

В. К. МАРКОВ, В. В. НАСЕДКИН, Ю. Н. РЯБИНИН

ЛИКВАЦИЯ В УЛЬТРАОСНОВНОЙ ЩЕЛОЧНОЙ МАГМЕ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

(Представлено академиком М. А. Садовским 9 VIII 1972)

Ликвация магмы в условиях земных глубин привлекает большой интерес геологов и геофизиков как один из возможных механизмов дифференциации магмы. До настоящего времени экспериментально получить ликвацию в силикатных расплавах удавалось только при введении в систему в значительных количествах сульфидов ⁽¹⁾, солей ⁽²⁾ или карбонатов ⁽³⁾, причем первые две работы были выполнены при атмосферном давлении, а последняя — при давлениях до 1 кбар. Осуществить процесс ликвации в многокомпонентных силикатных расплавах, близких по составу к природным, до последнего времени не удавалось.

В наших экспериментах, посвященных изучению превращений нефелинита при высоких давлениях, было обнаружено явление ликвации ультраосновного щелочного расплава. Эксперименты проводились в области давлений от 3 до 18 кбар и температур от 800 до 1200° на аппаратуре типа цилиндр—поршень по методу закалки. Образец помещался в герметичную платиновую ампулу. Содержание воды в системе составляло 9 вес.%. При содержании 5% H₂O было проведено несколько контрольных опытов. В качестве исходного материала использовался оливинный меланократовый нефелинит — порода, широко распространенная в специфических ультраосновных комплексах Маймеча-Котуйской провинции. Химический состав исходного нефелинита приведен в табл. 1.

Таблица 1*

Компонент	Содерж. вес. %	Компонент	Содерж. вес. %
SiO ₂	39,93	Na ₂ O	1,68
TiO ₂	3,15	K ₂ O	0,99
Al ₂ O ₃	8,90	H ₂ O ⁻	0,38
Fe ₂ O ₃	7,51	H ₂ O ⁺	2,67
FeO	7,08	F	0,23
MnO	0,08	P ₂ O ₅	0,82
MgO	11,96	П. п. п.	0,25
CaO	14,15	Сумма	99,83

* Коллекция В. С. Гладких, обр. № 178-К.

Всего было поставлено более 50 опытов, которые позволили установить положение линии ликвидуса в рассматриваемой системе при содержании 9% воды. Линия ликвидуса проходит в области температур 900—950° почти параллельно оси давлений. В области ликвидуса было обнаружено изменение физических свойств расплава в зависимости от давления.

В области давлений ниже 7,5 кбар при температурах выше 950° в образцах после опыта наблюдаются пористые стекла с показателем преломления 1,608. Поры правильной сферической формы имеют размеры от 0,01 до 0,1 мм и составляют около 5—10% от объема образца. Вокруг пор наблюдаются тонкие каемки гелевидного вещества, выстилающего их внутреннюю поверхность. Толщина каемок не превышает 1—2 м. Вещество каемок бесцветное; показатель преломления ниже, чем у канадского бальзама. Мы полагаем, что эти каемки представляют собой минеральное вещество, которое было растворено в парах воды, заполнявших поры, и выделилось при конденсации пара в процессе закалки образца. Распределение элементов в пленке и окружающем стекле было определено на микро-

анализаторе. Содержание магния в пленке по сравнению с окружающим стеклом увеличилось примерно на 30 %, кальция — на 25, калия — на 60 и натрия — на 50 %. Несколько увеличилось также содержание SiO_2 при резком уменьшении количества железа (определения выполнены И. П. Папутиной).

При давлениях выше 7,5 и вплоть до 18 кбар (верхний предел наших исследований) в области ликвидуса наблюдается принципиально иная картина. Образцы после опыта состоят из двух оптически изотропных фаз. Одна из фаз представляет собой бесцветное стекло с показателем

Таблица 2*

Р, кбар	Т, °С	Число стеклообр. фаз	Показатель преломления		
			а	б	в
3	950	1	1,608	—	—
15	1050	2	—	1,640	1,554

* Содержание воды 5%.

преломления 1,554, которое составляет около 40—50 % от общего объема образца. Вторая изотропная фаза наблюдается в виде мелких выделений размером от десятых долей до 2—3 м. Показатель преломления второй фазы $> 1,640$, окраска в шлифе зеленоватая, с коричневым оттенком.

Сопоставление показателей преломления стекол, полученных при заливке расплавов, образованных при различных давлениях (табл. 2), отчетливо показывает, что характер плавления и свойства полученных расплавов зависят от давления. Две аморфные фазы (б, в), образующиеся при давлениях выше 7,5 кбар, резко различающиеся между собой и с расплавом «низкого давления» (а) по показателям преломления, а следовательно, и по плотностям и химическому составу, мы рассматриваем как результат расслоения нефелинитового расплава — ликвацию.

Контрольные опыты, проведенные при давлении 15 кбар, температуре 1050° и содержании воды 5 % показали, что ликвация имеет место и при данном содержании воды в системе.

Таким образом, экспериментально доказана возможность расслоения ультраосновного щелочного расплава, соответствующего по составу оливиновому меланократовому нефелиниту. Эксперименты показали, что, помимо примесей, одним из факторов, вызывающих ликвацию, является давление. Большое значение мы придаем тому, что ликвация была получена в реальной горной породе и в условиях, которые вполне могут осуществиться в глубинах Земли. В свете полученных данных ликвацию можно рассматривать как вполне реальный механизм дифференциации ультраосновной щелочной магмы в недрах Земли.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР

Поступило
9 VIII 1972

Институт геологии рудных месторождений,
геохимии, минералогии и петрографии
Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Я. И. Ольшанский, Тр. IV совещ. по экспериментальной минералогии и петрографии, 1951, в. 1. ² Б. Н. Мелентьев, Л. М. Делицын, ДАН, 186, № 4, 431 (1969). ³ A. F. Coster-van-Groos, P. G. Wyllie, Am. J. Sci., 264, 234 (1966).