

В. М. Амарян

**Новые данные
о внутреннем
строении и
происхождении
земли,
петрогенезисе и
геотектогенезе**

«АЙ АСТАН»

*Дорогому Гаюку Агабековичу
05 avsofa*

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ГЕОЛОГИИ СМ АРМ. ССР

В. М. АМАРЯН

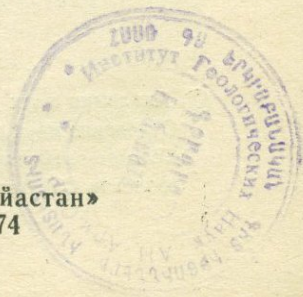
**Новые данные
о внутреннем строении
и происхождении Земли,
петрогенезисе
и геотектогенезе**

18137

V. M. AMARIAN

New Data on the Inner Structure and the
origin of the Earth, the Petrogenesis and the
Geotectogenesis.

Издательство «Айастан»
Ереван, 1974



**Печатается по рекомендации отделения наук
о Земле АН Армянской ССР**

Брошюра охватывает широкий круг петрологических, тектонических и астрономических проблем, чрезвычайно дискуссионных и однозначно не решаемых современной наукой.

На основе детального изучения новейшего вулканизма Армении, а также широкого обобщения литературных материалов, автор приходит к выводу, что порядок подъема магм к земной поверхности в основном определяется их вязкостью: чем магма вязче, тем позже она поднимается. Различие в химическом составе магм определяется первичной неоднородностью глубин—состав магм отвечает составу плавящегося вещества.

Многие из выдвинутых В. М. Амаряном положений чрезвычайно оригинальны и актуальны, основаны на конкретных геологических фактах и логических построениях, являются ценным вкладом в науку и заслуживают широкого обсуждения.

**Ответственный редактор
Дж. А. Оганесян**

© Академия наук Армянской ССР
Отделение наук о Земле
Геолого-геофизическая экспедиция Управления
геологии СМ Арм. ССР

ПРЕДИСЛОВИЕ

Согласно существующим представлениям, Земля состоит из ядра (внешнего и внутреннего), мантии (верхней и нижней) и земной коры. Ядро по составу аналогично железным метеоритам, а мантия соответствует каменным (ультраосновным) метеоритам. Земная кора возникла благодаря периодическому выплавлению первичного ультраосновного материала мантии. В ней различают три слоя—«базальтовый», «гранитный» и осадочный.

Причину разнообразия изверженных горных пород и главные закономерности, управляющие процессами их формирования, одни исследователи ищут в дифференциации одной единой или нескольких магм, другие — связывают с процессами ассимиляции и гибридизации. При этом по современным представлениям, любая магма не первозданна, а периодически возникает в глубине Земли путем простого расплавления твердых кристаллических веществ или путем селективной мобилизации. Некоторые исследователи возникновение плутонических пород пытаются объяснить метасоматическими процессами (гранитизацией, базификацией и др.).

В течение ряда лет автор занимался детальным геологическим картированием и изучением изверженных, в частности, неоген-четвертичных вулканических образований Армении. Все попытки объяснить многообразие изверженных пород и закономерности их формирования современными петрологическими теориями кончались неудачей. Поэтому, для выяснения этого важнейшего вопроса, во время последующих работ были особо детально изучены стратиграфическая последовательность накопления молодых лав и туфов различного состава, их взаимоотношения, петрохимические и другие особенно-

сти, центры извержения, план и характер вулканических проявлений, связь с тектоническими структурами и т. д.

Результаты всех указанных исследований, изложенные в ряде отчетов, статей и других работах (Амарян, 1959, 1963 и др.), а также обобщение литературных данных привели автора к твердому убеждению, что современные представления о внутреннем строении Земли, причинах разнообразия изверженных пород, закономерностях их формирования и многие другие основные вопросы геологии требуют коренного пересмотра.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПОРОД

Решающий голос в петрогенетической проблеме остается за геологией
Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, 1934.

Остановимся прежде всего на причинах разнообразия изверженных пород. Это самый важный и центральный вопрос петрологии, с которым связано решение всех остальных как теоретических, так и практических вопросов.

По данным наших исследований, изверженные породы, даже самые близкие по составу, образующие в природе достаточно закономерные ассоциации, возникают не из одной общей магмы (или из нескольких магм), а каждая порода происходит из особой магмы, имеющей собственный источник (слой или линза) в глубине Земли. Порядок подъема магм к земной поверхности определяется их вязкостью: чем магма вязче, тем позже она поднимается.

Чтобы убедиться в этом, достаточно обратить внимание на накопленные данные о последовательности образования магматических пород, опубликованные как в отечественной, так и зарубежной печати. Обобщение всех этих материалов ясно показывает отсутствие с химической точки зрения единой закономерной последовательности в образовании магматических пород. Хотя и формирование магматических серий в направлении от более основных к более кислым разностям довольно обычно, но в большинстве случаев (особенно в эффузивных сериях) эта схема осложнена появлением особых типов пород (щелочных и др.) или разностей, нарушающих

ее. Далее, во многих районах магматические серии начинаются не только рядами — от основных к кислым, но и обратно — от кислых к основным породам.

Однако, если взять за основу последовательности формирования магматических пород не кислотность, а вязкость извергаемых магм, то здесь ясно выявляется общая закономерность: каждая серия извержений начинается с магм менее вязких и заканчивается более вязкими.

Для обычных эффузивных и интрузивных серий, начинающихся основными и завершающихся более кислыми разностями (базальты — андезиты — липариты; перидотиты — габброиды; диориты — гранитоиды — граниты — аляскиты; и др.) указанное правило (от подвижных к более вязким) настолько справедливо, что не требует комментариев. Всем известно, что основные, богатые Mg, Fe, Ca, магмы обычно жидкие, подвижные; кислые магмы, наоборот, гораздо более вязкие. Необходимо только ответить на вытекающий отсюда естественный вопрос: если магматическая эволюция определяется вязкостью магм, то почему не во всех случаях извержение проявляется от основных к кислым, а часто протекает довольно сложно или прямо в обратном порядке — от кислых к основным?

Дело в том, что кислые магмы не всегда бывают вязкими; присутствие в них H_2O и др. летучих даже в небольших количествах существенно уменьшает их вязкость. Согласно Г. Морею (цит. по В. И. Лучицкому, 1937), «вязкость силиката калия (от $K_2O \cdot SiO_2$ до $K_2O \cdot 4SiO_2$) при 500° равна примерно от 10^{12} до 10^{15} пуазам; при содержании воды от 10 до 15% вязкость его уменьшается до 1000 пуазов и даже до 100 пуазов; это также указывает на значительную роль воды и других веществ в уменьшении вязкости магмы». По материалам Н. Ф. Шинкарева, «высоководные гранитные расплавы приближаются по величине вязкости к безводным базальтовым расплавам» (1970, стр. 220). Опыты Л. И. Корчемкина (1945) по измерению вязкости базальта при пропускании через расплав паров воды показали, что при нормальном давлении вязкость расплава понижается на 35%.

Сопоставление вязкости расплавов горных пород при 1400°
с коэффициентом кислотности

№№ п/п	Наименование породы и место взятия	a	$\log \eta$	SiO ₂	TiO ₂
1	2	3	4	5	6
1	Базальт из Закавказья, Ереван	1,47	1,75	49,03	1,02
2	Тешенит из Курсеби	1,75	2,94	50,58	0,66
3	Андезит с Казбека	2,53	3,08	63,76	0,44
4	Диабаз № 1 из Шелики	1,52	1,79	48,14	0,96
5	Базальт оливиновый, Ключевский вулкан	1,71	2,1	52,40	0,79
6	Обсидиан, Армения (у Сухого фонтана)	4,38	5,42	73,79	0,16
7	Стекло из Трахита	3,93	2,58	62,8	0,03
8	Диорит из Красноуральска	1,8	2,85	53,83	0,58
9	Лава с Везувия	1,50	2,4	47,79	1,02
10	Базальт с Арагаца	1,61	2,556	50,92	1,60
11	Андезито-базальт с Арагаца	1,88	3,297	55,15	0,88
12	Андезит с Арагаца	2,33	3,895	59,44	0,91
13	Дацит с Арагаца	2,72	4,182	63,85	0,87
14	Щелочной дацит с Арагаца	3,26	4,312	66,30	1,09
15	Диабаз № 101 Онежский из Шелики	1,81	1,900	51,63	1,98
16	Диабаз № 103 из Шелики	1,73	1,900	50,88	1,99
17	Уртит с Кольского пол-ва	1,04	3,5	43,68	0,19
18	Эгириновая порода	—	2,0	—	—
19	Шлак синтетический	1,11	1,3	49,98	—
20	Шлак № 1276/2	1,92	0,6	47,89	—
21	Стекло	6,2	2,6	73,5	0,06
22	Стекло (по И. И. Китайгородскому)	6,89	2,5	73,42	—
23	Кварцевое стекло	—	10,5	99,9	—

(по В. П. Волоровичу и Л. И. Корчемкину)

Al_2O_3	Fe_2O	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	MnO	$H_2O (+)$	$H_2O (-)$
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17,72	5,68	4,39	3,78	8,68	2,54	7,46	0,17		0,15
18,89	4,52	6,41	1,80	7,76	2,29	0,79	0,24	—	—
17,81	5,53	0,59	3,72	5,05	0,67	0,66	0,09	—	—
12,68	7,31	10,62	6,12	9,18	4,18	0,66	0,08	—	—
15,28	2,14	6,36	8,87	9,54	2,89	0,34	0,14		0,11
13,77	0,40	0,78	0,08	1,06	4,14	5,13	0,08		0,08
12,68	0,80	—	—	15,65	5,67	3,32	—	—	—
18,13	3,58	5,21	3,87	8,68	2,73	1,49	0,29	1,67	0,17
17,72	5,68	4,39	3,78	8,68	2,54	7,46	0,17		0,15
17,81	3,96	5,12	6,10	4,43	3,55	1,88	0,11	0,49	0,19
17,22	1,64	4,85	6,09	7,91	3,55	1,74	0,12	0,94	—
16,02	1,68	4,96	3,47	5,66	4,08	2,28	0,09	0,72	0,65
16,58	3,24	1,65	1,52	3,16	4,35	4,29	0,08	0,46	0,13
11,88	2,83	4,20	1,10	2,70	6,19	3,73	0,14	—	—
12,86	4,01	11,97	4,56	8,54	2,75	1,34	0,22		0,20
11,94	7,54	10,03	5,40	3,67	2,54	1,29	0,21	—	—
28,23	2,70	0,28	0,18	2,80	15,10	3,34	0,07		0,12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,00	—	0,48	—	43,86	—	—	—	—	—
5,43	—	21,02	0,47	1,59	4,58	0,58	18,16	—	—
0,6	0,16	—	1,38	4,3	14,0	3,5	—		1,06
0,86	0,31	—	0,14	4,99	10,48	5,88	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6
24	Базальт оливиновый Гембудо	1,54	2,14	49,29	2,22
25	Базальт оливиновый Конура	1,66	2,08	49,24	1,33
26	Андезит-базальт Мотомура	1,73	2,13	51,80	0,60
27	Базальт нефелиновый Нага- хама	1,05	1,91	35,86	3,74
28	Андезит авгитовый Мнакошима	1,89	2,25	53,27	1,87
29	Двупироксеновый андезит Азама-нама	2,22	3,0	59,90	0,05
30	Двупироксеновый андезит Тарума	2,07	3,0	57,4	0,65
31	Двупироксеновый андезит Комагадаке	2,44	3,2	61,41	0,46
32	Двупироксеновый андезит Сакурашима	2,39	3,45	60,80	0,87
33	Роговообманково-слюдяной ан- дезит Унзен	2,88	4,2	56,15	0,05
34	Пехштейн Арита	4,59	6,65	70,26	—
35	Гранит роговообманковый Су- миоши	4,56	6,3	75,23	0,15
36	Пемза (липарит) Нийима	4,32	6,65	75,90	—
37	Обсидиан Оки	3,78	6,0	71,37	0,04
38	Ортоклаз синтетический	3	7,009	69,72	—
39	Альбит синтетический	3	5,250	68,68	—
40	Диоксид синтетический	2	1,903	55,58	—
			1,415		
41	Трапп тулунский	1,56	1,23	47,04	1,85
42	Диабаз онежский	2,07	2,6	56,47	0,93
43	Базальт закавказ. из Еревана	1,55	1,78	49,38	1,33

7	8	9	10	11	12	13	14.	15	16
18,49	2,38	6,77	6,09	8,14	3,93	1,79	0,22		0,88
16,81	6,16	3,60	8,02	9,49	2,67	1,09	0,17		1,50
15,0	3,68	10,14	5,36	9,77	1,76	0,22	0,20		0,62
11,97	5,19	9,69	8,35	14,39	3,65	1,89	0,30		4,04
14,38	5,41	8,65	1,61	10,97	1,93	0,90	0,35		0,16
15,99	2,86	4,77	4,68	6,08	3,39	1,28	0,89		0,58
16,84	3,86	5,96	3,28	6,60	2,88	1,21	1,08		0,36
15,42	2,64	4,93	2,34	6,70	4,72	1,10	—	0,52	0,02
16,04	2,89	4,63	3,50	4,74	3,74	1,75	0,33		0,74
14,25	3,27	2,50	2,36	4,60	3,80	2,52	0,56		0,90
12,25	0,27	0,86	0,32	0,97	4,24	3,60	0,03	5,44	1,10
13,69	0,50	1,03	0,49	1,32	3,25	3,19	0,09		0,96
15,41	0,36	0,22	0,21	0,84	4,41	2,88	—		0,88
14,72	1,08	1,38	0,35	1,36	3,74	5,69	0,06	0,33	0,10
18,35	—	—	—	—	—	16,93	—	—	—
19,48	—	—	—	—	11,84	—	—	—	—
—	—	—	18,58	25,84	—	—	—	—	—
15,48	2,84	10,12	6,24	8,61	2,45	0,63	—	—	—
16,02	5,22	5,83	3,30	5,96	2,84	2,35	—	—	—
15,55	4,74	7,54	6,59	10,19	3,83	—	—	—	—

Вязкость расплавов горных пород
(по справочнику физ. констант горных пород, М., 1969)

Тип пород	Температура °С	Вязкость, пз
Тахилит (1924), поток Мауна-Ики, Килауэа	1074	4950
	1147	800
	1248	150
	1314	76
Базальт оливинный Гембудо, Япония	1150	37900
	1200	31800
	1300	296
Базальт оливинный Коноура, Япония	1400	137
	1200	732
	1300	173
Базальт андезитовый Мотомура, Япония	1400	120
	1150	80000
	1200	31200
Базальт нефелиновый Нагахана, Япония	1300	260
	1400	140
	1200	190
Лава с Везувия	1300	97
	1400	80
	1100	28300
	1200	2700
Обсидианы О-к и	1300	730
	1400	256
Ниндзима		10 ⁶
Арита	1400	4,4 × 10 ⁶
Ереван		4,4 × 10 ⁶
Гранит роговообманковый		1,7 × 10 ⁵
Андезит слюдисто-роговообманковый	1400	2 × 10 ⁶
Андезит	1400	1,6 × 10 ⁴
Диабазы	1400	150—1500
		15—400

Далее, как известно, на вязкость силикатного расплава влияют не только кремнезем и летучие, но и присутствующие в нем все остальные окислы. При этом влияние того или иного окисла на вязкость расплава определяется не только природой этого окисла, но и его количеством, а также составом самого расплава. При разных температурах влияние того или иного окисла на вязкость расплава также существенно различное*.

К окислам, повышающим вязкость расплава, относятся в основном кремнезем и окись алюминия; к окислам, понижающим вязкость — окислы железа (особенно закиси), окись кальция и окись магния. Окислы щелочей также обычно понижают вязкость расплава, но богатые ими (особенно калием) магмы, большей частью очень вязкие, что обусловлено, как это будет видно из дальнейшего, количественным соотношением других окислов, присутствующих в этих магмах и влияющих на их вязкость.

В таблице 1, заимствованной у В. П. Волорovichа и Л. И. Корчемкина (1937), приведены химические анализы ряда горных пород, минералов и синтетических расплавов, указано значение «а» (коэффициент кислотности по Левинсон-Лессингу) и логарифм вязкости ($\log \eta$) при температуре — 1400°. В таблицах же 2, 3, 4 иллюстрирована вязкость (в пуазах) расплавов горных пород при различных температурах.

Как видно из таблицы 1, вариации вязкости для пород с одинаковым значением «а» довольно велики (это особенно ясно из диаграммы, помещенной в работе В. П. Волорovichа и Л. И. Корчемкина, 1937), что связано, по заключению В. П. Волорovichа и Л. И. Корчемкина, с изменением соотношений других окислов (кроме SiO_2), входящих в породы с одинаковым коэффициентом «а».

Именно по указанным причинам (влиянием летучих и других окислов, кроме SiO_2 , на вязкость магм) кислые магмы часто становятся менее вязкими и появляются раньше, чем основные, создавая сложные или обратные по кислотности магматические ряды.

* См. работы М. П. Волорovichа, Л. И. Корчемкина (1937), А. А. Леонтьевой (1950), Р. В. Аюпяна (1965), Л. Г. Мельниченко, Б. П. Сахарова, Н. А. Сидорова (1969) и книгу «Технология стекла» под общей редакцией И. И. Китайгородского, изд. литературы по строительству, М., 1967.

Таблица 3

Вязкость изверженных лав характерных эффузивов Японии*

Вулкан	Год	Порода	Вязкость (в пуазах)	Температура, °C
Тисима	1951	Базальты	6×10^5	1125
Мнякэдзима	1940	Базальты	7×10^5	1000
Сакурадзима	1946	Андезиты	3×10^6 — 6×10^5	1000
Асама	1964	Андезиты	3×10^6 — 7 — 6×10^6 — 7	1000
Усу	1944— 1945	Дациты	3×10^{11} — 6×10^{11}	980

Чтобы найти параллелизм между величиной вязкости при высоких температурах и какой-нибудь функцией состава породы, А. А. Леонтьева (1950) пересчитала химический состав базальтовых пород на нормативный и выяснила отношение суммы силикатных минералов к сумме феррических. Результаты этих расчетов приведены в таблице 5. В той же таблице приведен коэффициент кислотности («а») пород по Левинсону-Лессингу.

Как видно из таблицы 5, для этой небольшой группы базальтовых пород изменение коэффициента кислотности не соответствует вязкости расплава при 1400°. В то же время таблица показывает, что между величиной вязкости при высоких температурах и выбранной здесь функцией состава наблюдается отчетливо выраженный параллелизм.

Подобные поиски параллелизма между величиной вязкости и какой-нибудь функцией состава породы были сделаны и другими исследователями (Р. В. Акопяном, 1965; Ф. Г. Арутюняном, 1966; и др.).

* См. кн. «Геологическое развитие японских островов». М., 1968.

Таблица 4

Вязкость базальтовых расплавов Армении*
(по данным Аюпяна Р. В., 1965)

№№ проб	Химический состав							Вязкость (пуазы)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O+K ₂ O	1400°	1350°	1300°	1250°	1200°	1150°
21	45.8	16.1	5.4	4.6	12.2	11.5	3.2	50	73	115	185	440	1600
22	49.2	19.1	2.9	5.4	7.2	11.2	3.4	115	200	320	500	900	—
20	52.1	16.5	4.7	5.4	5.4	8.9	6.0	160	255	440	800	1800	3000
16	48.8	20.1	4.0	5.6	6.0	9.0	4.9	10	16	48	160	500	1900
15	50.0	17.5	3.5	6.9	6.6	9.7	4.3	—	—	20	90	900	3500
6	—	—	—	—	—	—	—	1150	2000	3000	—	—	—

* 21—базальт Халаджа; 22—базальт Камо; 20, 16, 15—базальты
Гукасяна; 6—андезит Арагаца.

Таблица 5

Сопоставление вязкости при 1400°C с коэффициентом кислотности и с величиной отношения салических минералов к фемическим в базальтах (по А. А. Леонтьевой)

Породы	Вязк 1400° в пуазах	a	$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}}$
Базальт 221-3	94.6	1.64	1.17
Диабаз 101	94.0	1.85	1.18
Базальт 1	26.0	1.70	1.30
Базальт 404	350.0	1.61	1.85
Андезито-базальт 515	1980.0	1.83	2.15

Результаты всех исследований однозначно показывают, что вязкость расплавов горных пород строго определяется не их кислотностью, а количественным соотношением салических и фемических составных частей, т. е. чем количество салических составных частей (особенно калиевых полевошпатовых алюмосиликатов) в расплаве больше, а фемических—меньше, тем он вязче.

При пересчете химического состава каждой породы на нормативный и получении отношения суммы салических минералов к сумме фемических, нетрудно заметить, что во всех районах земного шара развитие магматических рядов проявлялось в одном и том же направлении—от более фемических к более салическим разностям пород. В этом правиле имеется лишь одно исключение, являющееся **прямым следствием** закона развития магматизма по возрастающей вязкости. Когда богатые салическими составными частями магмы одновременно богаты и летучими, эти магмы становятся менее вязкими (подвижными) и появляются в начальных стадиях извержений, часто в самом начале цикла, перед наиболее основными магмами, нарушая обычный порядок извержений от фемических к салическим.

Поясним сказанное на примере детально изученного нами комплекса молодых неоген-четвертичных вулканических образований Армении.

На рис. 1, иллюстрирующем стратиграфическую последовательность продуктов молодого вулканизма Армении по отдельным районам и циклам извержений, видно,

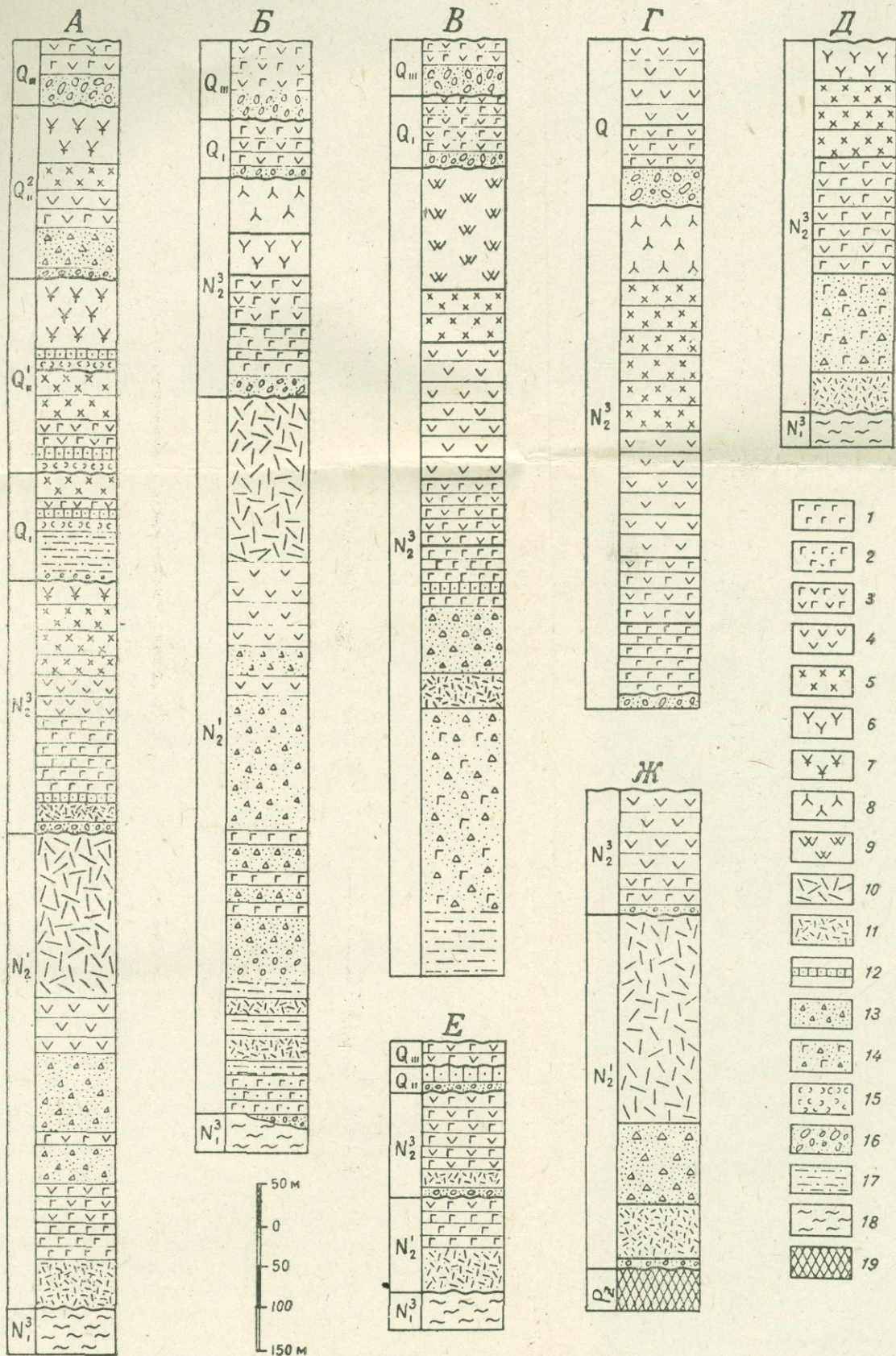


Рис. 1. Стратиграфические колонки неоген-четвертичных вулканических образований Армении. А—Арагацский район; Б—западный склон Гегамского нагорья; В—массив Ишханасар; Г—хребет «Мокрые горы»; Д—гора Аранлер; Е—каньон р. Касах; Ж—Цахкуняцский хребет. 1) базальты долеритовые и др.; 2) базальты мандельштейновые; 3) андезитобазальты; 4) андезиты; 5) андезитодациты; 6) дациты; 7) дациты щелочные; 8) гиалодациты;

9) трахиандезиты; 10) липариты, обсидианы и перлиты; 11) пемзовые пеплы липарито-дацитового состава; 12) туфы и «туфолавы» андезитодацитового состава; 13) туфобрекчии андезитового состава; 14) туфобрекчии андезитобазальтового состава; 15) пемзы дацитового состава; 16) валуногалечные и др. отложения; 17) песчано-глинистые отложения; 18) глины, мергели и др.; 19) метаморфические сланцы и др.

что смена извержений магм внутри каждого цикла происходила в общем в направлении от основных к более кислым (базальты—андезито-базальты—андезиты—андезито-дациты—дациты; андезиты-базальты—андезиты—липариты и др.), причем, в ряде случаев (Арагацский, Ишханасарский массивы и др.) базальтовым или андезито-базальтовым лавам предшествовало проявление кислого (липарито-дацитового, андезитового и др.) вулканизма, а в заключительной фазе отдельных циклов, после андезито-дацитовых и дацитовых излияний, появились относительно основные магмы. Далее обращает на себя внимание то обстоятельство, что во всех районах предшествующие или непосредственно следующие базальтовым лавам кислые продукты вулканизма представлены исключительно рыхлыми массами, выбросами (липарито-дацитовыми и андезитовыми пеплами, пемзами, туфами, туфобрекчиями и т. д.), т. е. такими разностями, магмы которых были богаты летучими, а следовательно, более подвижным. Что же касается относительно основных разностей, формировавшихся в конце отдельных циклов после относительно кислых, то они всюду являются продуктами извержения наиболее богатых силикатными составными частями очень вязких магм (трахиандезиты, щелочные андезиты-дациты и др.).

Та же картина наблюдается во всех других вулканических областях земного шара.

Если восстановить величины вязкости магм (по составу их продуктов извержения и т. д.) всех типов и разновидностей вулканических пород, показанных на рис. 1, то нетрудно заметить, что как в нормальных (начавшихся основными и завершившихся более кислыми), так и сложных по кислотности вулканических рядах, каждая последующая извергавшаяся магма отличается большей вязкостью. В качестве примера можно привести верхнеплиоценовый комплекс Ишханасара (рис. 1, В), состоящий из следующих последовательно сформировавшихся эффузий (от древних к молодым):

1. Туфобрекчия андезито-базальтового состава, мощностью 200—400 м
2. Светло-серые вулканические пеллы липарито-дацитового состава 50—200 «
3. Туфобрекчия андезитового состава 100—200 «

4. Базальты ноздреватые, пузырьстые (1 поток)	3—5	м
5. Туфы андезитового состава	2—3	«
6. Базальты (3 потока)	10—15	«
7. Андезито-базальты (5 потоков)	50—90	«
8. Андезиты (7 потоков)	100—250	«
9. Андезито-дациты (1 поток)	10—20	«
10. Трахиандезиты (куполовидные массивы)		

Эта эволюция, как видно, сложна и не отвечает обычному ходу развития магматизма от основных к кислым: базальтовым лавам (наиболее основным членом ряда) предшествовало извержение относительно кислых андезито-базальтовых туфобрекчий и липарито-дацитовых пеплов, а в заключительной вулканической фазе, после андезито-дацитовых излияний появились относительно менее кислые трахиандезитовые магмы. В то же время здесь очень строго выдерживается последовательность извержений в направлении от подвижных к более вязким разностям. Об относительно низкой вязкости магм первых трех членов (андезито-базальтовых, андезитовых туфобрекчий и липарито-дацитовых пеплов) данного ряда можно судить по наличию в их составе большого количества летучих (о чем свидетельствуют рыхлый, обломочный состав их продуктов, взрывчатый характер извержений). О наиболее же высокой вязкости магм трахиандезитов ясно говорит их куполообразная форма залегания, а также высокая величина отношения силикатных минералов к феррическим.

В районе вулкана Арагац (Алагез) имеется пять циклов (и нескольких подциклов) извержений разнообразных по составу лав и пирокластических образований со следующей последовательностью (Амарян, 1964).

I цикл (N^1_2): липарито-дацитовые пемзовые пеплы — базальты — андезито-базальты — андезитовые туфобрекчий — андезиты — липариты.

II цикл (N^2_2): липарито-дацитовые пемзовые пеплы — дацитовые туфы — базальты — андезито-базальты — андезиты — андезито-дациты — трахитообразные щелочные дациты.

III цикл (Q_1): андезито-дацитовые пемзы и туфы — андезито-базальты — андезито-дациты.

IV цикл (Q_2): дацитовые пемзы и туфы — андезито-базальты — андезито-дациты и дациты с повышенной ще-

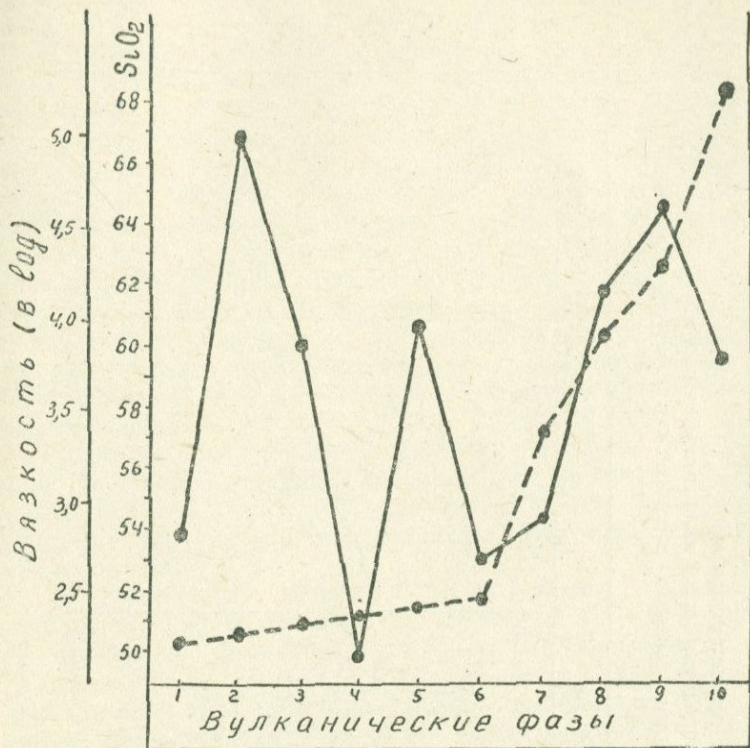


Рис. 2. Диаграмма развития верхнеплагиоцевого вулканического цикла Ишханасара по кислотности (сплошная линия) и по вязкости (пунктирная линия).

лочностью (I подцикл, Q^1_2); андезитовые туфы и туфобрекчии—андезито-базальты—андезиты—андезито-дациты и дациты с повышенной щелочностью (II подцикл, Q^2_2).

V цикл (Q_3): андезито-базальты.

Здесь последовательность извержений по кислотности также нарушена. Одновременно очень строго выдерживается порядок извержений от менее вязких к более вязким разностям в пределах каждого цикла. Об этом говорит уменьшение летучих и нарастание содержания саплических составных частей, а также эксперименталь-

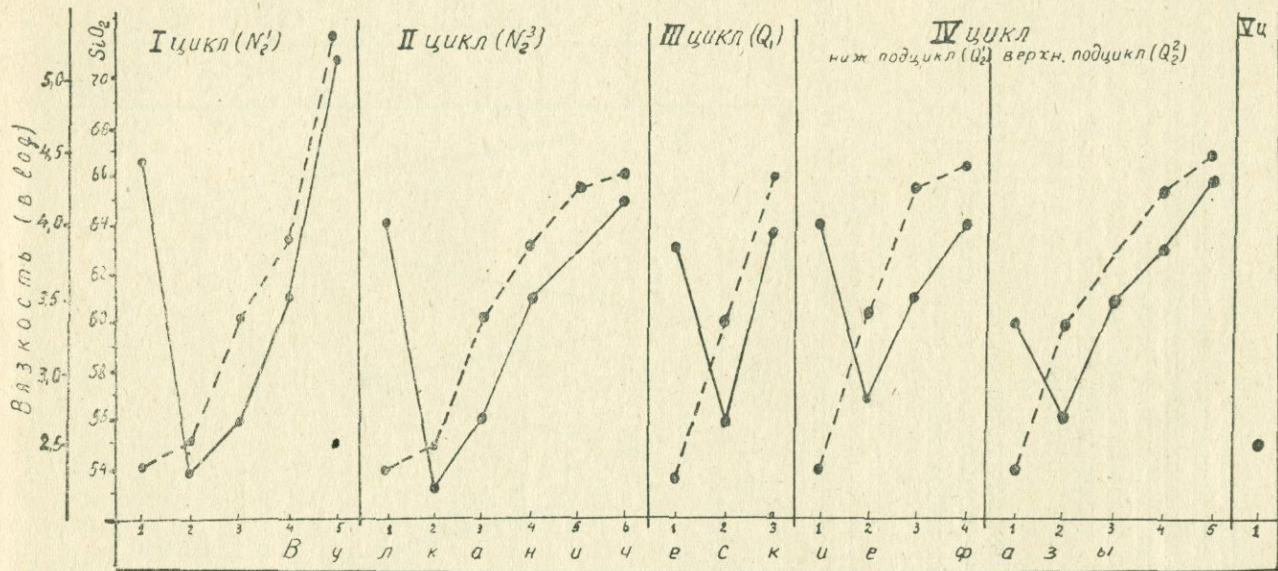


Рис. 3. Диаграмма развития вулканических циклов Арагацского района по кислотности (сплошная линия) и по вязкости (пунктирная линия).

ные данные по определению вязкости лав Арагаца (см. табл. 1).

Извержение знаменитого вулкана Везувия, по А. Ритману (1964), протекало обратно нормальной последовательности: от относительно кислых к основным магмам и от эксплозивной деятельности к смешанной, в следующем порядке: 1) трахиты (выбросы); 2) фонолитовые лейцитовые тефриты («орититы»), преимущественно выбросы); 3) относительно светлые лейцитовые тефриты («оттаяниты»); 4) тефритовые лейцититы («везувиты»).

Как видно, и здесь строго выдерживается последовательность извержений в направлении от менее вязких к более вязким разностям, о чем свидетельствует уменьшение летучих и нарастание калиевых алюмосиликатовых составных частей в каждой последующей эффузии данного ряда.

Приведем еще пример. В основании вулкана Стромболи залегают риодациты (выбросы), за которыми следуют андезиты и далее трахиандезиты. Более молодые боковые извержения представлены трахибазальтами (Ритман, 1964).

«В Айондзоре,— пишет К. И. Карапетян,— закономерного изменения химизма лав во времени в пределах вулканического цикла нет. Изменение кислотности внутри каждого из этапов едва намечается: извержения относительно кислых лав постепенно сменяются более основными. Отклонения от общей схемы довольно обычны. Так, лавы вулканов одной и той же стадии часто дают породы химически разного состава. В то же время очень строго выдерживается последовательность в изменении минерального состава вкрапленников: каждый из этапов начинается извержениями роговообманковых лав (т. е. относительно богатых летучими лав.—В. А.), которые постепенно сменяются пироксеновыми и оливниновыми разностями... В Гегамском нагорье закономерности в изменении кислотности лав внутри этапов вулканического цикла не наблюдается. Очень часто два одновозрастных, спаренных вулкана извергали лавы различного состава. Можно только отметить, что на ранне- и среднечетвертичных этапах преобладали андезито-базальты, тогда как в позднечетвертичное время извергались главным образом андезитовые лавы» (1963, стр. 228).

По данным Малеева Е. Ф. (1962), в Советских Карпа-

тах неогеновый вулканический цикл состоит из пяти фаз. С первой фазой вулканизма связано накопление толщ дацитовых туфов, мощностью до 1000 м. Вторая, третья и четвертая фазы вулканизма начались с излияния андезито-базальтов, андезитов, а также извержением их туфов, и завершились экструзиями дацитов и липаритов. Последняя стадия вулканизма проявлялась экструзиями андезито-базальтов с повышенной щелочностью.

«Большинство вулканических извержений,— пишет Дж. Кеннеди,— за исключением извержений платобазальтов, обнаруживает такую последовательность событий. Большая их часть, как, например, недавние извержения вулканов Пирикутин и Сан-Бенедикто, начинается обильными выбросами пепла. Именно в этой стадии образуется пепловый конус. Первые лавы, появляющиеся после образования конуса, в общем относительно жидки, пузыристы и богаты водой. Последующие лавы, которые могут появиться во время извержения, характеризуются высокой вязкостью и содержат все меньше и меньше летучих» (1957, стр. 509). И далее: «Превосходный пример такой последовательности явлений, когда извержение, по-видимому, происходит с уменьшением содержания летучих, наблюдается в потоках риолитов и ассоциирующих с ними пород Йеллоустонского национального парка и его окрестностей. Кристаллические туфы и рыхлые пеплы слагают нижние горизонты и являются продуктами начальных стадий извержения. Слои пепла перекрываются так называемыми «спекшимися» туфами, которые представляют собой пенные потоки. Последние почти безусловно являются продуктами извержения, менее богатыми летучими. Туфы в свою очередь перекрываются обсидианами, представляющими здесь продукты излияния магмы в основном лишенной летучих» (там же, стр. 510).

«Извержения стратовулкана Гекла в Исландии,— пишет А. Ритман,— возобновлялись через более или менее длительные периоды покоя. Они начались эксплозиями, извергавшими риолитовые рыхлые массы, за которыми почти без перехода следовали выбросы базальтовых пеплов, шлаков и лав. Каждая толща отложений этих извержений отмечена слоем белого риолитового пепла, залегающим в ее основании» (1961, стр. 221). И далее: «...подобная повторяемость риолита и базальта

наблюдается также в крупном масштабе в Исландии и других базальтовых плато. В середине базальтовых покровов местами встречаются выжатые купола из риолита, например, Хлидарфьял у озера Миватн. При этом обращает на себя внимание то, что там чрезвычайно редки или совсем отсутствуют средние дацитовые или андезитовые вулканиты» (там же).

По материалам Е. Е. Милановского (1962), Н. В. Короновского (1962) и других, в истории новейшего вулканизма Эльбруса, Казбека и других вулканических областей Северного Кавказа выделяются несколько этапов его активизации (верхнеплиоценовый, среднеплейстоценовый, верхнеплейстоценовый), каждый из которых в общем начался мощными выбросами пирокластического материала (пеплов, туфов, вулканического песка и пемзы) и завершился излияниями вязких, липаритовых или андезито-дацитовых и дацитовых лав.

В районе вулкана Кабарджин после излияния андезитовых лав произошел прорыв лав базальтоидного состава, но с весьма характерным общим повышенным содержанием щелочей и в частности калия.

По данным Ш. А. Азизбекова, А. Э. Багирова и других, химический состав палеогеновых вулканических образований Тальша (Аз. ССР) «изменился в сторону увеличения SiO_2 , Al_2O_3 и уменьшения MgO , CaO при общей недосыщенности пород кремнеземом и умереннобогатом содержании щелочей; в конечных стадиях преобладает калий и образуются породы с лейцитом» (1969, стр. 151).

По Куно (1965), в Японии состав базальтовых магм изменяется от толеитов через высокоглиноземистые базальты до щелочных базальтов.

В районе Нижнего Рейна (Германия) были извержены, начиная с миоцена, плагиоклазовые базальты, авгитовый и роговообманковый андезиты, нефелиновые базальты, трахиты и фonoлиты (Дели, 1936, стр. 539).

Для всех островных вулканов, расположенных внутри «андезитовой» линии, типична эволюция с возрастающей щелочностью и с образованием ряда: пикритовый базальт — оливиновый базальт — трахибазальт — трахит — фonoлит (Кузнецов, 1960, стр. 32).

Судя по уменьшению летучих и увеличению саличе-

ских составных частей в каждой последующей эффузии, легко можно видеть, что во всех указанных выше районах последовательность извержений проявлялась в одном и том же направлении—от подвижных к более вязким разностям.

Это правило подтверждается также на примерах образования интрузивных комплексов.

Первым примером может служить детально изученный нами (Амарян, 1959) и другими эопалеозойский комплекс Цахкуняцкого хребта Армении, сформировавшегося в следующей последовательности: 1) ультраосновные и основные породы, 2) плагиограниты, 3) кв. диориты, 4) гранодиориты, 5) микроклиновые граниты.

Здесь определенной закономерности в последовательности интрузий по кислотности в целом нет: внедрение кислой плагиогранитовой магмы предшествует интрузиям кв. диоритов и гранодиоритов. Однако порядок интрузий от менее вязких к более вязким полностью сохраняется. Плагиограниты, по данным геологосъемочных работ (Котляр, 1956; Амарян, 1968), залегают в древних метаморфических толщах, обычно в виде мелких инъекций и пластовых залежей, мощность которых варьирует от долей сантиметра до десятков и иногда сотен метров, тогда как кварцевые диориты и гранодиориты слагают крупные штокообразные массивы в ядрах больших антиклинальных складок. Этот факт доказывает, что плагиогранитовая магма была более подвижная, чем следовавшие за ней кварцево-диоритовая и гранодиоритовая магмы. Широкое проявление гранитизации и мигматизации, наблюдаемое в древнем метаморфическом комплексе, в пределах развития плагиогранитовых интрузий, также свидетельствует о том, что магма последних была богата летучими, а следовательно, и более подвижной.

Интересным примером являются лакколитовые комплексы плато Колорадо (Америка), формировавшиеся по материалам А. К. Уотерса (1957) в следующем порядке: 1) диоритовый порфирит, 2) монцонит, 3) сиенит, 4) полевошпатовый сиенит. Конечная фаза вулканизма представлена дайками и взрывными диатремами, заполненными натриевыми риолитами.

«В последовательности интрузии,—пишет упомянутый автор,—не наблюдается обычный порядок возрастания содержания кремнезема. Наоборот, монцониты со-

держат меньше кремнезема, чем диориты; сиениты—меньше, чем монциты, и, наконец, полевошпатовые сиениты содержат кремнезема меньше, чем все остальные породы. Однако в заключительной вулканической фазе наблюдается обратная закономерность: содержание кремнезема в породах этой фазы повышается» (стр. 745).

В то же время, как видно, очень строго выдерживается порядок извержений от менее вязких к более вязким разностям. Об этом свидетельствует нарастание палеошпатовых калийных составных частей и уменьшение—фемических в каждой последующей интрузии.

По материалам К. Н. Паффенгольца (1959), В. Н. Котляра (1956), С. С. Мкртчяна (1958), И. Г. Магакьяна (1952), Г. П. Багдасаряна (1959), А. Т. Асланяна (1958), Т. Ш. Татевосяна (1963), А. И. Адамяна (1960), С. И. Баласаняна (1967) и других авторов, сложные многофазные интрузивные комплексы Малого Кавказа включают следующие серии пород:

1) габброиды—кварцевые габбро-диориты—кварцевые диориты—плагиогранодиориты—плагиогранодиорит-порфиры — плагиограниты — плагиогранит-порфиры—граниты (нижнемеловой комплекс Алавердского района);

2) габбро-диориты—кв. диориты—гранодиориты—плагиогранодиориты—граниты (нижнемеловой комплекс района горы Цав);

3) ультраосновные породы—габброиды—монциты—гранитоиды—порфировидные граниты—щелочные нефелиновые сиениты—псевдолейцитовые и другие щелочные породы (палеогеновый комплекс Памбако-Базумского хребта);

4) габброиды—монциты—порфировидные граниты—сиениты (палеогеновый комплекс Мегринского района);

5) ультраосновные и основные породы—габбро-диориты—кв. диориты—граносиениты—порфировидные граниты (палеогеновый комплекс Барпушатского хребта).

По данным Г. Д. Афанасьева (1955), на Северном Кавказе последовательность формирования интрузивов проявлялась в направлении от более основных к более кислым разностям (гипербазиты—габбро-амфиболиты—гранодиориты—граниты—алюскиты), причем эта схема

в ряде случаев осложнена появлением особых типов пород (сиениты, сиенит-диориты и др.). Примерно такую же последовательность внедрения интрузивов указывает А. М. Демин для Главного хребта (Северный Кавказ); В. С. Коптев-Дворников (1952)—для Центрального Казахстана; Г. М. Заридзе (1961) и другие для Храмского массива в Грузии; Н. П. Семенов (1955) для равнинной части Украины; В. Н. Козеренко для юго-восточной части Восточного Забайкалья; В. И. Серпухов и И. М. Исамухамедов (1960) для Кураминского района (Средняя Азия).

В природных комплексах изверженных пород часто встречаются и следующие последовательно образующиеся ассоциации: граниты—сиениты—нефелиновые сиениты (Бердяшский массив на Урале); щелочные граниты—нордмаркиты и щелочные сиениты—нефелиновые сиениты—мариуполиты (Мариупольский массив на Украине); умпектиты—хибиниты—трахитоидные хибиниты—нефелиновые сиениты (Хибинский массив на Кольском полуострове).

Для некоторых регионов (Сихоте-Алиня и др.) М. А. Фаворовская (1960) указывает следующий ряд интрузий: кварцевые монцониты—нормальные граниты—алясциты.

По данным В. А. Кононовой (1969), в сложных по составу и строению многофазных щелочных массивах, где встречаются мелтейгиты—уртиты, устанавливается следующая последовательность образования пород: формирование начинается с ультраосновных или основных разновидностей, сменяясь затем мельтейгитами—уртитам и завершается нефелиновыми сиенитами.

По материалам М. О. Орловой и Э. А. Багдасаряна (1969), сложные многофазные интрузивы и эффузивно-гипабиссальные комплексы щелочной калиевой формации, распространенные в Казахстане, Средней Азии и Прибайкалье, включают следующие серии пород: 1) биотитовые и псейдолейцитовые пироксениты, шонкиниты, фергуситы, нефелиновые и щелочные сиениты, сиенит-порфиры, щелочные пегматиты; 2) пироксениты, габбро, монцониты, меланократовые сиениты, сиениты и кварцевые сиенит-порфиры; 3) трахибазальтовые порфириты, эпилейцитовые порфириты, эпилейцититы, эпилейцито-

фиры, эпилейцитовые трахиты; 4) базальтовые порфири-
ты, тефриты, базаниты и трахиты.

Как видно, приведенные выше все разнообразные ряды как эффузивных, так и интрузивных пород, формировавшихся в разных районах и разное время, развиваются в одном и том же направлении от менее вязких к более вязким разностям при всех различных по химизму сочетаниях.

В пользу универсальности этого совершенно очевидного закона ясно говорит также форма залегания магматических пород, развивающихся при всех различных по химизму сочетаниях извержений в одном и том же направлении (при эффузии: покровы и лавовые потоки — щитовидные массивы — выжатые и выдавленные купола; при интрузии: пластообразные залежи — лакколиты и др. — штоки — крупные овальные массивы щелочных и др. пород).

Правильность выдвигаемого представления об эволюции изверженных пород по возрастающей вязкости извергаемых глубинных материалов подтверждается еще и тем, что оно объясняет особенности развития магматизма как в пределах каждого цикла, так и во всей геологической истории Земли, а именно:

1) появление подвижных ультраосновных образований, преимущественно в древних (домезозойских) эпохах геологического развития Земли, и дальнейшее уменьшение и исчезновение их в магматических комплексах молодых эпох;

2) широкое развитие подвижных, обогащенных летучими компонентами гранитов в нижнепалеозойских и докембрийских толщах;

3) уменьшение роли основных, легко подвижных базальтов в вулканизме от древних эпох к молодым, и существенное возрастание интенсивности и масштаба накопления среднего, кислого и затем субщелочного и щелочного составов;

4) общая тенденция развития форм магматизма, выражающаяся в постепенной смене эффузивного к глубинным, интрузивам (в пределах каждого геотектонического этапа);

5) проявление кислых и щелочных извержений преимущественно в интрузивной (или экструзивной) форме;

6) общая направленность магматизма, выражающая-

ся в постепенном возрастании разностей, содержащих все больше и больше калийных (особенно щелочных алюмосиликатовых) составных частей;

7) ограниченность распространения щелочных пород на поверхности Земли; отсутствие их в архее вообще;

8) нарастание роли калиевых ассоциаций пород от древних к более молодым эпохам.

Причина же большей или меньшей повторяемости магматической эволюции (от подвижных к вязким) внутри каждого цикла станет ясна из дальнейшего.

Таким образом, на основе вышеизложенного, можно считать твердо доказанным, что порядок подъема магм к земной поверхности и вообще все главные особенности развития магматизма **определяются и регулируются вязкостью магм.**

Этот факт не только лишает почвы существующие представления о возникновении закономерно ассоциирующих между собой магматических пород из одной единой магмы (или единого магматического источника), но и опровергает их, поскольку указанная эволюция магматизма (в порядке возрастающей вязкости), объяснима **лишь при принятии** образования каждой породы из особой магмы, находящейся в глубине Земли в расплавленном и одновременно сильно сжатом **стекловидном** состоянии (см. ниже).

Так как вязкость магм большей частью зависит от их кислотности, то в природе существуют постоянные и закономерные ассоциации между близкими по кислотности типами или разновидностями пород. Из резко контрастных типов пород, как мы видели выше, ассоциируются между собой лишь те, магмы которых хотя по составу и резко различны, но по величине вязкости близки.

Следующим веским аргументом в пользу доказательства образования каждой породы из особой магмы является отсутствие постепенных переходов между породами различного состава, а также большая или меньшая разобщенность их во времени.

Следует отметить, что, по данным некоторых исследователей, в отдельных сложных интрузивных массивах границы между разными их членами не всегда резкие, но это является не правилом, а исключением, связанным с другими явлениями — возможно, с метасоматическими процессами или с частичной гибридизацией, иногда

имеющей место в контактовых частях между ранее и позднее внедрявшимися, еще незастывшими магмами. тоже
есть
Подтверждением этого является **полное отсутствие** взаимопереходов между породами различного состава в эффузивных комплексах (Амарян, 1964).

Наконец, третьим аргументом против представления о происхождении группы пород разного состава из одной общей магмы является трудность объяснения процессов, приводящих к разделению гомогенного силикатного расплава на химически разные части. т. е. дифференциация

Едва ли есть необходимость перечислять здесь многие интереснейшие факты, давно выдвинутые рядом исследователей против гипотез кристаллизационной дифференциации, ликвации и ассимиляции как факторов, ведущих к разнообразию изверженных пород в широком масштабе. Действительно, эти гипотезы удовлетворительно не объясняют не только причины многообразия изверженных пород, существующие особенности развития и распределения магматических формаций во времени и в пространстве, но и находятся в резком противоречии с многими общеизвестными геологическими фактами.

Так, в настоящее время любая гипотеза происхождения магматических пород исходит из процессов, происходящих в глубоких горизонтах Земли. По гипотезам кристаллизационно-гравитационной дифференциации и ликвации вначале из исходной магмы выделяются основные, тяжелые части и накапливаются в нижних горизонтах магматической камеры, а кислые, легкие части — в верхних. Но в таком случае, при любых извержениях вначале должны быть подняты в верхние горизонты литосферы вышележащие, наиболее легкие, кислые магмы, затем нижние, более тяжелые основные и ультраосновные. В действительности же, в природе мы видим прямо противоположное: в подавляющем большинстве случаев внедрение начинается наиболее тяжелыми ультраосновными или основными и завершается более легкими, кислыми или щелочными магмами.

Последний факт резко противоречит также и гипотезе образования магматических расплавов путем простого расплавления твердых кристаллических веществ или путем селективной мобилизации. Всем известно, что точка плавления кислых пород ниже, чем у основных и ультраосновных. Следовательно, и в подобных случаях раньше

должны были бы возникнуть и извергаться наиболее легкоплавкие кислые расплавы, а не тугоплавкие основные или ультраосновные.

С точки зрения современных петрогенетических гипотез очень трудно объяснить и вопросы металлогении, а именно: почему с некоторыми магматическими образованиями (особенно интрузивными) полезные ископаемые связаны, а с другими — нет; одними обусловлены существенные концентрации металлов, другими — только ничтожные количества их и т. д.

С точки зрения же развиваемой гипотезы (образование каждой породы из особой магмы) как проблема разнообразия изверженных пород, так и указанные металлогенические загадки решаются просто.

Если обратиться к вопросу о том, почему эта гипотеза не получила развития, или же чем было обусловлено появление идеи о происхождении изверженных пород из одной общей магмы (или из нескольких магм), то можно указать только на два положения. Одно из них — это господствовавшее долгое время представление о расплавленно-жидком состоянии глубин Земли; так как трудно себе представить, что в сплошном жидком резервуаре могут существовать столько магм, сколько имеется типов пород, то мысль о возникновении каждой породы из особой магмы отпала.

Следующее положение — совершенно несомненные факты о том, что магматические горные породы встречаются в природе не в случайных сочетаниях, а образуют достаточные закономерные ассоциации. При этом члены каждой ассоциации в общем обладают сходными чертами минералогического и химического состава даже при наличии значительного разнообразия этих пород.

Вопрос о глубине Земли будет рассмотрен несколько ниже. Во всяком случае, расплавленно-жидкое ее состояние, как известно, в настоящее время не подтверждается. Следовательно, вытекающие из этой теории всякие выводы потеряли свое значение.

Существование постоянных и закономерных ассоциаций между определенными типами магматических горных пород, как мы видели выше, обуславливается близостью вязкости их магм, которая вызывает сближение их появления во времени или приводит к тесной ассоциации этих типов пород.

Что касается давно выдвинутого положения о том, что разновозрастные горные породы, встречающиеся в одном районе, в общем обладают сходными (специфическими) чертами минералогического и химического состава даже при наличии значительного разнообразия, то это, во-первых, не является общим правилом; в природе, как известно, широко распространены также ассоциации горных пород, отдельные члены которых не только не обладают сходными чертами минералогического и химического состава, но и резко различны, контрастны. Так, например, ассоциации андезито-базальтов, андезитов с трахитовыми породами; щелочных и нефелиновых сиенитов с нормальными гранитовыми породами и т. д. Во-вторых, указанное явление можно связать со спецификой состава первичных веществ отдельных частей или глубинных зон Земли.

Таким образом, как видно из вышеизложенного, в основе гипотезы происхождения разных типов пород из одной общей магмы, по существу, кроме некоторых неясных и спорных положений, нет никаких прямых геологических доказательств. А серьезных противоречивых данных много.

«Представление о том,— пишет Ф. Ю. Левинсон-Лессинг,— что каждая порода образуется из особой магмы, давно оставлено, да и вряд ли существовало в виде научной гипотезы. Число магм значительно меньше, чем число магматических пород; следовательно, существуют какие-то процессы, которые приводят к образованию из одной магмы нескольких магматических пород» (1949, стр. 421). И далее в другой работе: «Предположение, что каждая порода происходит из отдельного магматического источника не могло считаться удовлетворительным. В одних и тех же вулканических областях, даже в одном и том же вулкане состав лав со времени меняется. На достаточно хорошо обнаженных интрузивных массивах можно убедиться, что в пределах одного и того же массива сочетаются между собою различные породы, нередко связанные переходными звеньями. Эти факты невольно направляли взоры в сторону такого предположения, которое могло бы разобраться в этом разнообразии. Невольно напрашивалось представление о генетической связи между такими различными по составу по-

родами, слагающими какой-нибудь массив или какую-нибудь вулканическую область» (1925, стр. 151).

Нам непонятно, на основе чего Ф. Ю. Левинсон-Лессинг утверждает, что «число магм значительно меньше, чем число магматических пород»; достаточны ли имеющиеся факты для такого вывода? И, если «существуют какие-то процессы, которые приводят к образованию из одной магмы нескольких магматических пород», то почему до сих пор никто не мог убедительно показать как совершаются эти процессы дифференциации, чем они вызываются и чем регулируются?

Наконец, изменение состава лав во времени в одних и тех же вулканических областях или в одном и том же вулкане не говорит ли скорее о неоднородности состава глубин (магматических очагов), чем в пользу гипотетического предположения о существовании процессов дифференциации магмы — **совершенно невероятном**, нигде не наблюдаемом и экспериментально недоказуемом явлении?

Думаю, что крупнейшей бедой проблемы петрогенезиса изверженных пород являлась неясность причин существования постоянных и закономерных ассоциаций горных пород; если было бы известно, что основным фактором, обуславливающим тесную временную связь между определенными типами пород является близость вязкости их магм, то вряд ли у кого-либо возникла бы мысль об образовании разных пород из одной магмы.

Выдвигаемое нами представление об образовании каждой породы из особой магмы, находящейся в глубине Земли в стекловидном состоянии, не согласуется только с некоторыми современными геофизическими данными о строении Земли. Но эти геофизические данные имеют, естественно, лишь косвенный геологический смысл. Об этом говорится ниже. Прямые геологические данные для суждения о петрогенезисе и глубине Земли, несомненно, гораздо более достоверны.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ И МЕХАНИЗМ ИЗВЕРЖЕНИЙ

Приведенные выше факты о возникновении каждой породы из особой магмы, бесспорно, говорят о существовании внутри Земли самостоятельных источников

(слоев или линз) для каждого типа и разновидностей магматических пород, встречающихся в природе (базальтовых, андезито-базальтовых, андезитовых, андезито-дацитовых, липаритовых, перидотитовых, габбровых, гранитовых, сиенитовых и всех других).

Отсутствие взаимопереходов между породами различного состава и большая или меньшая разобщенность их по времени извержения позволяет предполагать, что внутри Земли слои или линзы различного состава переходят друг в друга резко.

Значительное различие в минералогических, петрохимических и геохимических особенностях разновозрастных однотипных пород свидетельствует о том, что внутри Земли для каждого типа пород имеется не один магматический источник (слой или линза), а многочисленные — десятки, сотни или, быть может, более.

Наконец, значительное различие, обнаруживаемое в составе продуктов магматизма отдельных географических областей или структурных элементов (материковых участков и океанических областей, платформ и подвижных поясов и т. д.), а также часто наблюдаемая большая изменчивость в латеральном направлении одновременных излияний показывает, что состав вещества резко изменяется не только в вертикальном разрезе Земли, но и в горизонтальном.

Таким образом, в свете изложенного, Земля как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении представляет из себя резко неоднородное и сложно построенное «твердое» тело, состоящее, по крайней мере, до глубины 700 км (до глубины проявления магматических явлений) из многократно чередующихся друг с другом многочисленных пачек, слоев и линзообразных тел различных по составу веществ, находящихся, вероятно, в стекловидном состоянии (в пределах мантии).

В пользу стекловидного состояния веществ внутренних частей Земли, как указывалось выше, свидетельствует развитие магматизма по возрастающей вязкости извергаемых глубинных материалов. В случае кристаллического состояния эту эволюцию очень трудно объяснить по следующим причинам:

Во-первых, как известно, вязкость является свойством аморфных веществ (стекла, жидкостей и газов). Во-вторых, в случае кристаллического состояния вещества

(субстрата), магматическая эволюция должна проявляться обычно не от основных к кислым, а, наоборот, от кислых к основным (так как точка плавления кислых пород ниже, чем основных).

При принятии же стекловидного состояния вещества, очень просто и естественно объясняются и указанная эволюция, и магмообразование, и весь механизм извержений.

Как отмечает Ю. А. Кузнецов, в случае стекловидного состояния вещества «магмообразование—это уменьшение вязкости стекла в связи с повышением температуры или понижением давления» (1955, стр. 321). Разумеется, чем вещество вязче, тем позже оно будет переходить в жидко-подвижное состояние. Отсюда понятно, почему извержение начинается с магм менее вязких и заканчивается более вязкими.

Весь механизм извержений можно представить в следующем виде: в результате повышения температуры, глубинные массы Земли в последовательности увеличения их вязкости из стекловидного состояния переходят в жидкое и одновременно под влиянием расширяющих сил в том же порядке проникают по трещинам (возникшим вследствие расширения глубинных масс) в верхние горизонты литосферы, образуя эффузивные покровы и интрузивные тела. При этом каждая магма образует особый тип или разновидность магматических пород.

Цикличность магматизма, как будет видно из дальнейшего, связана с периодическим изменением теплового режима недр Земли. Изменение же состава продуктов магматизма, а также повторение магматической эволюции от менее вязких к более вязким, от цикла к циклу связано с вертикальным перемещением фронта магматических процессов. А общая направленность магматизма, выражающаяся в постепенном возрастании от цикла к циклу разностей, содержащих все больше и больше кремнезема, глинозема и щелочей, вероятно, обусловлена уменьшением с течением времени количества основных легкоподвижных веществ в недрах Земли.

У читателей, естественно, будут возникать вопросы: каким образом внутри Земли сформировались столь многочисленные самостоятельные слои различного состава? Как случается, что во время магматических процессов, магмы различного состава при переходе из стек-

ловидного состояния в жидкое не смешиваются друг с другом, а поступают в верхние горизонты литосферы или на поверхность Земли отдельно, независимо друг от друга, даже при одном и том же извержении? Чем доказывается чередование вещества различного состава в вертикальном разрезе Земли?

Ответ на первый вопрос мы попытаемся дать после рассмотрения теории происхождения Земли. Что касается второго вопроса, то на него можно ответить сразу. Во-первых, переход веществ различного состава из стекловидного состояния в жидкое и их извержение, как отмечено выше, происходит не одновременно, а последовательно, в зависимости от величины вязкости; по мере повышения температуры вначале, вследствие их наименьшей вязкости, разжижаются и поднимаются основные магмы (или кислые магмы, богатые летучими), затем средние магмы, а в конце — наиболее вязкие кислые и щелочные, как это наблюдается в действительности. Во-вторых, полное разжижение стекловидной магмы происходит только в самых верхних горизонтах литосферы или при выходе на ее поверхность, когда давление резко снижается; по пути в верхние слои Земли магма бывает еще в вязком, полужидком состоянии. Вот почему при извержении различные магмы не смешиваются друг с другом, а поступают на поверхность Земли отдельно, независимо друг от друга.

Что же касается того, что вещества различного состава в вертикальном разрезе Земли располагаются не по кислотности, а находятся в сложном взаимном чередовании, то об этом свидетельствует повторение магматической эволюции обычно от более основных к более кислым в пределах каждого цикла (часто даже в одном и том же вулкане в определенном промежутке времени), которое иначе чем вертикальным перемещением фронта магматических процессов, объяснить трудно.

Выдвигаемое представление о внутреннем строении Земли, как будет видно из дальнейшего, позволяет объяснить не только сложные петрологические проблемы, но и многие основные вопросы других разделов науки о Земле (геотектоники, геофизики и др.).

На основе же существующего до сих пор представления о внутреннем строении Земли (разделение земного шара на гранитовую, базальтовую и перидотитовую сфе-

рические оболочки и железное ядро) ни один из основных вопросов как петрологии, так и геотектоники, геофизики, геохимии и др., несмотря на их долголетнюю и весьма энергичную разработку, пока еще не получил конкретного и естественного объяснения. Достаточно упомянуть, что количество гипотез по геотектоненезису доходит уже до ста. Та же картина наблюдается и в других отраслях науки о Земле.

В основе современного представления о внутреннем строении Земли, как известно, лежат три факта, ни один из которых, однако, нельзя привлечь в качестве доказательства данного представления. Это, во-первых, огромное преобладание базальтовых лав на поверхности Земли и гранитных интрузий в строении докембрийских толщ; во-вторых, геофизические данные о скачкообразном изменении и возрастании плотности вещества Земли с глубиной; в-третьих, падение на земную поверхность метеоритов, подавляющее большинство которых имеет перидотитовый и железный состав.

Причина широкого распространения базальтовых лав и богатых летучими гранитных магм на поверхности Земли уже ясна: она, как мы видели выше, обусловлена их большой подвижностью. Что касается указанных геофизических данных, то несостоятельность привлечения их в качестве аргументации в пользу доказательства вещественного различия земных оболочек не раз отмечалась в литературе. Еще в 1939 г. В. Н. Лодочников на основе критического анализа большого количества фактического материала указал, что изменение плотности вещества Земли с глубиной и сейсмические разделы определяются не столько изменением химического состава, сколько переходом под влиянием давления одного и того же вещества из одного агрегатного состояния в другое. Несколько лет назад идея В. Н. Лодочникова получила существенное развитие в работах Рамзея и Буллена. В настоящее время она поддерживается многими исследователями (Г. Д. Афанасьевым, Б. Ю. Левиным и другими).

Приведенные данные о стекловидном состоянии вещества мантии (по крайней мере ее верхней части), возникновении каждой породы из особой магмы и т. д. не оставляют сомнения в том, что нарастание плотности с глубиной связано в основном с уплотнением материала

под давлением, а не изменением его химического состава.

В качестве аргументации в пользу доказательства гипотезы об ультраосновном составе мантии и железном ядре Земли нельзя также привлечь состав метеоритов. Во-первых, само происхождение метеоритов пока неясно. Во-вторых, как известно, во вселенной материя эволюционирует, химический состав отдельных систем непрерывно меняется. «В горячих системах (звездах) в очагах бурной эволюции — пишет А. В. Трофимова, — изменения эти происходят быстро, в холодных телах — чрезвычайно медленно... Когда говорят, что химический состав вселенной одинаков, то это нужно понимать как качественную (подчеркнуто нами.—В. А.) главным образом характеристику, т. е. что вселенная состоит из одних и тех же элементов» (1953). Следовательно, если падающие в настоящее время на Землю метеориты имеют перидотитовый и железный состав, то это еще не значит, что 4—5 миллиардов лет тому назад состав космической материи, из которой формировалась Земля, соответствовал составу этих метеоритов. В-третьих, преобладание магнезиально-железистых метеоритов можно толковать и иначе: просто на поверхность Земли доходят только магнезиально-железистые метеориты благодаря своей тугоплавкости.

СООБРАЖЕНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЗЕМЛИ

Для объяснения происхождения Солнечной системы и Земли были предложены многочисленные космогонические гипотезы. Однако ни одна из этих гипотез удовлетворительно не объясняет главнейшие особенности Солнечной системы, о чем не раз говорилось на страницах как отечественной, так и зарубежной печати. На основе этих гипотез очень трудно объяснить и особенности строения Земли. Поэтому мы попытаемся предложить новую гипотезу, объясняющую строение нашей планеты и некоторые особенности Солнечной системы.

Как по старой, господствующей долгое время Канто-Лапласовской теории (происхождение Земли из раскаленной туманности, постепенно остывающей), так и по всем новейшим гипотезам Шмидта, Юри и др. (рассматривающим образование Земли из холодной газопылевой

материи) земной шар вначале имел в общем однородный состав, а разделение его на химические несхожие оболочки происходило в дальнейшем в результате гравитационной дифференциации.

Выше были приведены факты, доказывающие, что Земля имеет резко неоднородное сложное строение; вещества различного состава в ней располагаются не по кислотности, а находятся в сложном взаимном чередовании. Далее было доказано, что состав вещества резко изменяется не только в вертикальном направлении, но и в горизонтальном. Уже эти факты резко противоречат представлению о первоначально однородном составе Земли — одному из главных положений, вытекающих из всех как старых, так и новых космогонических гипотез. Если даже принять прежнее представление о строении Земли (подразделение земного шара на перидотитовую, базальтовую и гранитовую оболочки и железное ядро), то и это с точки зрения данных гипотез объяснить нельзя. Как справедливо отмечено многими исследователями, в глубских частях Земли вследствие огромного давления вязкость вещества так велика, что перемещение вещества, необходимое для дифференциации, практически невозможно.

О. Ю. Шмидт (1950) полагает, что дифференциация вещества Земли была облегчена вследствие разогрева, который происходил в Земле с самых ранних стадий ее существования, в результате распада радиоактивных элементов, содержащихся в протопланетном веществе. Такой разогрев, по его мнению, должен был повышать подвижность вещества и создавать условия для более быстрого поднятия легких частиц и опускания тяжелых.

Действительно, разогрев повышает подвижность вещества. Однако, как это видно из развития магматизма, при разогреве недр Земли к земной поверхности поднимаются не только легкие, кислые или щелочные вещества, но и наиболее тяжелые, основные и ультраосновные. Более того, подъем последних происходит в первую очередь и относительно в большем количестве.

Следовательно, и разогрев вещества сам по себе не может создавать условия для поднятия легких частиц и опускания тяжелых.

Что же можно сказать теперь о происхождении Земли?

Из особенностей строения Земли вытекает, что ее формирование происходило не в единовременном акте, а **периодически**, последовательно, в течение весьма длительного времени (возможно несколько миллиардов лет). При этом, состав первичных веществ, из которых формировалась Земля, был далеко неодинаковым в различные периоды и с течением времени изменялся, часто очень резко. Иначе трудно объяснить ее неоднородный состав, многослойное строение с резкой сменой границ между слоями и т. д., тем более, что существование процессов дифференциации вещества в ее недрах не подтверждается.

Отсюда невольно напрашивается вывод и о том, что возникновение планет нашей Солнечной системы происходило не в едином процессе, как это обычно предполагается, а в разное время, независимо друг от друга. В самом деле, если бы планеты возникали в едином процессе и в единой газопылевой или газовой среде, то состав всех этих небесных тел был бы одинаковым или хотя бы близким. Между тем, необычно высокое содержание титана, скандия, циркония и других элементов во всех горных породах Луны, а также некоторые другие астрономические данные ясно показывают, что члены нашей Солнечной системы значительно отличаются друг от друга не только по составу своих атмосфер, но и по составу слагающих каменных веществ.

Аномальное распределение моментов количества движения в нашей солнечной системе также находится в противоречии с представлением о возникновении планет в едином процессе.

Далее, если формирование Земли происходило периодически в течение длительного времени, геолого-геофизические данные в пользу первоначально холодной Земли не могут рассматриваться как аргумент, говорящий в пользу представления об образовании Земли и планет из холодной материи. Из каких бы материалов ни образовались слои Земли, они должны были быть холодными непосредственно после их формирования.

Наконец, из механизма формирования Земли можно прийти к убеждению, что исходным материалом Земли и планет являлись именно газообразные вещества, периодически выбрасываемые Солнцем в пространство; по астрономическим данным, этот процесс весьма бурно

проявлялся в раннем этапе его развития. Причины подобных явлений, вызванных ядерными реакциями, хорошо известны в новых звездах, выбрасывающих в мировое пространство в большом количестве газообразное вещество. В случае предположения о формировании Земли и планет из межзвездной материи, следует допустить, что во время формирования планетной системы, Солнце, по крайней мере, сотни раз проходило через плоскость Галактики и пересекало область газопылевой материи. Кроме того, надо принять и то, что каждый раз при пересечении Солнцем плоскости Галактики создавались благоприятные условия для захвата этой материи. Подобный процесс в общем, по мнению астрономов, совершенно невероятен*, почему наиболее правильным должно считаться образование Земли и планет из периодически выбрасываемой Солнцем материи.

С этой точки зрения, механизм формирования нашей планетной системы наиболее просто может быть представлен в следующем виде.

В раннем бурном этапе развития Солнца, из наиболее мощно выброшенных им газообразных материалов, в разных местах пространства вследствие охлаждения и конденсации под влиянием сил притяжения, возникали отдельные комки (сгустки) веществ, обладающие большим моментом количества движения (эти вырвавшиеся газообразные вещества «уносили» с собой и момент количества вращения). Те из этих комков, которые находились в закономерном движении (располагались в одной плоскости, совпадающей с плоскостью солнечного экватора, и вращались вокруг своих осей и вокруг Солнца в одном направлении) вследствие взаимного притяжения и, быть может, некоторых других обстоятельств, сохранились и стали «зародышами» будущих планет; другие же комки, находящиеся в беспорядочном движении, либо соединялись с зародышами планет, либо упали на солнце или ушли от него навсегда. В последующей эволюции, каждый из сохранившихся зародышей планет своим притяжением вбирал в себя вновь выбрасываемые Солнцем вещества, попадавшие в поле его тяготения.

* См. Труды I совещания по вопросам космогонии. Изд. АН СССР, М.—Л., 1951.

Повторение этого процесса в течение миллиардов лет в конце концов привело к образованию планет.

Возможно, спутники планет, подобно самим планетам, возникли из выброшенной Солнцем материи. Планеты захватили эти небесные тела в процессе формирования (когда увеличивались размеры планет и тем самым силы их притяжения) при стечении благоприятных обстоятельств.

Различие в составе космической материи, из которой формировались Земля, планеты и их спутники, можно объяснить изменением условий и состава выброшенных Солнцем веществ с течением времени.

Изменение состава вещества Земли в горизонтальном направлении свидетельствует о том, что накопление космического материала на ее поверхности происходило неравномерно. Однако вращение тела Земли привело к более или менее равномерному росту всех ее участков и приобретению шарообразной формы. Переход космического материала из первичного состояния в стекловидное в глубинных зонах Земли происходил постепенно в процессе ее формирования по мере увеличения давления под влиянием возрастающей мощности.

ПРИЧИНЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ГЕОТЕКТОГЕНЕЗА

В настоящее время многие исследователи возникновения и поднятие магмы, структурные особенности лика Земли объясняют тектоникой, а типы возникающих магматических формаций связывают с типом тектонических движений. Но каковы силы, определяющие тектонические движения, — вопрос весьма спорный. Начиная с древнейших времен, большинство исследователей пытается искать эти силы во внутренних глубинных сферах Земли. Другие ученые усматривают главную причину магматических явлений и изменения структуры земной коры во внешних астрономических факторах. При этом во взглядах авторов существуют значительные разногласия по важнейшему вопросу об относительной роли источников внутренней энергии и общей направленности развития структуры планеты.

Приведенные выше новые данные о строении Земли,

развитии магматизма и т. д. позволяют внести значительную ясность во многие спорные вопросы геотектоники.

Различия в строении материковых и океанических областей более естественно связывать с первичной неоднородностью Земли, чем допускать гипотетические предположения о грандиозных и невероятных событиях (отплывание сиалических материков по базальтовому ложу, дифференциация материала и др), столь резко изменивших лик «ранее однородной» Земли.

В выдвигаемом представлении о первичной неоднородности Земли находит свое естественное объяснение также тектоническая эволюция планеты, идущая неравномерно с разной скоростью в разных ее частях.

Далее, из особенностей магматической эволюции, проявляющейся во всех районах земного шара строго закономерно по возрастающей вязкости извергаемых глубинных материалов (обусловленной, несомненно, постепенным увеличением температуры недр Земли), ясно вытекает, что основной причиной, вызывающей магматические явления и связанные с ними тектонические процессы на нашей планете, как это предполагают многие исследователи, является повышение температуры в ее недрах.

Повышение же температуры в недрах Земли обусловлено, вероятно, постепенным накоплением радиогенного тепла. Гравитационная энергия, поскольку она проявляется при опускании того или иного участка земной коры, здесь существенную роль играть не может. Это станет яснее и из дальнейшего.

Наконец, давно известно, что между типами тектонических форм и вещественным составом продуктов магматической деятельности существует определенная связь. Так, например, породы щелочно-земельного ряда обычно распространены в складчатых областях, тогда как щелочные магмы преимущественно встречаются на платформах; кислые гранитоидные интрузивы слагают крупные штокообразные массивы в ядрах больших антиклинальных структур, а основные и ультраосновные породы обычно ассоциируются с прогибами. Подобные факты, бесспорно, говорят о существовании, кроме общих причин, еще каких-то причинно-следственных отношений между магматизмом и тектоникой.

Поскольку теперь выясняется, что различие в составе

магм первичное (связано с первичным формированием Земли), а порядок подъема магм к земной поверхности определяется их вязкостью, то отсюда следует, что состав и развитие глубинных масс определяют типы возникающих геотектонических структур. Иначе говоря, активной первопричиной является магматизм (в широком смысле слова); тектонические движения — большей частью следствие расширений и передвижений глубинных масс (магм).

Отсутствие или небольшое развитие магматических образований в отдельных складчатых районах можно объяснить слабым эрозионным срезом.

Таким образом, как полагают некоторые исследователи, связь между магматизмом и тектоникой надо понимать не только как обусловленность той или иной общей причиной, но и обусловленность тектоники магматизмом.

Сказанное требует уточнения и дополнения некоторых положений.

Согласно существующим представлениям, кислые магмы связаны во времени и в пространстве с поднятиями земной коры. Основные магмы возникают преимущественно на краях тектонических зон, испытывающих опускание, особенно в первой половине цикла, когда роль опусканий нарастает во времени. Ультраосновные породы приурочены к глубинным разломам и возникают преимущественно в геосинклинальных областях только в немногочисленных узких зонах, испытывающих особенно быстрое опускание. По мнению большинства исследователей, глубинные разломы генетически связаны с крупными вертикальными тектоническими движениями, происходившими в первую стадию развития геосинклинальных областей, т. е. в эпоху прогибания последних.

Такое объяснение соотношений между химическим составом магм и тектоническими движениями в местах их проявления искусственно; возможно, это и явилось одной из причин чрезвычайного многообразия противоречивых геотектонических гипотез.

На самом деле, с этапами растяжения и поднятия земной коры (вызванным, несомненно, всеобщим расширением глубинных магматических масс) сопряжены не только проявления кислого магматизма, но и основного и ультраосновного, т. е. всех типов магматизма. Об этом свидетельствует весь неогено-четвертичный и современ-

ный вулканизм земного шара, находящийся исключительно в областях сводовых поднятий. В пользу этого правила говорят также все геологические данные, получаемые при изучении фаций, мощностей и т. д., предшествовавших эксплозиям и эффузиям осадочных отложений древних эпох. Хорошим примером может служить детально изученный нами (1959) верхнемеловой-палеогеновый комплекс осадочных и вулканогенно-осадочных образований северо-западной части Армении, залегающий трансгрессивно на эопалеозое, и формировавшийся в следующей последовательности (снизу вверх):

- | | |
|---|---------|
| 1. Конгломераты (базальные), мощностью | до 50 м |
| 2. Песчаники и глины | « 100 « |
| 3. Известняки | « 400 « |
| 4. Туфогенные песчаники, местами с прослоями
внутриформационных туфоконгломератов | « 250 « |
| 5. Туфопесчаники и туффиты с пачками туфов и
туфобрекчий базальтового, андезитового и
более кислого состава | « 300 « |
| 6. Туффиты, туфы и туфобрекчий андезито-базальто-
вого и андезитового состава с пластообразными
и линзообразными залежами габбро- и габбро-
порфиритов | « 350 « |
| 7. Диабазовые и андезитовые порфириты, кварцевые
порфиры, их туфы и туфобрекчий | « 400 « |

Как видно из этого стратиграфического разреза, проявления всех типов магматизма (в т. ч. и базальтового) происходили после формирования трансгрессивной серии, во время уменьшения и прекращения морского осадконакопления, т. е. в этапе поднятия земной коры.

В ряде мест (Амасийский район) трансгрессивная серия (нижележащие конгломераты, песчаники, глины и известняки) рассматриваемого комплекса прорываются мощными дайкообразными и линзообразными телами ультраосновных и основных пород (перидотиты, пироксениты, габбро и др.), причем гальки последних встречаются во внутриформационных туфоконгломератах, располагающихся среди вышележащих образований регрессивной серии. Из этих фактов следует, что возникновение ультраосновных и основных интрузий (офиолитов) происходило в начальном этапе поднятий области,

может быть, и несколько позже, но, во всяком случае, не в эпоху трансгрессии.

Подобных примеров можно привести много.

«Характерной чертой проявления траппового вулканизма,— пишут В. А. Вакар и А. П. Лебедев,— является приуроченность фаз развития его эксплозивно-эффузивной деятельности к этапам растяжения земной коры, чередовавшихся в зоне Таймырской геосинклинали с этапами сжатий непосредственно в фазы складчатости, во время которых эффузивная деятельность прекращалась. Каждая тектоно-магматическая фаза в процессе развития формации сибирских траппов образует более или менее самостоятельный цикл, который начинается (указывается по преобладанию того или иного типа проявлений) эксплозиями, сменяющимися эффузиями и завершается интрузиями (на севере)...

Начало каждой из указанных трех тектоно-магматических фаз, судя по данным изучения колебательных движений (путем исследования фаций и мощностей, предшествовавших эксплозиям и эффузиям осадочных отложений), было связано с региональными сводовыми поднятиями, которые в процессе развития эффузий постепенно сменялись компенсационными опусканиями» (1962, стр. 356).

Одним из особо убедительных примеров генетической связи основного и ультраосновного магматизма с образованием прогибов считаются офиолиты геосинклинальных зон Средиземноморья (Альпы, Динариды Греции и Югославии, Апенины).

Однако по данным более детальных исследований Обуэна (1967), офиолиты, например, Греческого полуострова были внедрены на морское дно по краю воздымавшегося внутреннего Пелагонийского массива. На основе обобщения данных по всем офиолитовым зонам Средиземноморья упомянутый автор приходит к выводу, что изливание офиолитовой магмы происходит на окраине эвгеоантиклинального поднятия, в результате чего большая часть изливающейся магмы стекает к эвгеосинклинальному прогибу. «Однако часть магмы,— пишет он,— может распространяться по самому эвгеоантиклинальному поднятию, как это, по-видимому, имело место на Пелагонийском поднятии в Эллиндах. Возможно, что некоторые из трещин, по которым изливалась офиолитовая

лава, находились в пределах области эвгеоантиклинального поднятия. Во всяком случае, **офиолиты никогда не возникают в осевой части геосинклинали** (т. е. по оси эвгеосинклинального прогиба), как считают большинство авторов, **но могут распространиться до этой осевой зоны»** (стр. 137).

Следующим веским аргументом в пользу выдвигаемого представления о сопряженности всех типов магматических проявлений с процессами поднятий является единое закономерное развитие магматизма — от легкоподвижных к более вязким разностям; последнее ярко свидетельствует о том, что порождающая причина для всех типов магматических проявлений одна и та же.

Никак не может быть, чтобы один из членов закономерно формировавшегося магматического ряда был связан с опусканием, а другой — с поднятием — с прямо противоположными движениями.

И как может характер движений определять тип магмы? Почему прогибания вызывают внедрение или излияние основных магм, а поднятия кислых? Чем это доказывается?

Правда, продукты основного магматизма обычно тяготеют к прогибам, но ведь надо доказать еще, что это именно обусловлено опусканием.

Предположим на мгновение, что в действительности, в результате прогибания возникают глубинные разломы, уходящие в так называемые базальтовую и перидотитовую оболочки и служащие путями для проникновения магмы к земной поверхности. Но опять-таки остается совершенно непонятным, почему по этим разломам при прогибании не проникают и кислые магмы? Что этому препятствует? Ведь эти разломы, независимо от того растут снизу или сверху, во всех случаях должны пересекать и «гранитную оболочку».

Далее, если принять гипотезу о том, что появление основных магм связано с опусканием, а кислых — с поднятием, то надо в стадии развития каждого вулкана, извергающего основные и кислые лавы, допускать одновременно и опускание и поднятие. А для вулканов, извергающих средние лавы, видимо, — ни то и ни другое.

Таким образом, как видно, разбираемая гипотеза не только не отвечает на самые естественные вопросы, но и приводит к абсурду.

Причина обычного тяготения продуктов основного магматизма к прогибам в действительности кроется в другом. Так как в начальных этапах магматизма обычно в верхние горизонты литосферы и на поверхность Земли проникают основные, наиболее подвижные магматические массы, преимущественно в виде вулканических выбросов и излияний, вследствие этого на фоне общего поднятия земной коры, в местах проявления вулканизма происходит компенсированное прогибание участка с понижением уровней его нижней и верхней поверхностей. Продукты эксплозий и эффузий выполняют компенсационную впадину на поверхности Земли.

В поздних этапах, когда извергаемые глубинные материалы становятся все кислее и кислее, т. е. все более вязкими, не способными по узким трещинам проникать или вырываться на поверхность Земли, усиливается механическое давление на вышележащие слои, вследствие чего на фоне общего поднятия земной коры, в местах их проявления вдоль трещин (возникших вследствие всеобщего расширения всех глубинных масс) происходит усиленное поднятие, вздутие земной поверхности и внедрение кислых масс. Именно поэтому кислые вязкие магмы во времени и в пространстве обычно ассоциируются с поднятиями, а основные, ультраосновные и другие легкоподвижные магмы—преимущественно с прогибами.

В среднем «тихоокеанские» магмы значительно более вязкие, чем «атлантические» и «средиземноморские», в соответствии с их более высоким средним содержанием кремнекислоты и глинозема. В этом же кроется одна из причин интенсивности поднятий в местах проявления этих магм. Другая же главная причина интенсивности поднятий и вообще всех тектонических процессов (складчатость и др.) в областях развития «тихоокеанских» магм заключается в большем среднем содержании радиоактивных элементов в этих магмах (особенно в гранитных), распад которых приводит к интенсивному разогреванию, тем самым и к частому возобновлению магматических и, связанных с ними, тектонических процессов.

Следует отметить, что многие авторы в последнее время вообще склонны отрицать значение примата в проблеме «магматизм — тектоника». Такая постановка

вопроса, по-моему, совершенно неверна. Если нет причинно-следственных отношений между этими явлениями, то как объяснить существующие тесные связи между типами тектонических структур и вещественным характером продуктов магматической деятельности?

История тектонического развития Земли, как известно, характеризуется определенной направленностью изменений ее структуры, а также периодической повторяемостью сходных тектонических явлений.

Это — полное «зеркальное» отражение эволюции магматических явлений.

Повторяемость магматической эволюции определяет большую или меньшую повторяемость тектонической эволюции от цикла к циклу. Причиной направленности развития структуры Земли является направленное (поступательное) развитие магматизма, о чем было сказано выше.

Что касается цикличности магматических явлений, то она, очевидно, связана с колебаниями температуры недр Земли.

Увеличение температуры, вызванное накоплением радиогенного тепла, приводит к разогреванию и расширению глубинных масс, а последнее обуславливает поднятие земной коры, регрессию моря, образование трещин, возникновение эффузивных и интрузивных процессов. Уменьшение же температуры (связанное, вероятно, как это предполагали сторонники пульсационной теории, с выделением тепла в эпоху расширения благодаря выносу его эксплозиями, эффузиями, горячими источниками и др.) вызывают сжатие, опускание земной коры и трансгрессию.

Так как накопление тепла больше, чем его вынос, то происходит постепенное превышение размера поднятия, над размером погружений как в пределах геосинклинальных областей, так и в масштабе всей поверхности материков.

Прогибание геосинклинальных областей в начале цикла и поднятие, происходящее в заключительном его этапе, в действительности генетически связаны с явлением общего опускания и поднятия земной коры в целом или ее большого участка (континентов и др.) с включенными в него всеми геоструктурными элементами. Об этом ясно говорит давно известный факт о совпадении

трансгрессии и регрессии в геосинклинальных областях и на прилегающих платформах.

Планетная сеть разломов, пересекающих континенты и океаны, очевидно, также связана с жизнью Земли в целом — с всеобщим расширением ее глубинных масс.

Что касается внутренних прогибов и поднятий (интра-геосинклиналей, интрагеоантиклиналей и др.), то развитие их, как отмечено выше, преимущественно происходит **в этапе растяжения земной коры** вдоль возникших трещин, в местах наибольшего разогрева подкорковых веществ. Сильное расширение и подъем магм (в частности кислых, вязких) приводит к сводообразному поднятию земной коры над этим местом. Прогибы же, находящиеся по соседству с зонами поднятия, в большинстве случаев возникают вследствие расхода или перемещения магматических масс в недрах Земли. Вероятно, крупные океанические впадины, а также многие подобные прогибы, находящиеся в пределах континентов, — участки, оставшиеся от активно поднимающихся областей.

Большая отрицательная аномалия силы тяжести, наблюдающаяся над горными странами, в частности, над молодыми вулканическими поясами, обусловлена, как это вытекает из изложенного, сильным расширением масс, находящихся под ними.

Таковы основные выводы, которые можно сделать анализируя фактический материал, полученный нами и другими исследователями. Некоторые из этих выводов, конечно, обоснованы далеко недостаточно, но в целом все они, по-нашему мнению, правильно направляют дальнейшие исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- Азизбеков Ш. А., Багиров А. Э. и др. Палеогеновый вулканизм Талыша и связь его с тектоникой. В сб. «Материалы IV Всесоюзного петрографического совещания», Изд. АН Аз. СССР, 1969.
- Адамян А. И. Петрография Мегринского плутона. Библ. Ер. ГУ, 1960.
- Амарян В. М. Амасийский габбро-перидотитовый массив. Тр. Управления геологии СМ Арм. ССР, № 2, 1959.
- Амарян В. М. Новые данные по стратиграфии туфо-туфолав Арагацской вулканической области. Изв. АН Арм. ССР, № 3, 1962.
- Амарян В. М. Стратиграфическая схема неогеновых и четвертичных вулканических образований района Арагац. ДАН Арм. ССР, XXXVI, № 5, 1963.
- Амарян В. М. О стратиграфическом положении и возрасте липарито-перлито-обсидиановых лав г. Артени. НТ сб. № 3, серия геол. Ереван, 1963.
- Амарян В. М. Вулкан Арагац, его строение и история формирования. Кандидатская диссертация. Библ. Ер. ГУ, 1964.
- Амарян В. М. Строение и происхождение Арагаца. Бюллетень, М., об. исп. природы, отд. геологии, т. X (1), 1965.
- Акопян Р. В. Исследование вязкости некоторых базальтов Армении. Сб. научн. докл. аспирантов и соискателей. Вып. I, Ереван, 1965.
- Асланян А. Т. Региональная геология Армении, Айпетрат, 1958.
- Афанасьев Г. Д. Проблема гранитов. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Изд. АН СССР, 1955.
- Баласанян С. И. Основные черты магматизма Армении. Изд. «Митк», Ереван, 1967.
- Вакар В. А., Лебедев А. П. Вулканизм формации сибирских траппов и тектоника. В кн. «Проблемы вулканизма». Изд. АН СССР, 1962.
- Волорovich М. П. и Корчемкин Л. И. Связь между вязкостью расплавленных горных пород и коэффициентом кислотности по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу. ДАН СССР, 1937, т. XVII, № 8.
- Геологическое развитие Японских островов. Изд. «Мир», М., 1968.
- Дели Р. О. Изверженные породы и глубины Земли, 1936.
- Заридзе Г. М. Петрография магматических и метаморфических пород Грузии. Госгеолтехиздат, 1961.
- Исамухамедов И. М. Роль ассимиляционных процессов в петрогенезе. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1960.
- Карапетян К. И. Петрохимические особенности четвертичного вулканизма Гегамского нагорья и Айоцдзора (Армения). В сб. «Пе-

- трохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, М., 1963.
- Кеннеди Дж. О роли воды в магме. В кн. «Земная кора». Изд. ин. лит., 1957.
- Кононова В. А. Уртит-мельтейгитовые серии в различных щелочных формациях СССР. В сб. «Материалы IV всесоюзн. петр. совещ.» Изд. АН Аз. ССР, 1969.
- Короновский Н. В. История развития вулкана Эльбрус. В кн. «Вопросы вулканизма». Изд. АН СССР, 1962.
- Корчемкин Л. И. О влиянии паров воды на вязкость расплавов горных пород. Мин. общ., 1945, 74.
- Коптев-Дворников В. С. К вопросу о некоторых закономерностях формирования интрузивных комплексов гранитоидов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.
- Котляр В. Н. Памбак. Изд. АН Арм. ССР, 1962.
- Кузнецов Ю. А. Магматические формации и их классификация. В сб. «Петрографические провинции, изверженные и метаморфические породы». Изд. АН СССР, 1960.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Проблема генезиса магматических пород и пути к ее решению. Изд. АН СССР, 1934.
- Леонтьева А. А. Плавленые базальты, их свойства и применение. Тр. ин-та геол. наук, АН СССР, вып. 86, 1950.
- Лодочников В. Н. Некоторые общие вопросы, связанные с магмой, дающей базальтовые породы. Зап. Вс. мин. общ., ч. IXVIII, № 2, 1939.
- Лучицкий В. И. Петрография, т. 3, 1937.
- Малеев Е. Ф. О зависимости состава вулканических образований от ориентировки разломов в советских Карпатах. В кн. «Вопросы вулканизма». Изд. АН СССР, 1962.
- Мельниченко и др. Технология силикатов. Изд. «Высшая школа», М., 1969.
- Милановский Е. Е. Основные черты молодого вулканизма Большого Кавказа. В кн. «Вопросы вулканизма». Изд. АН СССР, 1962.
- Обуэн Ж. Геосинклинали. Изд. «Мир», М., 1967.
- Орлова М. П., Багдасаров Э. А. Петрографические и геохимические особенности интрузивных и эффузивно-гипабиссальных комплексов щелочной калиевой формации. В сб. «Материалы IV вс. петр. совещ.» Изд. АН Аз. ССР, 1969.
- Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН Арм. ССР, 1959.
- Ритман А. Вулканы и их деятельность. Изд. «Мир», 1964.
- Семененко Н. П. Магматическая деятельность на территории равнинной части УССР. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Изд. АН СССР, 1955.
- Справочник физических констант горных пород. Изд. «Мир», М., 1969.
- Татевосян Т. Ш. Геолого-структурное положение и петрографические особенности гранитоидных интрузивов Баргушатского хребта. Ученые записи Ер. ГУ, т. 84, вып. 1, 1963.
- Технология стекла. Под редакцией Китайгородского. Изд. лит. по строительству, М., 1967.
- Трофимова А. В. Выступление на Совещании по вопросам космогонии солнечной системы. В кн.: «Труды I совещания по вопросам космогонии». Изд. АН СССР, 1951.

- Уотерс А. К. Вулканические породы и тихоокеанский цикл. В кн. «Земная кора». Изд. иностр. лит., М., 1957.
- Фаворская М. А. Роль магматизма в образовании редкометального и полиметаллического оруденения. В сб. «Петрографические провинции, изверженные и метаморфические породы». Изд. АН СССР, 1960.
- Шинкарев Н. Ф. Физико-химическая петрология изверженных пород. Изд. «Недра», 1970.
- Шмидт О. Ю. Четыре лекции о теории происхождения Земли. Изд. АН СССР, 1950.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Происхождение изверженных пород	4
Внутреннее строение Земли и механизм извержений	30
Соображения о происхождении Земли	35
Причины магматических явлений и геотектогенеза	39
Литература	48

Григорян С. С.
Геотитическое обоснование
фундаментальной руды Задского
металлогенеза.

Амарян Вазген Макичевич

**Новые данные о внутреннем строении
и происхождении Земли, петрогенезисе
и геотектогенезе**

Редактор **Р. О. Джагетян**
Художник и худ. редактор **Б. В. Мазманян**
Техн. редактор **Л. Г. Пирузян**
Корректор **Г. Я. Арутюнян**

Сдано в набор 26/II 1974 г. Подписано к печати 17/V—1974 г.
Бумага типографская № 2 84×108¹/₃₂. Печ. 1,62 л.=2,73 усл. печ. л.
Уч. изд. 2,8 л.+2вкл. ВФ 03357. Заказ 531. Тираж 500. Цена 28 к.

Издательство «Айастан», Ереван-9, ул. Теряна, 91.

Типография № 2 Гос. комитета Совета Министров Арм. ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
Ереван, ул. Теряна, 44.

ЦЕНА 28 КОП.

18737