

П. Н. ЧИРВИНСКИЙ

**ВЛИЯНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ  
ПРОЦЕССОВ НА СИСТЕМУ  $\text{FeO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$ , ОЛИВИН —  
ПИРОКСЕН ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 12 I 1949)

Ключом к пониманию системы  $\text{FeO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$ , как известно, является система  $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ . Она классически изучена Боуэном и Андерсеном (4), исправлялась в деталях Грейгом и В. Д. Никитиным (2)\*. Для петрографа в ней исключительный интерес представляет взаимоотношение форстерита  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (оливина) и клиноэнстатита  $\text{MgSiO}_3$  (пироксена).

В настоящей заметке я не буду вдаваться в какую-либо дискуссию, а остановлюсь на некоторых полузабытых или забытых фактах, очень интересных в вопросах генетической связи оливин — пироксен в широком смысле этих слов. Здесь уже центром внимания должна явиться судьба закиси или закись — окиси железа (магнетита) с условиями восстановления или окисления в расплаве системы  $\text{FeO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$  (5).

В хондритах и мезосидеритах мы имеем сопряженное нахождение пироксенов и оливина, в основных и особенно ультраосновных земных изверженных породах.

Такую сопряженность в названных метеоритах впервые по достоинству оценил Добрэ, который разъяснил ее серией опытов (6).

Он отметил, что в сплаве наблюдаются кристаллы или скелеты бронзита. „Восстановление железа из силиката ведет, повидимому, лишь к тому, что увеличивается количество энстатита за счет оливина“. „Расположение обоих минералов заслуживает быть оговоренным особо“. „Обычно оливин, если он присутствует, располагается поверху, в виде кристаллической корочки, в то время как внутренняя часть состоит из длинных кристалликов энстатита“. Таким образом, оба минерала „располагаются по своей степени плавкости...“. „Прибавление 15% кремнекислоты к оливину, что должно бы перевести его целиком в метасиликат, при плавлении массы между углями вызвало образование сплава с оливином сверху и с волокнистым пироксеном внутри“.

В случае, когда Добрэ плавил в графитовом тигле, сплав превращался в массу кристаллического пироксена, в который были вкраплены выделения металлического железа (в оригинале дан рисунок). Особенно удачны оказались опыты, когда навеска из оливина и лерцолита была большой (до 12 кг). В этом случае железо было выделено и анали-

\* Далее, сюда же относятся работы Аллена, Райта и Клементы (1906), Пешля (1907), Гауке (1910), П. И. Лебедева (1911), Шумовой — Долеано (1914) и некоторые другие.

зировано. Оно оказалось никельсодержащим (никель выплавился, очевидно, из силикатов  $Ni_2SiO_4$  и  $NiSiO_3$ , изоморфно подмешанных в молекулах оливина и пироксенов) (?):

Fe . . . . .	89,96
Ni . . . . .	1,16
Co . . . . .	следы
Cr . . . . .	1,60
Mn . . . . .	0,66
Cu . . . . .	0,11
C связ. . . . .	1,73
C своб. . . . .	26,1
Si . . . . .	2,30
S . . . . .	следы
	100,73

Для сравнения приведу два анализа овифакского (уифакского) железа, повидимому, восстановленного из базальтов (3):

	I	II
Fe . . . . .	93,16	84,49
Ni . . . . .	2,01	2,48
Co . . . . .	0,80	0,07
Cu . . . . .	0,12	0,27
S . . . . .	0,41	1,52
C . . . . .	2,34	10,16
P . . . . .	0,32	0,20
Cl . . . . .	0,02	0,72
	99,18	100,91

В других анализах содержалось металлического никеля: 1,64; 1,24; 1,19; 2,65; 2,16; 1,98; 2,13; 1,74; 1,82; 1,39; 1,60%.

Добрэ подметил, что плавление оливина в тех же условиях дает тоже некоторое количество свободного железа, однако часть его остается невосстановленной.

Можно идти и обратным путем: если накалывать железо, содержащее кремний и магний, в слабо окисляющей атмосфере, то можно вызвать ошлакование его с выделением кристалликов оливина. Если при этом кремнезема будет достаточно, может произойти и выделение пироксена. Такого рода явления (особенно образование железного оливина — файялита) уже наблюдались и в металлургической практике. В этих замечательных опытах мы можем видеть зародыш учения о генетической классификации метеоритов по степени их окисления, которую развили в своих работах Wahl и Prior.

Перейду к более новому времени, именно, к опытам В. И. Искуля (1). Он показал, что при доступе кислорода воздуха при прокаливании файялитового компонента в оливине происходит реакция



т. е. освобождается кремнезем, который присоединяется к форстеритовому компоненту и дает метасиликат по уравнению



Приблизительные количества образовавшегося из исследованных им оливинов метасиликата магния были таковы:

Из форстерита Везувия (FeO 3,89%) . . . . .	4%
Из оливина Гогенфельс в Баварии (FeO 7,19%) . . . . .	7,5%
Из глинкаита, озеро Иткуль, Ю. Урал (FeO 17,91%) . . . . .	16—17%

Таким образом, опыты Добрэ и В. И. Искюля показывают, что из нормального оливина как путем восстановления, так и путем окисления (в обоих случаях воздействию подвергается фаялитовая молекула) возможно получение добавочного количества пироксена: в первом случае из молекулы оливина удаляется железо в металлическом виде, во втором — в виде окиси ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), избыточное же содержание кремнезема дает при этом метасиликат (а может быть, в некоторых случаях и свободную кремнекислоту). Метасиликат этот должен обогащаться магнием. Для метеоритных магм это может быть особенно ясно доказано для крайних типов по содержанию в них металлического никелистого железа.

Молотовский государственный университет  
им. А. М. Горького

Поступило  
24 XII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. И. Искюль, Экспериментальные исследования в области химической конституции силикатов, Хлориты, П., 1917, стр. 81—35. <sup>2</sup> В. Д. Никитин, Изв. сект. физ.-хим. анализа, 16. в. 3, 29 (1948). <sup>3</sup> O. V. Bøggild, Mineralogia Groenlandica, Kjobenhavn, 1905, p. 20. <sup>4</sup> N. L. Bowen and O. Andersen, Am. J. Sci., (4), 37, 487 (1914). <sup>5</sup> N. L. Bowen and J. F. Schairer, Am. J. Sci., 29, 151 (1935). <sup>6</sup> A. Daubrée, C. R., 62, 200, 669 (1864); Expériences synthétiques relatives aux météorites, Paris, 1868, p. 65; Etudes synthétiques de géologie expérimentale, Paris, 1879—1880; то же в нем. пер., стр. 398—411. <sup>7</sup> J. N. L. Vogt, Econ. Geology, 18, No. 4, 307 (1923).