

УДК 552.111

Л. Б. НАГАПЕТЯН

УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДОЛЕРИТОВЫХ БАЗАЛЬТОВ ПО
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

На территории Армянского нагорья среди новейших вулканических образований особое место занимают лавы долеритовых базальтов. Эти породы верхнеплиоценового возраста широко распространены на Карском вулканическом плато, в Ахалкалакской вулканической области, в северо-западной части территории Армянской ССР и Приереванском районе.

Верхнеплиоценовый возраст долеритовых базальтов впервые установил А. Т. Аслабян [5,6], что в дальнейшем подтвердилось также палеомагнитными исследованиями [4]. Все верхнеплиоценовые вулканические образования Армении, в том числе и долеритовые базальты имеют обратную намагниченность. Данные по геологии и петрохимии этих пород приведены в работах [1—7,9, 11—13]. Долеритовые лавы, как правило, изливаются первыми как при начальных извержениях, так и после перерыва, но всегда предшествуют андезито-базальтам или андезитам.

В долеритовых базальтах, как известно, стекло практически отсутствует, а количество порфировых вкрапленников не превышает нескольких процентов. Структура основной массы долеритовая. Температура магматического расплава при излиянии на поверхность была близка к температуре ликвидуса.

У расплавов долеритовых базальтов хорошо выражена кристаллизационная способность, что подтверждается полной кристаллизацией магматического расплава после излияния. Базальтовые породы, имеющие долеритовую структуру, дают лавовые потоки большой протяженности.

Долеритовые лавы после излияния затвердевают медленнее. Ассоциирующие с ними андезито-базальтовые и андезитовые лавы образуют относительно небольшие лавовые потоки. Присутствие стекла в основной массе этих пород—обычное явление.

Долеритовые базальты кристаллизуются в узком температурном интервале, на что указывают почти постоянные составы кристаллов плагиоклаза основной массы и порфировые вкрапленники (Ап 53—58 для кристаллов основной массы и Ап 55—60 для фенокристаллов). Это явление, в свою очередь, указывает на то, что состав и вязкость остаточного расплава в ходе кристаллизации изменяются слабо.

С целью получения дополнительных данных об особенностях условий кристаллизации долеритовых базальтов, нами были проведены экспериментальные исследования по кристаллизации расплавов этих пород.

Задачей этих исследований была кристаллизация расплавов базальтового состава в условиях давления водяного пара от 500 до 2000 кг/см², включая:

1. Определение температурного интервала кристаллизации и последовательность образования минералов из расплава.
2. Изучение изменения интервала ликвидуса-солидуса в зависимости от давления водяного пара.
3. Порядок кристаллизации водосодержащих минералов.
4. Определение скорости кристаллизации и условия образования долеритовой структуры.
5. Установление возможности проявления кристаллизационной дифференциации.

Работа проводилась на установке высокого давления с внутренним нагревом и внутренним уравнителем давления, конструкция которой была разработана в ГЕОХИ Е. Б. Лебедевым и описана в работе [14]. Тепловое поле рабочей камеры контролировалось тремя термосаами Pt—Pt/Rh 10%, что позволило обеспечить выполнение опытов в строго выдержанных тепловых условиях. Измерение давления производилось с точностью $\pm 1\%$, а измерение температуры—в пределах $\pm 5^\circ$.

Навеска исходного материала в виде тонко истертого порошка весом от 0,3 до 0,4 г. помещалась в алуновую пробирку высотой соответственно навескам от 10 до 14 мм и внутренним диаметром 6 мм, уплотнялась и смачивалась водой. Затем пробирка закрывалась плотно пригнанной пробкой из алуна. Пробирка помещалась в платиновый реактор, предварительно заполненный водой, с таким расчетом, чтобы она оказалась в зоне постоянной температуры. Остальное пространство реактора заполнялось пригнанными заглушками из алуновых стержней. После присоединения пережимного устройства, реактор помещался в сосуд высокого давления. Равномерное тепловое поле в реакционной зоне получалось при помощи трехсекционного нагревателя, с тремя самостоятельными нагревательными элементами, мощность которых можно было регулировать в процессе опыта, независимо друг от друга.

Сжатие газа до 2000 кг/см² производилось двухступенчато. Лабораторный газовый компрессор сжимал газ до 1000 кг/см². Дальнейшее повышение давления производилось мультипликатором до 2000 кг/см². Создав нужное заданное давление, включали печь и температуру доводили до 1300°C. Все опыты проходили с выдержкой при этой температуре в течение часа для обеспечения полного расплавления образца. После выдержки в течение часа температура понижалась до заданной за 5—10 мин.

В экспериментах в качестве исходного материала использован образец долеритового базальта, состав которого приведен в табл. 1. Ниже приводится описание этой породы.

Долеритовый базальт (образец 668). место взятия ущелье реки Дебед. Состоит из оливина, плагиоклаза (An 50), моноклинного пирок-

сена и рудного минерала. Кристаллы оливина по краям частично изменены.

Эксперименты были выполнены в двух вариантах:

1. Кристаллизация в условиях постоянной заданной температуры в течение определенного промежутка времени, а затем закалка. 2. Кристаллизация в условиях медленного охлаждения в заданном интервале температуры и закалка.

Закалка проводилась путем выключения нагрева и скорость охлаждения составляла 150—200 град/мин. Давление в процессе закалки поддерживалось постоянным и равным давлению во время опыта.

Конечные продукты изучались оптически.

Результаты исследования

Основные результаты экспериментов по кристаллизации расплава долеритового базальта (табл. 2) показывают, что температурный интервал кристаллизации составляет 100° в условиях давления водяного пара от 500 до 2000 кг/см² (рис. 1). При $P_{H_2O} = 500$ кг/см² от 1090 до 990°С и при $P_{H_2O} = 2000$ кг/см² от 1000 до 900°С. Температура ликвидуса и соли-

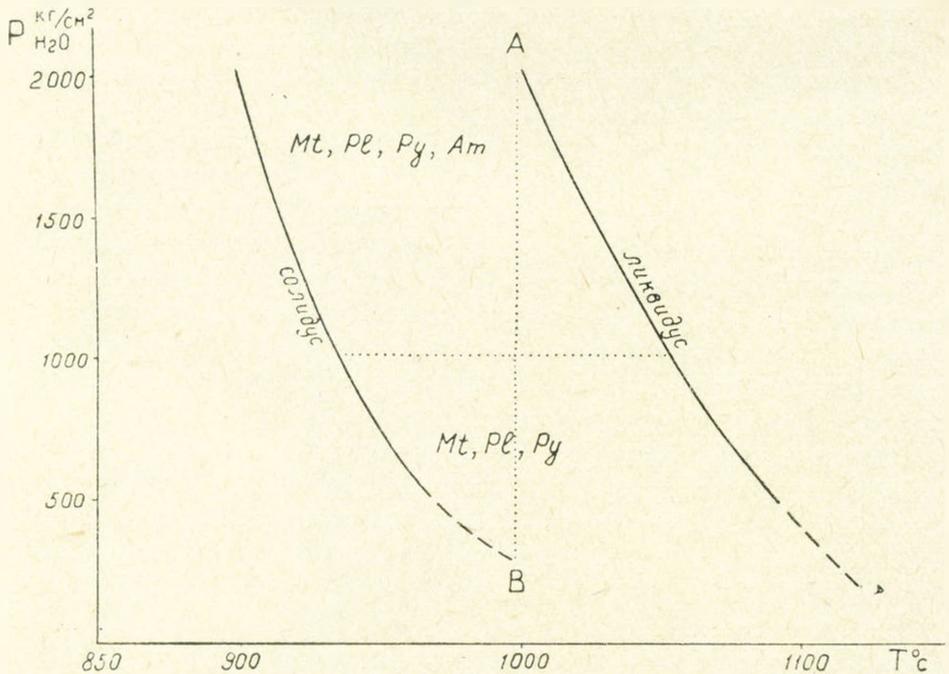


Рис. 1. Схема кристаллизации расплава долеритового базальта.

Mt — магнетит, Pl — плагиоклаз, Py — пироксен, Am — амфибол.

дуса долеритовых базальтов более высокая, чем расплавам андезитобазальтового состава из пород Ишханасарского вулканического массива [10]. У андезитобазальтов интервал ликвидуса-солидуса больше, чем расплава долеритового базальта. При кристаллизации расплавов доле-

Таблица 1

Химический, нормативный минеральный составы и числовые характеристики долеритового базальта*

Химический состав		Нормативный минеральный состав		Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому	
SiO ₂	49,91	Or	7,5	a	10,1
TiO ₂	1,32	Ab	30,4	c	7,8
Al ₂ O ₃	18,62	An	30,6	b	22,4
Fe ₂ O ₃	5,38	Di	9,7	s	59,7
FeO	4,75	Hy	8,0	f'	43,3
MnO	0,26	Ol	2,5	m'	42,6
MgO	5,52	Il	2,4	c'	14,1
CaO	8,71	Mt	7,9	n	80,5
Na ₂ O	3,62			φ	21,3
K ₂ O	1,25			t	1,9
влага	0,22			Q	-8,6
п.п.п.	0,70			a/c	1,3
Сумма	100,26		99,00		

* Образец любезно предоставлен Э. Х. Харазяном.

Таблица 2

Результаты экспериментов по кристаллизации расплава долеритового базальта

№ опытов	Температура заалки °C	Время кристаллизации, час	Минеральный состав после опытов, весовые %	
			Кристаллические фазы	Стекло
$P_{H_2O} = 2000 \text{ кг/см}^2$				
13/1	1000	18	$\Sigma = 5 (Pl + Py + Am + Mt)$	95
19/1	960	6	$\Sigma = 65 (Py + Pl + Am + Mt)$	35
10/1	950	15	$\Sigma = 70 (Py + Pl + Am + Mt)$	20
6/2	900	20	$\Sigma = 90 (Py + Pl + Am + Mt)$	10
18/1	890	10	$\Sigma = 100 (Pl + Py + Am + Mt)$ закалочные	—
8/2	1030—750	15	$\Sigma = 95 (Pl + Py + Am + Mt)$	5
9/1	1030—750	16	$\Sigma = 95 (Pl + Py + Am + Mt)$	5
$P_{H_2O} = 1000 \text{ кг/см}^2$				
1	1080	4	Mt	99
14/1	1070	16	$\Sigma = 2 (Pl + Mt)$	98
12/3	970	4	$\Sigma = 65 (Py + Pl + Mt + Am)$	35
5/2	970	15	$\Sigma = 75 (Py + Pl + Mt)$	25
2	930	5	$\Sigma = 90 (Py + Pl + Mt)$	10
$P_{H_2O} = 500 \text{ кг/см}^2$				
15/1	1090	16	$\Sigma = 2 (Pl + Mt)$	98
16/1	980	18	$\Sigma = 80 (Pl + Py + Mt)$	20
17/1	940	64	$\Sigma = 100 (Pl + Py + Mt)$ закалочные	—

Py — моноклинный пироксен, Pl — плагиоклаз, Am — амфибол, Mt — магнетит.

что при постепенном уменьшении количества летучих компонентов в расплаве, кристаллизация может пройти полностью при постоянной температуре по линии АВ. Если кристаллизация расплава начинается при содержании воды 5%, что соответствует давлению воды 2000 кг/см², то в ходе сброса воды во время кристаллизации, когда содержание ее в расплаве становится 3%, что соответствует давлению воды 1000 кг/см², количество образованной кристаллической массы составляет около 70%.

Кристаллизация в узком температурном интервале должна приводить к быстрому выделению значительного количества скрытого тепла, которое компенсирует потери тепла в ходе остывания лавы на поверхности Земли. Таким образом кристаллизация лавового потока происходит почти при постоянной температуре.

Следовательно, в ходе кристаллизации нет резкого изменения вязкости остаточного расплава, что, в свою очередь, способствует только росту кристаллов, а не образованию новых кристаллических центров. Это приводит к возникновению долеритовой структуры и сохранению подвижности потока на большие расстояния.

Влияние химического состава на образования долеритовых структур рассмотрено нами в работе [9].

Относительно первичности магматических расплавов, которые при охлаждении дали долеритовые базальты, существует единое и неоспоримое мнение.

Исходя из петрохимических особенностей этих пород и на основании данных экспериментальной петрологии [8, 15], нами сделан вывод о том, что исходные расплавы долеритовых базальтов являются первичными, недосыщенными SiO₂ щелочными магматическими выплавками, которые возникли на относительно больших глубинах в верхней мантии [9].

Институт геологических наук
АН Арм. ССР

Поступила 5.X.1973.

Լ. Բ. ՆԱԶԱԳԵՏՅԱՆ

ԳՈՂԵՐԻՏՍԱՅԻՆ ԲԱԶԱԼՏՆԵՐԻ ԲՅՈՒՐԵՎԱՅՄԱՆ ՊԵՅՄԱՆՆԵՐԸ
ՓՈՐՁԱՐՄԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում տրվում է գոլերիտային բազալտների հալոցքների լիկվիդուսի և սոլիդուսի ջերմաստիճանի կախումը ջրային գոլորշիների ճնշման մեծությունից, ապա կազմող միներալների առաջացման հաջորդականությունը, ինչպես նաև գոլերիտային սարուկտուրայի առաջացման պատճառները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Адамян А. А. Неогеновые и четвертичные эффузивные породы Приереванского района. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1961.
2. Адамян А. А. Петрохимические особенности плиоценовых основных эффузивных пород Армении. «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд-во АН СССР, М., 1963.
3. Адамян А. А. Минералого-геохимические особенности плио-плейстоценовых эффузивных пород Ереванского грабен-синклинория. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1973.
4. Акопян Ц. Г., Оганесян Ш. С. Плотностная и магнитная характеристика геологического разреза, Геология Армянской ССР, т. X, «Геофизика» 1972.
5. Асланян А. Т. Стратиграфия вулканогенных пород Приереванского района (Армянской ССР). Докл. АН Арм. ССР, т. XI, № 3, 1950.
6. Асланян А. Т. О происхождении массива г. Арагац. Докл. АН Арм. СССР, т. XII, № 4, 1950.
7. Гукасян Ю. Г. Долеритовые базальты бассейна среднего течения реки Ахурян (окрестности сел. Ваграмаберт). Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1970.
8. Нодер Г. С. и мл. Тилли К. Э. Происхождение базальтовых магм. «Мир», М. 1965.
9. Нагапетян Л. Б. К вопросу о генезисе долеритовых лав Лорийского плато. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1973.
10. Нагапетян Л. Б., Лебедев Е. Б. Экспериментальное исследование кристаллизации вулканических пород Ишханасарского массива. «Геохимия», № 2, 1975.
11. Харазян Э. Х. Новейший вулканизм северо-западной части Армянской ССР. «Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне. (Карпаты, Крым, Кавказ)». «Наука». Сибирское отделение, Новосибирск, 1973.
12. Харазян Э. Х. Новейшие вулканические образования верховья бассейна реки Ахурян, Арм. ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1968.
13. Харазян Э. Х. Центры извержений района Кечутского хребта. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1970.
14. Хитаров Н. П., Кадик А. А., Лебедев Е. Б. Растворимость воды в расплаве базальта. «Геохимия», № 2, 1967.
15. Ikuo Kushiro. Compositions of magmas formed by partial zone melting of the Earth's Upper Mantle, Journal of geophys. res., vol. 73, № 2, 1968.
16. Muir J. D., Tilley C. E., Scoon J. H. Contributions to the petrology of Hawaiian basalts. I. The picrite basalts of Kilauea. Am. Journal of Sci. vol. 255, 241-253, 1957.