

В. Г. ФЕКЛИЧЕВ

# РАВНОВЕСИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОСУЩЕСТВУЮЩИХ МИНЕРАЛОВ И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 4 VI 1973)

Закономерное распределение изоморфных компонентов в равновесно сосуществующих минералах переменного состава и зависимость этого распределения от термодинамических параметров установлена для значительного количества парагенезисов породообразующих минералов (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>). Вместе с тем, давно известно, что физические свойства минералов переменного состава находятся в функциональной зависимости от последнего. Можно предположить, что и физические свойства сосуществующих минералов должны находиться в определенном равновесии, зависящем от термодинамических факторов при формировании минерального парагенезиса.

Рассмотрим для простоты систему, состоящую из двухкомпонентных фаз переменного состава  $\alpha$  и  $\beta$ . Основную особенность химического состава каждой фазы представим в виде молярной доли одного главного примесного компонента, общего для обеих фаз.  $X_1^\alpha$  — молярная доля компонента 1 в фазе  $\alpha$ ,  $X_1^\beta$  — молярная доля компонента 1 в фазе  $\beta$ . Соответственно,  $Y_i^\alpha$  и  $Y_i^\beta$  — величины физического свойства  $i$  в фазах  $\alpha$  и  $\beta$ .

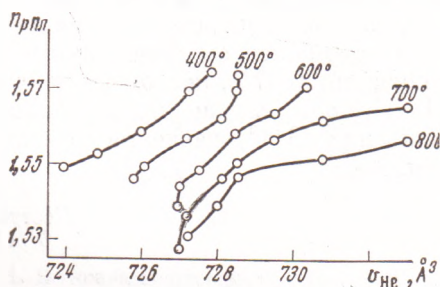


Рис. 1. Приближенная диаграмма соответствия физических свойств сосуществующих минералов плагиоклаза — нефелина.  $n_p$  — показатель преломления плагиоклаза,  $v_0$  — объем элементарной ячейки нефелина

Очевидно, что зависимость состав — свойство в двухкомпонентном твердом растворе можно представить, в частности, как функцию величины физического свойства от молярной доли одного из двух переменных компонентов. Тогда можно записать

$$Y_i^\alpha = F(X_1^\alpha); \quad Y_i^\beta = F(X_1^\beta).$$

Обозначим коэффициент соответствия физических констант фаз  $\alpha$  и  $\beta$  как  $z_D = Y_i^\alpha / Y_i^\beta$ . Следовательно,

$$z_D = F(X_1^\alpha) / F(X_1^\beta) = F(X_1^\alpha, X_1^\beta).$$

Величины  $X_1^\alpha$  и  $X_1^\beta$  входят в функциональное выражение для коэффициента распределения  $K_D$  компонента 1 между фазами  $\alpha$  и  $\beta$ , где коэффициент распределения  $K_D = f(T, P)$  зависит от температуры  $T$  и давления  $P$  при постоянстве валового состава системы (<sup>1</sup>). Отсюда следует, что величина  $z_D$  представляет сложную функцию от термодинамических парамет-

ров  $z_D = F[f(T, P)]$ . Получается, что физические константы у фаз  $\alpha$  и  $\beta$  будут находиться в разном соотношении в зависимости от температуры и давления при их одновременном образовании.

В двухкомпонентном твердом растворе в зависимости  $Y_i = F(X_i)$  физическое свойство  $i$  может быть разного типа. При сравнении фаз  $\alpha$  и  $\beta$ , например,  $Y_1^\alpha = F(X_1^\alpha)$ ;  $Y_2^\beta = F(X_1^\beta)$ .

Таким образом, появляется возможность строить диаграммы фазового соответствия для двухкомпонентных растворов в поле координат, представленных не мольными долями компонентов, а физическими свойствами, как функциями от них. Для иллюстрации на рис. 1 представлена приближенная диаграмма фазового соответствия для системы Не — Пл ( $P \approx 1-2$  кбар,  $T$  в  $^\circ\text{C}$ ), построенная в поле физических свойств (показатель преломления  $n_p$

Таблица 1

	Высокотемпературный нефелин	Низкотемпературный нефелин	$\Delta$ , %
$a_0$	9,971; 0,005	9,986; 0,005	0,15
$c_0$	8,362; 0,005	8,330; 0,005	0,38
$v_0$	719,95	719,36	0,07

для плагиоклаза и объем элементарной ячейки  $v$  ( $\text{\AA}^3$ ) для нефелина). При построении использована приближенная диаграмма фазового соответствия для системы Не — Пл из работы (1) и известные по литературе (3) зависимости состав — свойства, выраженные в необходимой для построения форме

$$Y_{n_p}^{\text{Пл}} = F(X_{\text{Na}}^{\text{Пл}}) \text{ или } n_p = F(\text{Na}/(\text{Na} + \text{Ca}));$$

$$Y_{v_0}^{\text{Не}} = F(X_{\text{Na}}^{\text{Не}}) \text{ или } v_0 = F(\text{Na}/(\text{Na} + \text{K})).$$

Для исходной диаграммы фазового соответствия в работе (1) указано, что она построена для упорядоченных серий минералов. Соответственно, для производной диаграммы мы взяли значения  $n_p$  для упорядоченной серии плагиоклазов, а для нефелина — объем элементарной ячейки, мало отличающийся у низко- и высокотемпературных нефелинов в отличие от параметров элементарной ячейки  $c_0$  и  $a_0$ . Рассчитанные по данным работы (3) объемы элементарных ячеек разнотемпературных нефелинов различаются в несколько раз меньше, чем параметры элементарной ячейки (см. табл. 1).

Построенную нами диаграмму лучше называть диаграммой соответствия физических свойств. Аналогичные диаграммы могут быть построены и для других сосуществующих фаз, представленных двухкомпонентными твердыми растворами.

В многокомпонентных твердых растворах при количестве переменных компонентов  $>2$  коэффициент распределения компонентов между фазами  $\alpha$  и  $\beta$  приобретает в своем изменении дополнительные степени свободы, и соответственно зависимости состав — свойства полно характеризуются многомерной функцией, в которой при стандартности условий измерения связаны  $n$  переменных компонентов и  $n=1$  физических свойств (4).

Диаграммы соответствия физических свойств минералов позволяют дать теоретическое обоснование эмпирическим данным по типоморфизму физических свойств минералов.

Поступило  
30 V 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. Л. Перчук, Равновесия породообразующих минералов, «Наука», 1970.  
<sup>2</sup> Л. Л. Перчук, Сосуществующие минералы, 1971. <sup>3</sup> У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман, Пороодообразующие минералы, т. 4, М., 1966. <sup>4</sup> А. Л. Косой, ДАН, т. 201, № 5 (1971).