

И. В. ГИНЗБУРГ, В. Н. КУДЕЛИН, А. И. ГОРШКОВ

СЕЛАДОНИТ КРИВОГО РОГА

Прожилки своеобразного зеленого минерала были обнаружены в керне одной из скважин района Шимановского карьера железистых кварцитов Кривого Рога. Образец этого минерала был направлен В. Н. Куделиным в Минералогический музей АН СССР имени А. Е. Ферсмана для определения. В ходе исследования предварительно по дебаеграмме (Е. П. Соколовой) и окончательно электронографически (А. И. Горшковым) установлена принадлежность данного минерала к селадониту.

Для Кривого Рога селадонит — новый минерал; к тому же он оказался эталонным, так как лишен примеси других слюдоподобных минералов. Выделяющиеся своей специфической зеленой окраской селадонитовые прожилки (мощностью 3—6 мм) пересекают типичный криворожский роговик, который вблизи прожилка содержит мелкие выделения селадонита. Внешне и в шлифах селадонит однороден, только с краев прожилков местами ожелезнен, карбонатизирован и от этого буроват; иногда содержит халцедон. Интересно сложение селадонитового агрегата, напоминающее поперечно-волокнистые текстуры прожилковых амфибол-асбестов. Макроскопически это выражается в распоряжении поверхностей свежего скола, а под микроскопом — в одинаковой ориентировке волокнистости, хотя отдельные волокна различимы. Вследствие этого оптические константы селадонита суммарные, характеризующие систему субпараллельных волоконцев.

Минерал оптически двуосный (—), погасание прямое; удлинение (+); $N_g = 1,644 \pm 0,003$; $N_p = 1,663 \pm 0,002$; плеохроизм по N_g изумрудно-зеленый, по $N_m = N_p$ желтовато-зеленый.

Минерал был исследован электронномикроскопическим и электронографическим методами. Просмотром под электронным микроскопом выявлена пластинчато-удлиненная форма частиц длиной до 10 μ и шириной 0,5 μ и менее (рис. 1). При электронографическом исследовании были получены электронограммы высокого качества от косых текстур. Четкое разделение рефлексов на всех эллипсах электронограммы свидетельствует о совершенстве структуры минерала. Анализ расположения и распределения интенсивностей рефлексов показал, что данный образец — диоктаэдрический слюдоподобный минерал модификации 1 М. При расчете была определена элементарная ячейка: $a = 5,22 \text{ \AA}$, $b = 9,04 \text{ \AA}$, $c = 10,10 \text{ \AA}$, $\beta = 100^\circ 50'$. По всем этим данным исследуемый минерал однозначно определяется как селадонит (Звягин, 1957).

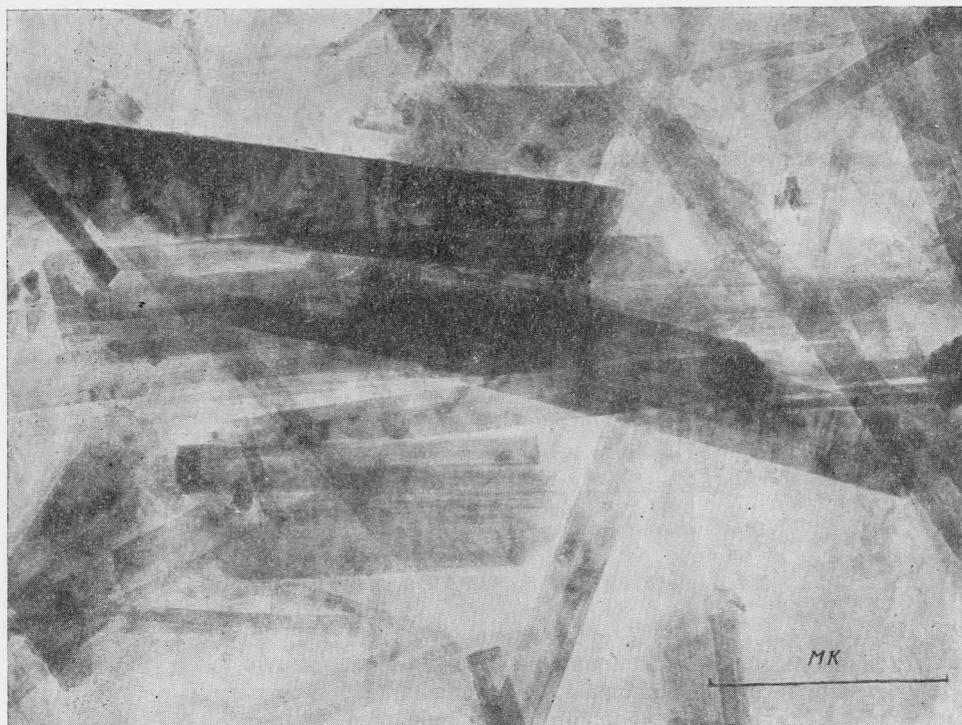


Рис. 1. Электронномикроскопический снимок участка препарата селадонита

Дебаеграмма селадонита (табл. 1) отвечает дебаеграмме селадонита из рентгенометрического определителя Михеева (№ 832).

Инфракрасный спектр поглощения селадонита (рис. 2) до деталей похож на ИК-спектр глауконитов, полученных Г. В. Юхневичем при

Таблица 1

Межплоскостные расстояния селадонита Кривого Рога

(Fe-нефильтрованное излучение; 35 kV, 12 mA;
 $D = 57,3$ мм, $d = 3$ мм)

$(d : n) \alpha$	I						
9,99	10	3,08	6	2,130	4	1,504	9
4,98	3	2,83	2	1,995	7	1,445	1
4,50	10	2,686	5	1,877	1	1,372	2
4,27	1	2,581	9	1,815	3	1,344	1
4,17	4	2,377	8	1,716	3	1,301	5
3,66	9	2,263	2	1,661	8	1,248	2
3,31	10	2,198	3	1,557	1	1,195	1

Снимок и расшифровка Г. А. Сидоренко.

тех же условиях (Юхневич и др., 1965). В частности, конфигурация кривой колебаний OH^- - и H_2O -групп, а также области кремне-кислородных тетраэдров изучаемого нами селадонита и глауконитов одинаковы. Полосы, отвечающие H_3O^+ , у селадонита отсутствуют. Из подобия контуров деформационных и валентных колебаний Si—O-тетраэдров селадонита и

глауконитов следует близость межатомных расстояний и сил взаимодействия между атомами в Si—O-тетраэдрах сравниваемых минералов. Это возможно при сходных интервалах состава и близкой степени упорядоченности Si—O-тетраэдров обоих из них. Значит, выведенная электронографически пропись анионной части селадонита $[\text{Si}_{3.6} \text{Al}_{0.4} \text{O}_{10.0}]$ (Звягин, 1957) может относиться только к определенному селадониту и ее необязательно распространять на остальные селадониты.

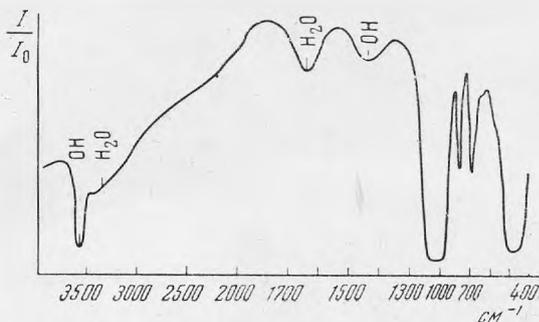


Рис. 2. Кривая инфракрасного спектра селадонита

Дифференциальная кривая нагревания селадонита (рис. 3) похожа на глауконитовую (Цветков, Вальяшихина, 1956) по присутствию двух эндоэффектов: потери адсорбционной воды H_2O при $\sim 80^\circ$ и потери гидроксильной группы OH при $\sim 580^\circ$. У селадонита обозначился еще экзоэффект окисления железа при $350\text{--}450^\circ$ и два неизвестных у глауконитов эндоэффекта при 930 и 1240° , природа которых не выяснена. Вероятно, первый из них отражает изменение кристаллической структуры, второй — ее распад.

Селадонит, подготовленный на химические анализы Н. В. Куделиным, из одной навески, разделенной пополам, оказался загрязненным.

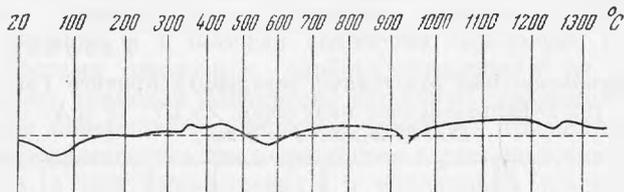
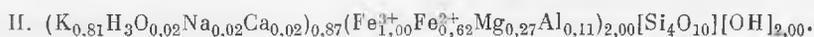
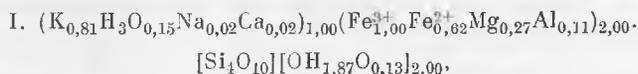


Рис. 3. Кривая нагревания селадонита
(получена Н. Ф. Соловьевой)

В пробе 1 (см. анализ 1 в табл. 2) после тонкого измельчения обнаружилась примесь карбонатов и гидроокислов железа; проба 2 (анализ 2) была очищена от этих примесей кипящей HCl , но, как следует из расчета, получила избыток SiO_2 извне (при обработке HCl или в ходе анализа).

Несмотря на загрязненность проб, была сделана попытка рассчитать формулу криворожского селадонита из типовой его формулы: $\text{A}_1\text{B}_2[\text{Z}_4\text{O}_{10}]\text{OH}_2$, где $\text{A}—\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}, \text{H}_3\text{O}$; $\text{B}—\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Ti}$; $\text{Z}—\text{Si}, \text{Al}$. Анализ 1 из-за того, что были неизвестны состав карбонатов, соотношения и количества окислов и гидроокислов железа, не поддался сколько-либо приемлемому расчету. Анализ 2, хотя и небезупречный, удалось рассчитать на основе $\text{B} = 2$; остальные основы $\text{Z} = 4$ и

Z + B = 6 совсем не подошли. Из вычислений получен избыток Si = 1,59, т. е. 17,64 вес. % SiO₂, соответствующий разнице (в вес. %) SiO₂ между данными анализов 1 и 2 (62,14 — 17,64 = 44,50) и указывающий на то, что в анализе 2 должно быть 44,50 SiO₂. В итоге выведены следующие варианты формулы изученного селадонита:



Незначительные количества H₃O, указанные в формуле селадонита, могли не проявиться на кривой его ИК-спектра. Отсутствие Al в радикале формулы свидетельствует о возможном существовании чисто силикатных селадонитов (без Al в тетраэдрах).

Таблица 2

Химический состав селадонита из Кривого Рога *
(вес. %)

Анализ	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	CO ₂	Сумма
1	44,50	0,03	0,95	26,88	9,20	0,06	2,80	0,49	6,16	0,12	5,35	3,00	99,54
2	62,14	0,04	1,14	14,48	8,26	0,07	2,00	0,17	7,08	0,08	4,65	—	100,11

Аналитики: 1 — М. И. Попова, 2 — А. А. Ласковец.

* Спектральным методом больше никакие элементы не найдены. Микроанализом установлены следы Cr₂O₃ (аналитик Р. Л. Телешева).

Селадонит в Кривом Роге, по-видимому, не такой уже редкий минерал. Так, в Шимановском карьере В. Н. Куделин недавно нашел пластинчато-листоватые выделения селадонита на плоскостях трещиноватости роговика.

Проведено сопоставление селадонита Кривого Рога с другими зелеными слюдоподобными минералами железистых кварцитов, родственных им и сопровождающих их горных пород по литературным данным. При этом обнаружилась близость нашего селадонита к так называемой «зеленой слюде» (Судовикова, 1956; Никольский, 1956; Елисеев и др., 1961) или «кмаиту» (Илларионов, 1961). Селадонит, с одной стороны, «зеленая слюда» и «кмаит» — с другой сходны по условиям нахождения, оптическим константам, валовому химическому составу,¹ главным эффектам термограмм, но несколько отличаются по дебаеграммам и вычисленным по ним параметрам ячейки. Учитывая это, а также выявленные благодаря успехам электронографии и рентгенографии явления срастания разнообразных листовых силикатов, имеющие широкое распространение в природе, мы выражаем сомнение в правильности определения и мономинеральности агрегатов, описанных как «зеленая слюда» и «кмаит». Не исключено участие селадонита в названных выше минералах (если некоторые из них не окажутся чистыми селадонитами).

¹ Близость химизма селадонита и «зеленой слюды» КМА отмечалась ранее (Фостер, 1959).

ЛИТЕРАТУРА

- Звягин Б. Б. Электронографическое определение структуры селадонита. — Кристаллография, 1957, ч. 2, № 3.
- Илларионов А. А. Зеленая слюда — новый минерал железистых кварцитов Михайловского месторождения КМА. — В кн. «Вопросы разработки месторождений Курской магнитной аномалии». Изд-во АН СССР, 1961.
- Елисеев Н. А., Никольский Н. П., Кушев В. Г. Метасоматиты Криворожского рудного пояса. Изд-во АН СССР, 1961.
- Никольский Н. П. Метасоматиты железистых кварцитов восточной части Украинского кристаллического массива и вопросы генезиса богатых железных руд. — Советская геология, 1956, № 50.
- Судовикова Е. Н. Зеленая слюда железорудной толщи КМА. — Записки Всес. мин. об-ва, 1956, ч. 85, № 4.
- Фостер М. Д. Зеленая слюда железорудной толщи КМА. — Записки Всес. Мин. об-ва, 1959, ч. 88, вып. 6.
- Цветков А. И., Вальяшихина Е. П. Материалы по термическому исследованию минералов. III. Слюды. — Труды ИГЕМ, вып. 4, 1956.
- Юхневич В. Г., Казаков Г. А., Карякин А. В. Форма водородных соединений кислорода в глауконитах и их связь с выделением аргона. — В кн. «70 лет академику А. П. Виноградову». Изд-во «Наука», 1965.