

GENS-YS 68-0851

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

GENSHAFT, Y. S.

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

SEP 24 1969

12

МОСКВА · 1968

УДК 552.11/552.333.5

Ю. С. ГЕНШАФТ, В. В. НАСЕДКИН, Ю. Н. РЯБИНИН,
В. П. ПЕТРОВПРЕВРАЩЕНИЯ МЕЙМЕЧИТА
ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

Проблема генезиса базальтов неразрывно связана с проблемой глубинного строения Земли. В настоящее время нет единого мнения о составе и строении глубоких частей земной коры и верхней мантии (на глубине от 30 до 150 км). Большая группа петрологов считает, что базальтовые магмы выплавляются при избирательном плавлении из ультраосновного вещества верхней мантии (зона ниже границы Мохо). Однако вопрос о химическом составе этого ультраосновного вещества остается дискуссионным. В качестве возможного аналога мантийного вещества большинство петрологов США рассматривает гранатовый перидотит (Йодер, Тилли, 1965). В работах А. Е. Рингвуда развиваются идеи о «пиролите», состоящем из смеси трех частей дунита и одной части базальта (Clark, Ringwood, 1964). Ю. М. Шейнманн придерживается мнения, что мантийное вещество, из которого выплавляются базальты, может иметь щелочно-ультраосновной состав. Им рассмотрена возможность выплавления базальтовой жидкости из меймечита и сделан вывод, что «нет никаких оснований отвергать вероятность предположения, что меймечит и близкие к нему по составу породы являются химическими эквивалентами мантийного вещества» (Шейнманн, 1964).

Г. Д. Афанасьев считает, что граница Мохоровичича (поверхность скачкообразного изменения скорости продольных волн) обусловлена не переходом от основных к ультраосновным образованиям, а напряженным состоянием пород глубоких слоев Земли (30 км и глубже) под влиянием давления вышележащих толщ. В пределах верхней мантии могут залегать породы, близкие к гранатовому амфиболиту и другим метаморфическим образованиям среднего и основного состава (Афанасьев, 1967_{1,2}).

В настоящей работе не приводятся дополнительные аргументы в пользу той или иной точки зрения исследователей о строении верхних частей Земли и составе вещества мантии. Авторами излагаются результаты эксперимента с горной породой — меймечитом, которая могла в силу тех или иных причин оказаться на глубинах, соответствующих давлению от 8 до 38 кбар при температурах от 1300 до 1850°С. Опыты проводились в присутствии воды.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Эксперименты до давлений 25 кбар проводились на аппаратуре поршневого типа методом закалки, подробно описанном в предыдущих работах (Геншафт, Наседкин и др., 1965, 1967). При более высоких давлениях эксперименты проводились по методу, описанному в работе Ю. Н. Рябинина и др. (1963). Одна из главных методических трудностей, возникающих при экспериментах, проводимых с породами ультра-

основного состава, обусловлена созданием очень высоких температур, при которых происходит плавление силикатов, входящих в состав таких пород. Для того чтобы осуществить плавление меймечита, приходилось поддерживать температуры, превышающие 1500°C . Это обстоятельство привело к тому, что время выдержки образца при указанных температурах под давлением ограничивалось несколькими минутами (от одной до шести минут).

Эксперименты проводились по схемам одностадийной и многостадийной кристаллизации (Геншафт, Наседкин и др., 1967). В первом случае во время опыта температура и давление оставались постоянными; во втором — при постоянном давлении изменялась температура.

После опытов образцы, извлеченные из камеры высоких давлений и температур, подвергались детальному минерало-петрографическому исследованию с привлечением микроскопического, термического и рентгеновского методов.

ОПИСАНИЕ ИСХОДНОГО ОБРАЗЦА

Меймечит — своеобразная ультраосновная порода Гулинского плутонического поля, расположенного на северной окраине Сибирской платформы. Для исследования был взят образец породы из коллекции В. С. Гладких (МГ-9), отобранный на правом берегу р. Меймечы, Хатангский район.

Структура породы порфиристая (рис. 1). Вкрапленники, представленные оливином $\text{Fo}_{80}\text{Fa}_{20}$, составляют до 60—70% общего объема породы.



Рис. 1. Меймечит (обр. МГ-9).

Вкрапленники представлены оливином. Основная масса состоит из моноклинного пироксена, рудного и хлоритово-серпентинитового агрегата. Видна миндалякаменная текстура. Ув. 70. При одном николе. Ол — оливин; С — серпентин, С-Х — серпентин-хлоритовый агрегат; МП — моноклинный пироксен

Состав оливина был определен по положению линии (130) на порошковой диаграмме и оптическим константам ($\text{Ng}' = 1,705$, $d_{130} = 2,78 \text{ \AA}$) (Yoder, Saha, 1957) (табл. 1). Размер кристаллов 0,5—2,5 мм. Оливин замещается серпентином антигоритового типа и хлоритом. Однако вторичными минералами замещено не более 15—20% общего объема оливинов породы. Основная масса имеет тонкозернистую структуру и миндалякаменную текстуру. Она состоит из моноклинного пироксена (авгита), рудного ми-

нерала и агрегата хлорита и серпентина, по-видимому, развивающихся по стеклу. Преобладающим минералом основной массы является авгит. Он образует агрегат соприкасающихся друг с другом призматических зерен. Между отдельными кристаллами пироксена расположены зерна

Таблица 1

Рентгеновая характеристика оливинов
D=57,3; Fe-излучение

MГ-9			169			156		
I	d	hkl	I	d	hkl	I	d	hkl
ср.	5,2031	020	ср.	5,227	020	с.	5,180	020
—	—	—	сл.	4,366	—	—	—	—
с.	3,9381	021	о.с.	3,965	021	ос.	3,911	021
сл.	3,7569	101	сл.	3,782	101	ср.	3,733	101
с.—ср.	3,5047	111	ср.	3,526	111	с.	3,505	111
о.сл.	3,3618	—	о.о.сл.	3,62	—	о.сл.	3,213	—
ср.	3,0445	—	ср.	3,045	—	о.с.	2,9976	002, 121
о.с.	2,7845	130	о.с.	2,804	130	о.с.	2,78	130
о.с.	2,5351	102	о.сл.	2,546	102	о.с.	2,524	102
о.с.	2,4724	112	о.с.	2,472	112	о.с.	2,462	112
о.с.	2,281	122, 032	с.	2,283	122, 031	ср.	2,277	122, 032
ср.	2,165	—	сл.	2,173	—	сл.	2,165	220
о.сл.	1,9438	—	сл.	1,944	—	сл.	1,932	—
о.сл.	1,8866	—	о.сл.	1,894	—	о.сл.	1,865	—
о.с.	1,757	222	о.с.	1,762	222	о.сл.	1,789	—
сл.	1,680	—	сл.	1,684	—	о.сл.	1,672	241
о.сл.	1,6475	—	сл.	1,644	—	—	—	—
о.сл.	1,6241	—	сл.	1,624	—	ср.	1,628	—
о.сл.	1,5761	—	сл.	1,580	—	о.сл.	1,574	—
ср.	1,504	—	сл.	1,500	—	—	—	—
ср.	1,4844	—	с.	1,484	—	—	—	—
ср.	1,399	—	ср.	1,401	—	с.	1,484	062
ср.	1,3644	—	ср.	1,355	—	с.	1,353	322
ср.	1,320	—	сл.	1,300	—	сл.	1,298	—
о.сл.	1,189	—	сл.	1,193	—	сл.	1,192	—
о.сл.	1,1694	—	сл.	1,169	—	сл.	1,168	—
о.сл.	1,138	—	сл.	1,139	—	о.сл.	1,138	—
сл.	1,0832	—	ср.	1,100	—	сл.	1,099	—
сл.—ср.	1,0659	—	—	—	—	—	—	—
с.	1,0383	—	о.с.	1,036	—	о.с.	1,038	—
ср.	1,0217	—	ср.	1,020	—	о.с.	1,022	—

Примечание. MГ-9—оливин из исходного образца меймечита; 169—оливин, синтезированный при температуре 1600° и давлении 8 кбар, время 6 мин; 156—то же при температуре 1500°, давлении 8 кбар, время 15 мин. Подчеркнуты отражения, использованные при диагностике оливина.

титаномагнетита. Хлорит и серпентин образуют участки неправильной формы, а также выполняют округлые пустоты. Химический состав меймечита представлен в табл. 4 (колонка 1). По сравнению с другими породами перидотитового ряда меймечит характеризуется повышенным содержанием Al_2O_3 и CaO.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А. Участие воды

Содержание воды в исходной породе составляет 6,31%. Она связана в хлорите и серпентине. Исследование образцов после проведения опытов показало, что эти минералы не сохраняются. Водосодержащие высокотемпературные минеральные образования также отсутствуют. Однако исследование образца, полученного после выдержки его под давлением 8 кбар при температуре в области термпары 1600° С за время 6 мин, на дериватографе показало присутствие в нем летучей фазы в количестве

3%. Средний минеральный состав проанализированного образца может быть записан в виде (объемные %): 60 оливин+25 стекло+15 рудн. минерал. Следовательно, можно предположить, что в процессе опыта в образце присутствовало около 3% воды, которая, по-видимому, вошла в стекло. Отметим, что, как и в опытах со щелочным базальтом (Геншафт, Наседкин и др., 1967), образец мог поглотить некоторое количество воды из футеровки (талк и пиррофиллит). Основное влияние воды, по-видимому, заключается в понижении температур плавления входящих в меймечит силикатов.

Б. Одностадийная кристаллизация

Результаты экспериментов представлены в табл. 2. При давлении 8 кбар наблюдаемые изменения в образце начинаются с температур, близких к 1300°С. Начальная стадия изменения меймечита сводится к следующему. Наиболее крупные обломки вкрапленников оливина регенерируются. Вокруг них возникают каемки мелкозернистого агрегата оливина. Состав новообразованного оливина весьма близок к составу оливина в исходном образце ($Ng' = 1,705 \pm 0,003$). Между зернами и агрегатами оливина образуются скопления рудного минерала. В некоторых

Таблица 2

Изменения меймечита при высоких давлениях и температурах

№ опытов	Условия эксперимента			Фазы	Примечание
	T, °C	P, кбар	t, мин		
181	1300	8	1	Ол+Р	Перекристаллизация оливина. Рудный минерал образует изолированные кристаллы
173	1450	8	2	Ол+Р+Ст	Перекристаллизация оливина, Кристаллизация рудного. Образование каплевидных выделений
200	1500	8	4	Ол+Р+Ст	Призматические кристаллы оливина в стекле
169	1600	8	6	Ол+Ст	Длиннопризматические кристаллы оливина в стекле
169	1700*	8	6	Ол+Ст	Хорошо образованные кристаллы призматического габитуса
193	1600	30	3	Ол+Р+Ст	Неправильные кристаллы оливина со спайностью. Рудный минерал в виде мельчайших кристалликов вдоль спайности
194	1650	30	1	Ол+Р+Ст	
194	1700*	30	1	Ол+Ст	Призматические кристаллы оливина в стекле
194	1800*	30	1	Ол+Ст	То же
195	1700	38	1	Ол+Р+Ст	Оливин образует вытянутые кристаллы. Вдоль спайности кристаллики рудного минерала и каплевидные выделения стекла
195	1750*	38	1	Ол+Р+Ст	
195	1800	38	1	Ол+Ст	Длиннопризматические кристаллы оливина в стекле
195	1850*	38	1	Ол+Ст	

Ол—оливин, Р—рудный минерал, Ст—стекло.

* Значения температуры оценены по установленному температурному градиенту в образце.

случаях структура агрегата весьма напоминает сидеронитовую (рис. 2, а). При температуре 1450° ($p=8$ кбар) параллельно с перекристаллизацией начинается плавление меймечита. Расплав скапливается в виде сферических обособлений — вариолей размером 0,03—0,09 мм. На контакте с оливином расплав кристаллизуется с образованием гребенчатых и венцеобразных агрегатов, инкрустирующих стенки вариолей. Кристаллы представлены рудным минералом, а в некоторых случаях высокожеле-

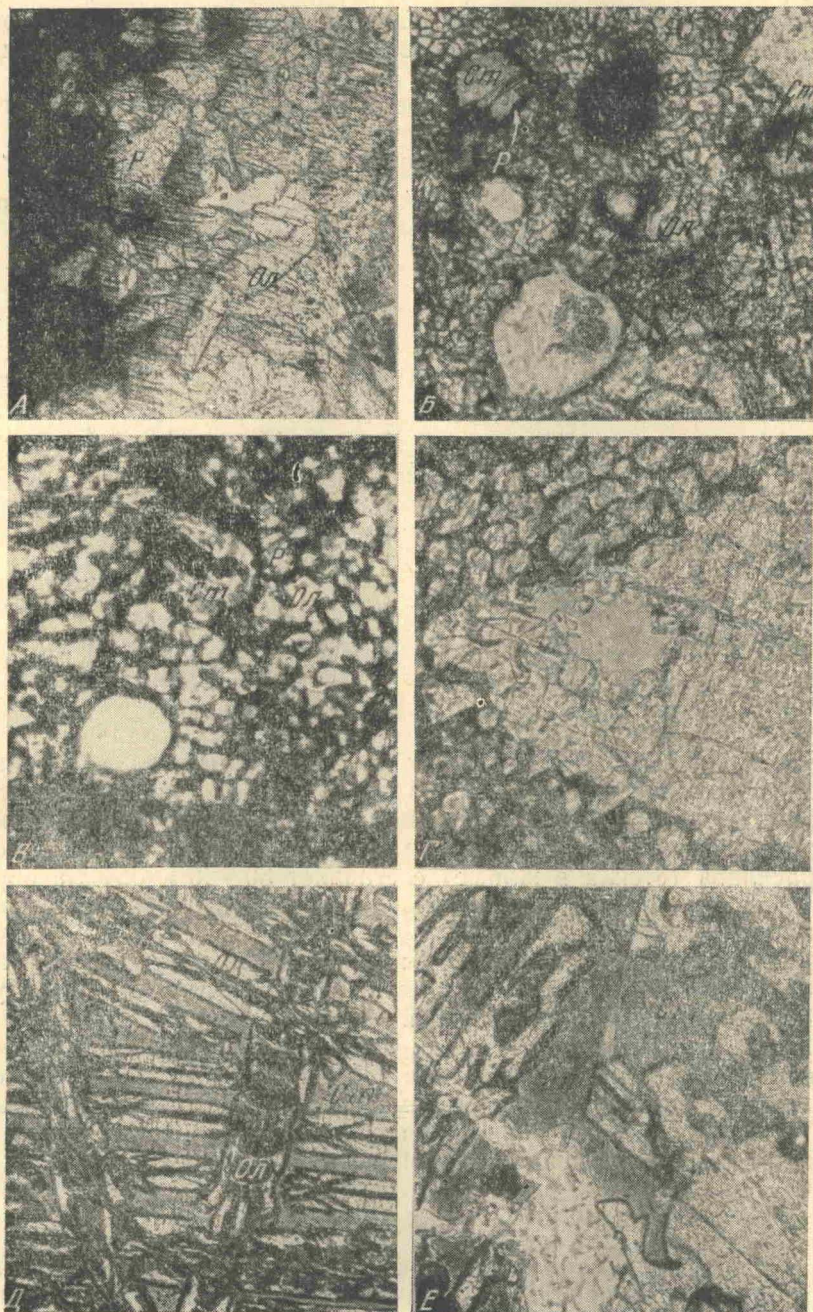


Рис. 2. Фазовые превращения в меймечите при одностадийной кристаллизации.

- а.* Агрегат оливина (справа) и рудного минерала (слева). Видны кристаллы, оливина среди рудного. Ув. 30. При одном никеле. Обр. 171. Данная ассоциация синтезирована при $p=8$ кбар, $T=1300^\circ$. Ол—оливин; Р—рудный.
- б.* Вариолитовая структура искусственного оливинита. Обр. 167. Ол—оливин; Ст—стекло; Р—рудный минерал. Ув. 150. При одном никеле. Условия опыта: $T=1450^\circ$, $p=8$ кбар.
- в.* Строение вариоли. Стенки пустотки ивкрупствованы кристалликами рудного минерала. Внутренняя часть заполнена высокожелезистым стеклом. Мельчайшие выделения стекла также наблюдаются внутри оливинового агрегата. Обр. 167. Ув. 365. При одном никеле.
- г.* Кристаллизация оливина и обособление расплава в виде нитевидных и неправильных выделений. Обр. 182. Условия опыта: $T=1500^\circ$, $p=8$ кбар. Ув. 150.
- д.* Длиннопризматические кристаллы оливина в стекле. Обр. 169. Температура 1600° , $p=8$ кбар. Обозначения те же, что и на вышеприведенных рисунках. Ув. 150. При одном никеле

зистым силикатом (рис. 2, б, в). Последний образует весьма редкие мельчайшие выделения, слабо просвечивающие в поляризованном проходящем свете.

Повышение температуры вызывает не только количественное возрастание расплава по отношению к кристаллической фазе. Расплав начинает распределяться сравнительно равномерно среди оливинов (рис. 2, г)

Таблица 3

Зависимость свойств оливина от температуры кристаллизации

Давление, кбар	Температура, °С	Габитус	Показатель преломления $\pm 0,003$		Состав
			Ng	Np	
8	1300	Зерна неправильной формы	1,705	—	Fo ₈₀ Fa ₂₀
8	1450—1600	То же	1,693	1,657	Fo _{85—88} Fa _{12—15}
8	1600—1750	Длиннопризматический	1,679	1,641	Fo ₉₅ Fa ₅
12,5	1750	Призматический	1,670	—	Fo ₁₀₀
30	1650	Длиннопризматический	1700	1,662	Fo _{82—85} Fa _{15—18}
30	1750	Длиннопризматический	1,672	1,657	Fo _{97—98} Fa _{2—3}

Примечание. Ng и Np определялись в ориентированных сечениях.

в виде нитевидных выделений. Оливин имеет характер мелких зерен, окружающих более крупные и сохраняющих единообразную ориентировку. При температуре 1500°С появляются длиннопризматические кристаллы среди расплава. В интервале температур от 1600 до 1700°С количество расплава (стекла в шлифе) составляет 30—40% объема образца. Кристаллы приобретают сравнительно совершенные кристаллографические очертания (рис. 2, е).

По мере повышения температуры наблюдается отчетливое изменение состава кристаллизующегося оливина. Наиболее низкотемпературный оливин содержит до 20% фаялитовой молекулы. При температуре 1450°С кристаллизуется оливин состава Fo_{85—88}Fa_{12—15}. Возрастание температуры приводит к кристаллизации оливина с большим содержанием форстеритовой составляющей. Начиная с температуры 1750°С, кристаллизуется почти чистый форстерит. Зависимости оптических свойств оливина и его состава от температуры кристаллизации представлены в табл. 3.

В. Многостадийная кристаллизация

При проведении опытов со ступенчатым понижением температуры авторы преследовали цель проследить кристаллизационную эволюцию расплавов, сосуществующих с кристаллами оливина.

В первую стадию эксперимента устанавливалось давление 12,5 кбар и температура $T_1=1600^\circ\text{C}$ (область термпары). При этой температуре образец выдерживался 6 мин. Далее следовало охлаждение образца в течение 18 мин до температуры 1020°С, которая выдерживалась 20 мин. Учитывая существование температурного градиента в образце в краевой горячей его части температура соответственно менялась от 1750 до 1170°С. При 1750° кристаллизовался форстерит. Количество остаточной жидкости составляло около 50%. Судя по показателю преломления стекла, в горячих зонах жидкость имела ультраосновной состав ($N=1,638—1,641$). При более низких температурах ее состав приближался к базальтовому ($N=1,575$). Понижение температуры от 1750 до 1170° привело к

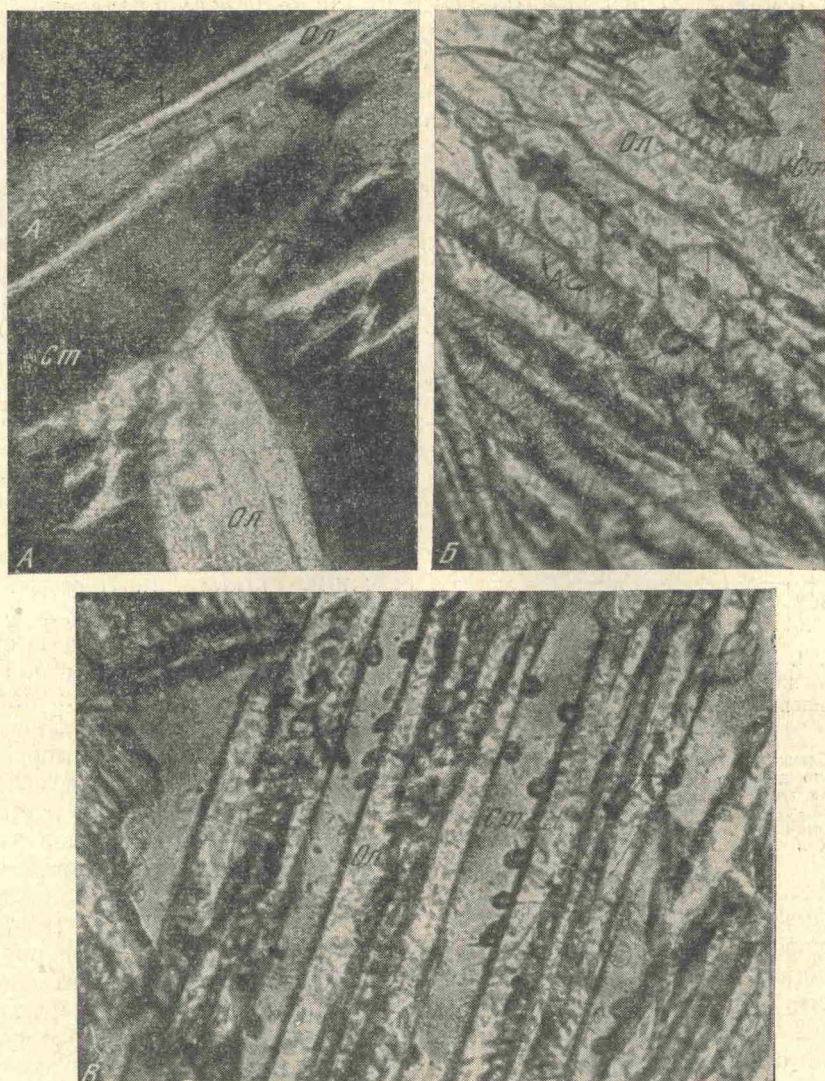


Рис. 3. Фазовые превращения в меймечите при двухстадийной кристаллизации

- а.* Кристаллические выделения анортита (серое) вокруг призматических кристаллов оливина. Кристаллизация анортита происходила при понижении температуры от 1750 до 1170° С. Обр. 186. Ув. 150. При одном николе. Ол — оливин; А — анортит; Ст — стекло.
- б.* То же самое. Анортит образует игловидные кристаллы на поверхности граней оливина. Видны газовые пузырьки. Обр. 182. Ув. 350. При одном николе.
- в.* Газовые пузырьки на поверхности грани кристаллов оливина. Условия опыта те же, что и в (а). Ув. 350. При одном николе

кристаллизации в краевой части образца анортита в виде агрегата мельчайших зерен вокруг кристаллов оливина (рис. 3, *а*, *б*).

Средний показатель преломления агрегата $1,580 \pm 0,003$ соответствует битовнит-анортиту.

Кристаллизация анортита подтвердилась также рентгеновскими данными. При температуре около 1150° кристаллизовался моноклинный пироксен. Изменение температуры привело также к образованию зонального оливина. Центральная часть кристаллов, как уже упоминалось, представлена чистым форстеритом. Краевая часть — оливином, содержащим до 18% фаялитовой составляющей ($Ng' = 1,703$; $Np' = 1,667$). Изме-

нение температурного режима вызвало также перераспределение летучей фазы в образце. Вдоль кристаллов оливина в стекле появились многочисленные газовые пузыри (рис. 3, в).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наибольший петрологический интерес представляет вероятный ход дифференциации расплава, образующегося на разных стадиях плавления меймечита. На рис. 4 представлен график изменения показателей преломления стекол в зависимости от температуры (и соответственно

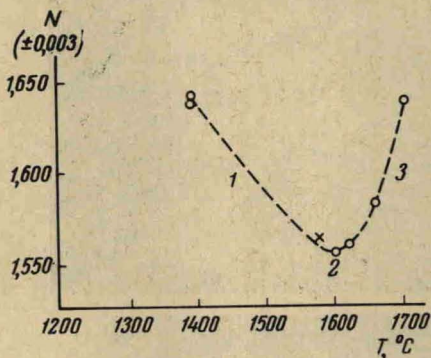


Рис. 4. Зависимость показателей преломления стекол, образующихся при плавлении меймечита, от температурных условий.

1—область существования стекол с аномально высоким содержанием железа, 2—то же андезитового и базальтового состава; 3—то же пикритового состава. Крестиком отмечено стекло, рассчитанный состав которого приведен в табл. 4

Количественное увеличение рудного минерала до 30—40% приводит к уменьшению светопреломления до 1,635—1,638. В обоих случаях температуры были близкими. Таким образом, высокие показатели преломления низкотемпературных стекол естественней всего объяснить значительным содержанием окислов железа. Близкие показатели преломления имеют также базальтовые стекла, отличающиеся большим содержанием окислов железа, например, арапахиты. Показатели преломления стекол, образовавшихся при температурах 1600—1650°, близки нормальному базальту и андезито-базальту, а при 1700°—пикриту.

На рис. 5 представлены поля кристаллизации минеральных фаз. Видно, что в таких условиях эксперимента оливин устойчив в широком диапазоне давлений (8—38 кб) и температур (1300—1900°С). Хотя в исходной породе находится довольно много пироксена, в числе новообразованных фаз он не наблюдался. Кристаллизация пироксена в условиях опыта может происходить при температурах, меньших тех, которые требуются для начала плавления меймечита. Относительная простота минерального состава, ассоциирующегося со стеклом, позволила произвести расчет химического состава стекла, исходя из следующих соотношений компонент (объемные %):

76 оливин ($\text{Fo}_{85}\text{Fa}_{15}$) + 23 стекло + 1 рудный минерал. Данная ассоциация была получена при температурах около 1520—1580°С при давлении 8 кбар. Показатель преломления стекла $1,570 \pm 0,003$. Точки, соответствующие этому парагенезису, показаны на рис. 4 и 5¹. Рассчитанный

¹ Состав остаточного стекла определялся по формуле

$$\text{Ст} = \frac{M - 0,76 \text{ Ол} - 0,01 \text{ Р}}{0,23},$$

где М — состав меймечита, Ол — $\text{Fo}_{85}\text{Fa}_{15}$, Р — титаномагнетит, Ст — остаточное стекло.

состав стекла представлен в табл. 4 (колонка 2). Сравнение с анализами природных объектов (колонки 3—7) показывает, что образовавшийся в условиях опыта расплав по своему составу близок к базальту, обогащенному известью и глиноземом. Отметим, что такой химический состав предполагается для родоначальных базальтовых магм Курило-Камчатской провинции.

Таблица 4

Химические составы основных и ультраосновных пород

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	36,60	41,20	40,28	44,41	31,78	40,28	39,02
TiO ₂	1,70	4,79	5,80	1,04	6,23	0,36	0,45
Al ₂ O ₃	3,50	17,75	7,50	20,36	9,81	18,56	19,87
Fe ₂ O ₃	4,78	5,75	8,58	2,21	2,74	1,89	9,01
FeO	6,51	—	6,78	6,65	1,50	0,71	6,72
MnO	0,09	0,42	0,25	0,20	0,09	0,05	0,13
MgO	35,35	5,75	8,93	8,68	2,75	1,42	7,70
CaO	4,55	22,80	18,69	14,24	24,88	24,18	16,28
Na ₂ O	0,18	0,91	1,04	1,44	2,07	2,12	0,30
K ₂ O	0,11	0,53	0,86	0,49	0,95	1,00	0,25
H ₂ O ⁻	0,79	—	—	0,10	1,11	—	0,30
H ₂ O ⁺	5,53	—	—	—	—	—	0,42

Примечание. 1—исходный меймечит; 1—выплавленный расплав; 3—мельтейгит, Гулинский плутон; (Эпштейн, Анисеев, 1963); базальт, о-в Парамушир, (Эрлих, 1966); 5—базальтовый порфирит, Корякское нагорье (Эрлих, 1966); 6—андезито-базальт, р. Гаванка (Эрлих, 1966); 7—габбро, Приполярный Урал (Моржковина, 1964).

Исходя из изложенного, можно наметить следующую схему эволюции выплавляющихся расплавов. На первых стадиях плавления образуются высокожелезистые базальтовые расплавы, близкие по составу к арапакитам. В количественном отношении они составляют не более 10% общего объема породы. При давлении 8 кбар и температурах 1450—1500°С расплав имеет характер пленок между кристаллами оливина. При этом, по-видимому, образуется кашеподобная масса, обладающая достаточной подвижностью. Расплавы, соответствующие нормальным базальтам (однако с повышенным содержанием Al₂O₃ и особенно CaO) и андезито-базальтам, выплавляются, видимо, при более высоких температурах (до 1650°С). Содержание жидкости в этом случае может превышать 20% объема породы.

Образующиеся базальтовые выплавки представляют сильно перегретые расплавы и для их последующей кристаллизации требуется значительное понижение температуры. Проведение экспериментов по схемам многостадийной кристаллизации позволило наметить последующий возможный путь эволюции расплава. Так, при понижении температуры от 1750 до 1200°С кристаллизуется анортит. Отделение последнего в процессе гравитационной дифференциации в природных условиях может играть важную роль при формировании анортозитов. Отметим также, что относительно низкотемпературные ассоциации оливин+рудный минерал, в которых содержание рудного минерала доходит до 20%, образуют структуры, напоминающие структуры рудных оливинитов. Последние встречаются во многих плутонах ультраосновных пород, в том числе и в Гулинском плутоне (Эпштейн и Анисеев, 1963). При различных предположениях о составе верхней мантии количество выплавляемого базальта может колебаться от 5 до 25% (Белоусов, 1966). Наши эксперименты показали, что можно предполагать выплавление из меймечита базаль-

товых расплавов в количестве до 20—30% общего объема породы. Увеличение давления до 30 кбар повышает начальную температуру плавления меймечита примерно на 150°. Учитывая это, можно предположить, что выплавление базальта из меймечита происходит в интервале температур 1600—1750°С. Как видно из рис. 5, предполагая состав пород верхней мантии близким к составу меймечита и присутствие некоторого количества летучих (около 3 вес. %), начало его плавления в недрах земли под платформами начинается на глубине около 100 км. Выплавление значительных масс базальтового состава (свыше 20% объема породы), вероятно, может происходить на больших глубинах, превышающих 120 км. Под складчатыми поясами и островными дугами, где температурный градиент в среднем раза в два выше, чем под платформами, расплавление ультраосновного вещества, вероятно, может начинаться на меньших глубинах.

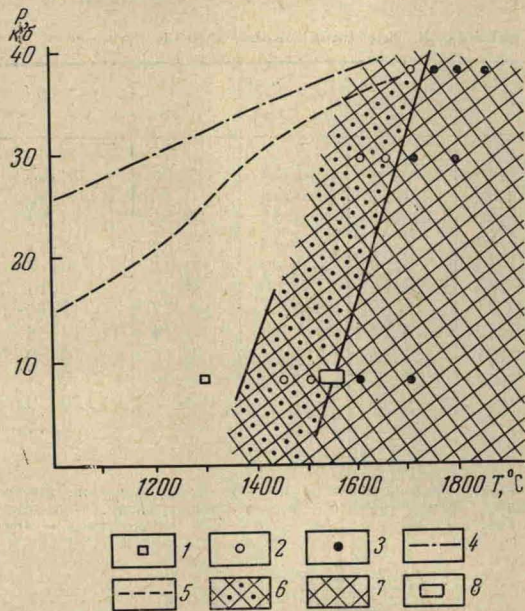


Рис. 5. P, T -диаграмма существования фаз в условиях данного эксперимента.

1—Ол+Р; 2—Ол+Р+Ст; 3—Ол+Ст; 4—5—предполагаемая минимальная и максимальная температуры (платформенные условия) при различных глубинах (давлениях) (Любимова, 1959); 6—поле устойчивости Ол+Р+Ст; 7—поле устойчивости Ол+Ст; 8—местоположение на диаграмме образца, взятого для расчета остаточного расплава

Приводимые выше значения глубин, на которых происходит селективное плавление рассматриваемого ультраосновного вещества, соответствуют той области верхней мантии, которая получила название слой Гутенберга. Вещество этого слоя характеризуется пониженными значениями скоростей распространения продольных и поперечных волн и поэтому называется также волноводом. Если признать правильной точку зрения о

природе волновода как о слое, из которого происходит выплавление силикатных расплавов, то наши эксперименты подтверждают эти предположения (Белюсов, 1966).

Таким образом, результаты изучения особенностей плавления меймечита в условиях высоких давлений и температур в присутствии летучих позволяют сделать следующие выводы.

1. Плавление некоторых типов ультраосновных пород (например, близких к меймечиту) при P, T условиях, соответствующих уровням так называемой «астеносферы» (глубина 100—120 км), может привести к генерации базальтовых расплавов.

2. На разных стадиях эволюции меймечита в условиях эксперимента могут быть синтезированы минеральные ассоциации, весьма близкие оливиниту, рудному оливиниту и анортитсодержащим разновидностям пород.

3. Если допустить справедливость принимаемого в настоящее время распределения температур в глубинах Земли, то вполне вероятным местом частичного плавления ультраосновных пород типа меймечита можно считать зону волновода.

В заключение авторы выражают признательность Ю. М. Шейнманну, Е. К. Устиеву, Т. Л. Гольцбург и другим коллегам за помощь в работе и ценные замечания в ходе ее выполнения.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев Г. Д. Некоторые геологические и геофизические факты и их интерпретация в отношении состава и строения земной коры. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1967₁.
- Афанасьев Г. Д. Проблемы магматической геологии. Изв. АН СССР, сер. геол., № 11, 1967₂.
- В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия материков. «Наука», 1966.
- Геншафт Ю. С., Наседкин В. В., Рябинин Ю. Н., Петров В. П. Кристаллизация базальта при давлении 25 кбар и температурах от 800 до 1300°. Сов. геология, вып. 8, 1965.
- Геншафт Ю. С., Наседкин В. В., Рябинин Ю. Н., Петров В. П. Поведение щелочного базальта при участии воды в условиях высоких давлений и температур. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1967.
- Йодер Г. С., Тилли К. Э. Происхождение базальтовых магм. «Мир», 1965.
- Любимова Е. А. О температурном градиенте в верхних слоях Земли и возможности объяснения слоя пониженных скоростей. Изв. АН СССР. Сер. геофиз., № 12, 1959.
- Морковкина В. Ф. Химические анализы изверженных горных пород и породообразующих минералов. «Наука», 1964.
- Рябинин Ю. Н., Петров В. П., Марков В. К., Лившиц Л. Д., Делицин И. С. Дальнейшие сведения об условиях образования модификаций кремнезема при высоких давлениях и температурах. Изв. АН СССР, сер. геол., № 8, 1963.
- Сб. «Петрохимия кайнозойской Курило-Камчатской вулканической провинции», ред. Э. Н. Эрлих, «Наука», 1966.
- Эпштейн Е. М., Аникеев Л. И. Некоторые вопросы геологии и петрологии комплекса ультраосновных щелочных интрузивных пород. В сб. «Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд», II. Изд-во АН СССР, 1963.
- Шейнманн Ю. М. О путях изучения состава мантии. Бюл. Моск. о-ва испыт. природы, сер. геол., т. 39, вып. 4, 1964.
- Clark S. P., Ringwood A. E. Density distribution and constitution of the mantle. Rev. geophys. vol. 2, № 1, 1964.
- Yoder H. S., Saha Th. G. Olivine X-ray determinative curve. Amer. mineral., vol. 42, № 475, 1957.

Институт физики Земли АН СССР
Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии
и геохимии АН СССР
Москва

Статья поступила в редакцию
16 мая 1967 г.