

УДК 549.625.5:548.734

МИНЕРАЛОГИЯ

С. Б. БАЗАРОВА, П. В. КОВАЛЬ, В. И. КОВАЛЕНКО, А. А. КАШАЕВ

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРА b , ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И СОСТАВА БИОТИТОВ, МУСКОВИТОВ И ЛИТИЕВЫХ СЛЮД

(Представлено академиком В. С. Соболевым 27 VI 1975)

Вопросы взаимной смесимости диоктаэдрических и триоктаэдрических типов и пределов изоморфных замещений в сериях относятся к наиболее интересным и дискуссионным проблемам минералогии слюд. Одним из эффективных путей их решения является детальное исследование взаимосвязей химического состава и физических характеристик (структуры, параметров элементарной ячейки, оптических свойств и др.) слюд в изоморфных сериях.

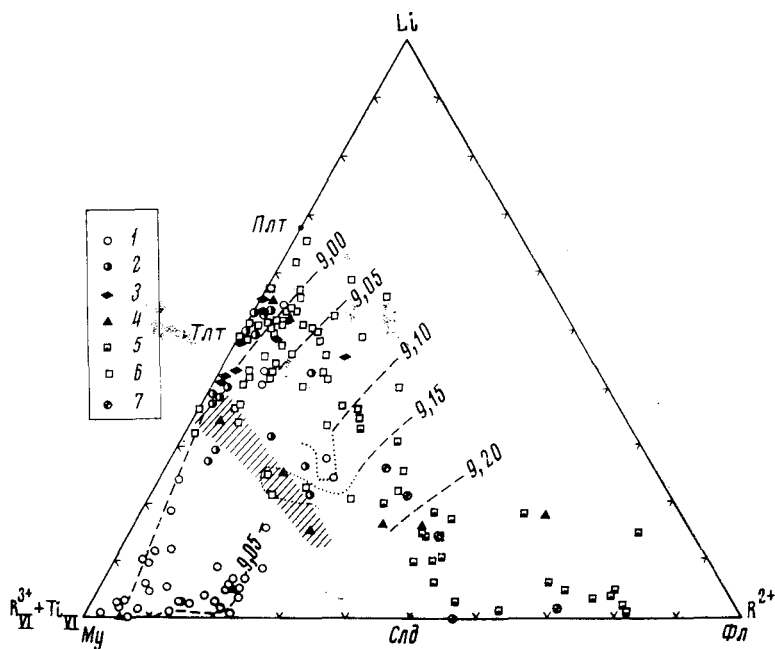


Рис. 1. Состав и поли типы по данным авторов и работам (2, 3, 6, 7, 9).
1 - $2M_1$; 2 - $2M_1 + 2M_2$; 3 - $2M_2$; 4 - $3T$; 5 - $1M(3T)$; 6 - $1M$; 7 - многослойные поли типы

В предыдущей работе (¹) было показано, что в условиях, близких к равновесным, структурная модификация $2M_1$ устойчива в широком интервале составов высокоглиноземистых слюд типа мусковита, а модификация $1M$ стабильна во всем интервале составов литиево-железистых слюд. Таким образом, непрерывные изоморфные серии слюд возможны в широком интервале составов триоктаэдрических слюд от биотита до лепидолита и в области диоктаэдрических слюд от мусковита до литиевого мусковита и литиевого фенгит-мусковита со степенью заполнения октаэдрических позиций Y порядка 2,4—2,45.

В настоящем сообщении приводятся данные об изменении параметра b элементарной ячейки и оптических свойств слюд в системе мусковит — биотит — лепидолит (рис. 1–3). В общем случае параметры элементарной ячейки зависят от состава октаэдрической и тетраэдрической сеток слюды, а также типа межслоевых катионов⁽⁵⁾. Однако, принимая во внимание определяющую роль октаэдров в структуре слюды^(5–7) и взаимосвязь главных замещений в октаэдрах и тетраэдрах (например, $2R^{3+} \rightleftharpoons R^{2+} + Si$ и др.), главные закономерности изменения физических характеристик слюд системы мусковит — биотит — лепидолит рационально рассмотреть, используя диаграмму соотношений основных октаэдрических катионов в слюдах $Li-R^{2+}-R_{VI}^{3+}+Ti_{VI}$ ^(8–10).

На рис. 1 изолиниями показаны общие тенденции изменения параметра b в диоктаэдрических и триоктаэдрических слюдах. Зависимость параметра решетки слюд от состава, в самом первом приближении, имеет форму поверхности, наклоненной к областям составов литиево-глиноземистых слюд с заметным перегибом в области составов слюд серии фенгит-мусковит-цинвальд и т — протолитионит. В целом наиболее существенные изменения параметров характерны для литиево-железистых слюд серии биотид — лепидолит в связи с замещением атомов Mg, Fe и Al меньшими по размеру Li и Si ($1,5R^{2+} + Al_{IV} = 2Li + Si$)⁽⁹⁾. В значительно меньшей степени происходит изменение параметров в серии фенгит-мусковит — протолитионит — цинвальдит ($R_{VI}^{3+} - Li - R^{2+}$)⁽⁹⁾. Изоморфные замещения в серии мусковит — лепидолит слабо сказываются на изменении параметра b решетки⁽¹¹⁾. Принципиально иная общая ориентировка изолиний значений b в областях диоктаэдрических и триоктаэдрических слюд позволяет предполагать разрыв поверхности, характеризующей зависимость параметров элементарной ячейки слюд от их состава, в области составов промежуточных слюд и смешанных форм^(10, 12). Этот разрыв особенно велик в области составов малолитиевых слюд (серии мусковит — биотит). С увеличением содержания лития в слюдах (серии мусковит — лепидолит, фенгит-мусковит — протолитионит — цинвальдит) он заметно сужается.

Диаграмма рис. 1 имеет принципиальное сходство с диаграммой изменения оптических свойств слюд⁽⁸⁾, рис. 4), а диаграмма рис. 2 — с корреляционными диаграммами типа $Li-Y$ (сумма октаэдрических катионов в формульной единице слюды).

Известное сходство с последними имеет также диаграмма оптических свойств рассматриваемых слюд (рис. 3). На этой диаграмме достаточно четко выделяются поля слюд со структурой $1M$ (серия биотит — лепидолит) и $2M_1$ (мусковиты) с монотонным изменением оптических характеристик в сериях. При этом в связи с противоположным влиянием вхождения Li и (Mg, Fe) в структуру слюды на угол оптических осей и показатель преломления наблюдается частичное перекрытие полей фенгит-мусковита и литиевого фенгит-мусковита.

Поля более редких для рассматриваемых слюд модификаций $3T$, лепи-

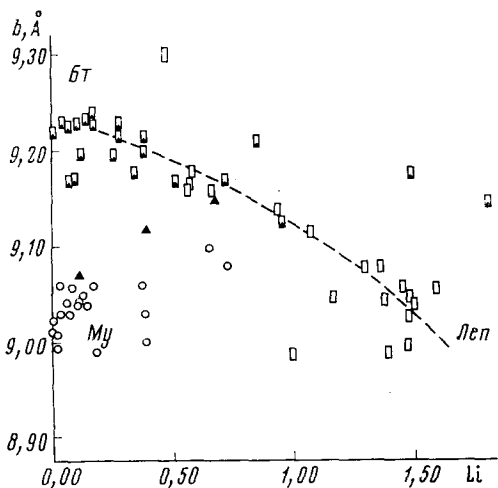
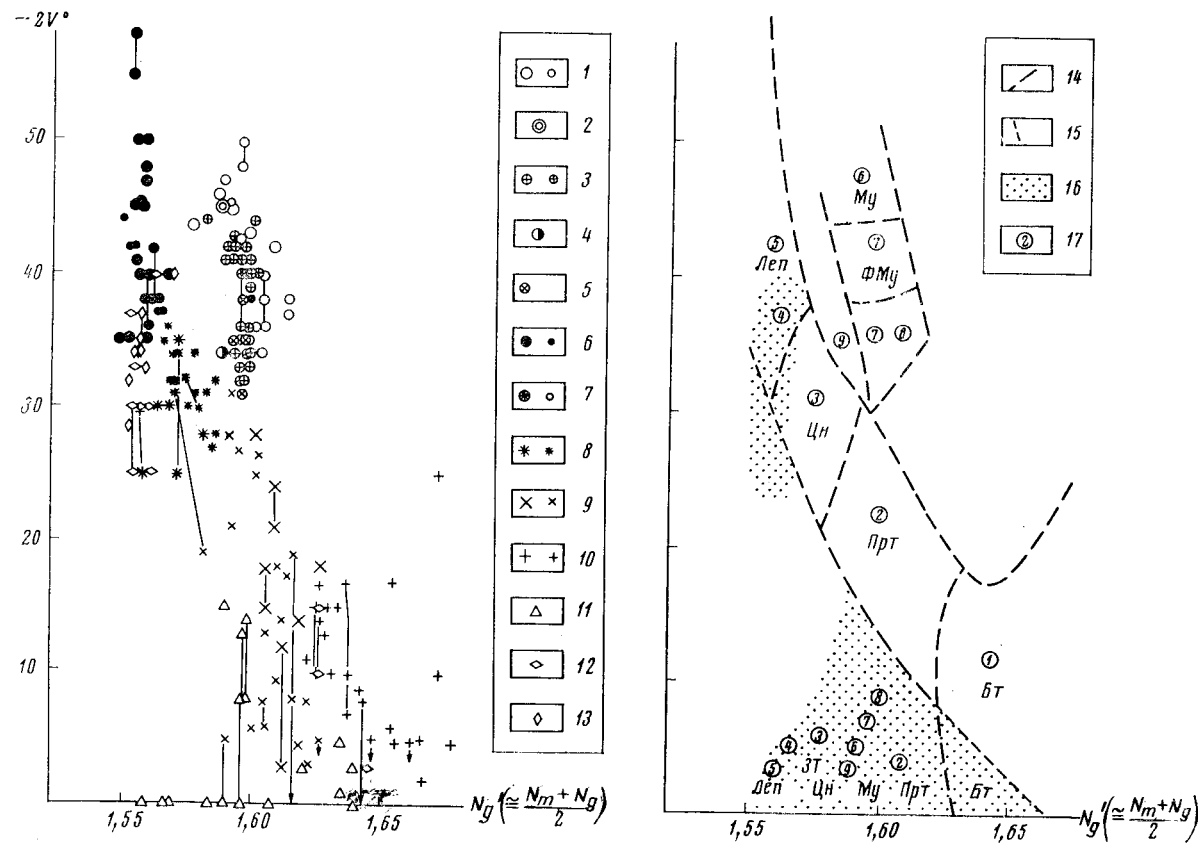


Рис. 2. Зависимость параметра b элементарной ячейки от содержания атомов лития в формульной единице слюды. Условные обозначения те же, что на рис. 1

Рис. 3. Зависимость угла оптических осей ($-2V$) и показателя преломления (N_g') слюд от их состава. Составы слюд: 1 — мусковит (Му), 2 — розовый мусковит (средние данные), 3 — фенгит-мусковит (ФМу), 5 — литиевый фенгит-мусковит (ЛиФМу), 6 — лепидолит (Леп), 7 — железистый лепидолит (Fe-Леп), 8 — циннвальдит (Цн), 9 — протолитиопит (Прт), 10 — биотит (Бт). Более крупными значками нанесены образцы с известной политипией ($2M_1$ — для диоктаэдрических слюд, $1M$ — для триоктаэдрических). Остальные образцы с известной политипией обозначены следующим образом: 11 — $3T$, 12 — $2M_2$, 13 — $2M_1$; 14 — границы полей разновидностей слюд; 15 — границы полей различных политипов одной и той же разновидности слюд или граница поля наиболее распространенной полиморфной модификации, перекрывающегося полями более редких политипов; 16 — поля более редких модификаций; 17 — поля составов слюд по (8). При составлении диаграммы (кроме образцов авторов) использованы данные (2-4), всего свыше 200 определений



долитов $2M_1$, $2M_2$ (¹) занимают несколько обособленное положение, смещаясь в область меньших значений — $2V$ по отношению к полям преобладающих разновидностей — высокоглиноземистых слюд $2M$, и литиево-железистых слюд $1M$. Это смещение, как и следовало ожидать, особенно значительно для модификаций $3T$: лепидолитов $3T$, циннвальдитов $3T$, мусковитов $3T$, протолитионитов $3T$, — что позволяет выделять их, а также случаи послынного двойникования слюд $1M$ из общей совокупности изучаемых слюд по данным предварительных оптических исследований.

Постепенное изменение параметров элементарной ячейки и оптических характеристик слюд свидетельствует о возможности существования непрерывных изоморфных серий диоктаэдрических и триоктаэдрических слюд в пределах областей их составов, где сохраняется стабильность типичных для каждого из типов слюд структурных модификаций ($2M_1$ и $1M$, соответственно). Таким образом, подтверждается возможность непрерывной серии триоктаэдрических слюд $1M$, биотит — лепидолит, и значительные пределы смесимости ди- и триоктаэдрических слюд. В слюдах серий мусковит — лепидолит и мусковит — биотит эти пределы близки к установленным ранее 2,45–2,6 и 2,2–2,7 соответственно (⁸, ⁹). В новой серии фенгит-мусковит — протолитионит — циннвальдит (⁹) предельные значения суммы октаэдрических катионов имеют величину порядка 2,4–2,6. Сопоставление данных по химическому составу (⁸, ¹³), структуре (¹), параметрам элементарной ячейки и оптики слюд системы биотит — мусковит — лепидолит показывает, что в природных условиях, как правило, существует разрыв смесимости между диоктаэдрическими и триоктаэдрическими слюдами.

Диаграммы рис. 3 и рис. 4 (⁸) позволяют также с достаточной для практических целей определенностью диагностировать слюды системы биотит — мусковит — лепидолит по их оптическим характеристикам.

Авторы благодарны Б. Б. Звягину за консультации и помощь в работе.

Институт геохимии
Сибирского отделения Академии наук СССР
Иркутск

Поступило
13 VI 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. В. Коваль, С. Б. Базарова, А. А. Кашаев, ДАН, т. 225, № 4, 914 (1975).
- ² S. B. Hendricks, M. E. Jefferson, Am. Mineral., v. 24, 729 (1939). ³ У. А. Дир, Р. А. Хауи, Дж. Зусман, Породообразующие минералы, т. 3, М., «Мир», 1966. ⁴ M. Rieder, A. Pichova et al., Mineral. Mag., v. 38, 190 (1971). ⁵ В. А. Дриц, В кн.: Эпигенез и его минеральные индикаторы, М., «Наука», 1971. ⁶ Н. В. Белов, Минерал. сб. Львовск. геол. об-ва, № 3, 1949. ⁷ P. M. Hasen, D. R. Wones, Am. Mineral., v. 57, № 1–2, 103 (1972). ⁸ П. В. Коваль, В. И. Коваленко и др., ДАН т. 202, № 5 (1972).
- ⁹ П. В. Коваль, С. А. Юрченко, Сб.: Вопросы минералогии горных пород и руд Восточной Сибири, Иркутск, 1972. ¹⁰ M. D. Foster, U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 354-E, 1960. ¹¹ А. И. Макрыгин, С. Б. Базарова, А. А. Кашаев, Ежегодник-1972 СибГЕОХИ, Иркутск, 1973. ¹² A. A. Levinson, Am. Mineral., v. 38, № 1–2 (1953). ¹³ П. В. Коваль, С. А. Юрченко, Д. Х. Николаева, Зап. Всесоюз. мин. об-ва, т. 92, в. 4 (1970).