

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ БОРА
В ИЗВЕРЖЕННЫХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОДАХ
АЗЕРБАЙДЖАНА****Н.И.БАБАЕВ***Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия*

На наш взгляд, борное оруденение связано, в основном, с постмагма-тическим минералообразованием. Процесс кристаллизации расплава магмы, как известно, сопровождается отделением летучих компонентов. Благодаря своим кристаллохимическим и химическим свойствам, среди них находится и бор. Кроме того, частичное изоморфное вхождение бора в алюмосиликаты, безусловно, приведет к уменьшению его собственной миграции и исключению возможности образования собственных минералов на магматическом этапе. Другая картина наблюдается в метаморфогенных комплексах пород. Обо всем этом идет речь в представленной работе.

Геохимические методы прогноза, поисков и оценка месторождений и рудопроявлений бора определяется их обоснованностью с позиций анализа эволюционного изменения минеральных и других форм нахождения бора в эндогенном оруденении и его преобразованиях в гипергенных условиях. Прогнозируемое оруденение на глубине возможно при учете реальной общегеологической и тектонической обстановки. В связи с этим, большое значение приобретает экспрессные методы анализа содержания бора. В этой связи, следует отметить, что на сегодня преимущество спектрального метода анализа геохимических проб очевидно. Тем не менее, надо стремиться получать информацию о содержаниях редких и рассеянных элементов, в том числе и бора, в подготовленных пробах, непосредственно в образцах на обнажениях или при каротаже скважин. При этом нужно и можно учитывать характерные свойства самих элементов и соотношение их стабильных изотопов.

Результаты проведенных нами исследований и данные других авторов, опубликованные в литературе, позволили выявить основные черты геохимии бора в эндо- и экзоконтактах магматических внедрений. Так, стало возможным установить, что характерной чертой магнезиальных скарнов является их образование в процессе химического и термического воздействия трансмагматических растворов на магнийсодержащие карбо-

натные породы в непосредственном контакте или в ореале действия внедряющегося гранитного расплава.

На наш взгляд, борное оруденение связано, в основном, с постмагматическим минералообразованием. Выяснилось, что известковые скарны, в отличие от магнезиальных, не несут боратного оруденения (напр. Кедабекский участок). В алюминийсодержащих пироксенах околоскарновых пород содержания бора 50-272 г/т при среднем значении 185 г/т. А в менее глиноземистых их экзоконтактах 29-40 г/т при среднем 32 г/т (Дашкесанский участок).

В плагиоклазах, от альбита до лабрадора, в связи с увеличением их основности, содержание бора возрастает от 20 до 182 г/т, тогда как полевые шпаты характеризуются весьма низкими содержаниями бора: микроклин - $5 \div 12$ г/т, ортоклаз - $3 \div 10$ г/т.

Бор обнаруживает резко выраженное накопление в вулканических стеклах, благодаря наличию акцессорных минералов. Содержание бора в обсидиане, отобранных на правом берегу р. Кошкарчай у сел. Гызылджа, варьирует от 80 до 212 г/т. Возможно, это связано с наличием в обсидиане, а также в туфах и туффитах (сеноман), отобранных нами на Сарыбабинском урочище, акцессорного бората железа (вонсенит ?).

Бор был определен нами и в мономинералах флогопита из Айридага. Содержание бора в нем не превышало 10 г/т.

Очень высокие концентрации бора обнаружены в везувианах Дашкесанских скарнов - 350-1280 г/т, а гранаты характеризуются содержаниями 8-92 г/т, при среднем 42 г/т бора.

Создается впечатление, что бор частично замещает алюминий в магматогенных, а кремний - в постмагматических минералах.

Нет сомнений в том, что бор присутствует в трансмагматических и гидротермальных растворах до образования борного оруденения. В этом и заключается преемственность дорудного процесса и самого рудообразования. Последнее тесно связано с постмагматическим минералообразованием. С этого момента начинается непрерывная эволюция минеральных форм бора в виде боратов, боросиликатов и бороалюмосиликатов.

Процесс кристаллизации расплава магмы, как известно, сопровождается отделением летучих компонентов. Благодаря своим кристаллохимическим и химическим свойствам среди них находится и бор. При наличии в расплаве зарождающихся алюмосиликатных каркасов, приобретающих облик полевых шпатов и плагиоклазов, не исключена фиксация бора в виде $B^{+ \downarrow \downarrow}$, что аналогично $Al^{+ \downarrow \downarrow}$ и близко к $Si^{+ \downarrow \downarrow}$. В этот период кристаллизации расплава возможно вхождение бора в состав плагиоклазов. Такое частичное изоморфное вхождение бора в алюмосиликаты, безусловно, приведет к уменьшению его собственной миграции и исключению возможности образования собственных минералов на магматическом этапе.

Другая картина наблюдается в метаморфогенных комплексах пород. Полевые наблюдения показывают, что преобразования перидотитовых пород в серпентиниты происходят с увеличением объема, следствием чего является появление трещин скола, разрыва и зеркал скольжения. В апоскарновых серпентинитах наблюдается повышенное содержание бора, обусловленное сингенетичностью процессов серпентизации силикатов.

Повышенной бороносностью обладают не только серпентиниты скарноворудных полей с боратной минерализацией, но и серпентизированные основные и ультраосновные магматические породы. В.Л.Барсуков и Г.Е.Курильчикова объясняют этот факт возможностью нахождения бора в цеолитной воде [1].

Совершенно иными путями происходит образования борных соединений в осадочных формациях.

Гипергенным изменениям подвергаются все минеральные типы борного оруденения, что вызывает дополнительные трудности при проведении геохимических поисков рудных зон бора. Большинство эндогенных минералов бора неустойчивы в зоне гипергенеза, а высокая миграционная способность бора, легко образующего растворимые соединения, снижает обнаружение промышленных его скоплений [2].

Интенсивность гипергенных изменений эндогенных борных образований боросиликатов, бороалюмосиликатов и др. зависит от локальных и региональных геологических факторов: минерального состава оруденения, наличия в рудах сульфидов, их структурных особенностей, степени трещиноватости и выветренности и др. При сопоставлении результатов детального изучения борных проявлений, вскрываются общие закономерности их распределения в зоне гипергенеза, прикладное значение которых нельзя недооценивать.

Интенсивность экзогенного изменения борных минералов различна: при всех прочих равных условиях устойчивость будет уменьшаться в ряду - бура, улуксит, борацит, гидроборацит, флюоборит и т.д. Такая тенденция в преобразованиях борных минералов связана со склонностью этих соединений к выщелачиванию, растворению и улетучиванию. Наглядным примером могут служить брекчии более древних извержений грязевых вулканов, на поверхности которых обнаруживаются углубления или каверны, вынесенных из борных агрегатов. На поверхности боросодержащих руд, а также сопочных брекчий в участках, защищенных от механических воздействий, образуются натеки и корки гипергенных боратов в результате испарения борсодержащих просачивающихся вод.

По сравнению с боратами, боросиликаты (датолиты Кельбаджар и Нахчывана) и алюмоборосиликаты (турмалины Кедабека) испытывают гипергенные изменения в меньшей степени. То же самое можно сказать об аксините, обнаруженном нами в делювии на участке Аразин (Нахчывань).

Полевые наблюдения, проведенные на Айридаге над грейзенизированными турмалинами показали, что процессы окисления доминируют на низких отметках рельефа, тогда как на высокогорье они наименьшие.

У нас не было возможности проведения экспериментов по изучению начальной фазы замещения рассматриваемых борных минералов и возможное образование аморфных их составляющих. Исключение составляли бура и улесит из брекчий грязевых вулканов. При подготовке шлифов из-за повышения температуры эти минералы часто спекались в аморфную массу.

Исследование псевдоморфоз гидроокислов железа, отобранных из зоны окисления борсодержащих руд Дашкесанского района и направленных нами в ГЕОХИ АН СССР (аналитик Г.Е.Курильчикова) показало, что наибольшее содержание бора обнаружено в гидрогетите (1%), меньше в гетите (0,5%) и менее (0,1%) в гидрогематите. Можно заключить, что постепенное понижение содержания бора происходит в связи с увеличением степени кристаллизации гидроокислов железа, выраженной в переходе от аморфного к зернистому строению их агрегатов.

Процесс убывания бора из гидроокислов железа, по всей вероятности, происходит под воздействием кислых вод, образующихся в рудах сульфидов. На заброшенных рудниках Кобальтового и Чирагдересинского месторождений в рудах первого преобладает пирротин, а второго-арсенопирит.

Определению эволюции минеральных форм нахождения бора при становлении оруденения, особенно в скарнах, могло бы помочь исследование изменений щелочности-кислотности эндогенных растворов. К сожалению, у нас не было технической возможности для проведения экспериментов. Нет и литературных данных об экспериментальном моделировании процесса образования эндогенных борных соединений. Но нет сомнения в том, что показатели температуры, давления, рН, наличие кислорода, серы, углекислоты и галоидов в эндогенных растворах имеют решающее значение в дальнейшем поведении бора в гипергенной зоне [3]. О химической активности бора в постмагматическом процессе было отмечено выше. Наличие галоидов, скажем фтора, в парагенезисе с бором на ранней щелочной стадии вызывает возникновение фтористых боратов (флюоборит), ассоциирующихся с кальцитом.

Проявление процесса грейзенизации турмалина на магнезиально-скарновых рудопроявлениях Айридага Кедабекского района можно объяснить прямой связью с изменением фтористости гидротермальных растворов [4].

Для окончательного решения роли выше названных и других элементов в эндогенном борном минералообразовании необходимо проведение экспериментальных исследований. Тем не менее, можно определенно отметить, что основными физико-химическими факторами, формирующими борное оруденение являются температура, давление, рН, окислительно-

восстановительные условия, режимы углекислоты и серы, наличие галоидов и др. конкретной геологической среды. Перечисленными факторами определяются возможности мобилизации, миграции и накопления бора при химическом взаимодействии с вмещающими породами [5].

Нельзя не отметить, что вышеизложенный материал не способен отразить всего многообразия геохимического процесса формирования борного оруденения даже с учетом местных и региональных геологических особенностей района исследований. В таблицах 1,2 приведены обобщенные данные о содержаниях бора в магматогенных и метаморфогенных комплексах Азербайджана по результатам количественного спектрального анализа, выполненных автором в Зональной лаборатории (г.Баку) Центральной Химико-Аналитической лаборатории (Бронницы, Москва) Мин-Гео б/ СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков В.Л., Курильчикова Г.Е. О бороносности серпентинитов. "Геохимия", № 5, 1987.
2. Валиев Ю.Я. и др. Особенности геохимии бора в глинистых минералах. "Литология и полезные ископаемые", № 1, 1975.
3. Валяшко М.Г. Геохимия галогенеза. Сб. трудов геол.факультета МГУ, Изд. МГУ, 1961.
4. Бабаев Н.И. Об образовании и миграции бора (на азерб. яз.). Известия высших технических учебных заведений № 5, 2002 г. Баку.
5. Бабаев Н.И. Роль бора, как элемента-индикатора среды осадконакопления. Материалы научной конференции, посвященной 90-летию проф. С.М.Сулейманова. Изд. БГУ, 2001.

AZƏRBAYCANIN PÜSKÜRMƏ VƏ METAMORFİK SÜXURLARINDA BORUN PAYLANMASI VƏ MÖVCUD GÖRÜNÜŞLƏRİ

N.İ.BABAYEV

ANNOTASIYA

Бор бирляшмяляринин ахтарыш вя кяшфиййатында онун сцхур комплексляриндя шансы эюрцнцшдя олмасынын ящямиййяти чохдур. Мягаладя магматозен вя метаморфозен сцхурларда борун минерал эюрцнцшляри вя онларын бязи хцсусиййятляриндян бящц едилир. Бор кимйяви элемент кими изоморфизин просесиндя иштирак етмяся дя, онун изотопларынын бир щиссясинин бязян Al, бязян дя Si элементлярини явяз едя билмяси борун юз минералларынын йаранмасына мане олур. Борун добал (ендозен) минералларынын яксяринин щиперэнез зонасында дяйанятсизлийи вя онун бирляшмяляринин суда асанлыгла щяллолма габиллиййяти, борун сянайе ящямиййятли топлантыларыны азалдыр.

**DISTRIBUTION AND MORPHOLOGY OF BORON IN ERUPTIVE
AND METAMORPHIC ROCKS OF AZERBAIJAN**

N.I.BABAYEV

ABSTRACT

To my mind boron is associated, basically, with post-magmatic mineragenesis. As is known the process of a crystallization of melt of a magma is tracked by separation of light constituents. Due to crystallochemical and chemical properties, the boron is also among them. Besides the partial isomorphous entry of boron in aluminosilicates will reduce in an abatement of its own migration and exception of a possibility of formation its own minerals in magmatic stage. The other oilpainting is supervised in metamorphogenic complexes of soils. All these are considered in a paper.