

УДК 549.623.75+552.321.6(571.15)

МИНЕРАЛОГИЯ

Р. В. КОЛБАНЦЕВ

ЛИЗАРДИТ В УЛЬТРАОСНОВНЫХ ПОРОДАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 20 VII 1970)

Петрография ультраосновных пород Алтае-Саянской складчатой области изучена достаточно подробно. В то же время в литературе по этому региону еще не нашли должного отражения достижения последних лет в изучении минералогии серпентинов. Речь идет о разновидности серпентина, впервые описанной более полувека тому назад нашим соотечественником Н. К. Высоцким ⁽⁵⁾. После установления ее кристаллической структуры и выделения в качестве самостоятельного минерального вида под названием лизардита ⁽⁷⁾ была обнаружена весьма важная роль этого минерала ⁽⁴⁾. Исследования лизардита привели к большей ясности в вопросе о стадийности серпентинизации. Выяснилось, что серпентинизация ультраосновных пород начинается, как правило, с лизардитизации первой стадии, за которой следуют лизардитизация второй стадии, хризотилизация, антигоритизация, образование жил хризотил-асбеста ^(3, 4).

Таблица 1

Лизардит I генерации					Лизардит II генерации, Актовракский массив				
Иджимский массив, обр. № 70и			Актовракский массив, обр. № 91та		обр. № 023та/1		обр. № 74та/1		
hkl	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	
201	87	2,504	53	2,498	60	2,493	59	2,494	
202	26	2,141	18	2,149	13	2,144	18	2,146	
203	17	1,791	8	1,794	7	1,794	—	—	

Нежелание некоторых исследователей ⁽⁶⁾ согласиться с существованием лизардита может создать неверное впечатление о его распространенности. Тем не менее, широкое (вероятно, повсеместное) развитие лизардита в ультраосновных породах доказывается растущим числом публикаций зарубежных и советских исследователей об установлении этого минерала в породах различных районов.

Автору при изучении в 1966—1969 гг. асбестоносности ультраосновных пород Алтае-Саянской области также довелось убедиться не только в существовании лизардита, но и в важнейшей его роли при серпентинизации и формировании месторождений хризотил-асбеста. Из 30 с лишним изучавшихся массивов ультраосновных пород только в четырех, сложенных лиственитами и талько-карбонатными породами, не было обнаружено лизардита. Во всех остальных он оказался развитым весьма широко.

В большинстве случаев лизардит легко устанавливается в шлифе по оптическим свойствам ^(1, 2). В отличие от хризотила и антигорита — это одноосный, оптически отрицательный минерал с отрицательным удлинением. Правильность диагностики подтверждена результатами электронно-микроскопических (в отличие от хризотила, лизардит не образует волокон) и рентгеноструктурных исследований. В табл. 1 приведены межплоскостные расстояния характерных линий лизардита ^(2, 7), отличающих его от хризотила и антигорита.

Наблюдаются две генерации лизардита, соответствующие двум начальным стадиям серпентинизации. Первая по времени (наиболее ранняя среди разновидностей серпентина) представлена шнурами (прожилками) шириной от 0,001 до 0,25 мм, образующими характерную петельчатую структуру. Шнуры лизардита развиваются внутри отдельных зерен оливина или по их границам, а нередко секут сразу несколько зерен. Реже наблюдаются шнуры, развивающиеся в ортопироксене (Актовракский, Хопсекский массивы). Лизардит первой генерации иногда выполняет тонкие (0,001—0,03 мм) трещинки в хромшпинелиде (Хопсекский, Иджимский массивы).

По оси шнуров часто проходит тонкая магнетитовая просечка. Нередко заметно поперечно-пластинчатое строение шнуров, которое раньше принималось за волокнистость (из-за чего этот лизардит и определялся обычно как хризотил). Поперек шнуров всегда ориентирована N_p . Шнуры лизардита в шлифе бесцветны или обладают слабой окраской с плеохроизмом от светло-зеленого по N_g до желтоватого по N_p . Показатели преломления колеблются в пределах: $N_g = 1,560—1,563$; $N_p = 1,554—1,557$; $N_g - N_p = 0,004—0,008$.

Состав лизардита первой генерации из гардбургита Актоврацкого массива (вес. %): SiO_2 41,68; TiO_2 сл.; Al_2O_3 1,02; Fe_2O_3 2,29; FeO 1,37; MnO 0,07; MgO 40,15; CaO 0,89; H_2O^+ 12,37; P_2O_5 0,05.

По данным трех химических анализов минерал содержит (%): Fe_2O_3 2,50—5,33; Cr_2O_3 0,05—0,14; Ni 0,11—0,21 и Co 0,008—0,010.

Лизардит первой генерации представляет собой наиболее широко распространенную разновидность серпентиновых минералов. В каждом из изучавшихся массивов он развит по всей площади выходов ультраосновных пород. В центральных частях крупных массивов (Иджимский, Улорский, Верхне-Тарлашкинский, Агардагский), где породы серпентинизированы весьма слабо, шнуры лизардита все же постоянно присутствуют, составляя не менее 2—3% площади шлифа. Шнуры при этом обычно тонкие (преобладающая ширина 0,007—0,015 мм) и слагают петли 0,05—0,3 мм в поперечнике.

По мере приближения к контактам массивов наблюдается увеличение содержания в породе лизардита первой генерации. В одних случаях при этом происходит уменьшение размеров петель до 0,03—0,05 мм (восточная и западная части Актоврацкого массива, Хонделенский массив), но шнуры остаются сравнительно тонкими. В других местах (центральная часть Актоврацкого массива, Тейлерский, Хопсекский, Шуйский массивы) шнуры становятся более широкими, а размеры петель существенно не меняются.

Для приконтактных зон массивов характерны широкие (0,03—0,25 мм) сближенные шнуры, слагающие до 90—95% площади шлифа (Актовракский, Иджимский, Хопсекский, Эдыгейский массивы). При этом шнуры обычно прямолинейны и нередко располагаются параллельно друг другу. В иных случаях наблюдаются две системы примерно взаимоперпендикулярных шнуров.

Характерной чертой лизардита первой генерации является неравномерность его распределения. В местах почти полного замещения им породы встречаются участки, где шнуры лизардита слагают не более 40—50% площади шлифа. Вместе с тем, в центральных частях массива среди слабо лизардитизированных пород наблюдаются участки, где содержание лизардита первой генерации достигает 80—90%. Так, например, реликты пород, сложенных преимущественно шнурами лизардита, встречаются в осевых частях сложных отороченных жил хризотил-асбеста, залегающих среди слабо серпентинизированных гардбургитов (Актовракский, Иджимский массивы). Иногда резко неравномерное замещение породы лизардитом первой генерации устанавливается в пределах одного шлифа: зонки шириной 0,5—3,0 мм, почти нацело сложенные широкими шнурами лизардита,

чередуются с такими же или более широкими зонками, где тонкие шнуры составляют 40—60%. В ряде случаев (Иджимский, Агардагский массивы) наблюдается приуроченность подобных полосок интенсивной лизардитизации к зонкам катаклазированной породы. В смежных участках, слабо катаклазированных или совсем не подвергшихся катаклазу, видны значительно более редкие и тонкие шнуры лизардита.

Отмеченные особенности, очевидно, указывают на то, что в начальный период процесса серпентинизации — в течение лизардитизации первой стадии изменение ультраосновных пород происходило в результате воздействия на них серпентинизирующих растворов, поступавших от периферии к центру массива. Более интенсивная лизардитизация охватывала участки более высокой проницаемости: вдоль трещин контракции, по зонам дробления и рассланцевания. С точки зрения химизма процесс «петельчатой» лизардитизации, видимо, отвечал гидратации, не сопровождавшейся существенным выносом вещества, и протекал с некоторым увеличением объема (растрескивание зерен хромшпинелида с залечиванием трещин лизардитом, преимущественное развитие шнуров лизардита в зонах трещиноватости и дробления).

Лизардит второй генерации представлен псевдоморфозами по оливину и ортопироксену. Случаев замещения им лизардита первой генерации не наблюдалось. В связи с таким избирательным замещением пород морфогенетические особенности выделений лизардита второй генерации и его распространение в массивах зависят от развития шнуров раннего лизардита. В мелких, полностью серпентинизированных массивах описываемая разность лизардита наиболее широко распространена в их центральных частях, а в более крупных — между краевыми зонами преимущественного развития лизардита первой генерации и внутренними зонами преобладания слабо лизардитизированных пород. Содержание лизардита второй генерации лишь в редких случаях превышает 70—75% (Мало-Аянгатинский, Хопсекский, Шалапский массивы), обычно же он присутствует в породе в равных количествах с лизардитом первой генерации или уступает последнему.

Псевдоморфозы лизардита по оливину в шлифе бесцветны или обладают очень слабой светло-зеленой или желтоватой окраской; иногда замутнены тонкой магнетитовой пылью (Шалапский массив). Показатели преломления их несколько ниже, чем у лизардита первой генерации ($N_g = 1,558$; $N_p = 1,553$).

Псевдоморфозы по оливину обычно обладают конвертоподобной структурой, благодаря ориентировке пластинок лизардита в каждой ячейке по двум взаимоперпендикулярным направлениям. Изредка (Шалапский, Хопсекский массивы) наблюдается лизардит с низким двупреломлением до почти изотропного с секториальным угасанием.

Лизардит второй генерации из аподунитового серпентинита Шалапского массива имеет следующий состав (вес.%): Al_2O_3 39,69; TiO_2 сл.; Al_2O_3 0,16; Cr_2O_3 0,22; Fe_2O_3 1,53; FeO 0,83; MnO 0,07; MgO 43,43; NiO 0,25; CoO 0,014; CaO 0,60; Na_2O 0,04; K_2O 0,06; H_2O^+ 13,12.

Гомоосевые псевдоморфозы лизардита по ортопироксену (бастит) достаточно хорошо известны по многочисленным описаниям. В шлифе они бесцветны, показатели преломления колеблются в следующих пределах: $N_g = 1,560—1,565$; $N_p = 1,551—1,557$; $N_g - N_p = 0,007—0,009$. По данным трех химических анализов, бастит содержит (%): Fe_2O_3 вал 1,80—2,30; Cr_2O_3 0,28—0,32; Ni 0,14—0,15 и Co 0,008—0,015.

Развитие лизардита второй генерации, так же как и шнуров лизардита первой генерации, не охватывало равномерно всю массу пород. В центральных, слабо серпентинизированных частях массивов (где лизардит второй генерации обычно отсутствует) удастся наблюдать отдельные участки полностью лизардитизированных (в значительной степени во вторую стадию) пород. Нередко они представляют собой маломощные (первые деци-

метры) зоны, к которым впоследствии было приурочено образование жил хризотил-асбеста. Можно предположить, что и во вторую стадию лизардитизации имело место проникновение растворов от периферии к центру массивов вдоль трещин и зон повышенной проницаемости, уже использовавшихся в первую стадию.

Вторую стадию лизардитизации, вероятно, можно отождествлять с процессом метасоматического выщелачивания, протекавшего без заметного изменения объема. Об этом свидетельствует сохранение формы и размеров замещаемых зерен оливина и ортопироксена, а также отсутствие разрывов окаймляющих их шнуров лизардита. На более значительную миграцию вещества при образовании лизардита второй генерации указывает его химический состав (более низкое, чем в лизардите первой генерации, содержание железа).

Изучение ультраосновных массивов Алтае-Саянской области показало, что некоторые особенности проявления поздних стадий серпентинизации, а также размещение, размеры и структура месторождений хризотил-асбеста в определенной мере обусловлены особенностями лизардитизации пород. В частности, интенсивная хризотилизация наблюдается лишь в массивах, не полностью охваченных лизардитизацией. К ним же приурочены месторождения и наиболее крупные проявления хризотил-асбеста региона: Актювское, Саянское, Ильчирское, Кускунгское, Комсомольское, Кедровское, Топчульское, Кызылтейское и др. Вместе с тем, в массивах, подвергшихся полной лизардитизации, хризотил-асбест либо не встречается (Верхне-Сунгайский, Тейлерский, Шуйский, Перевальный, Красная Горка и большинство мелких тел), либо присутствует в виде единичных жилок и маломощных зон просечек (Тесхемский, Хонделенский, Кодейский). Хризотилизация в таких массивах обычно не проявлена.

В пределах месторождений хризотил-асбеста наиболее богатые текстильным волокном участки располагаются в зонах перехода от пород, нацело замещенных лизардитом обих генераций, к слабо лизардитизированным породам. Зоны повышенной интенсивности лизардитизации среди гарцбургитов, впоследствии хризотилизованные, непосредственно вмещают отороченные жилы хризотил-асбеста. Серпентиниты, сформировавшиеся в первую стадию лизардитизации (почти нацело сложенные лизардитом первой генерации), редко испытывают хризотилизацию и обычно не содержат хризотил-асбеста. Таким образом, локализация асбестовых залежей и их участков, обогащенных текстильным волокном, в значительной мере определяется распределением в пределах массива лизардита первой генерации.

Отмеченные закономерности указывают на необходимость детального изучения петрографии ультраосновных пород с обязательным установлением особенностей развития в них лизардита.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

Поступило
15 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Р. Артемов, Г. А. Ковалев, В. Н. Кузнецова, Зап. Всесоюзн. мин. общ., 93, в. 3 (1964). ² В. Р. Артемов, Г. А. Ковалев, Месторожд. хризотил-асбеста СССР, 1967. ³ В. Р. Артемов, В. Н. Кузнецова, Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании, 1966. ⁴ В. Р. Артемов, В. Н. Кузнецова, Месторожд. хризотил-асбеста СССР, 1967. ⁵ Н. К. Высоцкий, Тр. Геол. комит., нов. сер., в. 62 (1913). ⁶ Н. Д. Соболев, Сов. геол., № 7 (1968). ⁷ E. I. W. Whittaker, I. Zussman, Min. and J. Mineral. Mag., 31, № 233 (1956).