

**ГИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ МАГМЫ.
II. ПЕРЕСЧЕТ ОБЫЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД НА ГРАММ-МОЛЕКУЛЯРНЫЙ**

А. М. КУЗЬМИН

В работе автора, публикуемой в журнале «Геология и геофизика», на основании гипсометрического закона физико-химии и конкретных материалов, свидетельствующих о том, что химический состав, а стало быть и минералогический в магматическом теле интрузивных образований, находящихся в поле земного тяготения, должен закономерно изменяться сверху вниз. Об этом в сущности говорят также последовательно образующиеся породы жильных фаций интрузий от аплито-гранитового до диорито-габбрового состава, поступающие с различных глубин магматического очага, находящегося на стадии становления.

В упомянутой работе автора графически показано (рис. 1), что в соответствии с только что указанным законом в магматической массе на стадии магматической дифференциации должно произойти как бы расслоение жидкой магмы, общий химический состав которой от одного слоя к другому постепенно изменяется от жидкого расплава, близкого к гранитам, к жидкому расплаву, близкого к габбро-перидотитам, т. е. в соответствии с сказанным следует, что образующиеся затем в результате кристаллизационной дифференциации магматические породы должны изменять свой качественный и количественный состав от гранитов через диориты к габбро-перидотитам.

Рис. 1, иллюстрирующий общие положения вышесказанного, построен на следующих основаниях. Как известно, средняя плотность земной коры увеличивается сверху вниз. По этой причине величины средней плотности пород от 2,5 до 3,4 г/см³ отложены на линии ординат, линии абсцисс разделены на сто частей и сумму их приравниваем 100%. В «Описательной петрографии» Г. Розенбуша [4] для интрузивных пород приводятся средние химические анализы и их средние величины плотности в г/см³. В таком случае на ординате плотности отложим средние величины удельных весов интрузивных пород от гранитов до перидотитов, равные 2,6, 2,64, 2,75, 2,85, 2,92 и 3,32 г/см³. Если химический состав пород выразим в виде окислов SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, H₂O, P₂O₅, то на уровне пород определенной плотности, например, на уровне 2,85 г/см³, отвечающей средней плотности диоритов, будем откладывать в виде линейных отрезков, отвечающих процентному содержанию того или другого окисла породы в том порядке, как это принято для выражения общего характера химического состава породы. Концы отрезков соответствующих окислов соединим

линиями, двигаясь от одного уровня к другому. В результате получится та самая диаграмма, которая представлена на рис. 1.

Из анализа этой диаграммы ясно вытекает необходимая закономерность изменения химического состава магматических пород с глубиной, указывающая, что на стадии магматической дифференциации в магме должно произойти как бы расслоение жидкой магмы, и это расслоение должно соответственным образом сказаться на формирова-

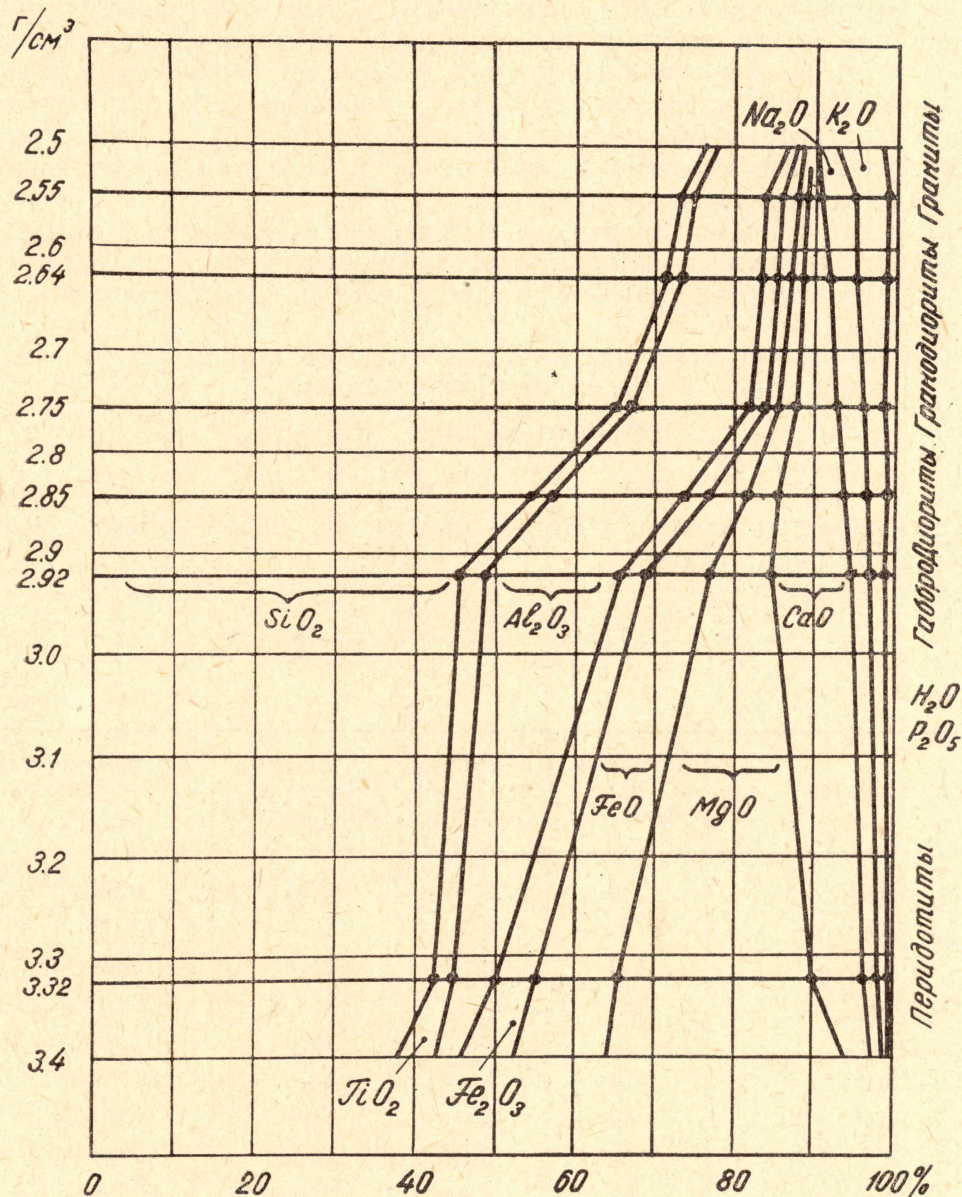


Рис. 1. Диаграмма закономерного распределения основных компонентов в главнейших типах интрузивных пород в зависимости от удельных весов последних.

нии позже соответствующих интрузивных образований, т. е. в буквальном смысле их характер закономерности будет отвечать рис. 1.

Попытаемся далее средние цифры, весовых процентов окислов состава тех или других интрузивных пород выразить количеством в долях грамм-молекулы. Сравнение величины содержания компонентов в моле, как единице, позволит выявить ряд новых закономерностей.

Согласно В. И. Кирееву [2], средний молекулярный вес раствора определяется по следующей формуле:

$$M = m_1 N_1 + m_2 N_2 + m_3 N_3 + m_4 N_4 + m_5 N_5 + m_6 N_6 + \dots,$$

в которой $m_1, m_2, m_3, \dots, m_x$ — молекулярные веса компонентов раствора, а $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, \dots, N_x$ — молекулярные доли, которые в сумме $N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + \dots + N_x = N = 6,023 \cdot 10^{23}$ равны числу Авогадро.

Далее, допускаем, что приведенная только что формула будет справедлива и для твердых тел, подобных магматическим породам. Для того, чтоб воспользоваться этой формулой, приведем в табл. 1 табличные данные из соответствующих справочников для основных компонентов интрузивных пород: атомный вес молекулы, ее плотность в г/см³, удельный (молекулярный) объем и величины, характеризующие массу молекулы в граммах ($m_x \cdot 10^{-23}$).

Если нам известно процентное содержание компонента в породе, то мы можем определить парциальные величины числа молекул того или другого вещества, которое входит в состав грамм-молекулы данной породы.

Например, SiO₂ в габбро составляет 47,36% породы, то N_x — число молекул кремнезема в моле будет равно (табл. 3)

$$N_5^1 = \frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 47,39}{100} = 2,854 \cdot 10^{23};$$

Al₂O₃ в габбро составляет 18,52% породы, то число молекул глинозема в моле будет равно

$$N_5^3 = \frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 18,52}{100} = 1,115 \cdot 10^{23}.$$

Таблица 1

Компоненты	Атомный вес молекулы	Удельный вес компонентов	Удельный (молекулярный) объем	Масса молекулы в граммах $m_x \cdot 10^{-23}$
SiO ₂	60	2,67	22,5	$9,96 \cdot 10^{-23}$
TiO ₂	80	4,2	19,0	$13,20 \cdot 10^{-23}$
Al ₂ O ₃	102	3,96	25,8	$16,93 \cdot 10^{-23}$
Fe ₂ O ₃	160	5,1	31,3	$26,56 \cdot 10^{-23}$
FeO	72	5,97	12,0	$11,95 \cdot 10^{-23}$
MnO	71	5,4	13,1	$11,79 \cdot 10^{-23}$
MgO	40	3,6	11,1	$6,60 \cdot 10^{-23}$
CaO	56	3,3	17,0	$9,30 \cdot 10^{-23}$
Na ₂ O	62	2,27	27,4	$10,29 \cdot 10^{-23}$
K ₂ O	94	2,32	40,5	$15,61 \cdot 10^{-23}$
P ₂ O ₅	142	2,39	59,4	$23,58 \cdot 10^{-23}$
H ₂ O	18	1,0	18,0	$2,99 \cdot 10^{-23}$

Сумма парциальных чисел молекул того или другого вещества для одной и той же породы должна быть равна $N = 6,023 \cdot 10^{23}$

$$N_5^1 + N_5^2 + N_5^3 + N_5^4 + \dots + N_5^{12} = N = 6,023 \cdot 10^{23}$$

$$N_3^1 + N_3^2 + N_3^3 + N_3^4 + \dots + N_3^{12} = N = 6,023 \cdot 10^{23}.$$

Если для каждого компонента известна его молекулярная масса $m_x \cdot 10^{-23}$ грамма и количество молекул этого вещества в моле, то мы можем определить в граммах долю каждого компонента в грамм-молекуле.

Например, для SiO_2 перидотитов $N_6^1 = 2,579 \cdot 10^{-23}$ (табл. 2), а его масса молекулы $m_1 \cdot 10^{-23} = 9,96 \cdot 10^{-23}$ грамма. Доля кремнезема в моле породы равна $m_1 \cdot 10^{-23} \cdot N_6^1 = 9,96 \cdot 10^{-23} \cdot 2,579 \cdot 10^{-23} = 25,69$ грамм.

Для Al_2O_3 тех же пород $N_6^3 = 0,322 \cdot 10^{-23}$, а его масса молекул $m_3 \cdot 16,93 \cdot 10^{-23}$ грамма. Доля глинозема в моле породы равна $m_3 \cdot 10^{-23} \cdot N_6^3 = 16,93 \cdot 10^{-23} \times 0,322 \cdot 10^{-23} = 5,45$ грамма.

Автору может быть брошен упрек в том направлении, что в составе магмы химические элементы существенно принимают участие в форме различных химических соединений, а не в форме окислов, и было бы правильнее все расчеты вести на молекулы пороодообразующих минералов. По этому поводу можно заметить, что подобный пересчет на молекулы минералов особого принципиального значения не имеет¹⁾ для общего решения задачи, которую ставит автор перед собой. Выполнение такого пересчета не только значительно усложнило бы всю работу, но вместе с тем потребовало бы конкретных данных о количественном содержании соответствующих минералов в породах, химические анализы которых использованы в данной работе. Подобные сведения у Розенбуша [4] и Р. Дели [1] отсутствуют.

На основании вышесказанного, пересчеты для перидотитов и пироксенитов (21 анализ) с средним удельным весом в $3,32 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ [4 стр. 223], мы имеем следующие данные (табл. 2).

Таблица 2

Компоненты	Средний состав породы в весовых %	N_6^x -парциальное число для каждого компонента		Доля каждого компонента в грамм-молекуле $m_x \cdot 10^{-23} N_6^x$
		обозначение уровня	$N_6^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO_2	42,82	N_6^1	$2,579 \cdot 10^{23}$	25,69
TiO_2	1,45	N_6^2	$0,087 \cdot 10^{23}$	1,14
Al_2O_3	5,34	N_6^3	$0,322 \cdot 10^{23}$	5,45
Fe_2O_3	3,18	N_6^4	$0,191 \cdot 10^{23}$	5,07
FeO	11,73	N_6^5	$0,706 \cdot 10^{23}$	8,44
MnO	0,18	N_6^6	$0,011 \cdot 10^{23}$	0,13
MgO	25,87	N_6^7	$1,560 \cdot 10^{23}$	10,30
CaO	5,79	N_6^8	$0,349 \cdot 10^{23}$	3,25
Na_2O	0,77	N_6^9	$0,046 \cdot 10^{23}$	0,47
K_2O	0,78	N_6^{10}	$0,047 \cdot 10^{23}$	0,73
H_2O	1,92	N_6^{11}	$0,115 \cdot 10^{23}$	0,33
P_2O_5	0,17	N_6^{12}	$0,010 \cdot 10^{23}$	0,24
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	61,25

¹⁾ В этом легко убедиться, если подобные пересчеты сделать, например, для оливина Mg_2SiO_4 с уд. в. 3,15 и для ортоклаза — KAlSi_3O_8 . Расхождение полученных при этом цифр будет зависеть от точности измерения удельных весов.

Для габбро, характеризующимся 21 анализом, с средним удельным весом в $2,92 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ парциальные числа для каждого компонента породы и доля участия каждого компонента в грамм-молекуле породы можно представить нижеследующей табл. 3 [4 стр. 185].

Таблица 3

Компоненты	Средний состав породы в весовых %	N_5^x -парциальные числа для каждого компонента		Доля для каждого компонента в грамм-молекуле породы $m_x \cdot 10^{-23} N_5^x$
		обозначение уровня	$N_5^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO ₂	47,36	N_5^1	$2,854 \cdot 10^{23}$	28,43
TiO ₂	1,45	N_5^2	$0,049 \cdot 10^{23}$	0,65
Al ₂ O ₃	18,52	N_5^3	$1,115 \cdot 10^{23}$	18,88
Fe ₂ O ₃	3,29	N_5^4	$0,198 \cdot 10^{23}$	5,25
FeO	7,32	N_5^5	$0,441 \cdot 10^{23}$	5,27
MnO	0,15	N_5^6	$0,009 \cdot 10^{23}$	0,4
MgO	6,85	N_5^7	$0,413 \cdot 10^{23}$	2,73
CaO	10,95	N_5^8	$0,550 \cdot 10^{23}$	6,14
Na ₂ O	2,44	N_5^9	$0,147 \cdot 10^{23}$	1,51
K ₂ O	0,73	N_5^{10}	$0,044 \cdot 10^{23}$	0,69
H ₂ O	1,29	N_5^{11}	$0,073 \cdot 10^{23}$	0,23
P ₂ O ₅	0,25	N_5^{12}	$0,015 \cdot 10^{23}$	0,35
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	70,44

Для среднего состава диоритов, охарактеризованных 14 анализами и имеющих средний удельный вес, равный $2,85 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ [4 стр. 172], парциальные числа частиц данного вещества и доля каждого компонента в грамм-молекуле породы могут быть иллюстрированы следующей таблицей [4].

Парциальные числа частиц соответствующих компонентов в гранодиоритах, средний состав которых получен из 18 анализов подобных пород с средним удельным весом, равным $4,75 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ [4, стр. 170],

и доли этих компонентов в рассматриваемой группе пород могут быть представлены нижеследующей табл. 5.

Парциальные числа частиц соответствующих компонентов в гранитах, средний состав которых получен из 20 анализов пород с средним удельным весом, равным $2,64 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ [4, стр. 104], и доля каждого компонента в грамм-молекуле породы характеризуется следующей табл. 6.

И, наконец, для щелочного гранита среднего состава, полученного из 13 анализов, с средним удельным весом $2,64 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$

Таблица 4

Компоненты	Средний состав породы в весовых %	N_4^x -парциальные числа для каждого компонента		Доля каждого компонента и грамм-молекулы породы $m_x \cdot 10^{-23} \cdot N_4^x$
		обозначение уровня и компонента	$N_4^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO ₂	55,46	N_4^1	$3,340 \cdot 10^{23}$	33,27
TiO ₂	0,94	N_4^2	$0,057 \cdot 10^{23}$	0,75
Al ₂ O ₃	16,92	N_4^3	$1,020 \cdot 10^{23}$	17,27
Fe ₂ O ₃	2,73	N_4^4	$0,164 \cdot 10^{23}$	4,36
FeO	4,80	N_4^5	$0,289 \cdot 10^{23}$	3,45
MnO	0,13	N_4^6	$0,008 \cdot 10^{23}$	0,09
MgO	4,44	N_4^7	$0,267 \cdot 10^{23}$	1,76
CaO	7,33	N_4^8	$0,441 \cdot 10^{23}$	4,10
Na ₂ O	3,63	N_4^9	$0,219 \cdot 10^{23}$	2,25
K ₂ O	2,41	N_4^{10}	$0,145 \cdot 10^{23}$	2,26
H ₂ O	0,89	N_4^{11}	$0,054 \cdot 10^{32}$	0,16
P ₂ O ₅	0,32	N_4^{12}	$0,019 \cdot 10^{23}$	0,85
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	70,17

Таблица 5

Компоненты	Состав породы в весовых %	N_3^x -парциальные числа для каждого компонента		Для каждого компонента в грамм-молекуле $m_x \cdot 10^{-23} \cdot N_3^x$
		обозначение уровня и компонента	$N_3^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO ₂	67,00	N_3^1	$4,035 \cdot 10^{23}$	40,18
TiO ₂	0,51	N_3^2	$0,031 \cdot 10^{23}$	0,41
Al ₂ O ₃	15,96	N_3^3	$0,915 \cdot 10^{23}$	25,49
Fe ₂ O ₃	1,98	N_3^4	$0,119 \cdot 10^{23}$	3,16
FeO	2,17	N_3^5	$0,131 \cdot 10^{23}$	1,56
MnO	0,07	N_3^6	$0,005 \cdot 10^{23}$	0,05
MgO	1,76	N_3^7	$0,106 \cdot 10^{23}$	0,70
CaO	3,55	N_3^8	$0,214 \cdot 10^{23}$	3,20
Na ₂ O	3,88	N_3^9	$0,233 \cdot 10^{23}$	2,40
K ₂ O	2,99	N_3^{10}	$0,180 \cdot 10^{23}$	2,80
H ₂ O	0,77	N_3^{11}	$0,046 \cdot 10^{23}$	0,14
P ₂ O ₅	0,13	N_3^{12}	$0,008 \cdot 10^{23}$	0,21
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	70,30

Таблица 6

Компоненты	Состав породы в весовых %	N_2^x -парциальные числа для каждого компонента		Доля каждого компонента в грамм-молекуле породы $m_x \cdot 10^{-23} N_2^x$
		обозначение уровня и компонента	$N_2^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO ₂	72,02	N_2^1	$4,338 \cdot 10^{23}$	43,21
TiO ₂	0,34	N_2^2	$0,020 \cdot 10^{23}$	0,26
Al ₂ O ₃	13,13	N_2^3	$0,791 \cdot 10^{23}$	13,39
Fe ₂ O ₃	1,46	N_2^4	$0,088 \cdot 10^{23}$	2,33
FeO	1,77	N_2^5	$0,107 \cdot 10^{23}$	1,28
MnO	0,11	N_2^6	$0,007 \cdot 10^{23}$	0,08
MgO	0,55	N_2^7	$0,033 \cdot 10^{23}$	0,22
CaO	1,48	N_2^8	$0,089 \cdot 10^{23}$	0,82
Na ₂ O	3,50	N_2^9	$0,211 \cdot 10^{23}$	2,17
K ₂ O	4,77	N_2^{10}	$0,287 \cdot 10^{23}$	4,68
H ₂ O	0,72	N_2^{11}	$0,068 \cdot 10^{23}$	0,13
P ₂ O ₅	0,15	N_2^{12}	$0,009 \cdot 10^{23}$	0,21
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	68,78

Таблица 7

Компоненты	Состав породы в весовых %	N_1^x -парциальные числа для каждого компонента		Доля каждого компонента в грамм-молекуле породы $m_x \cdot 10^{-23} N_1^x$
		обозначение уровней и компонентов	$N_1^x = a \cdot 10^{23}$	
SiO ₂	73,22	N_1^1	$4,410 \cdot 10^{23}$	43,92
TiO ₂	0,20	N_1^2	$0,012 \cdot 10^{23}$	0,16
Al ₂ O ₃	12,47	N_1^3	$0,751 \cdot 10^{23}$	12,71
Fe ₂ O ₃	1,92	N_1^4	$0,116 \cdot 10^{23}$	3,18
FeO	1,30	N_1^5	$0,078 \cdot 10^{23}$	0,93
MnO	0,07	N_1^6	$0,005 \cdot 10^{23}$	0,06
MgO	0,21	N_1^7	$0,013 \cdot 10^{23}$	0,08
CaO	0,49	N_1^8	$0,029 \cdot 10^{23}$	0,27
Na ₂ O	4,62	N_1^9	$0,279 \cdot 10^{23}$	2,87
K ₂ O	4,86	N_1^{10}	$0,293 \cdot 10^{23}$	4,57
H ₂ O	0,59	N_1^{11}	$0,035 \cdot 10^{23}$	0,10
P ₂ O ₅	0,04	N_1^{12}	$0,002 \cdot 10^{23}$	0,05
	100,00	N	$6,023 \cdot 10^{23}$	68,90

[4, стр. 104], парциальные числа частиц данного вещества и доля каждого компонента в грамм-молекуле породы могут быть иллюстрированы нижеследующей табл. 7.

Табл. 8 представляет собой сводку результатов вычислений роли компонента в грамм-молекуле каждой породы (усредненного состава), которая характеризуется свойственным ей определенным удельным весом и молекулярным объемом. Первые шесть анализов таблицы взяты как конечные результаты вычислений из табл. 2—7. Следующие пять анализов 7—11 представляют собой парциальные доли компонентов таких пород, как дунит [4, стр. 223, анализ 19], лерцолит [1,5, среднее из 13 анализов], габбро [1, среднее из 41 анализа], кв. диорит [1,5, среднее из 55 анализов] и гранит [5, среднее из 546 анализов].

Из данной таблицы можно сделать следующие выводы: с ростом удельного веса интрузивной породы уменьшается молекулярный объем ее грамм-молекулы, тогда как вес грамм-молекулы примерно остается одним и тем же, хотя и имеются некоторые отклонения и колебания, требующие дальнейших исследований. Что касается поведения основных компонентов состава пород, то их доля, пай в грамм-молекуле более строго и закономерно изменяются от одного уровня к другому. Наконец, как рис. 1, так рис. 2 говорят о том, что доля участия габбро-перидотитов в строении земной коры много больше, чем доля пород габбро-гранитового ряда.

Дополнительные данные следующих (7—11) анализов, приведенные в табл. 8, дают возможность решить ряд других практических задач. Так, например, свежий дунит (анализ 7) с удельным весом 3,29 на диаграмме рис. 1, должен был бы лежать выше уровня 3,3, но парциальная доля окиси магния в дуните резко по своей величине отличается от величины окиси магния в породе, лежащей на уровне 3,29. Определение молекулярного объема дунита показывает, что эта последняя порода должна лежать на уровне ниже, чем перидотиты с удельным весом 3,32, если диаграмму построим на основе молекулярных объемов.

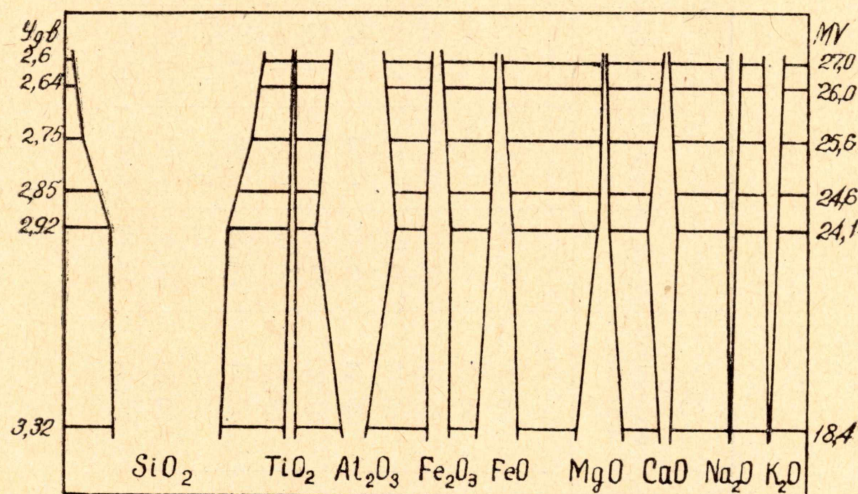


Рис. 2. Диаграмма средних содержаний основных компонентов в главнейших типах интрузивных пород, построенная на величине молекулярных объемов и доли каждого компонента в грамм-молекуле.

Граниты, отвечающие среднему составу из 546 анализов, с молекулярным объемом в 25,9 и плотностью в 2,66 г/см³ укладываются как раз в промежуток между цифрами второго и третьего ряда анализов. Таким образом, вычисленные молекулярные объемы для лерцолитов, габбро, кв. диоритов и гранитов и доли каждого компонента в грамм-

Таблица 8

Удельный вес породы	Молекулярный объем грамм-молекулы породы	Вес грамм-молекулы породы	Доли компонентов в грамм-молекуле породы												Название типов пород и число анализов
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	
2,6	27,0	68,90	43,92	0,16	12,71	3,18	0,93	0,06	0,08	0,27	2,87	4,57	0,10	0,05	Щелочные граниты (13)
2,64	26,0	68,78	43,21	0,264	13,39	2,33	1,28	0,08	0,22	0,82	2,17	4,68	0,13	0,21	Граниты (20)
2,75	25,56	70,30	40,18	0,41	15,49	3,16	1,56	0,05	0,70	3,20	2,40	2,80	0,14	0,21	Гранодиориты (18)
2,85	24,6	70,17	33,27	0,75	17,27	4,36	3,45	0,09	1,76	4,10	2,25	2,26	0,16	0,75	Диориты (14)
2,92	24,1	70,44	28,43	0,65	18,88	5,25	5,27	0,11	2,73	6,14	0,69	0,69	0,23	0,35	Габбро (21)
3,32	18,45	61,25	25,69	1,14	5,45	5,07	8,44	0,13	10,30	3,25	0,47	0,73	0,33	0,24	Перидотиты (21)
3,29	16	52,76	23,90	0,08	0,66	—	9,32	—	17,91	0,56	0,11	9,08	—	—	Дунит свежий
3,33	17,18	57,11	26,36	0,08	4,92	3,51	4,56	0,13	14,63	2,00	0,31	0,20	0,19	0,14	Лецилит (13)
2,98	23,73	70,73	28,94	0,77	18,23	5,05	4,28	0,09	2,18	6,16	2,18	1,39	0,26	0,40	Габбро (41)
2,81	24,78	69,63	36,95	0,53	16,51	4,06	2,71	0,07	1,15	3,01	2,69	1,97	0,22	0,38	Кв. диорит (55)
2,66	25,9	67,94	42,10	0,30	14,76	2,52	1,28	0,08	0,35	1,12	2,15	3,87	0,15	0,26	Гранит (546)

молекуле породы позволяют точнее определить положение данных пород в гравитационных схемах магматической дифференциации.

Наконец, сравнение химических анализов любых магматических пород, для которых определена плотность, с данными, приведенными на диаграмме рис. 1, позволит сказать, насколько та или другая порода по своему химическому составу близка к среднему типу пород или резко отклоняется от него.

На основании только что приведенных в табл. 8 парциальных величин участия каждого компонента в грамм-молекуле (моле) породы можно построить диаграммы или для наглядности графически²⁾ выразить роль каждого компонента при переходе от перидотитов к гранитам (рис. 2).

При изучении графических форм количественного распределения в породах каждого компонента в отдельности, изображенных на рис. 2, прежде всего обращает на себя внимание строгая пространственная закономерность возрастания или убывания роли того или другого компонента в составе соответствующих магматических пород, от ультраосновных к кислым, от пород с плотностью $3,3 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$ к породам

с плотностью $2,6 \frac{\text{грамм}}{\text{куб. см}}$. Впрочем, приведенные данные графического изображения количественного распределения компонентов в соответствующих породах настолько наглядны и ясны, что нет надобности на них останавливаться.

Однако следует сказать, что данные рис. 2. удивительно сходны с теоретической диаграммой (рис. 3), построенной для агрегата, состоящего из пяти компонентов А, В, С, Д, Е, для которых плотность вещества каждого компонента последовательно возрастает от А к Е,

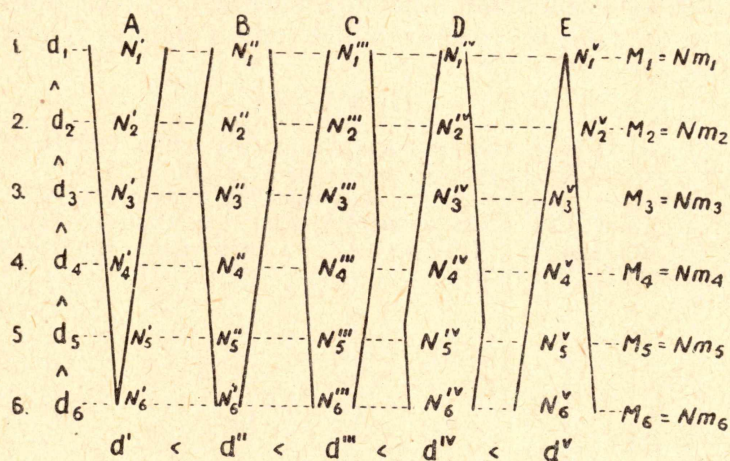


Рис. 3. Схема теоретически возможного закономерного распределения по плотности веществ А, В, С, Д, Е с разными удельными весами в многокомпонентном растворе или расплаве, находящихся в поле тяготения и подчиняющихся гипсометрическому закону физико-химии.

²⁾ Построение диаграмм рис. 2 рассмотрим на примере кремнезема. От средней вертикальной линии, делящей поле на две симметричные части, откладывая в ту и другую сторону на соответствующем уровне числа, отвечающем удельному весу, выражающие доли каждого компонента в грамм-молекуле породы. Как видно из диаграмм, точки, определяющие доли каждого компонента в грамм-молекуле породы, строго укладываются в закономерные линии.

т. е. $d_A < d_B < d_C < d_D < d_E$. $N_2^I, N_2^{II}, N_2^{III}, N_2^{IV}, N_2^V, \dots$ доли каждого компонента в составе магмы (породы) на том или другом уровне, сумма которых равна $N = 6,023 \cdot 10^{23}$ числу Авогадро. Плотности магмы от уровня к уровню меняются: $d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_5 < d_6$. На диаграмме рис. 3 вещество A ведет себя так, как SiO_2 . Вещество C ведет себя так, как Al_2O_3 и CaO ; вещество E так, как MgO , FeO , TiO_2 и т. д.

Если обратимся к известным диаграммам, приводимым в учебной литературе, иллюстрирующим распределение главных пороодообразующих минералов в интрузивных породах, начиная от перидотитов к щелочным гранитам и сиенитам, то и в этом случае мы увидим ту же картину закономерностей, что и выше, но в ином выражении. А именно: железисто-магнезиальные минералы, как это следует из рис. 1, количественно убывают, как правило, от перидотитов к гранитам. При этом имеет место качественное изменение самих железисто-магнезиальных минералов; их молекулярные объемы увеличиваются снизу от оливина кверху до биотита. Эта закономерность в распределении оливинов, пироксенов, роговых обманок и биотитов обнаруживает взаимозависимость всего минерального состава как по горизонтали, так особенно по вертикали. Плагиоклазы, изменяясь от основных к кислым, относительно максимума достигают в габбро-диоритах и количественно уменьшаются по направлению к гранитам и сиенитам. Щелочные полевые шпаты от диоритов количественно быстро увеличиваются к сиенитам, в которых содержание их достигает относительного максимума. Кварц достигает максимума в гранитах, количественно уменьшается как в сторону сиенитов, так и в сторону диоритов.

Таким образом, только что рассмотренные диаграммы на рис. 1 и рис. 2 и 3 еще раз наглядно показывают, что минеральный состав магматических пород в основном находится в полном соответствии количественно-качественным распределением компонентов по типам пород и очень близки по своему характеру к нашей теоретической диаграмме (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. О. Дели. Изверженные породы и глубины земли. ОНТИ, М., 1936.
2. В. А. Киреев. Краткий курс физической химии. 1963.
3. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Петрография. Госизд. М. М., 1940.
4. Г. Розенбуш. Описательная петрография. Госгеолгизд., 1934.
5. Ф. Берч, Д. Шерер, Г. Спайсер. Справочник для геологов по физическим константам. ИЛ, М., 1949.