

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

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

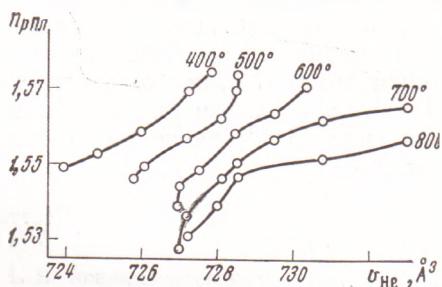


Рис. 1. Приближенная диаграмма соотвествия физических свойств существующих минералов плагиоклаз — нефелин. n_p — показатель преломления плагиоклаза, v_0 — объем элементарной ячейки нефелина

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 соотвествия физических констант фаз α и β 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^α и X_1^β входят в функциональное выражение для коэффициента распределения K_D компонента I между фазами α и β , где коэффициент распределения $K_D = f(T, P)$ зависит от температуры T и давления P при постоянстве валового состава системы (1). Отсюда следует, что величина z_D представляет сложную функцию от термодинамических параметров

ров $z_D = F[f(T, P)]$. Получается, что физические константы у фаз α и β 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 α и β , 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

для плагиоклаза и объем элементарной ячейки v (\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 существующих фаз, представленных двухкомпонентными твердыми растворами.

В многокомпонентных твердых растворах при количестве переменных компонентов > 2 коэффициент распределения компонентов между фазами α и β 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

¹ Л. Л. Перчук, Равновесия породообразующих минералов, «Наука», 1970.
² Л. Л. Перчук, Сосуществующие минералы, 1971. ³ У. А. Дир, Р. А. Хауси, Дж. Зусман, Породообразующие минералы, т. 4, М., 1966. ⁴ А. Л. Косой, ДАН, т. 201, № 5 (1971).