

К ВОПРОСУ ДИАГНОСТИКИ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ СЕРПЕНТИНА

П. В. Хворов, Е. В. Белозуб

Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, khvorov@mineralogy.ru

В группе серпентинитов выделяют три основные разновидности, различающиеся по степени деформации решетки и морфологии: хризотил, лизардит и антигорит. Минералы группы принадлежат к слоистым силикатам, в структуре которых чередуются сетки кремнекислородных тетраэдров и октаэдров, в центре которых находится магний, а координационный полиэдр представлен концевыми атомами кислорода из силикатных тетраэдров и гидроксильными группами. Существует несоответствие размеров тетраэдрической и октаэдрической сеток, которое компенсируется либо цилиндрической формой кристалла у хризотила, либо его высокой дефектностью и примесями у лизардита, либо наномозаичным строением кристаллов, в которых пакеты развернуты на 180 градусов по отношению к оси С. Разновидности серпентинитов образуют несколько политипных модификаций и характеризуются незначительными отличиями порошковых дифрактограмм, тем меньших, чем менее упорядочена структура [Wicks, O'Hanley, 1988].

Диагностика серпентина до разновидностей необходима при решении различных геологических и технологических задач. Для этого применяются различные методы, самым надежным из которых до сих пор является оптический, который довольно трудоемок, требует высокой квалификации петрографа и не позволяет анализировать усредненные пробы. Очевидно, что для решения массовых задач использование монокристалльной дифрактометрии и электронной микроскопии высокого разрешения также невозможно. В случае смесей (а таких большинство среди природных объектов) прямое использование метода порошковой дифрактометрии дает весьма противоречивые результаты. Однако, известна различная устойчивость разновидностей серпентина к действию соляной кислоты [Дир и др., 1966].

В целях постановки надежного и экспрессного метода диагностики серпентинитов авторы вернулись к методике селективного травления. Пробы обрабатывались соляной кислотой разной концентрации в течение разного времени на водяной бане, после каждой стадии обработки получены дифрактограммы. Обзорные дифрактограммы сняты на приборе SHIMADZU XRD-6000, Cu-анод, графитовый монохроматор, препарат готовился методом набивки в кювету; съемка протравленных образцов проводилась на автоматизированном дифрактометре ДРОН-2.0, Cu-анод, графитовый монохроматор, препарат готовился нанесением суспензии на обратную сторону кюветы.

Хризотил. Для исследования взято два хризотила с Асбестовского месторождения – ломкий (фонды музея ИГЗ) и нормальной прочности (колл. А.С. Варлакова). Дифрактограммы, в целом, сходны, но отражения нормального хризотила более широкие и более интенсивные по отношению к фону, чем у ломкого (рис.). На одном из образцов присутствуют отражения карбоната. Ранее было показано, что ломкие хризотилы обнаруживают меньшее совершенство структуры по сравнению с хризотилами нормальной прочности [Ковалев, 1966]. Пробы обрабатывались 1н соляной кислотой на водяной бане с разной экспозицией (табл.). Оказалось, что уже после 5 мин. обработки горячей кислотой интенсивность первого базального отражения уменьшается, а после 45 мин. оно исчезает. Химическое поведение ломкого и нормального хризотилов одинаково.

Лизардит. При выборе образца для исследования возникли трудности, связанные с редкостью чистых, подтвержденных оптическими исследованиями, лизардитов – практически всегда эта разновидность серпентина ассоциирует с другими. Образец апокарбонатного лизардитового серпентина был предоставлен Г. Г. Кораблевым. Обзорная

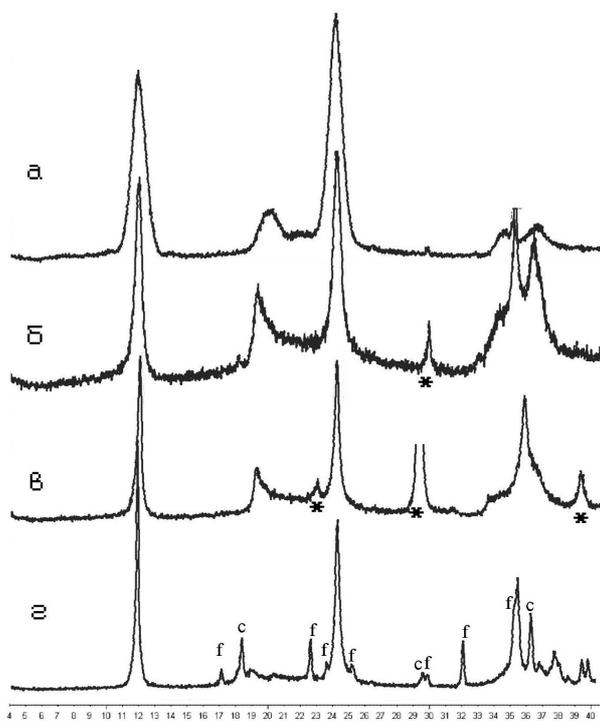


Рис. Фрагменты дифрактограмм разновидностей серпентинов: а – нормальный хризотил, б – ломкий хризотил, в – лизардит, г – антигорит. Отмечены отражения минеральных примесей: * – кальцит, f – форстерит, c – хромит.

дифрактограмма показала присутствие кальцита (рис.), который был удален действием холодной 1н кислоты в течение 1 мин. Обработка горячей соляной кислоты различной концентрации показала, что только использование 3н кислоты приводит к полному разложению лизардита, хотя уменьшение интенсивности первого базального отражения было достигнуто после 1 часа обработки 1 н и 2 н кислотами (табл.).

Антигорит. Подавляющее большинство серпентинитов нашего региона представлено антигоритом, поэтому трудностей с выбором материала не возникло. Изучен аподунитовый антигоритовый серпентинит. Порошкограмма содержит также отражения реликтового форстерита и хромита (рис.). Травление даже 5н горячей соляной кислотой не привело к полному разрушению структуры антигорита, хотя при травлении 4н кислотой наблюдается снижение интенсивности базального отражения (табл.).

Таблица

Поведение серпентинов при обработке горячей соляной кислотой

Характеристика образца	Исходная проба	Концентрация кислоты				
		1н	2н	3н	4н	5н
хризотил нормальный	7.3	1	н.опр.	н.опр.	н.опр.	н.опр.
хризотил ломкий	2.6	1	н.опр.	н.опр.	н.опр.	н.опр.
лизардит	12.3	6.5	2.3	1	н.опр.	н.опр.
антигорит	120	120	110	н.опр.	80	60

Примечание: цифра обозначает отношение интенсивности отражения (001) к фону, 1 – отражение отсутствует, н.опр. – не определялось.

Таким образом, разновидности серпентиновых минералов значительно отличаются устойчивостью к воздействию горячей соляной кислоты. Использование двухстадийного травления 1н и 3н горячей соляной кислотой с получением дифрактограмм на каждой стадии позволяет надежно различить разновидности серпентиновых минералов в смеси. Опытным путем определен оптимальный режим химической обработки. Методика является экспрессной и простой в исполнении, дает контрастные результаты и возможность анализировать усредненные пробы. Применение метода внутреннего эталона целесообразно для количественной оценки содержания разновидностей серпентинов в смесях.

Литература

- Дир В. А., Хаун Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т. 3. Листовые силикаты. М.: Мир, 1966. 318 с.
 Ковалев Г. А. Рентгеновское исследование хризотил-асбестов // Записки ВМО, 1966. Ч. 95. Вып. 1. С. 70–74.
 Wicks F. J., O'Hanley. Serpentine minerals: structure and petrology // Hydrous phyllosilicates. Review of mineralogy. V. 19. Mineralogical society of America, 1988. 725 p.