

ЛИТЕРАТУРА

1. Браун Г. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. М.: Мир, 1965.
2. Звягин Б. Б. Электронографическая и структурная кристаллография глинистых минералов. М.: Наука, 1964.
3. Карпова Г. В. Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. М.: Недра, 1972.
4. Мандалян Р. А., Петросов Н. Х., Цамгрия П. П. Горная кожа из доломитовой толщи верхней юры северо-восточной части Армянской ССР.—ДАН АрмССР, т. 41, № 3, 1965, с. 171—176.
5. Муравьев В. И., Вальня А. Л. Динамика кристаллохимического преобразования хлорита в эпигенезе.—Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 221, с. 121—127.
6. Уивер Ч. Распространение смешаннослойных глинистых минералов и их определение в осадочных породах. В кн.: Вопросы минералогии глин. Изд. ИЛ, 1962, с. 342—368.
7. Brown C., Weir A. The identity of rectorite and alleverdite. Clay Conf. Stockholm, 1963, vol. I. Oxford-London-New York-Paris. „Pergamon Press“, 1963, p. 27—35.
8. Hayes J. B. Polytypism of chlorite in sedimentary rocks. „Clay and clay Miner.“, 18, № 5, 1970, p. 285—360.
9. Shelton J. W. Authigenic kaolinite in sandstones. „J. Sed. Petr.“, vol. 34, № 1, 1964, p. 102—111.
10. Tomita K., Sudo T. Transformation of sericite into an interstratified mineral. „Clay and Clay Miner.“, 19, № 4, 1971, p. 263—270.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XLII, № 3, 10—15, 1988

УДК: 552.3:553.2

В. В. ЛЯХОВИЧ

РУДОГЕНЕРИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРАНИТОНДОВ И ПРАВИЛО ПОЛЯРНОСТИ В. Н. ЛОДОЧНИКОВА

Рудогенерирующая способность гранитных магм в отношении ряда редких (Sn, W, Nb, Be) и рудных (Cu, Mo, Pb, Zn и др.) элементов к формированию постмагматических месторождений обусловлена обратной зависимостью концентраций этих элементов в месторождениях, с ними связанных, самих интрузивах и минералах-носителях, что согласуется с «правилом полярности» В. Н. Лодочникова.

Среди целого ряда замечательных работ В. Н. Лодочникова особое место занимает его крупное монографическое исследование «Серпентиниты ильчирские и другие», в котором он затронул целый ряд важнейших петрологических проблем, в том числе и такую актуальную, во многом и до сего времени окончательно не решенную, проблему, как проблема источника рудного вещества месторождений. Особенно тех из них, которые пространственно тесно связаны с гранитондами.

Хорошо известно, что пространственная связь месторождения с массивом изверженной породы еще не является показателем генетической природы этой связи. Это следует хотя бы из того, что существует много примеров полихронных интрузивов, когда в пределах одного массива присутствуют производные различных тектоно-магматических эпох. Это следует также из того, что в пределах крупных рудных полей присутствуют продукты деятельности различных рудогенерирующих очагов.

Не менее примечательно и существование известного парадокса, суть которого заключается в том, что подавляющая часть месторождений цветных и редких металлов пространственно тесно связана с гранитондами и в то же время большинство гранитондов не сопровождается какими-либо рудопроявлениями или месторождениями.

В чем причина этого парадокса?

Наиболее вероятно, что причина этого заключается в существовании различных источников рудного вещества. Многие исследователи в настоящее время склоняются к тому, что можно выделить два прин-

циально различных источника рудного вещества: мантийный и коровый. Среди последнего выделяется несколько типов: источники, связанные с осадочно-метаморфическими породами (мобилизационные и собственно-стратиформные), и источники, связанные с гранитной магмой.

То, что внедрение гранитной магмы сопровождается (в ряде случаев) привнесом значительного количества редких и рудных элементов было известно давно. Это достаточно определенно фиксируется по наличию минералов редких и рудных элементов, рассеянных в граните, по их концентрации в экзоконтактных скарновых зонах, по скоплению рудных минералов в пегматитах и кварцевых жилах, в тех случаях, конечно, когда доказана генетическая связь этих жил с гранитами.

Но если внедрение гранитной магмы сопровождается в ряде случаев привнесом, и притом значительным, различных редких и рудных элементов, а в ряде случаев этого не фиксируется, естественно, возникает вопрос: как отличить рудоносные граниты от нерудоносных?

Первое, что приходит на ум—это предположить существование различных порций гранитной магмы, неравноценных по содержанию редких и рудных элементов, а также и летучих компонентов, которым отводится важная роль как в комплексообразовании, так и в переносе редких и рудных элементов в виде простых или комплексных соединений.

Так возникла гипотеза геохимической, а позже и металлогенической специализации гранитной магмы. Ее суть заключается в том, что наиболее вероятно—рудоносными гранитами являются те граниты, в которых содержание редких и рудных элементов превышает их кларковые содержания в кислых породах. Позже на тему «специализации» возникла масса разнообразных и не всегда оправданных терминов [8].

Следует однако отметить ряд методических недоработок, которые привели к ложному выводу о том, что граниты, сопровождаемые оруденением, обязательно характеризуются повышенным содержанием соответствующего рудного элемента. К числу этих недоработок следует отнести:

— характер геохимического опробования (желательно площадной, так как только он позволит установить существование скрытых зон трещиноватости, характеризующихся повышенным содержанием рудного элемента);

— вовлечение в сферу опробования заведомо измененных гранитов, содержащих, например, 72 г/т вольфрама, 27 г/т молибдена, 65 г/т олова и т. п. Такие количества носят явно наложенный характер;

— количество проб, иногда явно недостаточное для вывода среднего по массиву;

— опробование апикальных, обычно наиболее сильно измененных частей массива или гранитоидов, расположенных вблизи рудных тел и ряда других.

Отметить методические ошибки важно потому, что позже стали известны многочисленные случаи, когда граниты, сопровождаемые Au, Sn, W, Mo, Be, Nb и др. видами оруденения, содержали эти элементы в количестве, равном или меньшем, чем кларк. Это заставило усомниться в правильности самой идеи металлогенической специализации.

Проведенные нами исследования по геохимии породообразующих минералов показали [7], что по сравнению с вычисленными средними содержаниями редких и рудных элементов в породообразующих минералах гранитоидов минералы-носители рудных элементов рудоносных гранитов (биотит—Sn, Nb, Zn, полевые шпаты—W, Mo, Pb, В и т. п.) содержат эти элементы в количестве, меньшем по сравнению с вычисленным средним для этих минералов. Эти наблюдения подтверждают случаи пониженного содержания редких и рудных элементов в рудоносных гранитах, так как минерал хорошо наследует геохимиче-

ские особенности среды минералообразования, а именно, высокие или низкие содержания в ней тех или иных элементов.

Пониженное содержание рудных элементов в главных минералах-носителях свидетельствует об угнетенности процессов кристаллохимического рассеяния, имеющей место в процессе кристаллизации рудоносных гранитов. И только в кварце, минерале наиболее позднем по времени выделения, фиксируются высокие содержания рудных элементов, обусловленные микровключениями их собственных минералов и отражающие тенденцию этих элементов к накоплению в продуктах наиболее поздних этапов кристаллизации рудоносных гранитов и образование ими собственной минеральной формы нахождения.

Подобные наблюдения позволяют сделать достаточно рискованный вывод об одном из признаков рудоносных гранитов:

— Если источником рудного вещества месторождений является гранитная магма; если это рудное вещество сконцентрировалось в результате его отторжения от главного объема кристаллизующейся гранитной магмы, то это неминуемо должно сопровождаться минимальным изоморфным рассеянием редких и рудных элементов в продуктах ранних стадий кристаллизации.

Это будет иметь следствием: низкие содержания рудных элементов в граните; низкие содержания рудных элементов в минералах-носителях; повышенные содержания акцессорных минералов этих элементов в граните; высокие значения K_n рудных элементов в поздних дифференциатах и в поздних генерациях одноименных минералов.

В свете этих наблюдений вырисовывается вся гениальность того обобщения В. Н. Лодочникова, которое он сформулировал в виде «правила полярности». Еще в 1936 г. он писал: «Весьма часто, чтобы это можно было назвать случайностью при изучении интрузивных и эффузивных пород и их воздействия на вмещающие породы, наблюдается и повторяется одно и то же явление, которое по этой частой его повторяемости можно назвать правилом полярности магматических и постмагматических минералов одной и той же породы, и правило это можно сформулировать следующим образом: постмагматические процессы несут с собою те элементы или окислы, которыми бедна сама порода, обусловившая эти процессы» (стр. 410).

В качестве примеров В. Н. Лодочников приводил обогащение контактирующих с гранитом пород Mg и Fe (биотитовые роговики), в то время как в самих гранитах эти элементы играют незначительную роль. Габбро и диабазы в больших количествах несут Na во вмещающие породы (адиолы, спилзиты), а сами содержат мало этого элемента.

Позже на полярное поведение петрогенных элементов при становлении гранитных интрузивов Тянь-Шаня обратил внимание А. А. Колюк [5]. Он отметил, что гранитные магмы, характеризующиеся преобладанием Na над K, обогащают постмагматические растворы калием, а существенно калиевые магмы обогащают их натрием.

Полярные соотношения существуют и между содержанием в породе редких и рудных элементов и наличием сопутствующих ей месторождений. Имеется целый ряд работ, в которых приводятся подобные данные, не оставляющие сомнения в том, что в целом ряде случаев с гранитами пространственно связаны месторождения тех элементов, которыми беден сам гранит.

Прекрасным примером могут служить исследования Г. С. Дзоцендзе [4], которые показали, что в Закавказье баритовые месторождения связаны с вулканогенными породами, которые характеризуются пониженным по сравнению с кларком содержанием бария. С породами, содержащими повышенные количества марганца, не связаны месторождения этого элемента, в то время как известные месторождения марганца в Грузии, Армении и Азербайджане связаны с толщей альбитофиоров, кварцевых порфиров и дацитов, характеризующихся пониженным количеством марганца.

В Западном Забайкалье породы Бом-Горхонского массива характеризуются повышенным по сравнению с кларком содержанием Pb, Sn, Ta, Nb, т. е. элементов, которые не характерны для постмагматических проявлений данного массива. В то же время содержания W и Mo в гранитоидах этого массива ниже кларка, но они сопровождаются жильным вольфрамовым и штокверковым молибденовым оруденением [13, 11]. По-видимому, в первом случае Sn и Pb рассеивались в ранних продуктах кристаллизации и не образовывали постмагматических концентраций, которые имели место для W и Mo, кристаллохимическое рассеяние которых было минимально.

Граниты Памира, характеризующиеся повышенными содержаниями Be (балгынский и башгумбезский комплексы), по сравнению с региональным кларком не сопровождаются бериллиевой минерализацией [1].

Любопытно, что литиеносные скарпы пространственно и, возможно, генетически связаны с аляскистыми гранитами [3], т. е. с гранитами, лишенными главного минерала-носителя лития—биотита.

Особенно эффективно действие правила полярности можно проследить на примере пегматитов. А. А. Беус и др. указывали [2], что для гранитов, отличающихся существенно повышенным содержанием бериллия, образование бериллоносных пегматитов не характерно и усиление степени рассеяния бериллия в материнских породах, по-видимому, не способствует его концентрации в пегматитовых образованиях.

Б. М. Шмакин и др. [15] отмечают, что пониженные содержания цезия характерны для калиевых полевых шпатов редкометальных пегматитов, сопровождающихся обилием цезиевых слюд в экзоконтакте. Содержание цезия в них в 5—7 раз ниже, чем в калиевых полевых шпатах из пегматитов, не сопровождающихся подобными ореолами. Это особенно важно, так как среди минералов пегматитов 50—60% Cs связано с калиевыми полевыми шпатами.

В калиевом полевошпатовом пегматите небороносных пород средние содержания бора выше, чем в бороносных [9].

В биотите из немolibденоносных сиенито-диоритов Такелийского массива содержание молибдена больше (6,4 г/т), чем в биотите (2,3 г/т) из рудоносных сиенито-диоритов Алмалыка [14]. Процесс кристаллохимического рассеяния отрицательно влияет на степень проявления рудогенерирующей способности гранитной магмы, что в первую очередь сказывается на содержании акцессорных минералов рудных и редких элементов. В житомирских гранитах Украины, например, характеризующихся повышенным содержанием TR, акцессорный монацит часто не обнаруживается. Редкие земли здесь связаны преимущественно с апатитом и биотитом [10].

Заключение

Из приведенных примеров видно, что обогащение постмагматических растворов тем или иным рудным элементом в значительной мере определяется степенью его изоморфного рассеяния в кристаллической решетке минерала-носителя. Если кристаллические решетки минералов могут захватывать данный элемент, то порода будет содержать его в кларковом или превышающем кларк количестве, а постмагматические продукты будут бедны им.

И, наоборот, если минералов, в которые данный редкий элемент может войти изоморфно, мало или их нет, то большая его часть будет накапливаться в постмагматических гидротермах, которые могут образовать месторождение того или иного масштаба и генетического типа.

Приведенные данные свидетельствуют, что в целом ряде случаев на генетический характер оруденения с интрузиями указывает обратная зависимость между концентрацией элементов в месторожде-

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баратов Р. Б., Могаровский В. В., Лутков В. С. и др. Петрология и геохимия магматических формаций Памира и Гиссаро-Алая.—Душанбе: Дониш, 1978.
2. Беус А. А., Ситкин А. А. Бериллсодержащие граниты.—В кн.: Геология месторождений редких элементов.—Вып. 4.—М.: Госгеолтехиздат, 1959, с. 14—37.
3. Демченко В. С., Алехина К. Н. Литиевая минерализация в скарнах.—В кн.: Геохимия и минералогия магматогенных образований. Владивосток, 1966, с. 77—79.
4. Дзоценидзе Г. С. О роли изоморфного захвата бария и марганца в обогащении ими постмагматических продуктов.—В кн.: Проблемы геохимии. М.: Наука, 1965, с. 123—127.
5. Конюк А. А. О явлениях полярности в развитии гранитоидных интрузий.—Изв. АН Кирг. ССР. Сер. естеств. и техн. наук, 1960, т. 2, № 9, с. 49—56.
6. Лодочников В. И. Серпентины и серпентиниты ильчирские и другие. ОНТИ НКТП СССР. М.—Л., 1936, 817 с.
7. Ляхович В. В. Факторы рудогенерирующей способности гранитоидов.—М.: Наука, 1983. 254 с.
8. Ляхович В. В. Рудоносность гранитоидов: вопросы терминологии.—Изв. АН СССР. Сер. геол., 1984, № 10.
9. Малинко С. В., Лисицын А. Е., Берман И. Б. и др. О минералах-концентраторах бора в гранитоидах по данным (п, ф)—радиографии.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1977, № 5, с. 96—104.
10. Мицкевич Б. Ф. (отв. ред.) Акцессорные минералы Украинского щита.—Киев: Наукова думка, 1976. 260 с.
11. Могилевкин С. Б., Токсубаева Г. П., Чернов Б. С. Поведение вольфрама и некоторых сопутствующих ему элементов в магматических и постмагматических образованиях Бом-Горхонского массива (Забайкалье)—В кн.: Минералогия и геохимия вольфрамовых месторождений: Тр. III Всес. совещ. по минерал., геохимии, генезису и комплекс. использ. вольфрамовых месторождений СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975, с. 273—279.
12. Таусон Л. В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов.—М.: Наука, 1977. 280 с.
13. Токсубаева Г. П. О петрохимических и генетических особенностях гранитоидов Бом-Горхонского массива (Западное Забайкалье).—Матер. VIII конф. молодых ученых ВНИМСа.—М.: 1970, с. 40—43.
14. Урунбаев К. Потенциальная рудоносность магматических формаций верхнего палеозоя Восточного Узбекистана.—Ташкент. Изд-во «Фан», 1978. 204 с.
15. Шмакин Б. М., Глебов М. П., Афонини Г. Г., Петрова М. Г. О некоторых особенностях состава и структурного состояния калиевых полевых шпатов из редкометалльных пегматитов.—Геохимия, 1975, № 11, с. 1645—1654.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, № 3, 15—22, 1988

УДК: 553.462'43 (479.25)

Р. Н. ТАЯН, С. П. САРКИСЯН

МОРФОЛОГИЯ РУДНОГО ШТОКВЕРКА И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ АГАРАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

На основе большого объема данных разведки и эксплуатации месторождения обсуждаются характерные детали контроля и распределения медно-молибденового оруденения Агарака. Рассмотрены особенности строения и роль пострудной тектоники в осложнении морфологии рудного штокверка. Результаты исследований могут быть использованы в практических целях.

Агаракское месторождение, расположенное на крайнем юге Арм. ССР, известно с середины прошлого века (с 1845 г.). Оно, наряду с такими месторождениями как Каджаран, Дастакерт, Личк (Джиндара), является характерным представителем наиболее продуктивной на Малом Кавказе среднетемпературной [2] медно-молибденовой формации руд, связанных с эволюцией палеогенового гранитоидного магматизма Зангезурского рудного района.

Данные по геологическому строению рудного поля и месторождения, структурной его позиции и стадийности рудообразования можно найти в ряде опубликованных работ [1, 3, 4, 5].