Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 4

ПЕТРОГРАФИЯ

Д. П. СЕРДЮЧЕНКО

О НЕКОТОРЫХ БОГАТЫХ БОРОМ ОСАДОЧНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ФАЦИЯХ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 15 I 1955)

Минералого-петрографические исследования ряда докембрийских метаморфических комплексов привели нас к выводу о широком развитии в архейских и протерозойских толщах земной коры богатых бором метаморфических пород, образовавшихся за счет древнеморских бороносных осадков. Как наиболее распространенные и характерные в настоящее время могут быть выделены осадочно-метаморфические фации — турмалиновая (с рядом подфаций) и людвигитовая (с рядом других боратовых подфаций).

Турмалиновая осадочно-метаморфическая фация широко и разнообразно представлена в архейском комплексе Южной Якутии, где развиты турмалино-полевошпатовые кварциты, турмалиновые и турмалино-биотиты (с графитом) парагнейсы, турмалино-диопсидовые и турмалино-роговообманковые (местами почти мономинеральные мелкозернистые турмалиновые) породы, образовавшиеся за счет борсодержавших кремнисто-глинистых доломитов, турмалино-пироксено-плагиоклазовые (главным образом олигоклаз-андезиновые) сланцы и гнейсы и др.

Все эти турмалиновые породы согласно залегают среди других членов осадочно-метаморфического комплекса и переслаиваются, давая местами постепенные переходы, с бедными турмалином или совсем его лишенными пачками биотитовых парагнейсов, силлиманитовых кварцитов и кордиеритовых сланцев, диопсидовых и магнетитовых параамфиболитов, кальцифиров и др. Выдержанность турмалиновых пород, прослеженных по простиранию на километры и десятки километров ([5]), и стратиграфическая приуроченность их к определенному горизонту (верхней части иенгрской серии) также говорят о первично-осадочном накоплении бора.

Турмалинсодержащие породы в некоторых случаях подверглись более поздним контакт-метасоматическим воздействиям со стороны розовых (аляскитовых) гранитов, в связи с чем произошла местная крупнокристаллическая (собирательная) перекристаллизация турмалина, образование межпластовых или секущих (пегматоидных) кварц-ортоклаз-рогово-обманково-турмалиновых или кварцево-турмалиновых жилок; турмалиновые прослои и пачки оказались иногда рассеченными тонкими флогопит-ортоклазовыми струйками, в соседних с турмалиновыми породах некоторые агрегаты диопсида метасоматически были частично замещены турмалином, а сопровождающие турмалин метаморфогенные минералы (главным образом плагиоклазы, диопсид и роговая обманка) подверглись местами многообразным и повторным преобразованиям (флогопитизации, эпидотизации, мусковитизации и др.), значительно или полностью изменившим первоначальный минеральный состав и структурный облик этих пород.

Во всех случаях «снятие» этих вторичных, наложенных воздействий, а также геологические условия залегания и микротекстура этих пород

приводят к однозначному выводу о сингенетичности турмалина другим параметаморфическим минералам и об образовании его за счет древних морских борсодержащих осадков.

В Карсакпайском районе Центрального Казахстана также развиты богатые турмалином докембрийские серицитовые и мусковитовые сланцы, входящие в состав толщи параметаморфических пород (слюдисто-графитовых сланцев, кварцитов, доломитов...). Содержание турмалина в сланцах достигает 40—50% ([6]). Единственно возможным объяснением его генезиса по нашему мнению является первичная концентрация бора в морских докембрийских глинистых осадках.

Богатые турмалином или турмалинсодержащие породы осадочно-метаморфического происхождения широко развиты также в архейской кристаллически-сланцевой (железоносной) толще Кривого Рога. Это — хлорито-турмалиновые и хлорито-магнетито-турмалиновые сланцы, местами слабо раскристаллизованные, содержащие значительную примесь углистого вещества и дающие переходы в слюдисто-углисто-турмалиновые филлиты, кварцево-тальковые и дистено-ставролито-мусковитовые сланцы, некоторые амфиболовые (куммингтонитовые) породы с турмалином, биотитом, кварцем...

Подобные вышеописанным турмалиновые осадочно-метаморфические породы имеются в железорудной и графитоносной архейской толще Малого Хингана ([1]), в слюдисто-графито-кварцевых гнейсах и сланцах протерозоя на Южном Тимане, в древнем архейском рудоносном комплексе северо-западной части Кольского полуострова и в других местах.

Людвигитовая осадочно-метаморфическая фация развита местами в архейских толщах Южной Якутии, где пластообразные прерывистые тела и линзы, а также мелкие прослойки богатых людвигитом или почти мономинеральных людвигитовых пород входят в состав архейского осадочно-метаморфического комплекса, согласно чередуясь с прослоями и пачками кристаллических доломитов и кальцифиров, диопсидовых, диопсидо-роговообманковых и диопсидо-магнетитовых пород, флогопитовых слюдитов, серпентинизированных оливино-пироксеновых слоев, а местами и с турмалиновыми прослоями осадочно-метаморфического происхождения. Для людвигита (богатого железом магнезиального бората) характерна ассоциация с магнетитом, клиногумитом и хондродитом, первичным таблитчатым гидроборатом типа ашарита, с поздним инфильтрационным пирротином, серпентином и др. Под влиянием гидротермальных воздействий со стороны аляскитовых гранитов людвигит во многих случаях сильно или полностью разложился с образованием тонкой смеси магнетита и чешуйчато-игольчатого ашарита.

Крупные местонахождения людвигита, сопровождаемого местами магнезиальным боратом (котоитом), приурочены в Корее к доломитовым пачкам, входящим в состав мощного протерозойского осадочного комплекса; филлиты и слюдяные сланцы, чередующиеся здесь с кварцитами и карбонатными пачками, являются уже турмалиновыми ([11]). В Центральной Швеции (например, в окрестностях Норберга, Фалуна и др.) известны магнетито-людвигитовые железные руды ([8]), имеющие, как и другие руды этого района, осадочно-метаморфическое происхождение. Они приурочены к древнему лептито-карбонатному комплексу, непосредственно связаны и переслаиваются с пластами доломитов, а людвигит в них ассоциирует с магнетитом, минералами группы гумита, серпентином и бесцветным хлоритом (лейхтенбергитом), замещается смесью магнетита, ашарита и брусита. Местами эти магнетито-людвигитовые руды частично замещают карбонатные участки, что следует рассматривать как метасоматическое местное перемещение и перекристаллизацию (может быть, под влиянием древних гранитов) осадочно-метаморфического материала.

Вместе с людвигитом или вместо него в боратовых осадочно-метаморфических фациях имеются флюоборит, котоит, ашарит и другие борные минералы.

Людвигит в ассоциации с магнетитом и приуроченный к карбонатным толщам известен также в Венгрии, в ряде мест Северной Америки и др. ([10]).

Геологическая обстановка в областях бороносных осадочно-метаморфических пород и общие геохимические условия накопления и миграции бора в земной коре ([7, 9]) говорят об его первичном седиментогенном происхождении и о весьма подчиненной в этом отношении роли изверженных пород, которые в большинстве случаев сами насыщались борными минералами за счет интрудированных ими осадочно-метаморфических толщ.

Одновременность образования турмалинов и многих минералов явно осадочно-метаморфического происхождения (биотита, амфиболов, пироксенов, плагиоклазов, ставролита, силлиманита и др.) в различных парагнейсах и парасланцах; отсутствие во многих случаях минерализованных путей проникновения борных и других соединений со стороны изверженных пород; обогащенность бором метаморфических пачек, отдельных от эруптивов серией других (лишенных бора) кристаллических парасланцев, слоистость которых перпендикулярна к возможному движению магматогенных растворов; обильное содержание (мелкозернистого или тонкоигольчатого) турмалина в некоторых филлитах и почти не метаморфизованных глинистых сланцах вне сферы возможного влияния изверженных масс — все это говорит о концентрации бора в этих породах ранее и независимо от гранитных интрузий.

Как известно ([2–4, 7, 9]) характерной особенностью соединений бора является их способность адсорбироваться или соосаждаться с глинистым веществом, с некоторыми соединениями железа, марганца, магния, также концентрироваться в животных и растительных организмах, при испарении морской воды давать главным образом бораты магния; общая масса изверженных пород содержит только 1/50 часть бора, заключенного в Мировом океане, и 1/500—1/1000 часть бора, связанного в толщах пород осадочного происхождения; можно предполагать, что древний океан (и атмосфера) были очень богаты бором.

Указанные свойства борных соединений вполне соответствуют условиям залегания и минеральным парагенезисам борных минералов в докембрийских осадочно-метаморфических толщах:

а) концентрация бора в песчано-глинистых, глинистых или глинисто-мергелистых морских или лагунных древних осадках привела в результате регионального метаморфизма к возникновению турмалиново-полевошпатовых кварцитов, турмалиновых филлитов, слюдисто-турмалиновых и хлорито-турмалиновых сланцев и др.;

б) концентрация бора в глинисто-доломитовых или в кремнисто-доломитовых древних осадках дала, в результате метаморфизма, турмалиновые почти мономинеральные зернистые породы, турмалино-диопсидовые и турмалино-диопсидо-роговообманковые, турмалино-плагиоклазовые, турмалино-корнерупино-силлиманито-кордиеритовые породы ([12]) и др.;

в) концентрация бора (местами и фтора) в доломитовых древних осадках обусловила в зоне метаморфизма возможность образования котоитовых, флюоборитовых и других мраморов;

г) концентрация бора (а нередко и фтора) в краевых зонах железисто-доломитовых осадков или в участках накопления древних осадочных железных руд привела к формированию людвигитовых кристаллических доломитов, а также значительных и даже крупных линзовидно-пластообразных магнетито-людвигитовых (с ашаритом, флюоборитом, минералами группы гумита и др.) рудных толщ.

Первично-осадочная концентрация бора в глинистых или карбонат-

ных породах или в железорудных накоплениях, нередко чередующихся между собою и с другими отложениями, обусловливает и в геологическом разрезе осадочно-метаморфической толщи переслаивание турмалиновых, магнетито-боратовых, магнетито-силикатных и других пород. Приуроченность же этих прибрежно-морских (в заливах или лагунах) или относительно глубоководных древнеосадочных концентраций бора к значительно выдержанным (например, глинистым) или прерывистым, линзовидно залегающим (например, карбонатным или железорудным) породам привело к образованию в метаморфогенных толщах то простирающихся на десятки километров почти непрерывных, богатых турмалиновых пород, то целой серии пунктирно расположенных (сближенных между собою или относительно удаленных) более или менее крупных линзовидных участков людвигито-клиногумито-магнетитовых, людвигито-ашаритовых, турмалиновых, корнерупино-турмалиновых и других борсодержащих пород.

В условиях метаморфизма, а тем более в результате последующих внедрений изверженных (гранитных, главным образом) масс, в бороносных древних осадочно-метаморфических толщах имели место явления перекристаллизации, некоторого перемещения, частичного метасоматического замещения контактирующих с ними пород, а также образование пегматоидных и кварцевых с турмалином (и корнерупином) жил, ашаритовых и других боратовых жилок (секущих или межпластовых); происходило эндоконтактное (ассимиляционное) обогащение некоторых участков жильных и массивных гранитов турмалином и вторичный магматогенный перенос первично-осадочных борных соединений; под влиянием гранитных гидротерм первично-метаморфогенные и магнезиально-железистые бораты из группы людвигита частично или полностью разлагались с выделением дисперсного магнетита и магнезиальных гидроборатов и т. д. Этим вторичным минеральным преобразованиям седиментогенного бора и фтора безусловно способствовала их повышенная реакционная способность и химическая подвижность.

Поступило
5 I 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Г. Д. Афанасьев, Тр. Дальневост. фил. АН СССР, сер. геол., **1**, 51 (1939). [2] М. Г. Валяшко, Сборн. Химия боратов, Изд. Латв.АН, 1953, стр. 77—82. [3] А. П. Виноградов, Усп. хим. 1, 3 (1944). [4] А. П. Виноградов, Тр. биогеохим. лаб., 3, 197 (1935). [5] Г. Б. Митич, ДАН, **58**, № 3, 247 (1946). [6] В. С. Соболев, Зап. Минер. общ., 1, 154 (1938). [7] А. Е. Ферсман, Геохимия, **4**, 1939. [8] P. Geijer, Geolog. Fören. Förhandl., **61**, 19 (1939). [9] V. M. Goldschmidt, K. Peters, Zur Geochemie des Bors, 1932. [10] E. V. Shannon, Proc. U. S. Nat. Museum, **59**, 667 (1921). [11] T. Watanabe, J. Fac. sci. Hokkaido University, ser. IV, **6**, No. 3—4 (1943). [12] J. P. Girault, Amer. Mineral., No. 5—6, 531 (1952).