

С. Б. Абовян

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЛИСТВЕНИТОВ АРМЯНСКОЙ ССР И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Листвениты на территории Армянской ССР широко развиты среди массивов ультрамафитов, которые вместе с мафитами входят в состав двух дугообразных офиолитовых поясов – Севанского и Вединского. Они продолжают на СЗ в Турцию и на ЮВ – в Иран и являются, таким образом, частью обширной цепи офиолитов Средиземноморской геосинклинальной области.

Мафит-ультрамафитовые породы слагают массивы различных размеров – от нескольких десятков квадратных метров до 75 кв. км. и более. В большинстве случаев массивы имеют линзо-, дайко- и пластобразную формы, вытянутые в СЗ – общекавказском направлении, согласно с общим простиранием вмещающих вулканогенно-осадочных толщ офиолитовых поясов. Как правило, мафит-ультрамафитовые массивы многофазные и имеют сложный состав. В их строении в различных количественных взаимоотношениях участвуют ультрамафиты и мафиты. В целом ультрамафиты (70%) преобладают над мафитами (30%). Ультрамафиты представлены главным образом перидотитами (96%), реже дунитами (3%) и пироксенитами (1%), которые в различной степени серпентинизированы. По своим главнейшим особенностям мафит-ультрамафитовые породы относятся к типичным представителям "альпинотипных" комплексов Е. Д. Джексона и Т. П. Тайера (1972).

Преимущественное развитие листвениты имеют в Севанском поясе. Хотя в общей массе пород пояса удельный вес лиственитов невелик, однако правильное определение их геолого-структурного положения и происхождения имеет важное значение для выяснения их металлогенической роли и возрастного положения массивов ультрамафитов.

Листвениты отдельных участков пояса рассмотрены в работах А. Г. Бетехтина (1937, 1953), С. Б. Абовяна (1961), М. А. Кашкая и Ш. И. Аллахвердиева (1965), Л. С. Меликяна и др. (1967), Г. С. Арутюняна (1967) и Г. А. Саркисяна и Г. С. Арутюняна (1968).

Распространение лиственитов и их морфологические типы

В Севанском поясе листвениты развиты (с СЗ на ЮВ) на Мумухан-Красарском, Кармракарском массивах, Желто- и Чернореченском

и Катнахпур-Карахачском группах массивов, Восточно-Шоржинском, Джил-Сатанахачском и Караиман-Зодском мафит-ультрамафитовых массивах.

На Мумухан-Красарском массиве листвениты оконтуривают с южной стороны ультрамафиты, располагаясь на контакте последних с известняками кампана-маастрихта и нижнего эоцена. Ширина выхода полосы лиственитов составляет 20 м. На Кармракарском массиве они также развиты вдоль южного контакта ультрамафитов с известняками нижнего коньяка в виде полосы шириной в 15 м. Среди Желто- и Чернореченских дайкообразных тел листвениты развиты с северной стороны вдоль контакта ультрамафитов с известняками нижнего эоцена. Ширина выхода лиственитов от 5 до 15 м. С южной стороны ультрамафиты граничат с порфиритами эоцена и листвениты отсутствуют. Большинство выходов ультрамафитов Катнахпур-Карахачской группы массивов расположено среди известняков нижнего мела и обычно на контактах между ними развиты листвениты, ширина выхода которых колеблется от 1 до 8 м. На Восточно-Шоржинском массиве листвениты в виде гигантской реакционной каймы шириной от 1 до 15 м прослеживаются всюду вдоль контакта ультрамафитов с известняками кампана-маастрихта и нижнего эоцена. На Джил-Сатанахачском и Караиман-Зодском массивах листвениты развиты в виде полосы шириной от 3 до 30 м вдоль южного контакта ультрамафитов с известняками кампана-маастрихта. С северной стороны ультрамафиты граничат с габбро и вулканогенно-осадочными породами коньяка-сантона. На контакте с последними листвениты отсутствуют.

В редких случаях на Джил-Сатанахачском и Караиман-Зодском массивах встречаются листвениты и внутри ультрамафитовых участков, вдали от современных их контактов с известняками. Они чаще слагают тела неправильной формы, повторяющие неровности поверхности массивов, реже вытянуты в виде различно ориентированных полос. Такие лиственитовые выходы рассматриваются нами как апикальные части массивов, где известняки кровли размыты. Геолого-разведочные работы, проведенные на таких участках (Джил, Бабаджан, Дара), показали, что эти породы залегают в виде маломощной покрывки и с глубиной постепенно переходят в ультрамафиты аналогично тому, как это происходит в контактовых частях массивов.

Еще реже листвениты встречаются среди известняков в виде вытянутых в субширотном направлении тел (к югу от Восточно-Шоржинского и Джил-Сатанахачского массивов). Находки внутри этих тел линзообразных выходов серпентинизированных ультрамафитов указывают на генетическую связь между этими породами. Они представляют апикальные части едва вскрытых среди известняков массивов ультрамафитов, имеющих более крупные размеры на глубине.

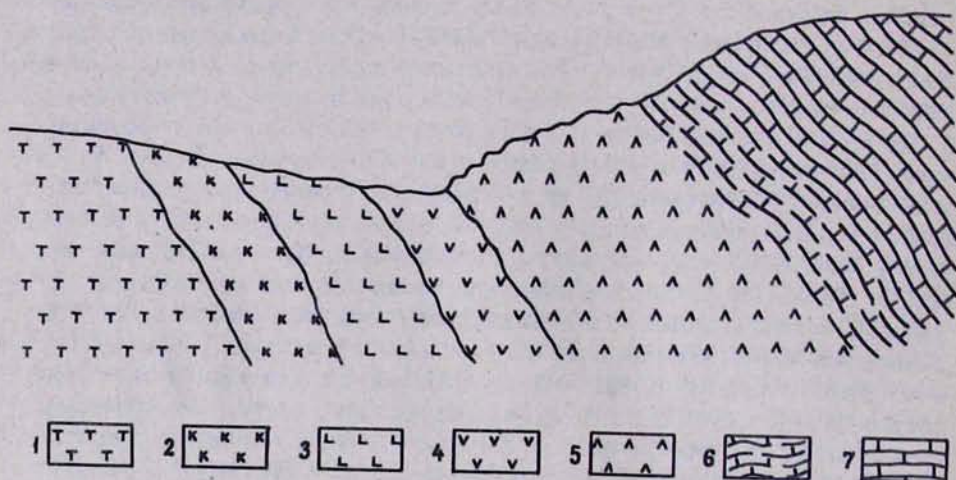
В Вединском поясе листвениты отсутствуют, так как массивы ультрамафитов в большинстве своем размещены среди вулканогенной толщи нижнего коньяка.

Из вышеизложенного ясно, что все рассмотренные листвениты развиваются преимущественно в виде реакционной каймы ("реакционные" листвениты) вдоль контакта ультрамафитовых массивов с вмещающими известняками, хотя и образуют три различных морфологических типа. Из них наибольшее развитие имеют крутопадающие те-

ла жиллообразной формы, повторяющие боковые или вертикальные контакты массивов, значительно реже — тела неправильной формы внутри массивов, повторяющие неровности верхних или апикальных частей массивов (останцы кровли) и еще реже — субширотные полосы среди известняков, фиксирующие контакты апикальных частей слабо вскрытых ультрамафитовых массивов.

Состав лиственитов и связанных с ними пород

На контакте массивов ультрамафитовых пород с известняками развивается ряд разновидностей пород, связанных между собой постепенными переходами и отвечающих различным стадиям единого аутометаморфического процесса: серпентиниты — карбонатизированные серпентиниты — серпентино-карбонатные породы — тальк-карбонатные породы — листвениты (кварц-карбонатные породы) — доломиты и доломитизированные известняки — известняки. Из них наибольшее развитие имеют листвениты, представляющие конечный продукт изменения ультрамафитов (рис. 1).



Фиг. 1. Зарисовка контакта ультрамафитового массива с известняками (обобщенная). 1. Серпентинизированные ультрамафиты и серпентиниты. 2. Карбонатизированные серпентиниты. 3. Серпентино-карбонатные породы. 4. Тальк-карбонатные породы. 5. Листвениты. 6. Доломиты и доломитизированные известняки. 7. Известняки и мергели.

Серпентиниты развиты в различной степени среди ультрамафитовых пород всех массивов. Они представляют собой массивные зеленовато-серые, зеленые, черные, реже бурые, иногда пятнистые

породы, обладающие местами сланцеватым строением. Для них характерно отсутствие какой-либо реликтовой структуры, позволяющей определить первоначальный состав материнской породы. Реже отмечается петельчатая и сложнопетельчатая структуры. Из разновидностей серпентиновых минералов присутствуют хризотил, лизардит, антигорит, реже серпофит; из рудных минералов — метаморфизованные зерна хромшпинелидов и пылевидные выделения магнетита. Размеры чешуек антигорита достигают до 0,7 мм, реже 1 мм, а толщина волокон хризотила и лизардита — до 0,05 мм. Прожилки серпофита достигают толщины 0,1 мм. Отмечается многостадийный характер процесса серпентинизации (С. Б. Абоян, 1964), имеющего преимущественно автометаморфическое происхождение и связанного с многофазным становлением мафит-ультрамафитовых массивов. Наряду с этим, значительно реже встречаются серпентиниты, которые по совокупности признаков относятся к аллометаморфическим образованиям. Все серпентиновые минералы в свою очередь замещаются в различной степени хлоритом, тальком, карбонатом и гидроокислами железа, обладающими тонкоагрегатным сложением.

Карбонатизированные серпентиниты граничат, с одной стороны, с серпентинитами, с другой — с серпентино-карбонатными породами, с которыми они связаны постепенными переходами. Внешне это средне- и мелкозернистые породы, напоминающие серпентиниты; в свежем изломе они имеют зеленовато-серую или темно-зеленую окраску, а с поверхности — буровато-желтую корку выветривания. Обычно для них характерна петельчатая микротекстура, состоящая из серпентина и карбоната, при этом стенки петель сложены хризотилом или лизардитом, а внутренние части — мелкозернистым карбонатом, развивающимся по бывшим зернам антигорита. В редких случаях карбонат замещает также волокна хризотила и лизардита, а также встречается в виде псевдоморфоз по пироксену (баститу) с выделением магнетита вдоль трещин-спайностей. Количество карбоната не превышает 40–50%. Из других вторичных минералов наблюдаются хлорит, приуроченный к участкам развития серпентиновых минералов, а из рудных — хромшпинелид и вторичный магнетит. Как и в серпентинитах, хромшпинелид метаморфизован, а вторичный магнетит образует пылевидные выделения.

Серпентино-карбонатные породы располагаются между карбонатизированными серпентинитами и тальк-карбонатными породами и также связаны между собой постепенными переходами. Они представляют собой дальнейший продукт изменения серпентинитов, в которых количество карбоната достигает 80–85%. Это мелко- и среднезернистые породы желтовато-бурого и коричневатого-желтого цвета, обладающие неровным изломом, на поверхности которых нередко заметны тонкие прожилки карбоната (до 3 мм) и вкрапленники зерен хромшпинелидов. Петельчатая микротекстура сохраняется лишь в отдельных участках, сложенных серпентиновыми минералами. Более характерна неравномернозернистая структура породы, обусловленная развитием мелкозернистого агрегата карбоната, среди которого наблюдаются средне-, реже крупнозернистые скопления карбоната. Морфологические особенности последних указывают на более позднее их

происхождение и наложенный характер их на существующую структуру породы. Сравнительно реже встречаются более поздние прожилки мелкозернистого карбоната толщиной до 3 мм, пересекающие более ранний карбонат и серпентиновые минералы породы. Зерна хромшпинелидов обычно метаморфизованы, а вторичный магнетит разложен на гидроокислы железа, чем отчасти обуславливается общая буроватая окраска породы.

Тальк-карбонатные породы связаны постепенными переходами, с одной стороны, с серпентино-карбонатными породами, с другой — с лиственитами. Они представляют собой мелко- и среднезернистую породу желтовато-бурого цвета. Минеральный состав их следующий: карбонат 70-80%, тальк 20-30%. От серпентино-карбонатных пород они отличаются тем, что вместо серпентина в них развивается мелкочешуйчатый тальк, а серпентин встречается спорадически в качестве второстепенного минерала. Другие вторичные минералы представлены пылевидным магнетитом, гидроокислами железа, а в переходных участках к лиственитам появляется также кварц. Хромшпинелиды метаморфизованы, часто раздроблены, трещинки заполнены мелкозернистым карбонатом.

Листвениты — это мелко- и среднезернистые породы серого цвета с неровным изломом, покрытые желто-бурой коркой выветривания, на поверхности которой нередко выступают рельефные прожилки кварца, а также вкрапленность хромшпинелидов. По составу они представляют кварц-карбонатную породу, в которой кварц составляет 20-30%, карбонат 70-80%. Наряду с зернистым карбонатом наблюдаются выделения халцедона со сферолитовой или криптокристаллической структурой. Карбонат представлен брейнеритом, доломитом, магнетитом и кальцитом, слагающими разнокристаллическую массу, среди которой отмечаются отдельные таблитчатые образования тех же карбонатов. Реликтовые минералы сложены серпентином, реже хлоритом и тальком; рудные минералы — хромшпинелидом и магнетитом. Структура лиственитов — неравномернозернистая, иногда петельчатая, представляющая реликтовую структуру, унаследованную от серпентинитов. В последнем случае мелкозернистый карбонат слагает стенки петель, развиваясь по хризотилу или лизардиту, а кварц или более крупные выделения карбоната — внутренние части петель. Иногда петельчатая микротекстура обусловлена тонкими выделениями вторичного магнетита, образовавшегося за счет разложения железомагнезиальных силикатов ультрамафитовых пород. Хромшпинелид является единственным первичным минералом ультрамафитов, обычно метаморфизован, иногда раздроблен и сцементирован карбонатом или мелкозернистым кварцем. В редких случаях вокруг зерен хромшпинелидов наблюдается каемка, сложенная листочками зеленой слюды — фуксита. Иногда для лиственитов характерна торцовая или мозаичная структура, обусловленная взаимопараллельным расположением вдоль длинной оси индивидов кварца и карбоната. В поперечном срезе зерна последних имеют изометричный облик с полигональными прямолинейными контурами. Химические составы лиственитов приведены в табл. 1.

Доломиты и доломитизированные известняки расположены между лиственитами и известняками и мергелями, с которыми связаны постепенными переходами. Внешне это серовато-белые среднезернистые породы, покрытые желтоватой коркой выветривания. Состоят исключительно из среднезернистого доломита, который иногда составляет небольшие участки с крупнокристаллическими таблитчатыми выделениями. В качестве акцессорного минерала встречаются редкие зерна кварца и кальцита. Рудные минералы отсутствуют. Структура их неравномернозернистая. В лиственитах, контактирующих с доломитами, постепенно исчезает кварц, а вместо брейнерита появляется доломит. По направлению к известнякам доломит сменяется кальцитом, порода приобретает состав доломитизированного известняка, а еще дальше совершенно исчезает доломит и наблюдается постепенный переход в слоистые известняки и мергели, вмещающие массивы ультрамафитовых пород.

Из описанных пород контактовой зоны не все разновидности имеют одинаковое развитие. Наибольшим распространением среди них пользуются листвениты, серпентино-карбонатные породы и доломиты, наименьшим — тальк-карбонатные породы.

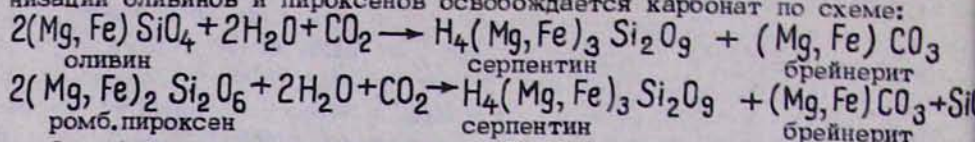
О происхождении лиственитов

Совершенно бесспорный процесс превращения серпентинизированного дунита в лиственит на Восточно-Шоржинском массиве детально изучил А. Г. Бетехтин (1937, 1953). По его данным, по обе стороны от контакта массива с известняками наблюдаются метасоматически развивающиеся породы: с одной стороны — лиственит (по дуниту), с другой — доломитизированный известняк. Переходы лиственита в дунит и доломитизированный известняк постепенные. По мнению А. Г. Бетехтина, здесь проявляется простой, но яркий пример биметасоматических процессов (по Д. С. Коржинскому, 1953), что иллюстрируется химическими анализами систематически подобранных образцов из контактовой зоны лиственита, доломита и глинистого известняка.

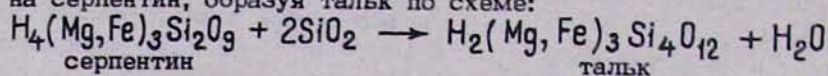
Сравнение данных анализов этих пород показывает, что при доломитизации известняка происходит явное обогащение магнезией и в ничтожном количестве закисного никеля, что указывает на привнос указанных элементов из ультрамафитов. Листвениты, по сравнению с доломитами, характеризуются отсутствием CaO и резко повышенным содержанием MgO , FeO , NiO и наличием крашленников хромшпинелидов; карбонат в них представлен брейнеритом. Подсчеты показывают, что соотношение окислов (за исключением CO_2) в лиственитах вполне соответствует соотношениям их в дуните. На основании многочисленных спектральных анализов (табл. 2) также выяснено, что качественное и количественное распределение элементов-примесей в лиственитах и ультрамафитах примерно одинаковое. Все эти данные говорят о том, что листвениты образовались за счет изменения ультрамафитов.

Изучение геолого-структурного положения, петрографического состава карбонатизированных серпентинитов и лиственитов показывает,

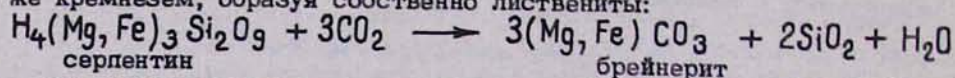
что эти породы образуются в результате аутометаморфического процесса взаимодействия серпентинизированных ультрамафитов с вмещающими их известняками, когда при эндоконтактовом изменении в процессе серпентинизации ультрамафитами непосредственно на границе их соприкосновения с известняками могли усваиваться значительные количества CO_2 . В начальной стадии этого процесса при серпентинизации оливинов и пироксенов освобождается карбонат по схеме:



Освобождающаяся при этом процессе кремнекислота воздействует на серпентин, образуя тальк по схеме:



Таким образом, по-видимому, можно объяснить образование описанных выше контактовых пород — карбонатизированных серпентинитов, серпентино-карбонатных и тальк-карбонатных пород. На последних стадиях этого процесса, наряду с карбонатом, выделяется также кремнезем, образуя собственно листвениты:



Согласно экспериментальным данным (Розенберг, 1961) FeCO_3 , MgCO_3 и CaCO_3 могут дать полную серию твердых растворов, температурный интервал которых заключен в пределах 350–550°C, при этом с увеличением содержания FeCO_3 соответственно возрастает температура образования карбонатов.

Во всех описанных выше ультрамафитовых массивах Армянской ССР листвениты имеют контактово-метаморфическое происхождение и необходимая для их образования углекислота усваивалась ультрамафитами непосредственно из вмещающих их известняков. На это недвусмысленно указывает факт отсутствия лиственитов среди ультрамафитов Вединского офиолитового пояса, где они контактируют с вулканогенной толщей нижнего коньяка. На это же указывает отсутствие лиственитов на южном контакте Желто- и Чернореченских тел и на северном контакте Джил-Сатанахачского и Караиман-Зодского массивов, которые также контактируют с вулканогенными толщами.

В Казахстане Н. П. Михайловым и В. Н. Москалевой (1956) описаны листвениты, которые обычно встречаются вдоль тектонически ослабленных зон в серпентинитовых массивах, вне связи с известняками. Образование их объясняется процессом аутометаморфической серпентинизации, когда гидротермальные растворы, насыщенные углекислотой, воздействуют непосредственно на первичные магматические минералы ультрамафитов.

Иную трактовку происхождению лиственитов дает Г. С. Арутюнян (1967), согласно которому они представляют гидротермально-метасоматические образования, пространственно приуроченные к ультрамафитам, но по времени являющиеся более поздними. При этом источником гидротермальных растворов, по его мнению, возможно, являлись интрузивы габброидного комплекса.

Значительно реже лиственитов среди мафит-ультрамафитовых массивов Севанского пояса наблюдается другой тип кварц-карбонатных пород, внешне похожих на листвениты, но залегающих в иных геологических условиях. Они, как правило, приурочены к линейно вытянутым тектонически нарушенным зонам офиолитового пояса и залегают в виде крутопадающих линз- и жиллообразных тел. Если листвениты развиты только на контакте ультрамафитов с известняками, то рассматриваемые породы развиты внутри массивов как ультрамафитовых, так и мафитовых пород, а также выходят за их пределы - во вмещающие вулканогенно-осадочные толщи и часто характеризуются интенсивным брекчированием.

В их минеральном составе, кроме кварца, карбоната, серпентина и талька (при залегании среди ультрамафитов), широко развиты актинолит, клиноцоизит, эпидот, пренит, хлорит, альбит, серицит (среди мафитов и вулканогенно-осадочных толщ). Кроме того, для них характерна многостадийная рудная минерализация.

В отличие от лиственитов, в составе рассматриваемых гидротермально-измененных пород (табл. 1, анализы 1016, 896-с, 1749) наблюдаются повышенные содержания SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O и K_2O причем K_2O больше, чем Na_2O в лиственитах же Na_2O всегда больше K_2O и повышенные содержания MgO , Cr_2O_3 . Далее, в них резко повышены V, Ni, Cu, Ag, Pb, Sb, Zr, As, Hg, Ga, Y, Yb, Ba, Sr, Be, Se, В. В лиственитах вообще не обнаружены Zr, Ag, Pb, Y, Yb, As, Sb, Ba, Be, Sc (табл. 2)

Наиболее резко отличаются и металлогенические особенности рассматриваемых пород. Если листвениты являются практически безрудными (за исключением небольших редких хромитовых тел магматического происхождения, (С. Б. Абовян, 1965), то для гидротермально измененных пород кварц-карбонатного состава весьма характерно орудование золота (Ш. О. Амирян, 1980), асбеста, ртути (С. Б. Абовян, 1961), мышьяка и сурьмы (С. Б. Абовян, В. О. Пароникян, А. Ш. Матевосян, 1971) с ассоциацией многостадийных сульфидных минералов, присущих низкотемпературным гидротермальным образованиям средних и малых глубин. Генетически, вероятно, они связаны с очагами молодых гранитоидных интрузивов позднеолигоцен-раннемиоценового возраста (К. Н. Паффенгольц, 1970).

Ряд исследователей (Л. С. Меликян и др., 1967; Г. А. Саркисян, Г. С. Арутюнян, 1968; С. А. Паланджян, 1971) указанные гидротермальные образования идентифицируют с контактными лиственитами, имеющими аутометаморфическое происхождение. Если внешне эти породы похожи на листвениты, то, как было указано выше, по геологическим условиям залегания, минеральному составу, химизму, геохимическим и металлогеническим особенностям и происхождению они резко отличаются от них. Они приурочены к тектонически нарушенным зонам офиолитового пояса и имеют аллометаморфическое происхождение и связываются с гидротермальной деятельностью молодых гранитоидных интрузивов.

Исходя из изложенного, подобно серпентинитам, аутометаморфические листвениты мы выделяем под названием собственно лиственитов, а аллометаморфические кварц-карбонатные породы, связанные с деятельностью поздних гранитоидных интрузивов - аллолиственитов.

Таблица 2

Составы элементов-примесей в ультрамафитах, лиственитах и аллолиственитах Армянской ССР

Элементы	Породы		
	ультрамафиты	листвениты	аллолиствениты
Ti	0,05	0,05	0,35
V	0,006	0,007	0,015
Cr	0,33	0,30	0,09
Ni	0,25	0,13	0,90
Cu	0,006	0,003	0,04
Zn	0,007	0,005	0,002
Zr	-	-	0,032
Ag	-	-	0,0005
Pb	-	-	0,0001
Sb	-	-	0,03
As	-	-	0,11
Hg	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$75 \cdot 10^{-5}$
Gd	-	-	0,0013
Y	-	-	0,0024
Yb	-	-	0,0013
Sc	0,019	0,019	0,036
Be	-	-	0,226
Be	-	-	0,00013
Sc	-	-	0,0012
B	0,006	0,003	0,0033

Заключение

1. Разновидности измененных пород, развивающихся на контакте ультрамафитовых массивов с известняками, связаны между собой постепенными переходами и отвечают различным стадиям единого автометаморфического процесса. Из них наибольшее развитие имеют листвениты, представляющие конечный продукт изменения ультрамафитов.

2. Наблюдается три морфологических типа указанных пород: а) живообразные тела на контакте ультрамафитов с известняками; б) тела неправильной формы, повторяющие неровности апикальных частей ультрамафитовых массивов (останцы кровли) и в) субширотные полосы среди известняков, фиксирующие апикальные части слабо вскрытых ультрамафитовых массивов. Последние два морфологических типа имеют резко подчиненное распространение.

3. Листвениты и связанные с ними породы образуются в результате автометаморфического процесса взаимодействия серпентинизированных ультрамафитов с вмещающими их известняками, когда при эндо-контактовом изменении в процессе серпентинизации ультрамафитами на границе их соприкосновения с известняками могли усваиваться значительные количества CO_2 .

4. От собственно лиственитов, имеющих аутометаморфическое происхождение, следует отличать аллолиствениты, связанные с гидротермальной деятельностью молодых гранитоидных интрузивов. Они отличаются не только по условиям залегания (обычно они слагают жиллообразные крутопадающие тела, приуроченные к тектонически нарушенным зонам офиолитового пояса) и составу, но и по своим металлогеническим особенностям. Если листвениты являются практически безрудными, то аллолиствениты характеризуются оруденением сурьмы, мышьяка, ртути и особенно золота. При проведении поисково-разведочных работ в офиолитовых поясах Армянской ССР серьезное внимание должно быть уделено аллолиственитовым участкам.

ЛИТЕРАТУРА

- Абовян С. Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН Арм.ССР, 1961.
- Абовян С. Б. Стадии серпентинизации в ультраосновных породах Армянской ССР. Сб. "Вопросы геологии Кавказа", Изд. АН Арм. ССР, 1964.
- Абовян С. Б. О редких случаях нахождения хромитового оруденения среди габбро и лиственитов Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. ХУП, № 2, 1965.
- Абовян С. Б., Пароникян В. О., Матевосян А. Ш. Геология, рудоносность и минералого-геохимические особенности Амасийского рудного района Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. ХХIУ, № 4, 1971.
- Амирян Ш. О. К минералогии золоторудных месторождений. ДАН Арм.ССР, т. ХХХI, № 1, 1960.
- Арутюнян Г. С. О лиственитах северо-западной части Севанского хребта. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. ХХ, № 4, 1967.
- Бетехтин А. Г. Шоржинский хромитоносный перидотитовый массив и генезис месторождений хромистого железняка вообще. Хромиты СССР, Изд. АН СССР, т. 1, 1937.
- Бетехтин А. Г. О метаморфических породах, образующихся за счет ультраосновных изверженных пород. Сб. "Вопросы петрографии и минералогии". Изд. АН СССР, 1953.
- Кашкай М. А., Аллахвердиев Ш. И. Листвениты, их генезис и классификация. Изд. АН Азерб. ССР, 1965.
- Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. Сб. "Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях". Изд. АН СССР, 1953.
- Меликян Л. С., Паланджян С. А., Чибухчян З. О., Вартазарян Ж. С. К вопросу о геологической позиции и возрасте офиолитовой серии Ширако-Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. ХХ, № 1-2, 1967.
- Михайлов Н. П., Москалева В. Н. О процессах лиственитизации серпентинитов Казахстана. Сб. "Материалы по геол. и полезн. ископ. Алтая и Казахстана", Материалы ВСЕГЕИ. Новая сер., вып. 19, 1956.

- Палаиджян С. А. Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд. АН Арм.ССР, 1971.
- Паффенгольд К. Н. Очерк магматизма и металлогении Кавказа. Изд. АН Арм.ССР, 1970.
- Саркисян Г. А., Арутюнян Г. С. О генетических типах листвени-
тов. ДАН Арм.ССР, т. ХУІ, № 3, 1968.
- Jacobs E. D., Thayer T. P. Some criteria for distinguishing between strati-
form, concentric and alpine peridotite-gabbro complex. Intern. Geol. Congr.,
XXIV session, section 2, Petrology, Montreal, 1972.
- Rosenberg R. S. Subsolvus relations in the system $\text{CaCO}_3\text{--MgCO}_3\text{--FeCO}_3$
between 350 and 550 C. Amer. Mineral., v. 52, N5-6, 1961.