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4	23,3	23,3	23,2
4	32,0	31,9	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3	31,1	31,0	30,9
5	40,0	39,8	39,7	39,5	39,4	39,2	39,1	38,9	38,8	38,6
6	48,0	47,8	47,6	47,4	47,2	47,1	46,9	46,7	46,5	46,3
7	56,0	55,8	55,6	55,3	55,1	54,9	54,7	54,5	54,3	54,1
8	64,0	63,7	63,5	63,2	63,0	62,7	62,5	62,3	62,0	61,8
9	72,0	71,7	71,4	71,1	70,9	70,6	70,3	70,0	69,8	69,5

	1300	1305	1310	1315	1320	1325	1330	1335	1340	1345
1	7,69	7,66	7,63	7,60	7,58	7,55	7,52	7,49	7,46	7,43
2	15,4	15,3	15,3	15,2	15,2	15,1	15,0	15,0	14,9	14,8
3	23,1	23,0	22,9	22,8	22,7	22,6	22,6	22,5	22,4	22,3
4	30,8	30,7	30,5	30,4	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,7
5	38,5	38,3	38,2	38,0	37,9	37,7	37,6	37,5	37,3	37,2
6	46,2	46,0	45,8	45,6	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,6
7	53,8	53,6	53,4	53,2	53,0	52,8	52,6	52,4	52,2	52,0
8	61,5	61,3	61,1	60,8	60,6	60,4	60,2	59,9	59,7	59,5
9	69,2	69,0	68,7	68,4	68,2	67,9	67,7	67,4	67,2	66,9
	<u>1350</u>	1355	1360	1365	1370	1375	1380	1385	1390	1395
1	7,41	7,38	7,35	7,33	7,30	7,27	7,25	7,22	7,19	7,17
2	14,8	14,8	14,7	14,7	14,6	14,5	14,5	14,4	14,4	14,3
3	22,2	22,1	22,1	22,0	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,5
4	29,6	29,5	29,4	29,3	29,2	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7
5	37,0	36,9	36,8	36,6	36,5	36,4	36,2	36,1	36,0	35,8
6	44,4	44,3	44,1	44,0	43,8	43,6	43,5	43,3	43,2	43,0
7	51,9	51,7	51,5	51,3	51,1	50,9	50,7	50,5	50,4	50,2
8	59,3	59,0	58,8	58,6	58,4	58,2	58,0	57,8	57,6	57,3
9	66,7	66,4	66,2	65,9	65,7	65,5	65,2	65,0	64,7	64,5
	1400	1405	1410	<u>1415</u>	1420	1425	<u>1430</u>	1435	1440	1445
1	7,14	7,12	7,09	7,07	7,04	7,02	6,99	6,97	6,94	6,92
2	14,3	14,2	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	13,9	13,8
3	21,4	21,4	21,3	21,2	21,1	21,1	21,0	20,9	20,8	20,8
4	28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,1	28,0	27,9	27,8	27,7
5	35,7	35,6	35,5	35,3	35,2	35,1	35,0	34,8	34,7	34,6
6	42,9	42,7	42,6	42,4	42,3	42,1	42,0	41,8	41,7	41,5
7	50,0	49,8	49,6	49,5	49,3	49,1	49,1	48,8	48,6	48,4
8	57,1	56,9	56,7	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	55,6	55,4
9	64,3	64,1	63,8	63,6	63,4	63,2	62,9	62,7	62,5	62,3

	<u>1450</u>	<u>1455</u>	1460	1465	1470	1475	1480	1485	1490	1495
1	6,90	6,87	6,85	6,83	6,80	6,78	6,76	6,73	6,71	6,69
2	13,8	13,7	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	13,4	13,4
3	20,7	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	20,3	20,2	20,1	20,1
4	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,8
5	34,5	34,4	34,2	34,1	34,0	33,9	33,8	33,7	33,6	33,4
6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,8	40,7	40,5	40,4	40,3	40,1
7	48,3	48,1	47,9	47,8	47,6	47,5	47,3	47,1	47,0	46,8
8	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	54,2	54,1	53,9	53,7	53,5
9	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,0	60,8	60,6	60,4	60,2
	1500	1505	1510	1515	1520	1525	1530	1535	1540	1545
1	6,67	6,64	6,62	6,60	6,58	6,56	6,54	6,51	6,49	6,47
2	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2	13,1	13,1	13,0	13,0	12,9
3	20,0	19,9	19,9	19,8	19,7	19,7	19,6	19,5	19,5	19,4
4	26,7	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	26,1	26,0	25,9
5	33,3	33,2	33,1	33,0	32,9	32,8	32,7	32,6	32,5	32,4
6	40,0	39,9	39,7	39,6	39,5	39,3	39,2	39,1	39,0	38,8
7	46,7	46,5	46,4	46,2	46,1	45,9	45,8	45,6	45,5	45,3
8	53,3	53,2	53,0	52,8	52,6	52,5	52,3	52,1	51,9	51,8
9	60,0	59,8	59,6	59,4	59,2	59,0	58,8	58,6	58,4	58,3
	1550	1555	1560	1565	1570	1575	1580	1585	1590	1595
1	6,45	6,43	6,41	6,39	6,37	6,35	6,33	6,31	6,29	6,27
2	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6	12,5
3	19,4	19,3	19,2	19,2	19,1	19,0	19,0	18,9	18,9	18,8
4	25,8	25,7	25,6	25,6	25,5	25,4	25,3	25,2	25,2	25,1
5	32,3	32,2	32,1	31,9	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3
6	38,7	38,6	38,5	38,3	38,2	38,1	38,0	37,9	37,7	37,6
7	45,2	45,0	44,9	44,7	44,6	44,4	44,3	44,2	44,0	43,9
8	51,6	51,4	51,3	51,1	51,0	50,8	50,6	50,5	50,3	50,2
9	58,1	57,9	57,7	57,5	57,3	57,1	57,0	56,8	56,6	56,4

	1600	1605	1610	1615	1620	1625	1630	1635	1640	1645
1	6,25	6,23	6,21	6,19	6,17	6,15	6,13	6,12	6,10	6,08
2	12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,3	12,2	12,2	12,2
3	18,8	18,7	18,6	18,6	18,5	18,5	18,4	18,3	18,3	18,2
4	25,0	24,9	24,8	24,8	24,7	24,6	24,5	24,5	24,4	24,3
5	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4
6	37,5	37,4	37,3	37,2	37,0	36,9	36,8	36,7	36,6	36,5
7	43,8	43,6	43,5	43,3	43,2	43,1	42,9	42,8	42,7	42,6
8	50,0	49,8	49,7	49,5	49,4	49,2	49,1	48,9	48,8	48,6
9	56,3	56,1	55,9	55,7	55,6	55,4	55,2	55,0	54,9	54,7
	1650	1655	1660	1665	1670	1675	1680	1685	1690	1695
1	6,06	6,04	6,02	6,01	5,99	5,97	5,95	5,93	5,92	5,90
2	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	11,8	11,8
3	18,2	18,1	18,1	18,0	18,0	17,9	17,9	17,8	17,8	17,7
4	24,2	24,2	24,1	24,0	24,0	23,9	23,8	23,7	23,7	23,6
5	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,9	29,8	29,7	29,6	29,5
6	36,4	36,3	36,1	36,0	35,9	35,8	35,7	35,6	35,5	35,4
7	42,4	42,3	42,2	42,0	41,9	41,8	41,7	41,5	41,4	41,3
8	48,5	48,3	48,2	48,0	47,9	47,8	47,6	47,5	47,3	47,2
9	54,5	54,4	54,2	54,1	53,9	53,7	53,6	53,4	53,3	53,1
	1700	1705	1710	1715	1720	1725	1730	1735	1740	1745
1	5,88	5,87	5,85	5,83	5,81	5,80	5,78	5,76	5,75	5,73
2	11,8	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5
3	17,6	17,6	17,5	17,5	17,4	17,4	17,3	17,3	17,2	17,2
4	23,5	23,5	23,4	23,3	23,3	23,2	23,1	23,1	23,0	22,9
5	29,4	29,3	29,2	29,2	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	28,7
6	35,3	35,2	35,1	35,0	34,9	34,8	34,7	34,6	34,5	34,4
7	41,2	41,1	40,9	40,8	40,7	40,6	40,5	40,3	40,2	40,1
8	47,1	46,9	46,8	46,6	46,5	46,4	46,2	46,1	46,0	45,8
9	52,9	52,8	52,6	52,5	52,3	52,2	52,0	51,9	51,7	51,6

	1750	1755	1760	1765	1770	1775	1780	1785	1790	1795
1 <sup>0</sup>	5,71	5,70	5,63	5,67	5,65	5,63	5,62	5,60	5,59	5,57
2 <sup>0</sup>	11,4	11,4	11,4	11,3	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2	11,1
3	17,1	17,1	17,0	17,0	16,9	16,9	16,9	16,8	16,8	16,7
4	22,9	22,8	22,7	22,7	22,6	22,5	22,5	22,4	22,3	22,3
5	28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,2	28,1	28,0	27,9	27,9
6	34,3	34,2	34,1	34,0	33,9	33,8	33,7	33,6	33,5	33,4
7	40,0	39,9	39,8	39,7	39,5	39,4	39,3	39,2	39,1	39,0
8	45,7	45,6	45,5	45,3	45,2	45,1	44,9	44,8	44,7	44,6
9	51,4	51,3	51,1	51,0	50,8	50,7	50,6	50,4	50,3	50,1
	1800	1805	1810	1815	1820	1825	1830	1835	1840	1845
1	5,56	5,54	5,52	5,51	5,49	5,48	5,46	5,45	5,43	5,42
2	11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	11,0	10,9	10,9	10,9	10,8
3	16,7	16,6	16,6	16,5	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,3
4	22,2	22,2	22,1	22,0	22,0	21,9	21,9	21,8	21,7	21,7
5	27,8	27,7	27,6	27,5	27,5	27,4	27,3	27,2	27,2	27,1
6	33,3	33,2	33,1	33,1	33,0	32,9	32,8	32,7	32,6	32,5
7	38,9	38,8	38,7	38,6	38,5	38,4	38,3	38,1	38,0	37,9
8	44,4	44,3	44,2	44,1	44,0	43,8	43,7	43,6	43,5	43,4
9	50,0	49,9	49,7	49,6	49,5	49,3	49,2	49,0	48,9	48,8
	1850	1855	1860	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1895
1	5,41	5,39	5,38	5,36	5,35	5,33	5,32	5,31	5,29	5,28
2	10,8	10,8	10,8	10,7	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,6
3	16,2	16,2	16,1	16,1	16,0	16,0	16,0	15,9	15,9	15,8
4	21,6	21,6	21,5	21,4	21,4	21,3	21,3	21,2	21,2	21,1
5	27,0	27,0	26,9	26,8	26,7	26,7	26,6	26,5	26,5	26,4
6	32,4	32,3	32,3	32,2	32,1	32,0	31,9	31,8	31,7	31,7
7	37,8	37,7	37,6	37,5	37,4	37,3	37,2	37,1	37,0	36,9
8	43,2	43,1	43,0	42,9	42,8	42,7	42,6	42,4	42,3	42,2
9	48,6	48,5	48,4	48,3	48,1	48,0	47,9	47,7	47,6	47,5

	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945
1	5,26	5,25	5,24	5,22	5,21	5,19	5,18	5,17	5,15	5,14
2	10,5	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	10,3
3	15,8	15,7	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,4
4	21,1	21,0	20,9	20,9	20,8	20,8	20,7	20,7	20,6	20,6
5	26,3	26,2	26,2	26,1	26,0	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7
6	31,6	31,5	31,4	31,3	31,2	31,2	31,1	31,0	30,9	30,8
7	36,8	36,7	36,6	36,6	36,5	36,4	36,3	36,2	36,1	36,0
8	42,1	42,0	41,9	41,8	41,7	41,6	41,5	41,3	41,2	41,1
9	47,3	47,2	47,1	47,0	46,9	46,8	46,6	46,5	46,4	46,3
	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995
1	5,13	5,12	5,10	5,09	5,08	5,06	5,05	5,04	5,03	5,01
2	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,0
3	15,4	15,3	15,3	15,3	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0
4	20,5	20,5	20,4	20,4	20,3	20,3	20,2	20,2	20,1	20,1
5	25,6	25,6	25,5	25,4	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1	25,1
6	30,8	30,7	30,6	30,5	30,5	30,4	30,3	30,2	30,2	30,1
7	35,9	35,8	35,7	35,6	35,5	35,4	35,4	35,3	35,2	35,1
8	41,0	40,9	40,8	40,7	40,6	40,5	40,4	40,3	40,2	40,1
9	46,2	46,0	45,9	45,8	45,7	45,6	45,5	45,3	45,2	45,1
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1	5,00	4,99	4,98	4,96	4,95	4,94	4,93	4,91	4,90	4,89
2	10,0	10,0	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,8	9,8	9,8
3	15,0	15,0	14,9	14,9	14,8	14,8	14,8	14,7	14,7	14,7
4	20,0	19,9	19,9	19,8	19,8	19,8	19,7	19,7	19,6	19,6
5	25,0	24,9	24,9	24,8	24,7	24,7	24,6	24,6	24,5	24,4
6	30,0	29,9	29,8	29,8	29,7	29,6	29,6	29,5	29,4	29,3
7	35,0	34,9	34,8	34,7	34,6	34,6	34,5	34,4	34,3	34,2
8	40,0	39,9	39,8	39,7	39,6	39,5	39,4	39,3	39,2	39,1
9	45,0	44,9	44,8	44,7	44,6	44,5	44,3	44,2	44,1	44,0

### III. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕСОВЫХ ПРОЦЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ РАЗНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МОЛЕКУЛ ПО ИХ МОЛЕКУЛЯРНЫМ КОЛИЧЕСТВАМ

Таблицы эти служат для получения весового содержания виртуальных минералов по найденным для них молекулярным количествам. Пользование таблицей сходно с пользованием таблиц стр. 41—53. Первые два десятичных знака молекулярного количества даны в первой вертикальной колонке, третий знак в горизонтальной верхней строке. Например при расчете состава диорита на стр. 18 для виртуального альбита молекулярное количество получено 065, из таблицы стр. 64 непосредственно найдем весовое количество его 34,06 или, округляя, 34,1%.

Кварц  $\text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 60

Надо умножить молекулярное количество  $\text{SiO}_2$  на 60

Ортоклаз  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 556

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,34	3,89	4,45	5,00	0,00
0,01	5,56	6,12	6,67	7,23	7,78	8,34	8,90	9,45	10,01	10,56	0,01
0,02	11,12	11,68	12,23	12,79	13,34	13,90	14,46	15,01	15,57	16,12	0,02
0,03	16,68	17,24	17,79	18,35	18,90	19,46	20,02	20,57	21,13	21,68	0,03
0,04	22,24	22,80	23,35	23,91	24,46	25,02	25,58	26,13	26,69	27,24	0,04
0,05	27,80	28,36	28,91	29,47	30,02	30,58	31,14	31,69	32,25	32,80	0,05
0,06	33,36	33,92	34,47	35,03	35,58	36,14	36,70	37,25	37,81	38,36	0,06
0,07	38,92	39,48	40,03	40,59	41,14	41,70	42,26	42,81	43,37	43,92	0,07
0,08	44,48	45,04	45,59	46,15	46,70	47,26	47,82	48,37	48,93	49,48	0,08
0,09	50,04	50,60	51,15	51,71	52,26	52,82	53,38	53,93	54,49	55,04	0,09
0,10	55,60	56,16	56,71	57,27	57,82	58,38	58,94	59,49	60,05	60,60	0,10
0,11	61,16	61,72	62,27	62,83	63,38	63,94	64,50	65,05	65,61	66,16	0,11
0,12	66,72	67,28	67,83	68,39	68,94	69,50	70,06	70,61	71,17	71,72	0,12
0,13	72,28	72,84	73,39	73,95	74,50	75,06	75,62	76,17	76,73	77,28	0,13
0,14	77,84	78,40	78,95	79,51	80,06	80,62	81,18	81,73	82,29	82,84	0,14
0,15	83,40	83,96	84,51	85,07	85,62	86,18	86,74	87,30	87,85	88,40	0,15
0,16	88,96	89,52	90,07	90,63	91,18	91,74	92,30	92,85	93,41	93,96	0,16
0,17	94,52	95,08	95,63	96,19	96,74	97,30	97,85	98,41	98,97	99,52	1,17
0,18	100,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,18

Альбит  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 524

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,52	1,05	1,57	2,10	2,62	3,14	3,67	4,19	4,72	0,00
0,01	5,24	5,76	6,29	6,81	7,34	7,86	8,38	8,91	9,43	9,96	0,01
0,02	10,48	11,00	11,53	12,05	12,58	13,10	13,62	14,15	14,67	15,20	0,02
0,03	15,72	16,24	16,77	17,29	17,82	18,34	18,86	19,39	19,91	20,44	0,03
0,04	20,96	21,48	22,01	22,53	23,06	23,58	24,10	24,63	25,15	25,68	0,04
0,05	26,20	26,72	27,25	27,77	28,30	28,82	29,34	29,87	30,39	30,92	0,05
0,06	31,44	31,96	32,49	33,01	33,54	34,06	34,58	35,11	35,63	36,15	0,06
0,07	36,68	37,20	37,73	38,25	38,77	39,30	39,82	40,35	40,87	41,39	0,07
0,08	41,92	42,44	42,97	43,49	44,01	44,54	45,06	45,59	46,11	46,63	0,08
0,09	47,16	47,68	48,21	48,73	49,25	49,78	50,30	50,83	51,35	51,87	0,09
0,10	52,40	52,92	53,45	53,97	54,49	55,02	55,54	56,07	56,59	57,11	0,10
0,11	57,64	58,16	58,69	59,21	59,73	60,26	60,78	61,31	61,83	62,35	0,11
0,12	62,88	63,40	63,93	64,45	64,97	65,50	66,02	66,55	67,07	67,59	0,12
0,13	68,12	68,64	69,17	69,69	70,21	70,74	71,26	71,79	72,31	72,83	0,13
0,14	73,36	73,88	74,41	74,93	75,45	75,98	76,50	77,03	77,55	78,07	0,14
0,15	78,60	79,12	79,65	80,17	80,70	81,22	81,72	82,28	82,79	83,32	0,15
0,16	83,84	84,36	84,89	85,41	85,94	86,46	86,98	87,51	88,03	88,56	0,16
0,17	89,08	89,60	90,13	90,65	91,18	91,70	92,22	92,75	93,27	93,80	0,17
0,18	94,32	94,84	95,37	95,89	96,42	96,94	97,46	97,99	98,51	99,04	0,18
0,19	99,56	100,08	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19

Анортит  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 278

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,28	0,56	0,83	1,11	1,39	1,67	1,95	2,22	2,50	0,00
0,01	2,78	3,06	3,34	3,61	3,89	4,17	4,45	4,73	5,00	5,28	0,01
0,02	5,56	5,84	6,12	6,39	6,67	6,95	7,23	7,51	7,78	8,06	0,02
0,03	8,34	8,62	8,90	9,17	9,45	9,73	10,01	10,29	10,56	10,84	0,03
0,04	11,12	11,40	11,68	11,95	12,23	12,51	12,79	13,07	13,34	13,62	0,04
0,05	13,90	14,18	14,46	14,73	15,01	15,29	15,57	15,85	16,12	16,40	0,05
0,06	16,68	16,96	17,24	17,51	17,79	18,07	18,35	18,63	18,90	19,18	0,06
0,07	19,46	19,74	20,02	20,29	20,57	20,85	21,13	21,41	21,68	21,96	0,07
0,08	22,24	22,52	22,80	23,07	23,35	23,63	23,91	24,19	24,46	24,74	0,08
0,09	25,02	25,30	25,58	25,85	26,13	26,41	26,69	26,97	27,24	27,52	0,09
0,10	27,80	28,08	28,36	28,63	28,91	29,19	29,47	29,75	30,02	30,30	0,10
0,11	30,58	30,86	31,14	31,41	31,69	31,97	32,25	32,53	32,80	33,08	0,11
0,12	33,36	33,64	33,92	34,19	34,47	34,75	35,03	35,31	35,58	35,86	0,12
0,13	36,14	36,42	36,70	36,97	37,25	37,53	37,81	38,09	38,36	38,64	0,13
0,14	38,92	39,20	39,48	39,75	40,03	40,31	40,59	40,87	41,14	41,42	0,14
0,15	41,70	41,98	42,26	42,53	42,81	43,09	43,37	43,65	43,92	44,20	0,15
0,16	44,48	44,76	45,04	45,31	45,59	45,87	46,15	46,43	46,70	46,98	0,16
0,17	47,26	47,54	47,82	48,09	48,37	48,65	48,93	49,21	49,48	49,76	0,17
0,18	50,04	50,32	50,60	50,87	51,15	51,43	51,71	51,99	52,26	52,54	0,18
0,19	52,82	53,10	53,38	53,65	53,93	54,21	54,49	54,77	55,04	55,32	0,19
0,20	55,60	55,88	56,16	56,43	56,71	56,99	57,27	57,55	57,82	58,10	0,20
0,21	58,38	58,66	58,94	59,21	59,49	59,77	60,05	60,33	60,70	60,88	0,21
0,22	61,16	61,44	61,72	61,99	62,27	62,55	62,83	63,11	63,38	63,66	0,22
0,23	63,94	64,22	64,50	64,77	65,05	65,33	65,61	65,89	66,16	66,44	0,23
0,24	66,72	67,00	67,28	67,55	67,83	68,11	68,39	68,67	68,94	69,22	0,24

Нефелин  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 284

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,28	0,57	0,85	1,14	1,42	1,70	1,99	2,27	2,56	0,00
0,01	2,84	3,12	3,41	3,69	3,98	4,26	4,54	4,83	5,11	5,40	0,01
0,02	5,68	5,94	6,25	6,53	6,82	7,10	7,38	7,67	7,95	8,24	0,02
0,03	8,52	8,80	9,09	9,37	9,66	9,94	10,22	10,51	10,79	11,08	0,03
0,04	11,36	11,64	11,93	12,21	12,50	12,78	13,06	13,35	13,63	13,92	0,04
0,05	14,20	14,48	14,77	15,05	15,34	15,62	15,90	16,19	16,47	16,76	0,05
0,06	17,04	17,32	17,61	17,89	18,18	18,46	18,74	19,03	19,31	19,60	0,06
0,07	19,88	20,16	20,45	20,73	21,02	21,30	21,58	21,87	22,15	22,44	0,07
0,08	22,72	23,00	23,28	23,57	23,86	24,14	24,42	24,71	24,99	25,28	0,08
0,09	25,56	25,84	26,13	26,41	26,70	26,98	27,26	27,55	27,83	28,12	0,09
0,10	28,40	28,68	28,97	29,25	29,54	29,82	30,10	30,39	30,67	30,96	0,10
0,11	31,24	31,52	31,81	32,09	32,38	32,66	32,94	33,23	33,51	33,80	0,11
0,12	34,08	34,36	34,65	34,93	35,22	35,50	35,78	36,07	36,35	36,64	0,12
0,13	36,92	37,20	37,49	37,77	38,06	38,34	38,62	38,91	39,19	39,48	0,13
0,14	39,76	40,04	40,33	40,61	40,90	41,18	41,46	41,75	41,93	42,32	0,14
0,15	42,60	42,88	43,17	43,45	43,74	44,02	44,30	44,59	44,87	45,16	0,15
0,16	45,44	45,72	46,01	46,29	46,58	46,86	47,14	47,43	47,71	48,00	0,16
0,17	48,24	48,56	48,85	49,13	49,42	49,70	49,98	50,27	50,55	50,84	0,17
0,18	51,12	51,40	51,69	51,97	52,26	52,54	52,82	53,11	53,39	53,68	0,18
0,19	53,96	54,24	54,53	54,81	55,10	55,38	55,66	55,95	56,23	56,52	0,19

Лейцит  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ; молекулярный вес 436

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,44	0,87	1,31	1,74	2,18	2,62	3,05	3,49	3,92	0,00
0,01	4,36	4,80	5,23	5,67	6,10	6,54	6,98	7,41	7,85	8,28	0,01
0,02	8,72	9,16	9,59	10,03	10,46	10,90	11,34	11,77	12,21	12,64	0,02
0,03	13,08	13,52	13,95	14,39	14,82	15,26	15,70	16,13	16,57	17,00	0,03
0,04	17,44	17,88	18,31	18,75	19,18	19,62	20,06	20,49	20,93	21,36	0,04
0,05	21,80	22,24	22,67	23,11	23,54	23,98	24,42	24,85	25,29	25,72	0,05
0,06	26,16	26,60	27,03	27,47	27,90	28,34	28,78	29,21	29,65	30,08	0,06
0,07	30,52	30,96	31,39	31,83	32,26	32,70	33,14	33,57	34,01	34,44	0,07
0,08	34,88	35,32	35,75	36,19	36,62	37,06	37,50	37,93	38,37	38,80	0,08
0,09	39,24	39,68	40,11	40,55	40,98	41,42	41,86	42,29	42,73	43,16	0,09
0,10	43,60	44,04	44,47	44,91	45,34	45,78	46,22	46,65	47,09	47,52	0,10
0,11	47,96	48,40	48,83	49,27	49,70	50,14	50,58	51,01	51,45	51,88	0,11
0,12	52,32	52,76	53,19	53,63	54,06	54,50	54,94	55,37	55,81	56,24	0,12
0,13	56,68	57,12	57,55	57,99	58,42	58,86	59,30	59,73	60,17	60,60	0,13
0,14	61,04	61,48	61,91	62,35	62,78	63,22	63,66	64,09	64,53	64,96	0,14

Хлористый натр  $Na_2Cl_2$ ; молекулярный вес 117

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,12	0,23	0,35	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,05	0,00
0,01	1,17	1,29	1,40	1,52	1,64	1,76	1,87	1,99	2,11	2,22	0,01
0,02	2,34	2,46	2,57	2,69	2,81	2,93	3,04	3,16	3,28	3,39	0,02
0,03	3,51	3,63	3,74	3,86	3,98	4,10	4,21	4,33	4,45	4,56	0,03
0,04	4,68	4,80	4,91	5,03	5,15	5,27	5,38	5,50	5,62	5,73	0,04

Сернокислый натр  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; молекулярный вес 142

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,14	0,28	0,43	0,57	0,71	0,85	0,99	1,14	1,28	0,00
0,01	1,42	1,56	1,70	1,85	1,99	2,13	2,27	2,41	2,56	2,70	0,01
0,02	2,84	2,98	3,12	3,27	3,41	3,55	3,69	3,83	3,98	4,12	0,02
0,03	4,26	4,40	4,54	4,69	4,83	4,97	5,11	5,25	5,40	5,54	0,03
0,04	5,68	5,82	5,96	6,11	6,25	6,39	6,53	6,67	6,82	6,96	0,04

Корунд  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; молекулярный вес 102

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,10	0,20	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,82	0,92	0,00
0,01	1,02	1,12	1,22	1,33	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94	0,01
0,02	2,04	2,14	2,24	2,35	2,45	2,55	2,65	2,75	2,86	2,96	0,02
0,03	3,06	3,16	3,26	3,37	3,47	3,57	3,67	3,77	3,88	3,98	0,03
0,04	4,08	4,18	4,28	4,39	4,49	4,59	4,69	4,79	4,90	5,00	0,04
0,05	5,10	5,20	5,30	5,41	5,51	5,61	5,71	5,81	5,92	6,02	0,05
0,06	6,12	6,22	6,32	6,43	6,53	6,63	6,73	6,83	6,94	7,04	0,06
0,07	7,14	7,24	7,34	7,45	7,55	7,65	7,75	7,85	7,96	8,06	0,07
0,08	8,16	8,26	8,36	8,47	8,57	8,67	8,77	8,87	8,98	9,08	0,08
0,09	9,18	9,28	9,38	9,49	9,59	9,69	9,79	9,89	10,00	10,10	0,09

Циркон  $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 183

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,18	0,37	0,55	0,73	0,91	1,10	1,28	1,46	1,65	0,00
0,01	1,83	2,01	2,20	2,38	2,56	2,75	2,93	3,11	3,29	3,48	0,01
0,02	3,66	3,84	4,03	4,21	4,39	4,58	4,76	4,94	5,12	5,31	0,02
0,03	5,49	5,67	5,86	6,04	6,22	6,41	6,59	6,77	6,95	7,14	0,03
0,04	7,32	7,50	7,78	7,87	8,05	8,24	8,42	8,60	8,78	8,97	0,04

Метасиликат кальция (волластонит)  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 116

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,70	0,81	0,93	1,04	0,00
0,01	1,16	1,28	1,39	1,51	1,63	1,74	1,86	1,97	2,09	2,20	0,01
0,02	2,32	2,44	2,55	2,67	2,78	2,90	3,02	3,13	3,25	3,36	0,02
0,03	3,48	3,60	3,71	3,83	3,94	<u>4,06</u>	4,18	4,29	4,41	4,52	0,03
0,04	4,64	4,74	4,87	4,99	5,10	5,22	5,34	5,45	5,57	5,68	0,04
0,05	5,80	5,92	6,03	6,15	6,26	6,38	6,50	6,61	6,73	6,84	0,05
0,06	6,96	7,08	7,19	7,31	7,42	7,54	7,66	7,77	7,89	8,00	0,06
0,07	8,12	8,24	8,35	8,47	8,58	8,70	8,82	8,93	9,05	9,16	0,07
0,08	9,28	9,40	9,51	9,63	9,74	9,86	9,98	10,09	10,21	10,32	0,08
0,09	10,44	10,56	10,67	10,79	10,90	11,02	11,14	11,25	11,37	11,48	0,09
0,10	11,60	11,72	11,83	11,95	12,06	12,18	12,30	12,41	12,53	12,64	0,10
0,11	12,76	12,88	12,99	13,11	13,22	13,34	13,46	13,57	13,69	13,80	0,11
0,12	13,92	14,04	14,15	14,27	14,38	14,50	14,62	14,73	14,85	14,96	0,12
0,13	15,08	15,20	15,31	15,43	15,54	15,66	15,78	15,89	16,01	16,12	0,13
0,14	16,24	16,36	16,47	16,59	16,70	16,82	16,93	17,05	17,17	17,28	0,14
0,15	17,40	17,52	17,63	17,75	17,86	17,98	18,10	18,21	18,33	18,44	0,15
0,16	18,56	18,68	18,79	18,91	19,02	19,14	19,26	19,37	19,49	19,60	0,16
0,17	19,72	19,84	19,92	20,07	20,18	20,30	20,42	20,53	20,65	20,76	0,17
0,18	20,88	21,00	21,11	21,23	21,34	21,46	21,58	21,69	21,81	21,92	0,18
0,19	22,04	22,16	22,27	22,39	22,50	22,62	22,74	22,85	22,97	23,08	0,19

Метасиликат кальция (продолжение)

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,20	23,20	23,32	23,43	23,55	23,66	23,78	23,90	24,01	24,13	24,24	0,20
0,21	24,36	24,48	24,59	24,71	24,82	24,94	25,06	25,17	25,29	25,40	0,21
0,22	25,52	25,64	25,75	25,87	25,98	26,10	26,22	26,33	26,45	26,56	0,22
0,23	26,68	26,80	26,91	27,03	27,14	27,26	27,38	27,49	27,61	27,72	0,23
0,24	27,84	27,96	28,07	28,19	28,30	28,42	28,54	28,65	28,77	28,88	0,24
0,25	29,00	29,12	29,23	29,35	29,46	29,58	29,70	29,81	29,93	30,04	0,25
0,26	30,16	30,28	30,39	30,51	30,63	30,74	30,86	30,97	31,09	31,20	0,26
0,27	31,32	31,44	31,55	31,67	31,78	31,90	32,02	32,13	32,25	32,36	0,27
0,28	32,48	32,60	32,71	32,83	32,94	33,06	33,18	33,29	33,41	33,52	0,28
0,29	33,64	33,76	33,87	33,99	34,10	34,22	34,34	34,45	34,57	34,68	0,29
0,30	34,80	34,92	35,03	35,15	35,26	35,38	35,50	35,61	35,73	35,84	0,30
0,31	35,96	36,08	36,19	36,31	36,42	36,54	36,66	36,77	36,89	37,00	0,31
0,32	37,12	37,24	37,35	37,47	37,58	37,70	37,82	37,93	38,05	38,16	0,32
0,33	38,28	38,40	38,51	38,63	38,74	38,86	38,98	39,09	39,21	39,32	0,33
0,34	39,44	39,56	39,67	39,79	39,90	40,02	40,14	40,25	40,37	40,48	0,34
0,35	40,60	40,72	40,83	40,95	41,06	41,18	41,30	41,41	41,53	41,64	0,35
0,36	41,76	41,88	41,99	42,11	42,22	42,34	42,46	42,57	42,69	42,80	0,36
0,37	42,92	43,04	43,15	43,27	43,38	43,50	43,62	43,73	43,85	43,96	0,37
0,38	44,08	44,20	44,31	44,43	44,54	44,66	44,78	44,89	45,01	45,12	0,38
0,39	45,24	45,36	45,47	45,59	45,70	45,82	45,93	46,05	46,17	46,28	0,39

Метасиликат магния  $MgO \cdot SiO_2$ ; молекулярный вес 100

Надо умножить молекулярное количество на 100

Метасиликат железа  $FeO \cdot SiO_2$ ; молекулярный вес 132

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,13	0,26	0,40	0,53	0,66	0,79	0,92	1,06	1,19	0,00
0,01	1,32	1,45	1,58	1,72	1,85	1,98	2,11	2,24	2,38	2,51	0,01
0,02	2,64	2,77	2,90	3,04	3,17	3,30	3,43	3,56	3,70	3,83	0,02
0,03	3,96	4,09	4,22	4,36	4,49	4,62	4,75	4,88	5,02	5,15	0,03
0,04	5,28	5,41	5,54	5,68	5,81	5,94	6,07	6,20	6,34	6,47	0,04
0,05	6,60	6,73	6,86	7,00	7,13	7,26	7,39	7,52	7,66	7,79	0,05
0,06	7,92	8,05	8,18	8,32	8,45	8,58	8,71	8,84	8,98	9,11	0,06
0,07	9,24	9,37	9,50	9,64	9,77	9,90	10,03	10,16	10,30	10,43	0,07
0,08	10,56	10,69	10,82	10,96	11,09	11,22	11,35	11,48	11,62	11,75	0,08
0,09	11,88	12,01	12,14	12,28	12,41	12,54	12,67	12,80	12,94	13,07	0,09
0,10	13,20	13,33	13,46	13,60	13,73	13,86	13,99	14,12	14,26	14,39	0,10
0,11	14,52	14,65	14,78	14,92	15,05	15,18	15,31	15,44	15,58	15,71	0,11
0,12	15,84	15,97	16,10	16,24	16,37	16,50	16,63	16,76	16,90	17,03	0,12
0,13	17,16	17,29	17,42	17,56	17,69	17,82	17,95	18,08	18,22	18,35	0,13
0,14	18,48	18,61	18,74	18,88	19,01	19,14	19,27	19,40	19,54	19,67	0,14
0,15	19,80	19,93	20,06	20,20	20,33	20,46	20,59	20,72	20,86	20,99	0,15
0,16	21,12	21,25	21,38	21,52	21,65	21,78	21,91	22,04	22,18	22,31	0,16
0,17	22,44	22,57	22,70	22,84	22,97	23,10	23,23	23,36	23,50	23,63	0,17
0,18	23,76	23,89	24,02	24,16	24,29	24,42	24,55	24,68	24,82	24,95	0,18
0,19	25,08	25,21	25,34	25,48	25,61	25,74	25,87	26,00	26,14	26,27	0,19

Метасиликат жезеа (продолжение)

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,20	26,40	26,53	26,66	26,80	26,93	27,06	27,19	27,32	27,46	27,59	0,20
0,21	27,72	27,85	27,98	28,12	28,25	28,38	28,51	28,64	28,78	28,91	0,21
0,22	29,04	29,17	29,30	29,44	29,57	29,70	29,83	29,96	30,10	30,23	0,22
0,23	30,36	30,49	30,62	30,76	30,89	31,02	31,15	31,28	31,42	31,55	0,23
0,24	31,68	31,81	31,94	32,08	32,21	32,34	32,47	32,60	32,74	32,87	0,24
0,25	33,00	33,13	33,26	33,40	33,53	33,66	33,79	33,92	34,06	34,19	0,25
0,26	34,32	34,45	34,58	34,72	34,85	34,98	35,11	35,24	35,38	35,51	0,26
0,27	35,64	35,77	35,90	36,04	36,17	36,30	36,43	36,56	36,70	36,83	0,27
0,28	36,96	37,09	37,22	37,36	37,49	37,62	37,75	37,88	38,02	38,15	0,28
0,29	38,28	38,41	38,54	38,68	38,81	38,94	39,07	39,20	39,34	39,47	0,29
0,30	39,60	39,73	39,86	40,00	40,13	40,26	40,39	40,52	40,66	40,79	0,30
0,31	40,92	41,05	41,18	41,32	41,45	41,58	41,71	41,84	41,98	42,11	0,31
0,32	42,24	42,37	42,50	42,64	42,77	42,90	43,03	43,16	43,30	43,43	0,32
0,33	43,56	43,69	43,82	43,96	44,09	44,22	44,35	44,48	44,62	44,75	0,33
0,34	44,88	45,01	45,14	45,28	45,41	45,54	45,67	45,80	45,94	46,07	0,34
0,35	46,20	46,33	46,46	46,60	46,73	46,86	46,99	47,12	47,26	47,30	0,35
0,36	47,52	47,65	47,78	47,92	48,05	48,18	48,21	48,44	48,58	48,71	0,36
0,37	48,84	48,97	49,10	49,24	49,37	49,50	49,63	49,76	49,90	50,03	0,37
0,38	50,16	50,29	50,42	50,56	50,69	50,82	50,95	51,08	51,22	51,35	0,38
0,39	51,48	51,61	51,74	51,88	52,01	52,14	52,27	52,40	52,54	52,67	0,39

Ортосиликат магния (форстерит)  $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 140  
 (Единица для расчета—половина молекулярного количества  $\text{MgO}$ )

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	0,00
0,01	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,52	2,66	0,01
0,02	2,80	2,94	3,08	3,22	3,36	3,50	3,64	3,78	3,92	4,06	0,02
0,03	4,20	4,34	4,48	4,62	4,76	4,90	5,04	5,18	5,32	5,46	0,03
0,04	5,60	5,74	5,88	6,02	6,16	6,30	6,44	6,58	6,72	6,86	0,04
0,05	7,00	7,14	7,28	7,42	7,56	7,70	7,84	7,98	8,12	8,26	0,05
0,06	8,40	8,54	8,68	8,82	8,96	9,10	9,24	9,38	9,52	9,66	0,06
0,07	9,80	9,94	10,08	10,22	10,36	10,50	10,64	10,78	10,92	11,06	0,07
0,08	11,20	11,34	11,48	11,62	11,76	11,90	12,04	12,18	12,32	12,46	0,08
0,09	12,60	12,74	12,88	13,02	13,16	13,30	13,44	13,58	13,72	13,86	0,09
0,10	14,00	14,14	14,28	14,42	14,56	14,70	14,84	14,98	15,12	15,26	0,10
0,11	15,40	15,54	15,68	15,82	15,96	16,10	16,24	16,38	16,52	16,66	0,11
0,12	16,80	16,94	17,08	17,22	17,36	17,50	17,64	17,78	17,92	18,06	0,12
0,13	18,20	18,34	18,48	18,62	18,76	18,90	19,04	19,18	19,32	19,46	0,13
0,14	19,60	19,74	19,88	20,02	20,16	20,30	20,44	20,58	20,72	20,86	0,14
0,15	21,00	21,14	21,28	21,42	21,56	21,70	21,84	21,98	22,12	22,26	0,15
0,16	22,40	22,54	22,68	22,82	22,96	23,10	23,24	23,38	23,52	23,66	0,16
0,17	23,80	23,94	24,08	24,22	24,36	24,50	24,64	24,78	24,92	25,06	0,17
0,18	25,20	25,34	25,48	25,62	25,76	25,90	26,04	26,18	26,32	26,46	0,18
0,19	26,60	26,74	26,88	27,02	27,16	27,30	27,44	27,58	27,72	27,86	0,19

Ортосиликат магния (продолжение)

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,20	28,00	28,14	28,28	28,42	28,56	28,70	28,84	28,98	29,12	29,26	0,20
0,21	29,40	29,54	29,68	29,82	29,96	30,10	30,24	30,38	30,52	30,66	0,21
0,22	30,80	30,94	31,08	31,22	31,36	31,50	31,64	31,78	31,92	32,06	0,22
0,23	32,20	32,34	32,48	32,62	32,76	32,90	33,04	33,18	33,32	33,46	0,23
0,24	33,60	33,74	33,88	34,02	34,16	34,30	34,44	34,58	34,72	34,86	0,24
0,25	35,00	35,14	35,28	35,42	35,56	35,70	35,84	35,98	36,12	36,26	0,25
0,26	36,40	36,54	36,68	36,82	36,96	37,10	37,24	37,38	37,52	37,66	0,26
0,27	37,80	37,94	38,08	38,22	38,36	38,50	38,64	38,78	38,92	39,06	0,27
0,28	39,20	39,34	39,48	39,62	39,76	39,90	40,04	40,18	40,32	40,46	0,28
0,29	40,60	40,74	40,88	41,02	41,16	41,30	41,44	41,58	41,72	41,86	0,29
0,30	42,00	42,14	42,28	42,42	42,56	42,70	42,84	42,98	43,12	43,26	0,30
0,31	43,40	43,54	43,68	43,82	43,96	44,10	44,24	44,38	44,52	44,66	0,31
0,32	44,80	44,94	45,08	45,22	45,36	45,50	45,64	45,78	45,92	46,06	0,32
0,33	46,20	46,34	46,48	46,62	46,76	46,90	47,04	47,18	47,32	47,46	0,33
0,34	47,60	47,74	47,88	48,02	48,16	48,30	48,44	48,58	48,72	48,86	0,34
0,35	49,00	49,14	49,28	49,42	49,56	49,70	49,84	49,98	50,12	50,26	0,35
0,36	50,40	50,54	50,68	50,82	50,96	51,10	51,24	51,38	51,52	51,66	0,36
0,37	51,80	51,94	52,08	52,22	52,36	52,50	52,64	52,78	52,92	53,06	0,37
0,38	53,20	53,34	53,48	53,62	53,76	53,90	54,04	54,18	54,32	54,46	0,38
0,39	54,60	54,74	54,88	55,02	55,16	55,30	55,44	55,58	55,72	55,86	0,39

Ортосиликат железа (фаялит)  $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 204

(Единица для расчета—половина молекулярного количества  $\text{FeO}$ )

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02	1,22	1,43	1,63	1,84	0,00
0,01	2,04	2,24	2,45	2,65	2,86	3,06	3,26	3,47	3,67	3,88	0,01
0,02	4,08	4,28	4,49	4,69	4,90	5,10	5,30	5,51	5,71	5,92	0,02
0,03	6,12	6,32	6,53	6,73	6,94	7,14	7,34	7,55	7,75	7,96	0,03
0,04	8,16	8,36	8,57	8,77	8,98	9,18	9,38	9,59	9,79	10,00	0,04
0,05	10,20	10,40	10,61	10,81	11,02	11,22	11,42	11,63	11,83	12,04	0,05
0,06	12,24	12,44	12,65	12,85	13,06	13,26	13,46	13,67	13,87	14,08	0,06
0,07	14,28	14,48	14,69	14,89	15,10	15,30	15,50	15,71	15,91	16,12	0,07
0,08	16,32	16,52	16,72	16,93	17,14	17,34	17,54	17,75	17,95	18,16	0,08
0,09	18,36	18,56	18,77	18,97	19,18	19,38	19,58	19,79	19,99	20,20	0,09
0,10	20,40	20,60	20,81	21,01	21,22	21,42	21,62	21,83	22,03	22,24	0,10
0,11	22,44	22,64	22,85	23,05	23,26	23,46	23,66	23,87	24,07	24,28	0,11
0,12	24,48	24,68	24,89	25,09	25,30	25,50	25,70	25,91	26,11	26,32	0,12
0,13	26,52	26,72	26,93	27,13	27,34	27,54	27,74	27,95	28,15	28,36	0,13
0,14	28,56	28,76	28,97	29,17	29,38	29,58	29,78	29,99	30,19	30,40	0,14
0,15	30,60	30,80	31,01	31,21	31,42	31,62	31,82	32,03	32,23	32,44	0,15
0,16	32,64	32,84	33,05	33,25	33,46	33,66	33,86	34,07	34,27	34,48	0,16
0,17	34,68	34,88	35,11	35,31	35,50	35,70	35,90	36,11	36,31	36,52	0,17
0,18	36,72	36,92	37,15	37,35	37,54	37,74	37,94	38,15	38,35	38,56	0,18
0,19	38,76	38,96	39,19	39,39	39,58	39,78	39,98	40,19	40,39	40,60	0,19

**Ортосиликат кальция  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 172**  
(Единица для расчета — половина молекулярного количества  $\text{CaO}$ )

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,17	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,20	1,38	1,55	0,00
0,01	1,72	1,89	2,06	2,24	2,41	2,58	2,75	2,92	3,10	3,27	0,01
0,02	3,44	3,61	3,78	3,96	4,13	4,30	4,47	4,64	4,82	4,99	0,02
0,03	5,16	5,33	5,50	5,66	5,85	6,02	6,19	6,36	6,54	6,71	0,03
0,04	6,88	7,05	7,22	7,40	7,57	7,74	7,91	8,08	8,26	8,43	0,04
0,05	8,60	8,77	8,94	9,12	9,29	9,46	9,63	9,80	9,98	10,15	0,05
0,06	10,32	10,49	10,66	10,84	11,01	11,18	11,35	11,52	11,70	11,87	0,06
0,07	12,04	12,21	12,38	12,56	12,73	12,90	13,07	13,24	13,42	13,59	0,07
0,08	13,76	13,93	14,10	14,28	14,45	14,62	14,79	14,96	15,14	15,31	0,08
0,09	15,48	15,65	15,82	16,00	16,17	16,34	16,51	16,68	16,86	17,03	0,09

**Магнетит  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ; молекулярный вес 232**

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,23	0,46	0,70	0,93	1,16	1,39	1,62	1,86	2,09	0,00
0,01	2,32	2,55	2,78	3,02	3,25	3,48	3,71	3,94	4,18	4,41	0,01
0,02	4,64	4,87	5,10	5,34	5,57	5,80	6,03	6,26	6,50	6,73	0,02
0,03	6,96	7,19	7,42	7,66	7,89	8,12	8,35	8,58	8,82	9,05	0,03
0,04	9,28	9,51	9,74	9,98	10,21	10,44	10,67	10,90	11,14	11,37	0,04
0,05	11,60	11,83	12,06	12,30	12,53	12,76	12,99	13,22	13,46	13,69	0,05
0,06	13,92	14,15	14,38	14,62	14,85	15,08	15,31	15,54	15,78	16,01	0,06
0,07	16,24	16,47	16,70	16,94	17,17	17,40	17,63	17,86	18,10	18,33	0,07
0,08	18,56	18,79	19,02	19,26	19,49	19,72	19,95	20,18	20,42	20,65	0,08
0,09	20,88	21,11	21,34	21,58	21,81	22,04	22,27	22,50	22,74	22,97	0,09

Ильменит  $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ ; молекулярный вес 152

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,15	0,30	0,46	0,61	0,76	0,91	1,06	1,22	1,37	0,00
0,01	1,52	1,67	1,82	1,98	2,13	2,28	2,43	2,58	2,74	2,89	0,01
0,02	3,04	3,19	3,34	3,50	3,65	3,80	3,95	4,10	4,26	4,41	0,02
0,03	4,56	4,71	4,86	5,02	5,17	5,32	5,47	5,62	5,78	5,93	0,03
0,04	6,08	6,23	6,38	6,54	6,69	6,84	6,99	7,14	7,30	7,45	0,04
0,05	7,60	7,75	7,90	8,06	8,21	8,36	8,51	8,66	8,82	8,97	0,05
0,06	9,12	9,27	9,42	9,58	9,73	9,88	10,03	10,18	10,34	10,49	0,06
0,07	10,64	10,79	10,94	11,10	11,25	11,40	11,55	11,70	11,86	12,01	0,07
0,08	12,16	12,31	12,46	12,62	12,77	12,92	13,07	13,22	13,38	13,53	0,08
0,09	13,68	13,83	13,98	14,14	14,29	14,44	14,59	14,74	14,90	15,05	0,09

Гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; молекулярный вес 160

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	0,00
0,01	1,60	1,76	1,92	2,08	2,24	2,40	2,56	2,72	2,88	3,04	0,01
0,02	3,20	3,36	3,52	3,68	3,84	4,00	4,16	4,32	4,48	4,64	0,02
0,03	4,80	4,96	5,12	5,28	5,44	5,60	5,76	5,92	6,08	6,24	0,03
0,04	6,40	6,56	6,72	6,88	7,04	7,20	7,36	7,52	7,68	7,84	0,04

Апатит  $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 + \frac{\text{CaF}_2}{3}$ ; молекулярный вес 336

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,34	0,67	1,01	1,34	1,68	2,02	2,35	2,69	3,02	0,00
0,01	3,36	3,70	4,03	4,37	4,70	5,04	5,38	5,71	6,05	6,38	0,01
0,02	6,72	7,06	7,39	7,73	8,06	8,40	8,74	9,07	9,41	9,74	0,02
0,03	10,08	10,42	10,75	11,09	11,42	11,76	12,10	12,43	12,77	13,10	0,03
0,04	13,44	13,78	14,11	14,45	14,78	15,12	15,46	15,79	16,13	16,46	0,04

Акмит  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 462

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,46	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,23	3,70	4,16	0,00
0,01	4,62	5,08	5,54	6,01	6,47	6,93	7,39	7,85	8,32	8,78	0,01
0,02	9,24	9,70	10,16	10,63	11,09	11,55	12,01	12,47	12,94	13,40	0,02
0,03	13,83	14,32	14,78	15,25	15,71	16,17	16,63	17,09	17,56	18,02	0,03
0,04	18,48	18,92	19,40	19,87	20,33	20,79	21,25	21,71	22,18	22,64	0,04
0,05	23,10	23,56	24,02	24,49	24,95	25,41	25,87	26,33	26,80	27,26	0,05
0,06	27,72	28,18	28,64	29,11	29,57	30,03	30,49	30,95	31,42	31,88	0,06
0,07	32,34	32,80	33,26	33,73	34,19	34,65	35,11	35,57	36,04	36,50	0,07
0,08	36,96	37,42	37,88	38,35	38,81	39,27	39,73	40,19	40,66	41,12	0,08
0,09	41,58	42,04	42,50	42,97	43,43	43,89	44,35	44,81	45,28	45,74	0,09

Метасиликат натрия  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 122

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,98	1,10	0,00
0,01	1,22	1,34	1,46	1,59	1,71	1,83	1,95	2,07	2,20	2,32	0,01
0,02	2,44	2,56	2,68	2,81	2,93	3,05	3,17	3,29	3,42	3,54	0,02
0,03	3,66	3,78	3,90	4,03	4,15	4,27	4,39	4,51	4,64	4,76	0,03
0,04	4,88	5,00	5,12	5,25	5,37	5,49	5,61	5,73	5,86	5,98	0,04
0,05	6,10	6,22	6,34	6,47	6,59	6,71	6,83	6,95	7,08	7,20	0,05
0,06	7,32	7,44	7,56	7,69	7,81	7,93	8,05	8,17	8,30	8,42	0,06
0,07	8,54	8,66	8,78	8,91	9,03	9,15	9,27	9,39	9,52	9,64	0,07
0,08	9,76	9,88	10,00	10,13	10,25	10,37	10,49	10,61	10,74	10,86	0,08
0,09	10,98	11,00	11,22	11,35	11,47	11,59	11,71	11,83	11,96	12,08	0,09

Перовскит  $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ ; молекулярный вес 136

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,14	0,27	0,41	0,54	0,68	0,82	0,95	1,09	1,22	0,00
0,01	1,36	1,50	1,63	1,77	1,90	2,04	2,18	2,31	2,45	2,58	0,01
0,02	2,72	2,86	2,99	3,13	3,26	3,40	3,54	3,67	3,81	3,94	0,02
0,03	4,08	4,22	4,35	4,49	4,62	4,76	4,90	5,03	5,17	5,30	0,03
0,04	5,44	5,58	5,71	5,85	5,98	6,12	6,26	6,39	6,53	6,66	0,04
0,05	6,89	6,94	7,07	7,21	7,34	7,48	7,62	7,75	7,89	8,02	0,05
0,06	8,16	8,30	8,43	8,57	8,70	8,84	8,98	9,11	9,25	9,38	0,06
0,07	9,52	9,66	9,79	9,93	10,06	10,20	10,34	10,47	10,61	10,74	0,07
0,08	10,88	11,02	11,15	11,29	11,42	11,56	11,70	11,83	11,97	12,10	0,08
0,09	12,24	12,38	12,51	12,65	12,78	12,92	13,06	13,19	13,33	13,46	0,09

Титанит  $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ ; молекулярный вес 196

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	0,00
0,01	1,96	2,16	2,35	2,55	2,74	2,94	3,14	3,33	3,53	3,72	0,01
0,02	3,92	4,12	4,31	4,51	4,70	4,90	5,10	5,29	5,49	5,68	0,02
0,03	5,88	6,08	6,27	6,47	6,66	6,86	7,06	7,25	7,45	7,64	0,03
0,04	7,84	8,04	8,23	8,43	8,62	8,82	9,02	9,21	9,41	9,60	0,04
0,05	9,80	10,00	10,19	10,39	10,58	10,78	10,98	11,17	11,37	11,56	0,05
0,06	11,76	11,96	12,15	12,35	12,54	12,74	12,94	13,13	13,33	13,52	0,06
0,07	13,72	13,92	14,11	14,31	14,50	14,70	14,90	15,09	15,29	15,48	0,07
0,08	15,68	15,88	16,07	16,27	16,46	16,66	16,86	17,05	17,25	17,44	0,08
0,09	17,64	17,84	18,03	18,23	18,42	18,62	18,82	19,01	19,21	19,40	0,09

Флюорит  $\text{CaF}_2$ ; молекулярный вес 78

Мол.	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	Мол.
0,00	0,00	0,07	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,62	0,70	0,00
0,01	0,78	0,86	0,94	1,01	1,09	1,17	1,25	1,33	1,40	1,48	0,01
0,02	1,56	1,64	1,72	1,79	1,87	1,95	2,03	2,11	2,18	2,26	0,02
0,03	2,34	2,42	2,50	2,57	2,65	2,73	2,81	2,89	2,96	3,04	0,03
0,04	3,12	3,20	3,28	3,35	3,43	3,51	3,59	3,67	3,74	3,82	0,04
0,05	3,90	3,98	4,06	4,13	4,21	4,29	4,37	4,45	4,52	4,60	0,05
0,06	4,68	4,76	4,84	4,91	4,99	5,07	5,15	5,23	5,30	5,38	0,06
0,07	5,46	5,54	5,62	5,69	5,77	5,85	5,93	6,01	6,08	6,16	0,07
0,08	6,24	6,32	6,40	6,47	6,55	6,63	6,71	6,79	6,86	6,94	0,08
0,09	7,02	7,10	7,18	7,25	7,33	7,41	7,49	7,57	7,64	7,72	0,09

#### IV. ТАБЛИЦЫ ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИПОВ ХИМИЧЕСКИХ СОСТАВОВ ИЗВЕРЖЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

В таблицах даны числовые характеристики химических составов, вычисленные по способу, изложенному на стр. 23 и след., главным образом параметры  $a:c:b:s$ . Вычислив такую характеристику по таблицам, можно сравнить данный состав со всеми помещенными в них типами пород, установленными разными авторами, не перечисляя состава по разным способам.

Последняя таблица (стр. 107—109) является сводкой и обобщением всех предыдущих; она содержит основные числовые характеристики и параметр  $Q$  тех самых типов, которые представлены фигуративными точками на диаграмме, данной в приложении на отдельном листе.

##### *Перечень таблиц*

1. Числовые характеристики и средние химические составы из книжки G. W. Tyrrell — *The Principles of Petrology*. 1926. Русский перевод: Г. В. Тиррель. Основы петрологии. 2-е изд. 1933.

2. Числовые характеристики средних составов из R. A. Daly — *Igneous Rocks and their Origin*. 1914.

3. Числовые характеристики типов Озанна. A. Osann — *Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Eruptivgesteine*. Abhandl. der Heidelberger Akad. d. Wissensch. Mat.-Nat. Kl. Abh. 8 u. 9. 1919—1920.

4. Числовые характеристики типов магм Ниггли из P. Niggli. *Gesteins- und Mineralprovinzen*, V. I. Niggli—Beger-Einführung. 1923.

5. Числовые характеристики химических составов лампрофиров по Бегеру. *Ibid*.

6. Числовые характеристики химических типов Левинсон-Лессинга. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Петрография, 1933. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и Д. С. Белянкин. Петрографические таблицы, 1933.

7. Числовая характеристика химических составов типических пород по Джохэнсену. A. Johannsen. *The Average Chemical Compositions of Various Rock Types*. Neues Jahrb. für Min., Geol. u. Palaeont. 64 Beil. B. 1931.

8. Сводная таблица характеристик химических составов (см. стр. 107—109).

1. Числовые характеристики среднего химического состава главных изверженных горных пород (по Тиррелю „Основы петрологии“)

Составы даны на след. страницах

№ по пор.	Название породы	a	c	b	s	n	f'	m'	c'	a'	n'	φ
1	Щелочной гранит . . . . .	16,0	0	4,4	79,6	58	67	7	16	—	10	36
2	Средний гранит . . . . .	14,2	1,4	4,3	79,9	52	68	23	9	—	—	23
3	Гранодиорит . . . . .	11,9	4,4	7,9	75,8	65	57	39	4	—	—	22
4	Кварцевый диорит . . . . .	9,6	6,5	14,2	69,7	70	45	46	9	—	—	16
5	Диорит . . . . .	10,9	6,1	15,6	67,4	71	42	44	14	—	—	19
6	Щелочной риолит . . . . .	12,9	0	9,6	77,5	52	51	5	5	—	39	28
7	Риолит . . . . .	12,4	1,6	5,2	80,8	57	40	13	—	47	—	22
8	Дациит . . . . .	12,7	4,0	6,9	76,4	72	12	54	34	—	—	33
9	Кварцевое габбро . . . . .	9,4	6,9	19,6	64,1	75	47	44	9	—	—	11
10	Габбро . . . . .	7,2	8,3	26,9	57,4	81	32	49	19	—	—	10
11	Анортозит . . . . .	10,7	16,7	5,7	66,9	88	43	43	14	—	—	19
12	Перидотит . . . . .	2,2	1,6	56,8	39,4	83	15	80	5	—	—	5
13	Роговообманковый и биотитовый андезит . . . . .	12,7	5,5	10,7	71,1	72	47	41	12	—	—	23
14	Гиперстеновый и авгитовый андезит . . . . .	10,8	5,9	14,0	69,3	74	44	42	14	—	—	18
15	Базальт (среднее) . . . . .	9,5	6,1	26,6	57,8	74	41	40	19	—	—	17
16	Плато-базальт . . . . .	7,8	5,4	29,3	57,5	81	42	37	21	—	—	10
17	Щелочной сиенит . . . . .	19,2	2,2	8,7	69,9	63	72	18	10	—	—	47
18	Сиенит . . . . .	14,3	3,5	16,6	65,6	52	58	31	11	—	—	40
19	Монцонит . . . . .	13,2	4,2	21,0	61,6	56	45	33	21	—	—	26
20	Нефелиновый сиенит . . . . .	25,1	0,3	14,1	60,5	70	59	22	19	—	—	43
21	Эссексит . . . . .	13,2	5,8	22,1	58,9	74	43	32	25	—	—	17
22	Тералит . . . . .	15,4	3,5	27,7	53,4	76	39	32	29	—	—	15
23	Ийолит . . . . .	26,0	0,4	20,3	53,3	87	42	28	30	—	—	17
24	Трахит . . . . .	18,5	2,8	7,8	70,9	54	64	25	11	—	—	30
25	Щелочной трахит . . . . .	23,0	0,2	6,2	70,6	64	65	16	19	—	—	40
26	Фонолит . . . . .	26,7	0,1	7,7	65,5	72	71	7	22	—	—	57
27	Трахиандезит . . . . .	16,6	3,6	13,9	65,9	68	43	32	20	—	—	23
28	Трахибазальт . . . . .	13,0	4,4	25,0	57,6	68	40	37	23	—	—	15
29	Нефелиновый базальт . . . . .	10,0	3,1	42,1	44,8	76	28	45	27	—	—	12
30	Океанит . . . . .	3,0	3,3	46,6	47,1	84	22	69	9	—	—	4

1а. Химические составы пород, числовые характеристики которых даны в таблице на стр. 82.

Химический состав	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	73,2	72,0	66,0	59,5	56,8	72,1	72,6	66,9	53,8	48,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,5	13,1	15,3	16,5	16,7	10,2	13,9	16,6	16,8	17,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,9	1,5	2,0	2,6	3,2	3,4	1,4	2,5	2,4	3,2
FeO	1,3	1,8	2,9	4,1	4,4	2,4	0,8	1,4	7,0	6,0
MgO	0,2	0,6	1,8	3,8	4,2	0,3	0,4	1,2	4,9	7,5
CaO	0,5	1,5	3,8	6,2	6,7	0,4	1,3	3,3	7,0	11,0
Na <sub>2</sub> O	4,6	3,5	3,5	3,0	3,4	5,0	3,6	4,1	3,1	2,5
K <sub>2</sub> O	4,9	4,8	2,8	1,9	2,1	4,5	4,0	2,5	1,6	0,9
H <sub>2</sub> O	0,6	0,7	1,0	1,4	1,4	1,1	1,5	1,1	1,7	1,4
TiO <sub>2</sub>	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,4	0,3	0,3	1,6	1,0
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,2	0,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3

Химический состав	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	50,4	41,1	60,8	59,3	48,8	49,3	62,0	58,6	55,3	54,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,3	4,8	17,3	16,6	15,8	14,1	17,9	16,4	16,5	19,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,1	4,0	2,9	3,1	5,4	3,4	2,2	3,6	3,0	3,4
FeO	1,1	7,1	2,5	3,5	6,3	9,9	2,3	3,1	4,4	2,2
MgO	1,3	32,2	2,5	3,4	6,0	6,4	1,0	3,1	4,2	0,9
CaO	12,5	4,4	5,5	6,3	8,9	9,7	2,5	4,5	7,2	2,5
Na <sub>2</sub> O	3,7	0,5	4,0	3,6	3,2	2,9	5,5	3,5	3,5	8,3
K <sub>2</sub> O	0,7	1,0	2,4	1,9	1,6	1,0	5,0	4,8	4,1	5,5
H <sub>2</sub> O	0,7	3,5	1,2	1,3	1,8	—	0,8	1,1	0,7	1,3
TiO <sub>2</sub>	0,1	1,2	0,6	0,7	1,4	2,6	0,6	0,9	0,6	0,9
MnO	—	0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,4	0,2

Химический состав	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO <sub>2</sub>	48,6	45,1	42,8	60,7	62,0	57,5	56,2	48,8	39,2	45,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,0	16,6	18,9	17,7	17,5	20,6	17,4	16,0	12,6	8,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,3	4,8	3,9	2,7	2,9	2,4	3,7	4,3	5,9	2,3
FeO	5,6	7,0	4,8	2,6	1,6	1,0	3,4	6,3	7,4	10,2
MgO	4,0	5,1	3,2	1,1	0,6	0,3	2,5	5,4	11,6	21,7
CaO	8,9	9,3	10,5	3,1	1,1	1,5	5,2	8,2	12,9	7,5
Na <sub>2</sub> O	4,3	5,3	9,6	4,4	6,6	8,8	5,0	3,9	3,6	1,3
K <sub>2</sub> O	2,3	2,5	2,3	5,7	5,9	5,3	3,6	2,8	1,7	0,4
H <sub>2</sub> O	1,3	1,9	0,8	1,3	1,2	2,0	1,3	1,5	1,9	0,6
TiO <sub>2</sub>	1,9	1,7	1,6	0,4	0,4	0,4	1,0	1,9	2,3	1,7
MnO	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,8	0,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,6	0,6	1,4	0,2	0,1	0,1	0,5	0,2	0,1	0,1

2. Основные числовые характеристики средних составов горных пород по Дэли

№ по пор.	Название породы	a	c	b	s
1	Докембрийские граниты . . . . .	13,4	2,3	4,3	80,0
2	Шведские граниты . . . . .	13,2	2,5	5,4	78,9
3	Послекембрийские граниты . . . . .	12,7	2,6	6,6	78,1
4	Граниты всех периодов . . . . .	12,9	2,6	6,1	78,4
5	Липариты и риолиты . . . . .	12,4	1,6	5,2	80,8
6	Липариты (по авторам) . . . . .	12,8	1,3	7,1	78,8
7	Риолиты (по авторам) . . . . .	13,3	1,7	5,3	78,7
X 8	Кварцевые порфиры . . . . .	12,5	1,5	7,1	78,9
9	Щелочноземельные граниты . . . . .	13,6	2,6	5,4	78,4
10	Щелочные граниты . . . . .	15,5	0,2	4,1	80,2
11	Комендиты . . . . .	14,1	0,0	6,4	79,5
12	Кварцевые кератофиры . . . . .	13,9	1,0	3,2	81,9
13	Роговообманковые сиениты (не щелочные) . . . . .	15,4	3,2	10,9	70,5
14	Слюдяные сиениты . . . . .	13,3	3,6	15,0	68,1

№ по пор.	Название породы	a	c	b	s
15	Авгитовые сиениты . . . . .	14,2	5,6	19,2	61,0
16	Сиениты средние, тип щелочноземельный . . . . .	14,3	3,5	16,6	65,6
17	Сиениты вообще (включая щелочные)	15,4	3,2	11,9	69,5
18	Трахиты . . . . .	18,5	2,8	7,8	70,9
19	Щелочноземельные трахиты . . . . .	15,3	3,4	7,3	74,0
20	Нордмаркит . . . . .	20,6	0,8	5,8	72,8
21	Пуласкит . . . . .	22,6	1,5	4,9	71,0
22	Акерит . . . . .	15,9	3,5	8,3	72,3
23	Умптекит . . . . .	21,9	0,0	10,5	67,6
24	Среднее из щелочных сиенитов . . . . .	19,2	2,2	8,7	69,9
25	Щелочной трахит . . . . .	23,0	0,2	7,8	70,9
26	Керагофир . . . . .	19,5	1,3	8,5	70,7
27	Пантеллерит . . . . .	12,8	0,0	14,2	73,0
28	Лаурвикит . . . . .	19,3	5,2	7,4	68,1
29	Ромбен-порфир . . . . .	24,4	1,2	8,1	66,3
✓ 30	<u>Монцонит</u> . . . . .	<u>13,7</u>	4,2	<u>18,5</u>	<u>63,6</u>
31	Латит . . . . .	14,4	4,0	14,7	66,9
32	Фояит . . . . .	28,6	0,4	5,4	65,6
33	Уртит . . . . .	37,5	0,0	9,9	52,6
34	Лаурдалит . . . . .	25,2	0,6	12,1	62,1
35	Нефелиновые сиениты . . . . .	25,1	0,3	14,1	60,5
36	„ фонолиты . . . . .	27,5	0,3	5,4	66,8
37	Лейцитовые фонолиты . . . . .	26,4	2,3	6,2	65,1
38	Лейцитифир . . . . .	25,1	0,3	16,2	58,4
39	Тоналит . . . . .	10,2	4,0	10,0	75,8
40	✓ Кварцевый монцонит . . . . .	13,0	4,0	6,3	76,7
41 ✓	Гранодиориты . . . . .	11,9	4,4	7,9	75,8
42	Дациты . . . . .	12,7	4,0	6,9	76,4
43	Кварцевые диориты . . . . .	9,6	6,5	14,2	69,7
44	Диориты (включая кварцевые) . . . . .	10,5	5,8	15,5	68,2
45	Диорит бескварцевый . . . . .	10,9	6,1	15,6	67,4
46	Все андезиты . . . . .	11,3	6,5	12,0	70,2
47	Авгитовый андезит . . . . .	11,6	6,3	13,3	68,8
48	Гиперстеновый андезит . . . . .	10,2	6,9	12,2	70,7

№ по пор.	Название породы	a	c	b	s
49	Амфиболовый андезит . . . . .	11,3	6,5	10,1	72,0
50	Слюдяной андезит . . . . .	11,6	6,5	9,3	74,0
51	Все нориты . . . . .	7,3	10,4	22,2	60,1 ✓
52	Все габбро. . . . .	7,2	8,3	26,9	57,4 ✓✓
53	Все базальты. . . . .	9,2	6,1	26,8	57,9 ✓✓
54	Базальты (по авторам) . . . . .	9,5	6,1	26,6	57,8 ✓
55	Диабазы . . . . .	8,2	6,4	25,6	59,8 ✓✓✓
56	Оливиновый диабаз. . . . .	7,1	6,1	28,7	58,1
57	Мелафир. . . . .	10,0	7,1	22,6	60,3 ✓
58	Долерит . . . . .	8,0	5,4	30,4	56,2
59	Габбро без оливина . . . . .	7,9	8,6	24,8	58,8 ✓
60	Оливиновое габбро . . . . .	6,0	9,1	30,3	54,6
61	Норит без оливина . . . . .	6,9	9,6	22,6	60,9
62	Норит оливиновый . . . . .	9,1	8,5	18,9	63,5
63	Анортозит . . . . .	10,7	16,7	5,7	66,9
64	Слюдяной перидотит . . . . .	5,4	2,2	50,0	40,4
65	Амфиболовый перидотит . . . . .	5,3	1,1	56,6	37,0
66	Верлит. . . . .	2,8	1,9	50,4	44,9
67	Гарцбургит . . . . .	0,0	2,5	58,0	39,5
68	Лерцолит . . . . .	2,2	2,3	55,6	39,5
69	Дунит . . . . .	0,0	0,4	66,0	33,6
✓ 70	Все перидотиты . . . . .	2,2	1,6	56,8	39,4
71	Пикрит . . . . .	3,0	4,4	48,4	44,2
72	Вебстерит . . . . .	4,3	6,8	44,4	44,5
73	Пироксенит нещелочного ряда . . . . .	0,7	1,7	49,1	48,5 ✓
74	„ щелочного ряда . . . . .	2,9	4,1	43,0	50,0
75	Эссексит. . . . .	13,2	5,8	22,1	58,9
76	Трахидолерит . . . . .	13,8	3,9	23,3	59,0
77	Лимбургит. . . . .	8,9	3,3	41,1	46,7
78	Авгитит . . . . .	11,1	6,0	29,6	53,3
79	Тералит . . . . .	12,5	3,2	31,4	52,9
80	Шонкинит . . . . .	12,8	1,4	31,5	54,3
81	Все тефриты . . . . .	11,7	6,0	23,7	59,2
82	Все базавиты . . . . .	11,8	4,7	31,4	52,1
83	Нефелиновый тефрит . . . . .	13,3	3,8	25,6	57,3

№ по пор.	Название породы	a	c	b	s
84	Лейцитовый тефрит . . . . .	10,6	6,5	23,7	59,2
85	Нефелиновый базанит . . . . .	11,5	4,7	32,0	51,8
86	Лейцитовый базанит . . . . .	12,9	4,5	30,4	52,2
87	Фергусит . . . . .	17,3	0,9	23,7	58,1
88	Миссурит . . . . .	8,4	2,7	39,3	49,6
89	Лейцитовый базальт . . . . .	11,1	5,6	27,1	56,2
90	Лейцитит . . . . .	21,4	1,9	21,2	55,5
91	Ийолит . . . . .	26,0	0,4	20,3	53,3
92	Бекинкинит . . . . .	9,3	4,6	38,2	43,1
93	Нефелинит . . . . .	19,6	2,6	24,9	52,9
94	Нефелиновый базальт . . . . .	10,9	3,4	40,1	45,3
95	Мелилитово-нефелиновый базальт . . . . .	8,4	2,0	48,2	41,4
96	Мелилитовый базальт . . . . .	5,0	4,0	45,3	45,7
97	Аляскит . . . . .	14,0	0,5	2,5	83,0
98	Диорит (Electric Peak) . . . . .	11,8	4,8	11,8	71,6
99	Малиньит . . . . .	18,6	0,3	25,1	56,0
100	Риодит (Yellowstone Park) . . . . .	13,5	1,4	3,4	81,7
101	Базальт Гавайских островов . . . . .	8,5	5,0	30,0	56,5
102	Банакит . . . . .	18,0	4,0	12,1	65,9
103	Шошонит . . . . .	13,2	5,6	18,4	62,8
104	Абсарокит . . . . .	10,3	3,5	28,5	57,7
105	Лейцитовый абсарокит . . . . .	8,8	2,7	37,5	51,0
106	Гранит-аплит . . . . .	14,4	1,3	2,3	82,0
107	Бостонит . . . . .	20,1	1,8	6,9	71,2
108	Грорудит . . . . .	14,9	0,0	6,6	78,5
109	Сельвсбергит . . . . .	23,0	0,1	6,4	70,5
110	Тингуант . . . . .	27,5	0,3	7,3	64,9
111	Минетта . . . . .	12,4	3,4	26,7	57,5
112	Керсантит . . . . .	11,4	5,0	22,2	61,4
113	Вогезит . . . . .	11,1	4,3	24,9	59,7
114	Камптонит . . . . .	10,5	6,4	29,3	53,8
115	Мончикит . . . . .	12,2	3,9	30,2	53,7
116	Альионт . . . . .	6,9	2,8	53,0	37,3

### 3. Основные числовые характеристики типов химических составов изверженных пород по Озанну<sup>1</sup>

#### ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
<i>1. Граниты, гранодиориты и кварцевые диориты</i>						
1	Cape Ann	щелочной гранит . .	16,5	0,1	1,2	82,2
2	Quincy	щелочной гранит . .	16,5	0,0	3,7	79,8
3	Drammen	щелочной гранит . .	15,0	0,1	4,8	80,1
4	Milford	гранит . . . . .	15,0	0,6	1,3	83,1
5	Elk Peak	гранит . . . . .	14,8	0,7	2,7	81,8
6	Uthammar	гранит . . . . .	14,2	0,7	4,6	80,5
7	Klondyke	гранит . . . . .	14,7	1,0	7,3	77,0
8	Svartbergviken	адамеллит . . . . .	13,4	1,2	10,0	75,4
9	Reichenstein	гранит и кварцевый сиенит . . . . .	12,8	1,6	15,7	69,9
10	Unterer Meinecken- berg	гранит . . . . .	14,1	1,1	1,2	83,6
11	Big Timber Creek	гранит и гранодиорит	14,5	1,4	2,4	81,7
12	Alby	гранит . . . . .	14,3	1,5	3,8	80,4
13	Rödsklöv	гранит . . . . .	14,3	1,7	6,3	79,7
14	Kundsbakke	гранит и кварцевый сиенит . . . . .	13,4	2,4	9,4	74,8
15	Haut du Faite	гранит . . . . .	12,9	3,2	12,6	71,3
16	Lier	гранитит . . . . .	14,3	1,5	0,5	83,7
17	Sogneskollen	трондьемит . . . . .	16,1	2,0	2,2	79,7
18	Pelham	гранит . . . . .	13,6	2,0	2,7	81,7
19	Huysenburger Håu	гранит . . . . .	13,6	2,7	5,4	78,3
20	Lana	тоналит, гранит . .	12,9	3,3	7,3	76,5
21	Mt. Stuart	гранодиорит . . . .	11,8	4,2	10,9	73,1 =
22	Mill Creek	кварцевый монцонит	13,6	2,5	1,9	82,0
23	Bremanger	кварцевый монцонит	13,5	3,6	3,8	79,1
24	Doberschütz	гранодиорит . . . .	12,6	4,4	6,6	76,4
25	Vaskö	гранодиорит . . . .	11,8	4,9	8,9	74,4
26	Bald Mt.	гранодиорит . . . .	12,9	4,3	3,2	79,6
27	Chowchilla	гранодиорит . . . .	10,1	6,5	9,2	74,2

<sup>1</sup> Название типа прибавляется к названию породы; напр. гранит типа Alby.

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
<i>II. Кварцсодержащие сиениты, сиениты и диориты</i>						
28	Jonsskardelv	щелочной гранит, пуласкит . . . . .	22,0	0,1	3,8	74,1
29	Tonsenäs	нордмаркит и др. . .	22,3	0,1	5,2	72,4
30	Seglinge	умптекит . . . . .	21,5	0,1	8,5	69,9
31	Cabo Frio	нордмаркит . . . . .	21,5	0,1	11,4	67,0
32	Peninsula	авгитовый сиенит . .	18,6	0,0	14,7	66,7
33	Broängen	нордмаркит . . . . .	23,8	1,4	1,7	73,1
34	Salem neck	нордмаркит, пуласкит	21,8	0,8	4,6	72,8
35	Rossländ	щелочные сиениты .	21,7	1,2	6,9	70,2
36	Bradyville	сиениты . . . . .	20,3	1,7	10,4	67,6
37	Piz Giuf	сиениты . . . . .	17,6	1,4	13,8	67,2
38	Tábor	монзонит, сиенит . .	15,2	1,5	18,1	65,2
39	Mulatto	монзонит, ногит . .	13,7	2,8	23,0	60,5
40	Highwood Peak	пуласкит . . . . .	20,2	1,7	4,0	74,1
41	Ullernäs	сиениты, большею частью щелочные .	20,2	2,4	6,0	71,4
42	Mt. Johnson	акерит, спенит, лаур- викит . . . . .	19,6	2,7	8,3	69,5
43	Plauenscher Grund	сиенит . . . . .	16,7	3,1	11,5	68,7
44	Bingham	сиениты, монзониты, эссекситы . . . . .	14,8	3,6	15,2	66,4
45	Montrose Point	монзонит, диорит . .	41,7	4,4	21,1	62,8
46	Garabal Hill	диорит, габбро . . .	9,6	4,5	25,8	60,1
47	Loon Lake	авгитовый сиенит . .	20,2	3,1	5,3	71,4
48	Tupper Lake	авгитовый сиенит . .	18,2	4,2	7,9	69,7
49	Mt. Askutney	диорит (монзонит) .	16,7	4,4	9,3	69,6
50	Csiklovabanya	сиенит, диорит . . .	13,4	5,0	13,9	67,7
51	Gröba	габбро-сиенит . . .	11,3	5,8	18,8	64,1
52	Hippeln	диорит, габбро . . .	8,8	6,6	22,9	61,7
53	Tönsberg	тенсбергит, ларвикит	18,6	5,0	7,0	69,4
54	Frederiksvärn	ларвикит, авгитовый сиенит . . . . .	17,8	5,9	6,8	69,5
55	Bodega	слюдяные диориты .	12,9	12,5	6,1	68,5
56	Red Mt.	диорит (норит) . . .	11,4	7,0	15,7	65,9
57	Stony Mt.	диорит, норит . . .	9,1	8,3	19,8	62,8

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
58	Rekefjord	кварцевый норит . .	10,1	8,8	14,5	66,6
59	Neurode	габбро . . . . .	9,1	10,0	17,0	63,9
60	Whiteface	лейкократовое габбро	11,2	10,5	11,6	66,7
61	Oberkainsbach	оливиновое габбро .	8,6	13,6	13,3	64,5

*III. Эссекситы, габбро, пироксениты и перидотиты*

а) Кислая группа

62	Kringlerne	какортokit, авгитовый сиенит . . . . .	21,6	0,0	18,4	60,0
63	Lysebøfjord	малиньит, оливиновый лаурдалит . . . . .	20,3	0,0	22,1	57,6
64	Shonkin Sag	шонкиннит и др. . . . .	15,5	0,6	29,3	54,6
65	Beaver Creek	шонкиннит . . . . .	11,6	0,3	35,0	53,1
66	Webster	вебстерит . . . . .	0,3	0,8	49,6	49,3
67	Palisade Butte	сиенит, эссексит . .	20,8	1,8	15,4	62,0
68	Grosspriesen	содалитовый сиенит и др. . . . .	16,8	2,8	21,8	58,6
69	Davis Creek	монзонит, шонкиннит .	14,6	2,0	26,8	56,6
70	Yogo Peak	шонкиннит, эссексит, тералит . . . . .	10,4	2,8	33,9	52,9
71	Brandberget	пироксенит, габбро .	5,3	2,9	39,9	51,9
72	Radautal	перидотиты . . . . .	1,2	2,9	46,5	49,4
73	Nosy Komba	ковит и др. . . . .	20,1	3,7	13,8	62,4
74	Rongstock	эссексит, тешенит . .	17,3	3,8	19,8	59,1
75	Dignaes	эссексит, габбро-сиенит . . . . .	13,6	4,8	23,8	57,8
76	Gerstenberg	норит, габбро . . . . .	9,3	5,3	30,2	55,2
77	Emerald mine	норит, габбро . . . . .	5,4	5,3	36,3	53,0
78	Orange Grove	оливиновое габбро .	5,4	6,0	42,6	50,0
79	Pic Maros	монзонитовый шонкиннит . . . . .	20,1	4,7	13,0	62,2
80	Jangoa	эссексит, нефелиновый монзонит . . . . .	16,6	5,9	17,7	59,8
81	Alemania	эссексит и др. . . . .	12,8	6,5	22,8	57,9
82	Malgola	габбро, биотитовый эссексит и др. . . .	9,7	7,2	26,5	56,6
83	Kunstmannel	габбро разное . . . . .	5,3	8,4	31,6	54,7

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
84	St. Hilaire	рувиллит . . . . .	18,9	7,3	10,9	62,9
85	Wallbach	оливиновое габбро .	11,7	8,7	21,8	57,8
86	Leprese	габбро, норит . . . .	8,4	9,4	23,6	58,6
87	Baste	норит, габбро, диорит	5,1	10,5	28,2	56,2
88	Wetheredville	габбро . . . . .	1,8	12,0	33,5	52,7
89	Birch Lake	габбро, габбродиорит	5,0	12,5	24,7	57,8
90	Richterhof	габбро . . . . .	7,6	13,1	18,5	60,8
91	Phoenix Reservoir	оливиновое габбро .	4,3	14,5	22,8	58,4
92	Ransko	габбро . . . . .	4,1	16,2	19,8	59,9

b) Промежуточная (средняя) группа

93	Narsak	давэнит, рудный пироксенит . . . . .	6,7	0,3	49,1	43,9
94	Zakharowka	косвит . . . . .	0,6	1,1	55,2	43,1
95	Yamaska	пироксенит, ямаскит .	3,6	3,4	46,3	46,7
96	Koswinsky	косвит, тылаит, якупирангит . . . . .	1,0	3,0	52,7	43,3
97	Schöllschitz	горблендит, эссексит	5,5	5,9	39,7	48,9
98	Escourgeat	ариежит . . . . .	4,1	9,5	37,5	48,9
99	Lherz	ариежит . . . . .	2,5	8,5	43,7	45,3
100	Rougemont	ружмонтит, роговообманковое габбро .	3,8	12,1	34,8	49,3

c) Основная группа

101	Dun Mts.	дунит, верлит . . . .	0,7	0,2	63,6	35,5
102	Kaltes Tal	слюдяной перидотит .	5,5	1,1	51,7	41,3
103	Gorduno	гранато-оливиновая порода, перидотит .	1,3	2,2	57,5	39,0
104	Swetly-Bor	исит . . . . .	5,0	6,8	46,4	41,8
105	Avezac-Prat	авезакит . . . . .	1,9	6,8	50,8	40,5
106	Ostraña-Sopka	остраит . . . . .	1,2	12,0	45,0	41,8

IV. Нефелиновые сиениты

107	Mariupol	нефелиновые сиениты	30,1	0,0	2,0	67,9
108	Kangerdluarsuk	нефелиновый сиенит .	29,6	0,1	4,2	66,1
109	Pollen	нефелиновый сиенит, пуласкит . . . . .	27,4	0,1	6,9	65,6
110	Pilandsberg	нефелимовый сиенит	26,5	0,2	9,3	64,0

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
111	Tamara	нефелиновые сиениты	27,2	1,0	3,1	68,7
112	Fotaba	нефелиновые сиениты	27,5	1,0	5,2	66,3
113	Poutelitschorr	нефелиновые сиениты	25,2	1,5	7,4	65,9
114	Löve	лаурдалит . . . . .	23,1	1,5	11,3	64,1
115	Pic de Maros	нефелиновые сиениты	27,0	2,0	3,7	67,3
116	Bratholmen	нефелиновый сиенит	24,6	2,3	6,5	66,6

*V. Тералиты и шонкиниты*

117	Magnet Cove	аркит . . . . .	26,6	0,3	20,5	52,6
118	Katzenbuckel	шонкинит, ийолит . .	20,6	0,0	28,9	50,5
119	Flurhübl	тералит . . . . .	16,5	1,2	32,5	49,8
120	Sägen	тералит . . . . .	17,9	4,3	24,1	53,7
121	Gordons Butte	эссексит, тералит . .	15,2	4,4	27,8	52,6

*VI. Бесполовошпатовые, сильно щелочные породы*

а) Нефелиновые

122	Lujavr Urt	уртит . . . . .	42,0	0,0	3,7	54,3
123	Iivaara I	ийолит . . . . .	32,3	0,0	18,9	48,7
124	Iivaara II	ийолит . . . . .	25,2	0,8	24,4	49,6
125	Craigmont	конгрессит . . . . .	42,4	1,0	5,0	51,6
126	Ice River	ийолит . . . . .	16,1	2,2	36,4	45,5
127	North Beaver Creek	ийолит . . . . .	13,8	1,5	38,6	46,1
128	Bekinkina	бекикинит . . . . .	9,4	5,0	36,4	49,2
129	Arnoux	фергусит . . . . .	15,5	1,0	23,5	60,0
130	Shonkin Creek	миссурит . . . . .	9,5	1,4	40,7	48,4
131	Alter Pedroso	озанитовый горн- блендит . . . . .	0,0	0,0	46,0	54,0

б) Анортозиты

132	Presten	олигоклазит . . . . .	16,6	4,8	3,3	75,3
133	Altona	анортозит . . . . .	10,7	13,0	10,3	66,0
134	Espedalen	анортозит . . . . .	7,5	14,0	13,0	65,5
135	Fosse	андезинит . . . . .	14,9	10,8	2,4	71,9
136	Ekersund	анортозит . . . . .	13,9	14,6	6,7	64,8
137	Sopot	оливиновый норит . .	3,3	20,9	16,2	59,6
138	Rawdon	анортозит . . . . .	16,0	11,9	0,9	71,2
139	Nain	анортозит . . . . .	13,0	14,0	3,7	69,3
140	Seine River	лабрадорит . . . . .	5,5	21,0	11,1	62,4
141	Carlton Peak	анортозит . . . . .	12,3	17,5	3,2	67,0
142	Burnt Head	анортозит . . . . .	4,6	22,4	9,5	63,5
143	Beaver Bay	анортозит . . . . .	6,7	21,9	5,0	66,4

ЭФФУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
<i>1. Риолиты, дациты и переходы к андезитам и базальтам</i>						
1	Le Fontane	комендит . . . . .	17,0	0,0	1,4	81,6
2	Paisano Mt.	щелочной риолит . .	16,4	0,0	2,5	81,1
3	Costa Zaneti	пантеллерит . . . . .	15,2	0,1	5,8	78,9
4	Cantina Ziton	пантеллерит . . . . .	16,2	0,0	5,6	78,2
5	Costa Zichidi	трахит . . . . .	17,3	0,3	8,0	74,4
6	Round Mt.	риолит . . . . .	15,9	0,5	1,0	82,6
7	Mono Lake	обсидиан . . . . .	16,1	0,6	1,9	81,4
8	Betandroka	риолит . . . . .	14,9	0,9	3,0	81,2
9	Kiirunavaära	кварцевый порфир .	15,4	0,7	5,0	78,8
10	Deception	трахиандезит . . . .	16,2	1,0	6,9	75,9
11	Homestead	кварцевый диабаз . .	11,7	1,9	17,6	68,8
12	Quinn Canyon	риолит . . . . .	15,4	1,0	1,3	82,3
13	Obsidian Cliff	обсидиан . . . . .	14,2	1,2	2,0	82,6
14	Macomer	риолит . . . . .	14,8	1,7	3,6	79,9
15	Black Peak	дацит . . . . .	15,5	2,0	6,2	76,3
16	Ranomainty	оливиновый липарит	13,5	2,7	9,2	74,6
17	Tower Creek	роговообманковый андезит . . . . .	13,3	2,9	13,9	69,9
18	Bergfeld	трахиандезит . . . .	10,0	3,9	17,2	68,9
19	Konga	конга-диабаз . . . . .	8,4	4,8	22,5	64,3
20	Grizzly Peak	риолит . . . . .	14,9	2,2	0,2	82,7
21	Slate Creek	риолит . . . . .	14,2	1,9	1,9	82,0
22	Llao Rock	риолит . . . . .	14,7	2,3	3,2	79,8
23	Lassen Peak	дацит . . . . .	14,5	3,2	5,6	76,7
24	Santorin	гиперстеновый анде- зит . . . . .	14,1	3,7	7,9	74,3
25	Popocatepetl	гиперстеновый анде- зит . . . . .	12,9	4,4	11,5	71,2
26	Rocky Hill	кварцевый диабаз . .	10,2	5,4	17,1	67,3
27	Burns Valley	плагноклазовый ба- зальт . . . . .	8,6	5,7	21,3	64,4
28	Mt. Brougher	биотитовый дацит . .	13,4	2,6	2,2	81,8
29	Tombstone	риолит . . . . .	14,0	3,6	4,0	78,2

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
30	Trout Creek	кварцевый латит . . .	13,9	4,7	6,5	74,9
31	Komló	роговообманково-гиперстенов. андезит .	11,6	5,4	10,1	72,9
32	Thumb	гиперстеновый андезит . . . . .	10,4	6,5	13,2	69,9
33	Soufrière	андезитовая пемза .	8,1	8,0	17,4	66,5
34	Boulder Creek	дацитовый порфирит .	13,5	4,4	2,7	79,4
35	Mte Furu	авгитовый андезит .	10,9	6,5	8,5	74,1
36	Mt. Pelée	гиперстеновый андезит . . . . .	9,5	7,7	11,4	71,4
37	Saba	авгитово-гиперстеново-роговообманковый андезит . . . . .	7,8	9,1	15,7	67,4
38	Hiawtha Creek	авгитовый андезит .	12,8	6,6	4,5	76,1
39	Black Butte	роговообманково-гиперстеновый андезит . . . . .	11,7	7,5	4,8	76,0
40	Le Précheur	гиперстеновый андезит . . . . .	8,8	8,8	10,6	71,8

II. Трахиты, андезиты, трахиандезиты и их переходы к трахидолеритам

41	Mt. Beerwah	щелочной трахит . .	23,3	0,0	4,0	72,7
42	Timor Rock	щелочной трахит . .	22,0	0,1	5,0	72,9
43	Hülsberg	фонолитовый трахит .	20,3	0,1	7,0	72,6
44	Muradu	трахит . . . . .	21,3	0,3	9,9	68,5
45	Monagrillo	фортунит . . . . .	15,4	0,0	20,4	64,8
46	Fortuna	верит . . . . .	13,5	0,0	24,0	62,5
47	Maui	щелочной трахит . .	22,0	1,0	4,5	72,5
48	Puy de Dôme	домит . . . . .	20,9	1,0	6,6	71,5
49	Berry Mt.	щелочной трахит . .	20,7	1,0	10,2	68,1
50	Mte Catini	селажит . . . . .	13,7	1,4	21,4	63,5
51	Fontana Fiescoll	чиминит . . . . .	12,6	1,9	24,5	61,1
52	Algersdorf	трахит . . . . .	20,4	2,0	3,7	73,9
53	Masafuera	натровый трахит . .	20,6	2,2	5,5	71,7
54	Maria Laach	лаахерский трахит .	20,1	2,8	8,4	68,7
55	Arsostrom	вульзинит . . . . .	18,3	3,1	10,9	67,7
56	Verdnik	долеритовый трахит .	15,6	3,4	15,2*	63,8

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
57	Mte Austida	базальт . . . . .	11,8	4,1	21,9	62,2
58	Oroville	базальт . . . . .	9,3	4,7	25,5	60,5
59	Cuglieri	трахит . . . . .	19,7	2,9	5,2	72,2
60	Bolsena	вульзинит . . . . .	19,5	3,4	7,6	69,5
61	Mt. Mormon	пироксеновый латит .	16,6	4,2	9,9	69,3
62	Sta Croce	биотитовый латит . .	13,9	5,2	14,7	66,2
63	Buffalo Peak	андезит . . . . .	11,9	5,8	18,1	64,2
64	Allertshausen	базальт . . . . .	8,8	6,5	22,9	61,8
65	Weehawken	диабаз . . . . .	5,4	7,2	28,0	59,4
66	Kawienda	андезит . . . . .	12,7	6,7	11,6	69,0
67	Si Nabun	андезит . . . . .	10,1	7,6	15,8	66,5
68	Crater Peak	базальт . . . . .	7,9	8,5	20,4	63,2
69	Launceston	диабаз . . . . .	6,2	8,1	24,5	61,2
70	La Cava	биотитовый латит . .	14,0	6,4	7,6	72,0
71	Mt. Ingalls	андезит . . . . .	11,2	7,5	11,5	69,8
72	Mt. Washburne	базальт . . . . .	11,8	8,7	14,8	64,7
73	Capo Sperone	гиперстеновый ба- зальт . . . . .	8,2	9,8	19,0	63,0
74	Huelmont	базальт . . . . .	7,3	11,6	15,9	65,2
75	Gapit	лабрадорский андезит	6,1	13,1	16,8	64,0

III. Тефриты, базаниты, отчасти базальты и трахидолериты

а) Кислая группа

76	Fifteenmile Spring	вайомингит . . . . .	18,9	0,0	16,1	65,0
77	Boars Tusk	вайомингит . . . . .	16,9	0,2	23,5	59,4
78	Jumilla	хумиллит . . . . .	11,6	0,0	34,6	53,8
79	Meru	трахидолерит . . . . .	20,9	2,0	15,2	61,9
80	Gausberg	лейцитовый базальт .	17,0	2,0	21,9	59,1
81	Falkenberg	нефелин-лейцитовый тефрит . . . . .	13,5	2,4	27,6	56,5
82	Montsacopa	нефелиновый базальт	10,3	3,1	32,1	54,5
83	Matavanu	базальт . . . . .	7,3	3,4	39,5	50,5
84	Bauzá	тефритовый трахит .	19,8	3,5	12,8	63,9
85	Glees	трахит . . . . .	16,1	3,7	19,1	61,1
86	Ragou	викоит . . . . .	13,0	4,7	24,1	58,2
87	Londorf	долерит . . . . .	9,5	5,0	29,9	55,6

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
88	Mauna Loa	базальт . . . . .	5,8	5,5	37,1	51,6
89	Mte Somma	лейцитовый тефрит .	20,1	4,5	12,1	63,5
90	Ishawooa Canyon	банакит . . . . .	15,8	5,2	16,0	63,0
91	Serrado	трахидолерит . . . .	12,4	6,2	22,3	59,1
92	Kinneulle	кинне-диабаз . . . .	8,6	7,1	26,8	57,5
93	Krustorp	оливиновый диабаз .	6,2	7,9	30,8	55,1
94	Croce di San Martino	лейцитовый тефрит .	18,6	5,8	9,8	65,8
95	Aszension	трахиандезит . . . .	16,7	7,0	12,3	64,0
96	São Vicente	трахидолерит . . . .	8,2	8,9	23,8	59,1
97	Frielendorf	базальт . . . . .	5,7	10,0	26,9	57,4
98	Ilot de Ramiers	базальт . . . . .	4,3	12,6	25,2	57,9

b) Основная группа

99	Niedermendig	лейцитовый тефрит .	17,3	2,4	24,3	56,0
100	Biliner Skale	содалитовый тефрит .	15,0	2,4	31,3	51,3
101	Workotsch	базальт . . . . .	10,0	3,0	37,3	49,7
102	Lösersshag	лимбургит . . . . .	6,2	4,0	42,3	47,5
103	Vesuv	лейцитовый тефрит . . . . .	17,4	3,9	22,8	55,9
104	Mte Caffé	трахидолерит . . . .	13,5	4,9	27,2	54,4
105	Limburg	лимбургит . . . . .	10,6	5,4	34,2	50,8
106	Reichenweier	лимбургит . . . . .	6,8	6,0	38,9	48,3
107	Rimberg	нефелиновый базанит	9,7	7,9	29,5	53,0
108	Stellberg	лимбургит . . . . .	4,7	9,9	34,3	51,1
109	Wellemin	лимбургит . . . . .	6,0	10,0	31,6	52,4

IV. Фонолиты

110	Uvalde	фонолит . . . . .	31,6	0,0	2,9	66,5
111	Rhyolite, Mt.	фонолит . . . . .	27,7	0,0	3,9	68,4
112	Cañadas	фонолит . . . . .	26,0	0,2	6,3	67,5
113	Kibo	лейцитовый ромбенпорфир . . . . .	27,2	0,1	9,5	63,3
114	Brown Island	фонолитовый трахит .	28,3	0,8	3,6	67,3
115	Marienberg	фонолит . . . . .	26,3	0,1	6,0	66,6
116	Donnersberg	фонолит . . . . .	25,3	1,5	8,0	65,2

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
117	Mädstein	фонолит . . . . .	23,3	1,4	10,7	64,6
118	Maros	содалитовый трахит .	25,5	2,2	2,3	70,0
119	Münzberg	трахитовый фонолит	25,0	2,1	3,7	69,2
120	Linzberg	фонолит . . . . .	24,3	2,2	7,0	66,5
121	Fogliano	лейцитовый тефрит .	22,6	2,8	9,0	65,6
122	Proceno	лейцитовый трахит .	21,2	3,7	7,8	67,3
123	Schellkopf	нозеановый фонолит .	34,0	0,2	4,2	61,6

V. Бесполовошпатовые нефелиновые и меллитовые породы

а) Кислая группа

124	Katzenbüchel	нефелинит . . . . .	21,4	0,0	27,6	51,0
125	Karungu	нефелинит . . . . .	10,7	0,6	42,5	46,2
126	Hohenberg	нефелиновый базальт	9,8	0,9	47,7	41,6
127	Etinde I	нефелинит . . . . .	18,2	2,9	28,5	50,4
128	Hochstraden	нефелинит . . . . .	16,1	2,4	30,5	50,0
129	Sellbusch	нефелиновый базальт	11,6	3,0	38,7	45,7
130	Wartenberg	меллитово-нефелино- вый базальт . . . . .	7,1	2,7	47,3	42,9
131	Ngoma	меллитовый нефели- нит . . . . .	19,5	5,8	26,2	48,5
132	Etinde II	гаюиновый порфир .	16,5	3,6	28,4	51,5
133	Hunrodsberg	нефелиновый базальт	10,0	5,5	35,7	48,8
134	Werrberg	нефелиновый базальт	7,1	6,3	40,7	45,9
185	Kreuzberg	нефелиновый базальт	10,9	9,1	31,0	49,0
136	Ötzberg	нефелиновый базальт	9,0	10,9	28,3	51,8

б) Основная группа

137	Pian di Celle	эвктолит . . . . .	12,2	0,4	46,8	40,4
138	Shannon Tier	нефелино-эвдиалито- вый базальт . . . . .	11,1	3,6	43,8	40,5

VI. Бесполовошпатовые лейцитовые и анальцимовые породы

а) Кислая группа

139	Beargawe Peak	лейцитит . . . . .	18,3	0,0	26,6	55,1
140	El Capitan	лейцитовый базальт .	10,0	0,0	39,5	49,5

№ по пор.	Название типа	Породы	a	c	b	s
141	Crocicchie	лейцитит . . . . .	18,0	2,6	25,5	53,9
142	Montefiascone	лейцитит . . . . .	13,9	2,0	30,7	53,5
143	Scano	анальцимовый базальт	10,9	2,8	33,6	52,7
144	Schwengeberg	лейцитовый базальт .	7,9	3,4	38,3	50,4
145	Arcioni	лейцитит . . . . .	17,9	3,6	21,8	56,7
146	Pofi	лейцитит . . . . .	14,6	4,2	26,0	55,2
147	Bondi	анальцимовый базальт	9,7	5,3	32,3	52,7
148	Dobernberg	лейцитовый базальт .	5,6	6,0	36,9	51,5
b) Основная группа						
149	Niedermendig-Thür	лейцитовый базальт .	13,8	2,4	34,3	49,5
150	Killer Kopf	лейцитовый базальт .	10,8	2,8	39,2	47,2
151	Fernhill	анальцимовый базальт	10,4	4,6	36,0	49,0

#### 4. Основные числовые характеристики „типов магм“ по Ниггли

Название	a	c	b	s	n
<i>Известково-щелочной ряд</i>					
Гранитовые породы:					
Аплитовый гранит . . . . .	14,6	1,0	1,4	83,0	50
Энгадинит . . . . .	14,8	1,2	2,3	81,7	50
Иоземитит . . . . .	13,7	3,0	3,2	80,1	55
Нормальный гранит . . . . .	13,4	3,1	8,3	75,2	58
Гранодиорит . . . . .	11,9	5,1	6,3	76,5	57
Опдалит (кварцевый монзонит) . . .	12,0	4,6	12,0	71,4	50
Диоритовые породы:					
Трондземит . . . . .	15,8	1,6	3,6	79,0	77
Плагиоклазовый гранит . . . . .	13,2	4,1	4,1	78,6	78
Тоналит . . . . .	8,6	7,5	12,1	71,8	60

Название	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>n</i>
Кварцевый диорит . . . . .	12,3	3,9	12,3	71,4	75
Нормальный диорит . . . . .	11,7	6,2	17,5	64,6	72
Габбродиорит . . . . .	9,5	6,1	23,5	60,9	72
Габброидные породы:					
Нормальное габбро и норит . . . . .	6,2	7,8	30,1	55,9	80
Оссипитовое габбро . . . . .	8,9	10,6	22,6	57,9	88
Пироксенит-горнблендитовое габбро	5,0	10,5	29,3	55,2	84
Ультрафемические породы:					
Пироксениты и горнблендиты . . . . .	5,7	2,8	45,7	45,8	08
Перидотит . . . . .	1,3	2,6	57,7	38,4	—
Анортозитовые породы:					
Анортозитовое габбро . . . . .	8,0	14,4	12,9	64,7	90
Лабрадорская порода . . . . .	12,3	16,2	2,8	68,7	88
<i>Натровый ряд</i>					
Щелочно-гранитовые (пуласкитовые) породы:					
Щелочной гранит . . . . .	16,0	0,0	4,2	79,8	65
Нордмаркит-пуласкит . . . . .	22,4	0,6	5,2	71,8	65
Натровый сиенит . . . . .	19,5	1,0	12,1	67,4	80
Фояитовые породы:					
Нормальный фояит . . . . .	28,4	0,3	5,5	65,8	72
Ургит . . . . .	36,4	0,0	10,9	52,7	80
Лаурвикит . . . . .	22,3	2,9	7,9	66,5	70
Монмутит . . . . .	34,7	2,0	12,2	51,1	85
Нозикомбит . . . . .	20,7	3,3	14,0	62,0	70
Ийолит . . . . .	25,0	0,0	25,0	50,0	80
Тералитовый ийолит . . . . .	18,1	1,1	33,0	47,8	80

Название	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>n</i>
Эссекситовые породы:					
Тенсбергит . . . . .	18,7	4,9	9,0	67,4	70
Эссексит . . . . .	18,2	4,5	18,2	59,1	75
Тералитовые (щелочно-габброидные) породы:					
Эссекситовое габбро . . . . .	10,4	6,8	28,1	54,7	75
Тералит . . . . .	16,2	1,5	31,5	50,8	
Тералитовое габбро . . . . .	13,1	3,8	33,9	49,2	
Эвизитовые (пантеллеритовые) породы:					
Эвизит . . . . .	12,5	0,0	15,0	72,5	70
Луяврит-тавит . . . . .	21,6	0,0	18,9	59,9	80
<i>Калиевый ряд</i>					
Кварцево-сиенитовые породы:					
Адамеллит . . . . .	12,8	2,4	6,2	78,6	60
Тасна-гранит . . . . .	14,9	1,7	7,8	75,6	55
Рапаквивит . . . . .	13,9	1,5	4,2	80,4	50
Граносиенит . . . . .	18,7	2,0	5,7	73,6	55
Сиенитогранит . . . . .	16,6	0,3	11,5	71,6	53
Сиенитовые породы:					
Лейкосиенит . . . . .	25,6	1,8	7,3	65,3	45
Везувит . . . . .	21,3	2,4	12,7	63,6	45
Монзонит-сиенит . . . . .	18,6	3,9	9,3	68,2	50
Нормальный сиенит . . . . .	17,8	1,8	14,3	66,1	50
Лампросиенит . . . . .	13,5	13,2	19,8	63,5	50
Лампроит . . . . .	17,0	1,8	23,7	57,5	20
Бороланит . . . . .	18,7	2,7	20,5	58,1	30

Название	a	c	b	s	n
<b>Монцонитовые породы:</b>					
Монцонит . . . . .	16,6	4,8	17,5	61,1	50
Июгоит . . . . .	15,8	1,6	21,4	60,2	50
Соммаит . . . . .	14,6	4,4	25,2	55,8	45
Лампросоммаит . . . . .	10,9	5,0	21,0	58,8	43
Соммаит-диорит . . . . .	9,2	6,0	24,9	59,9	55
<b>Шонкинитовые (миссури- товые) породы:</b>					
Шонкинит . . . . .	12,9	2,0	32,8	52,3	30
Миссурит . . . . .	11,5	2,1	36,6	49,8	35

#### 5. Химические типы лампрофиров по Бегеру

Название породы	a	c	b	s
Минетта . . . . .	12,6	3,1	25,1	59,2
Керсантит средний . . . . .	12,3	4,8	20,8	62,1
„ кислый . . . . .	13,7	4,1	16,7	66,2
„ основной . . . . .	10,2	4,8	28,5	56,5
„ альпийский тип . . . . .	21,8	5,7	21,5	60,0
Кузелит . . . . .	13,2	4,5	15,9	66,4
Вогезит . . . . .	11,6	5,4	22,3	60,7 ✓
Спессартит . . . . .	12,0	4,5	21,8	61,7 ✓
Одинит . . . . .	11,0	6,2	20,8	62,0
Мальхитовая группа . . . . .	11,9	6,4	15,2	66,5
Камптовит . . . . .	10,4	6,2	23,0	54,4
Мончикит . . . . .	12,2	4,0	32,8	51,0
Анальцимовый базальт . . . . .	11,0	4,4	32,4	52,2
Тералитовый диабаз . . . . .	9,2	4,8	32,0	54,0
Альноит . . . . .	5,9	4,3	51,5	38,2
Польценит . . . . .	9,7	2,6	50,0	37,7

6. Основные числовые характеристики химических типов изверженных горных пород по классификации Ф. Ю. Левинсон-Лессинга

№№ по порядку	Семейства	a	c	b	s
1	Кыштымит . . . . .	4,0	11,0	50,1	34,9
2	Перидотиты . . . . .	1,3	1,5	57,5	39,7
3	Альноит . . . . .	5,1	3,2	56,0	35,7
4	Мелилитовый базальт . . . . .	7,8	3,8	47,4	41,0
5	Рудное габбро (Денежкин камень) . . . . .	3,8	11,6	40,8	43,8
6	Ийолит . . . . .	24,5	1,4	21,4	52,7
7	Лимбургиты и авгититы . . . . .	10,9	7,0	33,3	48,9
8	Камптониты тип I . . . . .	5,9	6,0	30,6	56,5
9	„ „ II . . . . .	12,2	4,7	29,4	53,7
10	Нефелиновые базальты, базаниты . . . . .	14,4	2,4	37,3	45,0
11	Лейцитовые базальты, базаниты	11,7	4,3	33,5	50,5
12	Мончикит тип I . . . . .	14,1	4,5	27,1	54,3
13	Уртит . . . . .	40,0	0,0	5,5	54,5
14	Пироксениты и горнблендиты	0,0	0,9	49,8	49,3
15	Шонкиниты, миссуриты . . . . .	9,6	1,6	39,8	49,0
16	Габбро . . . . .	4,8	9,1	28,9	57,2
17	Нориты . . . . .	6,7	9,6	21,1	62,6
18	Диабазы . . . . .	8,8	6,3	26,4	58,5
19	Базальты . . . . .	7,5	7,0	26,6	58,9
20	Вогезит . . . . .	11,8	1,3	34,5	52,4
21	Эссекситы . . . . .	13,9	5,1	22,5	58,5
22	Тефритобазальт . . . . .	14,0	6,1	23,4	56,5
23	Мелафиры . . . . .	9,7	6,4	24,3	59,6
24	Диориты . . . . .	9,1	8,6	17,3	65,0
25	Габбросиениты . . . . .	11,7	5,2	23,5	59,6
26	Трахидолериты . . . . .	12,9	3,6	22,5	61,0
27	Трахититы . . . . .	21,9	3,2	11,5	63,3
28	Андезитотрахиты . . . . .	11,1	3,9	10,4	74,6
29	Нефелиновые сиениты . . . . .	28,6	0,6	6,2	64,6
30	Фонолиты . . . . .	26,6	1,6	4,3	67,5

№№ по порядку	Семейства	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>s</i>
31	Тингуаиты . . . . .	27,3	0,0	6,6	66,1
X 32	Порфириты . . . . .	12,8	5,1	11,5	70,6
33	Андезиты . . . . .	11,4	6,3	13,1	69,2
34	Кварцевые базиты (кварцевые траппы) . . . . .	8,3	2,8	24,9	64,0
35	Кварцевые порфириты . . . . .	12,2	5,3	11,5	71,1
36	Сиениты . . . . .	14,1	3,9	12,7	69,3
37	Ортофиры . . . . .	18,3	3,5	10,1	68,2
38	Андезитотефриты . . . . .	14,6	5,8	9,8	69,8
39	Трахиты . . . . .	18,7	3,1	7,0	71,2
40	Тефриты . . . . .	15,6	2,8	18,0	63,6
41	Тенсбергиты . . . . .	17,5	4,7	6,7	71,1
42	Кварцевые диориты . . . . .	10,4	5,6	8,7	75,3
43	Андезитодациты . . . . .	10,3	5,1	12,0	72,6
44	Дациты . . . . .	12,4	4,6	6,9	76,7
45	Кварцевые порфириты . . . . .	13,6	4,1	6,2	76,1
46	Адамеллиты . . . . .	12,0	3,9	5,5	78,6
47	Липаритодациты . . . . .	14,1	2,8	6,5	76,6
48	Нордмаркиты . . . . .	22,9	0,0	5,9	71,2
49	Кварцевые трахиты . . . . .	14,2	3,2	7,8	71,8
50	Пантеллериты . . . . .	12,8	0,0	13,6	73,6
51	Граниты . . . . .	13,1	1,9	4,5	80,5
X 52	Кварцевые порфиры . . . . .	12,2	1,0	4,4	82,4
53	Липариты . . . . .	13,7	1,1	2,2	83,2
54	Кварцевые кератофиры . . . . .	16,9	0,0	2,9	80,2

7. Основная числовая характеристика химических составов типичных изверженных горных пород по Джохэнсену

№№ по порядку	Название породы	a	c	b	s
<b>I. Глубинные породы</b>					
1	Кали-аляскит . . . . .	11,1	0,7	3,5	87,4
2	Кали-гранит . . . . .	16,3	0,2	5,1	78,4
3	Аляскит . . . . .	16,1	0,2	2,2	81,5
4	Лейкогранит . . . . .	14,3	1,5	3,3	80,9
5	Содакраз (натровый)-гранит .	16,3	0,5	5,3	77,6
6	Гранит . . . . .	14,4	2,3	5,4	77,9
7	Кальци-гранит . . . . .	11,7	4,1	4,8	79,4
8	Адамеллит . . . . .	13,9	3,0	6,3	76,8
9	Лейкогранодиорит . . . . .	14,6	1,1	3,7	80,9
10	Гранодиорит . . . . .	12,7	4,0	7,5	75,8
11	Тоналит . . . . .	11,5	4,5	7,9	76,1
12	Кали-сиенит . . . . .	21,2	0,8	9,3	63,7
13	Сиенит . . . . .	15,7	2,0	19,6	62,7
14	Содакраз (натровый)-сиеноди- орит . . . . .	20,6	1,4	7,2	70,8
15	Сиенодиорит . . . . .	11,9	6,3	21,3	60,5
16	Сиеногаббро . . . . .	9,7	8,6	22,3	59,4
17	Альбитит . . . . .	22,2	1,0	8,7	68,1
18	Диорит . . . . .	10,9	6,8	20,2	62,1
19	Меладiorит . . . . .	7,6	5,2	34,1	53,1
20	Габбро . . . . .	7,9	7,0	24,9	60,2
21	Мелагаббро . . . . .	6,3	6,1	33,4	54,2
22	Кальци-габбро . . . . .	3,1	14,9	27,1	54,9

№№ по порядку	Название породы	a	c	b	s
23	Ямаскит . . . . .	2,3	5,9	43,9	47,9
24	Пуласкит . . . . .	17,1	3,8	15,8	63,3
25	Нефелийсодержащий сиенодиорит . . . . .	14,9	4,0	21,4	59,7
26	Нефелиновый сиенит . . . . .	25,6	1,1	8,6	64,7
27	Личфильдит . . . . .	23,5	2,9	11,6	62,0
28	Нефелиновое сиеногаббро . . . . .	13,7	5,6	25,8	54,9
29	„ габбро . . . . .	17,3	6,2	15,1	61,4
30	Науяит . . . . .	28,6	0,0	16,2	55,2
31	Полевошпатовый ийолит . . . . .	14,6	4,7	33,2	47,6
32	Уртит . . . . .	26,5	0,0	25,8	47,7
33	Миссурит I . . . . .	16,8	1,1	26,4	55,7
34	Ийолит . . . . .	19,2	0,1	32,7	48,0
35	Миссурит II . . . . .	8,5	2,7	39,0	49,0
<b>II. Излившиеся породы</b>					
1	Пантеллерит . . . . .	14,7	0,0	7,9	77,4
2	Риолит I . . . . .	13,2	0,3	2,0	84,5
3	Содаклиз (натровый)-риолит	14,9	0,1	3,3	81,7
4	Лейкориолит . . . . .	14,1	0,9	2,7	82,3
5	Риолит II . . . . .	12,6	1,8	4,7	80,9
6	Кальци-риолит . . . . .	12,8	4,8	15,4	67,0
7	Риодацит . . . . .	14,2	3,8	6,5	75,5
8	Дацит . . . . .	11,4	5,8	8,0	74,8
9	Кварцевый базальт . . . . .	10,1	6,0	19,7	64,2
10	Кератофир . . . . .	17,1	3,1	13,7	66,1

№№ по порядку	Название породы	a	c	b	s
11	Базальт . . . . .	7,3	5,9	27,5	59,3
12	Мелабазальт . . . . .	3,7	5,1	39,3	51,9
13	Фонолит . . . . .	24,9	0,7	5,9	68,5
14	Лейцитовый кальци-трахит . .	20,6	3,4	10,2	65,8
15	Нефелиновый тефрит . . . . .	14,5	4,3	27,3	53,9
16	Лейцитовый тефрит . . . . .	17,2	5,1	16,3	61,4
17	Нефелиновый базальт I . . . .	6,7	6,0	34,2	53,1
18	„ . . . . II . . . .	11,1	3,4	35,1	50,3
<b>III. Жильные породы</b>					
1	Кали-аляскит-порфир . . . . .	7,2	0,9	2,7	79,2
2	Гранит-порфир . . . . .	15,5	2,3	4,7	77,5
3	Гранодиорит-порфир . . . . .	13,7	3,2	6,1	77,0
4	Диабаз (меладиабаз) . . . . .	5,1	5,3	38,7	50,7
5	Тингуант . . . . .	28,0	0,0	7,0	65,0
6	Хеймит . . . . .	19,1	2,0	19,5	59,4
7	Нефелиновые экструзивные породы . . . . .	30,3	0,0	11,5	58,2
8	Лейцитовые экструзивы . . . .	27,0	0,0	16,8	56,2
9	Рунит (пегматит) . . . . .	17,4	0,3	0,5	81,8
10	Кали-аляскитовый аплит . . . .	13,4	1,1	1,5	84,0
11	Грорудит . . . . .	16,0	0,0	5,6	78,4
12	Лейкогранитовый аплит . . . .	16,3	0,6	1,8	81,3
13	Гранитовый аплит . . . . .	16,7	2,1	6,8	74,4
14	Гранодиоритовый аплит . . . .	13,3	1,5	3,5	81,7
15	Лампрофир . . . . .	7,8	6,6	27,7	57,9

8. Основные числовые характеристики „средних типов“ химических составов и параметр  $Q$  (стр. 29)

(К диаграмме на отдельном листе)

№№ по порядку	Название типа	$a$	$c$	$b$	$s$	$Q$
1	Основное габбро . . . . .	6	8	30	56	- 8 <i>vw</i>
2	Среднее габбро . . . . .	7	10	25	58	- 5
3	Кислое габбро (норит) . . . . .	8	10	22	60	- 6 <i>vw</i>
4	Ультраосновное габбро . . . . .	4	10	36	50	- 18
5	Средний базальт . . . . .	9	6	27	58	- 8
6	Кальци-базальт . . . . .	6	9	27	58	- 5
7	Лейко-базальт . . . . .	10	7	22	61	- 5
8	Андезитобазальт . . . . .	10	6	20	64	+ 2
9	Анортозит I . . . . .	6	20	8	66	0
10	„ II . . . . .	11	13	8	68	0
11	Габбродиорит . . . . .	9	9	18	64	+ 1 <i>vw</i>
12	Диорит . . . . .	11	6	16	67	+ 6
13	Кварцевый диорит . . . . .	12	4	13	71	+ 14 <i>4</i>
14	Андезит . . . . .	11	6	12	71	+ 14 <i>4</i>
15	Кальци-андезит . . . . .	9	8	11	72	+ 18
16	Андезитодацит . . . . .	11	6	9	74	+ 15
17	Гранодиорит . . . . .	12	5	9	74	+ 19 <i>4</i>
18	Адамеллит . . . . .	12	4	5	79	+ 30
19	Гранит (средний тип) . . . . .	13	2	5	80	+ 32
20	Известковистый гранит . . . . .	13	4	4	79	+ 28
21	Щелочной гранит . . . . .	16	0	5	79	+ 28
22	Аплитовый гранит . . . . .	15	1	2	82	+ 33
23	Дацит . . . . .	13	4	8	75	+ 20
24	Риолит I . . . . .	13	2	5	80	+ 32
25	„ II . . . . .	14	2	3	81	+ 32
26	Комендит . . . . .	17	0	3	80	+ 26
27	Пантеллерит, среднее . . . . .	13	0	10	77	+ 28
28	Перкнит I . . . . .	1	1	49	49	- 5
29	„ II (щелочной) . . . . .	3	4	45	48	- 14
30	Перидотит . . . . .	2	1	58	35	- 31

№№ по порядку	Название типа	a	c	b	s	Q
31	Дунит . . . . .	0	0	66	34	- 32
32	Сиенит известково-щелочной	15	4	12	69	+ 4
33	„ переходного типа . .	18	2	15	65	0
34	Нордмаркит, пуласкит . . . .	22	1	5	72	- 1
35	Переходный щелочной сиенит	19	2	7	72	+ 4
36	Ларвикит, тенсбергит . . . .	18	5	8	69	- 3
37	Умтекитовый тип сиенита . .	21	0	11	68	- 6
38	Эвизитовый тип сиенита . . .	13	0	15	72	+ 18
39	Монцонит . . . . .	15	4	18	63	- 8
40	Иогоитовый тип монцонита . .	15	2	22	61	- 10
41	Известково-щелочной трахит	19	3	8	70	- 1
42	Щелочной трахит I . . . . .	21	1	10	68	- 7
43	„ „ II . . . . .	22	0	5	72	- 3
44	Трахиандезит I . . . . .	15	4	15	66	- 2
45	„ II . . . . .	18	4	12	66	- 8
46	Андезитотрахит (вульзинит) .	11	4	10	75	+ 24
47	Нефелиновый сиенит лейко- кратовый . . . . .	29	1	3	67	- 25
48	Нефелиновый сиенит нор- мальный . . . . .	28	0	6	66	- 24
49	Нефелиновый сиенит, ларда- литовый тип . . . . .	25	1	11	63	- 25
50	Нефелиновый сиенит мелано- кратовый . . . . .	22	0	18	60	- 24
51	Уртит-монмутит . . . . .	39	0	8	53	- 72
52	Фонолит I . . . . .	26	1	6	67	- 19
53	„ II . . . . .	23	2	8	67	- 14
54	„ III . . . . .	28	1	3	68	- 21
55	Лейцитифир . . . . .	25	0	16	59	- 32
56	Эссекситы I . . . . .	13	6	22	59	- 14
57	„ II . . . . .	17	4	19	60	- 18
58	Шонкиниты . . . . .	13	2	32	53	- 21
59	Тералиты I . . . . .	13	3	31	53	- 23
60	„ II . . . . .	16	2	31	51	- 32

№№ по порядку	Название типа	a	c	b	s	Q
61	Фергусит . . . . .	17	1	24	58	-19
62	Миссурит . . . . .	10	2	39	49	-24
63	Ийолит . . . . .	25	1	25	49	-53
64	Трахибазальты . . . . .	13	4	23	60	-10
65	Тефрибазальт . . . . .	14	6	23	57	-20
66	Абсарокит . . . . .	10	4	28	58	-8
67	Шошонит . . . . .	13	4	12	66	+7
68	Тефриты I . . . . .	13	5	25	57	-17
69	" II . . . . .	15	3	18	64	-5
70	Базаниты . . . . .	12	5	31	52	-25
71	Мелилитовый базальт . . . . .	7	3	47	43	-31
72	Лимбургиты . . . . .	9	6	37	48	-28
73	Мелабазальты . . . . .	6	5	37	52	-13
74	Авгититы . . . . .	11	6	30	53	-21
75	Океанит . . . . .	3	3	47	47	-15
76	Фельдшпатидовые базальты I	11	3	39	47	-31
77	" " II	11	3	35	51	-23
78	" " III	7	6	34	53	-14
79	Нефелинит и лейцитит . . . . .	12	3	25	53	-14
80	Гранитовый аплит . . . . .	16	1	2	81	+29
81	Граносиенитовый аплит . . . . .	17	2	7	74	+12
82	Гранодиоритовый аплит . . . . .	13	2	4	81	+34
83	Грорудит . . . . .	15	0	6	79	+28
84	Сельвсбергит . . . . .	23	0	6	71	-4
85	Тингуаит . . . . .	28	0	7	65	-26
86	Бостонит . . . . .	20	2	7	71	0
87	Хеймит . . . . .	19	2	19	60	-20
88	Мальхитовый лампрофир . . . . .	13	5	16	66	+1
89	Диоритовый лампрофир . . . . .	12	5	21	62	-5
90	Минетта-вогезитовый тип . . . . .	13	3	25	59	-11
91	Камптонит . . . . .	11	6	29	54	-20
92	Мончикитовые лампрофиры . . . . .	12	4	32	52	-24
93	Альенит-польценитовый тип . . . . .	6	3	53	38	-39



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Вводная часть . . . . .	4
Предварительные замечания . . . . .	4
Система С. I. P. W. . . . .	8
Вычисление виртуального состава или нормы . . . . .	10
Символ состава и схема классификации С. I. P. W. . . . .	14
Числовая характеристика химических составов горных пород в виде трех отношений . . . . .	21
Правила пересчета анализов для получения четырехчленной числовой характеристики . . . . .	23
Основной принцип . . . . .	23
Порядок расчета числовой характеристики . . . . .	24
Построение диаграммы химических составов и ее свойства . . . . .	29
<b>Таблицы</b> . . . . .	40
I. Таблицы для вычисления молекулярных количеств окислов из весовых процентов . . . . .	40
II. Таблицы для перехода от суммы $A + C + B + S$ , равной от 1000 до 2000, к сумме $a + c + b + s = 100$ . . . . .	54
III. Таблицы для вычисления весовых процентов содержания разных минеральных молекул по их молекулярным количествам . . . . .	63
IV. Таблицы числовых характеристик типов химических составов изверженных горных пород . . . . .	81
1. Числовые характеристики среднего химического состава главнейших изверженных горных пород (по Тиррелю) . . . . .	82
1а. Химические составы пород, числовые характеристики кото- рых даны в таблице на стр. 82 . . . . .	83
2. Основные числовые характеристики средних составов гор- ных пород по Дэли . . . . .	84
3. Основные числовые характеристики типов химических соста- вов изверженных пород по Озанну . . . . .	88
4. Основные числовые характеристики „типов магм“ по Ниггли . . . . .	99
5. Химические типы лампрофиров по Бегеру . . . . .	101
6. Основные числовые характеристики химических типов изверженных горных пород по классификации Ф. Ю. Ле- винсон-Лессинга . . . . .	102
7. Основная числовая характеристика химических составов типичных изверженных горных пород по Джохэнсену . . . . .	104
8. Основные числовые характеристики „средних типов“ хими- ческих составов и параметр $Q$ . . . . .	107
Приложение: Диаграмма средних химических типов.	



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ГОРНО-ГЕОЛОГО-НЕФТЯНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Богоявленский Л. Н.** „Краткий курс радиометрии“. Под редакц. проф. А. А. Петровского. 1933 г. Стр. 64. Цена 2 руб.

**Вебер В. Н.** „Геологическая съемка“ (Полевая геология). 1933 г. Стр. 184. Цена 3 р. 50 к.

**Годлевский М. Н.** „Краткий курс кристаллографии“. Приложение. Атлас кристаллографических моделей. 1932 г. Стр. 60 + 64 нумеров. Цена 2 р. 50 к.

**Грубенман У. и Ниггли П.** „Метаморфизм горных пород“. Перевод с немецкого 3-го (последнего) издания и дополнения С. П. Соловьева. Под ред. проф. А. П. Герасимова. 1933 г. Стр. 376. Цена 6 р. 50 к., пер. 1 р.

**Левинсон-Лессинг Ф. Ю.** „Петрография“. 3-е дополненное издание. 1933 г. Стр. 460 + 1 вклейка. Цена 6 р., пер. 1 р. 25 к.

**Лодочников В. Н.** „Главнейшие породообразующие минералы“. 1933 г. Стр. 248. Цена 3 р. 50 к., пер. 1 р.

**Наливкин Д. В.** „Учение о фациях“ (Условия образования осадков). 3-е дополненное издание. 1933 г. Стр. 283. Цена 4 руб., пер. 1 р. 50 к.

---



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ГОРНО-ГЕОЛОГО-НЕФТЯНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

- Николаев Н. И. „Курс разведочного ударно-механического бурения“. Ч. I. 1932 г. Стр. 184. Цена 5 р.
- Николаев Н. И. „Курс ударно-механического разведочного бурения“. Ч. II. 1933 г. Стр. 115. Цена 2 р. 75 к.
- Разумовский Н. К. „Минералы, их определение по наружному виду и при помощи паяльной трубки“. 1933 г. Стр. 197. Цена 2 р. 50 к.
- Свительский Н. И. „Курс рудных месторождений“, т. I. 1933 г. Стр. 371. Цена 6 р. 75 к.
- Свительский Н. И. „Курс рудных месторождений“, т. II. 1933 г. Стр. 166. Цена 3 р. 50 к.
- Тиррель Г. В. „Основы петрологии“. Введение в науку о горных породах. Перевод с английского С. П. Соловьева. Под ред. проф. А. Н. Заварицкого. 2-е дополненное издание 1933 г. Стр. 323. Цена 5 р. 75 к.
- Шамшев Ф. А. „Курс разведочного ударно-вращательного и колонкового бурения“. 1933 г. Стр. 376. Цена 6 р.
- Яковлев С. А. „Учебник геологии“. 7-е переработанное и дополненное издание. 1933 г. Стр. 280 + геологическая карта. Цена 4 р. 75 к.
- Петровский А. А. и Нестеров Л. Я. „Электроразведка постоянным током“. Курс разведчиков геофизиков. 1932 г. Стр. 166 + 4 вкл. Цена 2 р. 50 к.

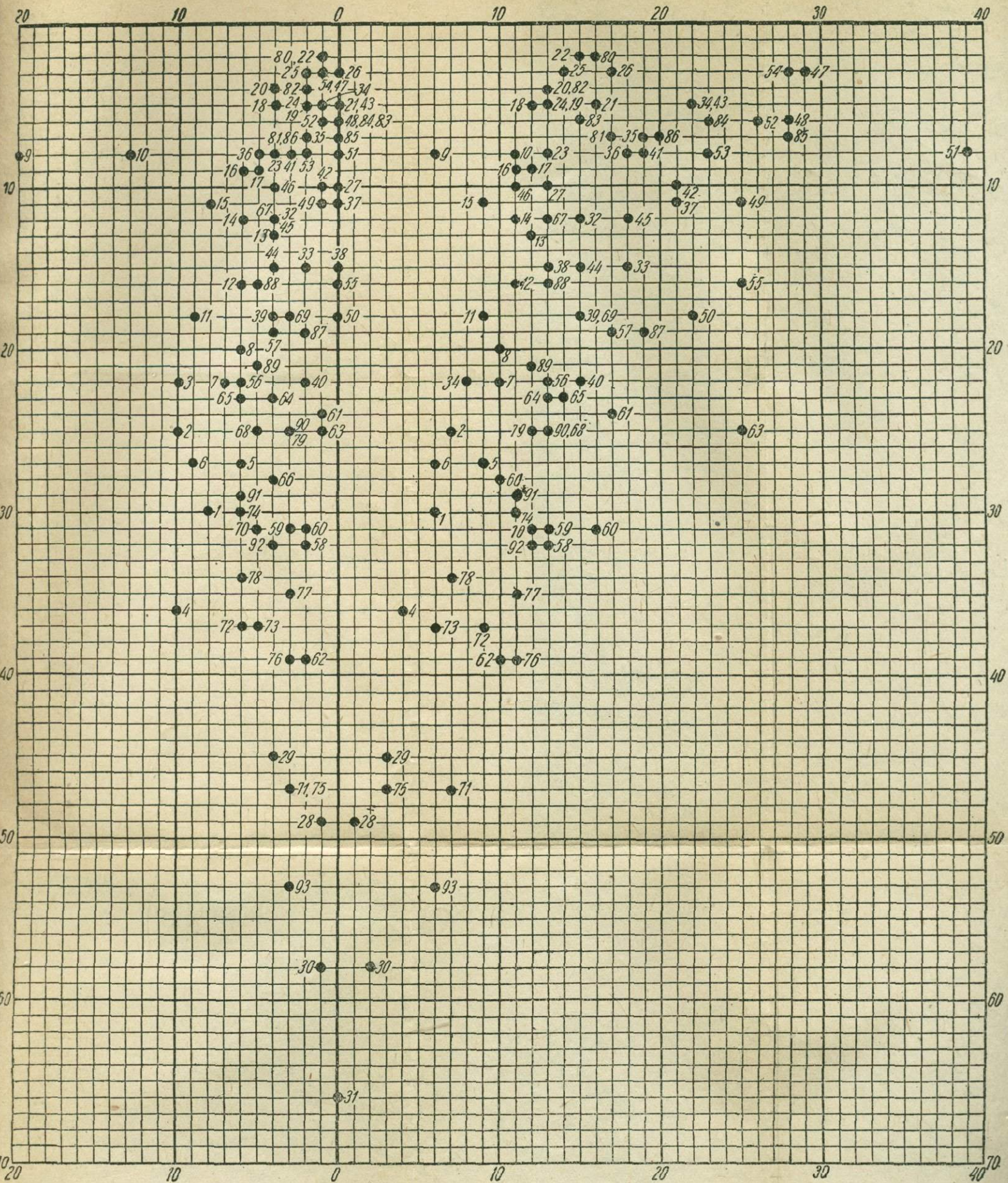


Диаграмма средних химических типов

8310

90<sup>2</sup>