

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК [551.736:550.4:545.27](1-925.22)

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ БОРАТОВ
В ПЕРМСКОМ СОЛЕРОДНОМ БАСЕЙНЕ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

М.В. СОЛОМОН, О.П. ГОНЧАРЕНКО

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет
410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83; e-mail: solomonmv@list.ru*

Охарактеризован фактический материал по распространению боратов в пермских борорудных провинциях Восточно-Европейского бассейна. Анализ распространения борных минералов в соленосной толще Прикаспийской впадины свидетельствует, что их состав менялся от существенно магниевого (западная часть бассейна) к магниевому-кальциевому и стронциевому (юго-западная) до натриево-кальциевого, а возможно, и натриевого (южная). Основными источниками бора являлись высококонцентрированная морская рапа и предположительно термальные растворы, которые могли поступать в бассейн по системе пересекающихся глубинных разломов. С учётом литологической приуроченности боратов к эвапоритовым отложениям в солеродных бассейнах выделены четыре генетические группы борных минералов: эвапоритовые, гипергенные, «сквозные», предположительно вулканогенно-осадочные.

Ключевые слова: борная минерализация; Прикаспийская впадина; пермский галогенез Прикаспия.

GENERATION CONDITIONS AND OCCURRENCE REGULARITIES OF THE BORATE
IN THE PERMIAN HALOID BASIN WITHIN THE CASPIAN DEPRESSION

M.V. SOLOMON, O.P. GONCHARENKO

*Saratov National Research State University
410012, Russia, Saratov, Astrakhanskaya street, 83; e-mail: solomonmv@list.ru*

The actual material on the distribution of the borates in Permian boron-ore provinces in the East European basin is characterized. An analysis of the distribution of boron minerals in the saliferous layers of the Caspian Depression shows that their composition has varied significantly from magnesium (western part of the basin) to the magnesium-calcium and strontium (South-West) to sodium-calcium, and possibly sodium (South). The main sources of the boron were concentrated sea brine and presumably thermal solutions which could go to the basin along the system of the intersecting deep faults. Given the lithological association of borates to evaporite deposits in haloid basins, the four genetic groups of boron minerals have been identified: evaporite, supergene, «through», presumably volcanogenic-sedimentary.

Keywords: boron mineralization; Caspian Depression; Permian halogenesis in the Caspian Region.

К настоящему времени накоплен огромный материал по особенностям поведения бора при различных геологических процессах и его накопления в галогенных формациях. Для центральной части

Прикаспийской впадины, Северного и Среднего Приуралья, а также для восточной части Прикаспия наиболее полно выявлены условия формирования боратов [7, 10, 11]. Для прибортовой зоны

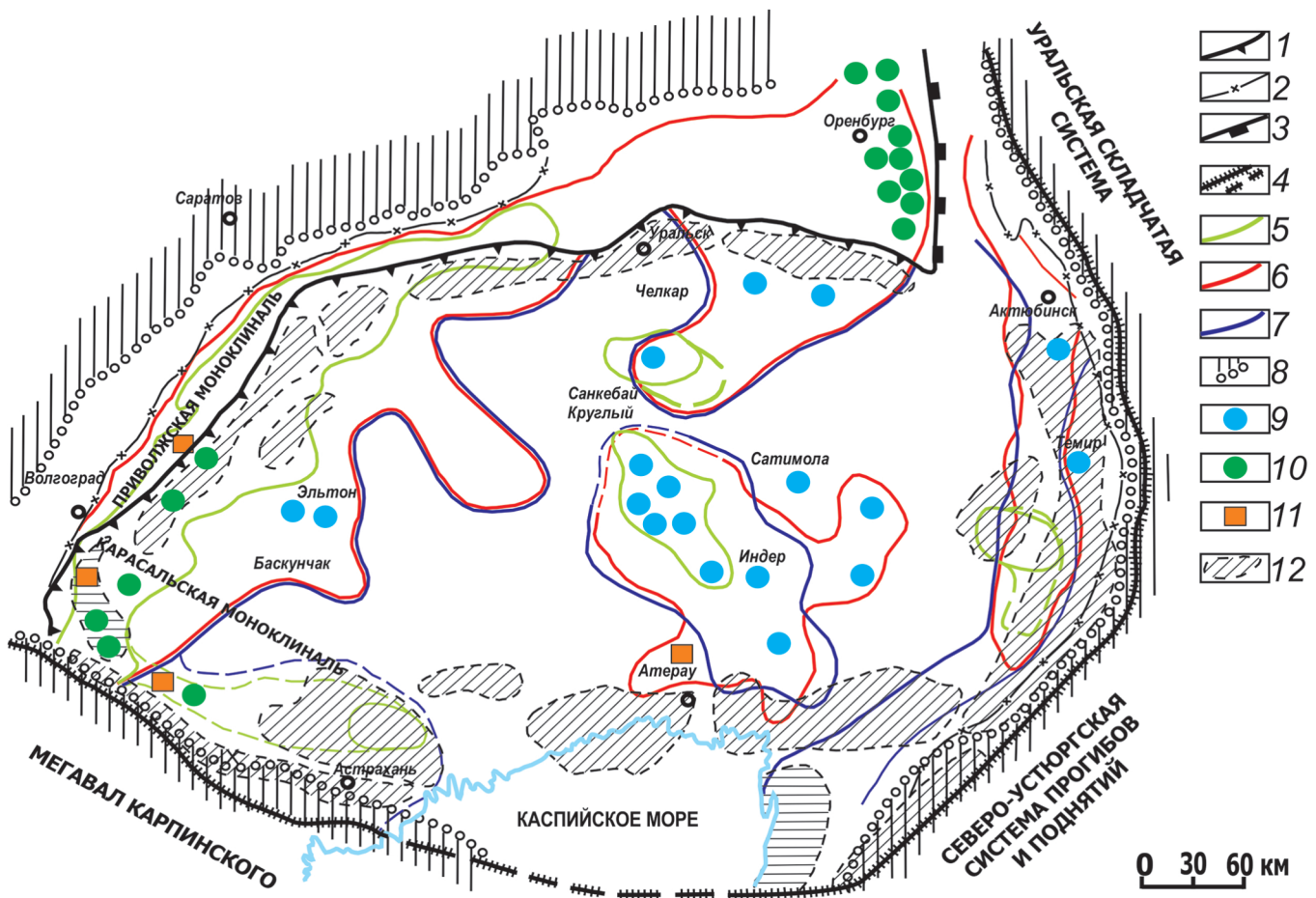


Рис. 1. Схема размещения проявлений борной минерализации в пределах Восточно-Европейского пермского бассейна [3, 7]: 1 – граница бортового уступа; 2 – граница соляных отложений; 3 – Предуральский краевой прогиб; 4 – глубинные нарушения, разделяющие границы распространения; 5 – контуры зон бишофитсодержащих пород; 6 – контуры зон карналлитсодержащих пород; 7 – контуры зон сильвинсодержащих пород; 8 – районы без соляных отложений; 9–11 – проявления борной минерализации: 9 – на солянокупольных структурах; 10 – в слабодислоцированных отложениях; 11 – предположительно вулканогенно-осадочные

Прикаспийской впадины и её южной и юго-западной окраин опубликованы лишь фрагментарные сведения о борной минерализации галогенных отложений [2], поэтому проведённые нами исследования остаются актуальными.

Восточно-Европейский пермский бассейн охватывает огромную территорию Северного, Южного и Среднего Приуралья, Предуральский прогиб, центральную часть Прикаспийской впадины, а также западное и юго-западное обрамление впадины (рис. 1).

В пределах *Северного и Среднего Приуралья* основная масса бора в каменной и калийно-магние-вых солях связана с примесью терригенно-глинистого материала [11]. На Верхнепечорском и Верхнекамском месторождениях (Предуральский прогиб) известны единичные находки эрикаита [11] в нерастворимом остатке карналлитовой породы, включения и желваки гидроборацита.

На территории *Южного Приуралья* в пермских (кунгурских) галогенных отложениях обнаружены 426 проявлений борной минерализации. Бораты представлены обычно включениями или желвака-

ми гидроборацита. В Башкирском Приуралье он находится в прослоях и пластах ангидритов. Последние залегают ниже или внутри толщи каменной соли, реже в ней самой, местами содержащей включения или прослойки сильвинита. В каменной соли с примесью сильвина гидроборацит образует ассоциации с калиборитом [4].

В *Оренбургском Приуралье* в толще каменной соли, содержащей зерна сильвина, среди боратов доминирует гидроборацит, который приурочен к прослоям и пластам ангидрита или глинисто-монтмориллонитового состава. В каменной соли изредка встречаются включения борацита [11].

Содержание бора в пермских галогенных отложениях Северного Прикаспия по сравнению с Приуральем значительно выше. Так, на Соль-Илецкой и Линевакской солянокупольных структурах гидроборацит установлен в толще каменной соли, содержащей прослойки и пласты ангидрита и полигалита. На Григорьевской структуре, в разрезе каменной и калийно-магние-вых солей отмечается лишь луненбургит [5].

В восточной части Прикаспия — на Жилинской структуре, в полигалитовой и сильвинитовой зонах установлены гидроборцит и сульфоборит; в сильвинитовой зоне они локализируются на контактах ангидритовых и сильвинитовых пластов в виде прослоев. На Акджарской солянокупольной структуре бораты находятся в полигалитовой и карналлитовых зонах и приурочены к пластам ангидрит-галитовой породы или каменной соли (гидроборцит и калиборит). На структуре *Мака* бораты обнаружены в нерастворимом остатке сильвиновой породы и представлены зёрнами стронциохильгардита, на структуре *Жиренкара* установлен борцит в виде гнёзд и включений в кизерит-гергейитсодержащих прослоях среди каменной соли [11].

На Эльтонской солянокупольной структуре содержание бора в преобладающей массе каменной и калийно-магниевых солей такое же, как на *Озинской* и *Быковской* структурах, и возрастает лишь в ангидритовой и кизеритовых породах, содержащих включения карналлита [11]. Борные минералы образуют вкрапленность и представлены в основном борцитом и хильгардитом (рис. 2).

На Азеирской солянокупольной структуре бораты представлены главным образом сирлезитом и

находятся в тенардит-галитовой толще. В составе этой толщи сирлезит установлен в каменной соли, обогащенной пирокластикой, монтмориллонитами и цеолитами. Содержание сирлезита колеблется от 1—2 до 6 % [6].

На *Индерской* солянокупольной структуре в составе соляной толщи выделяются нижняя и верхняя зоны каменной соли и средняя зона калийно-магниевых солей. Наиболее высокие концентрации боратов в соляной толще этой структуры приурочены к зоне калийно-магниевых солей и находятся в карналлит-бишофитовой подзоне. В зоне выщелачивания бороносных солей наряду с гидроборцитом и ашаритом установлены уллексит, иньбит, колеманит, пандермит [7, 9]. На солянокупольной структуре *Сатмола* в составе соляной толщи выделяют нижнюю и верхнюю зоны каменной соли и среднюю зону калийно-магниевых солей. К последней приурочены наиболее высокие концентрации боратов в соляной толще этой структуры (кизерит-полигалит-сильвин-карналлитовой). На *Челкарской* солянокупольной структуре максимальные концентрации боратов отмечены в кизерит-карналлитовой и полигалит-сильвинитовых пачках, где они залегают в основном в слоях

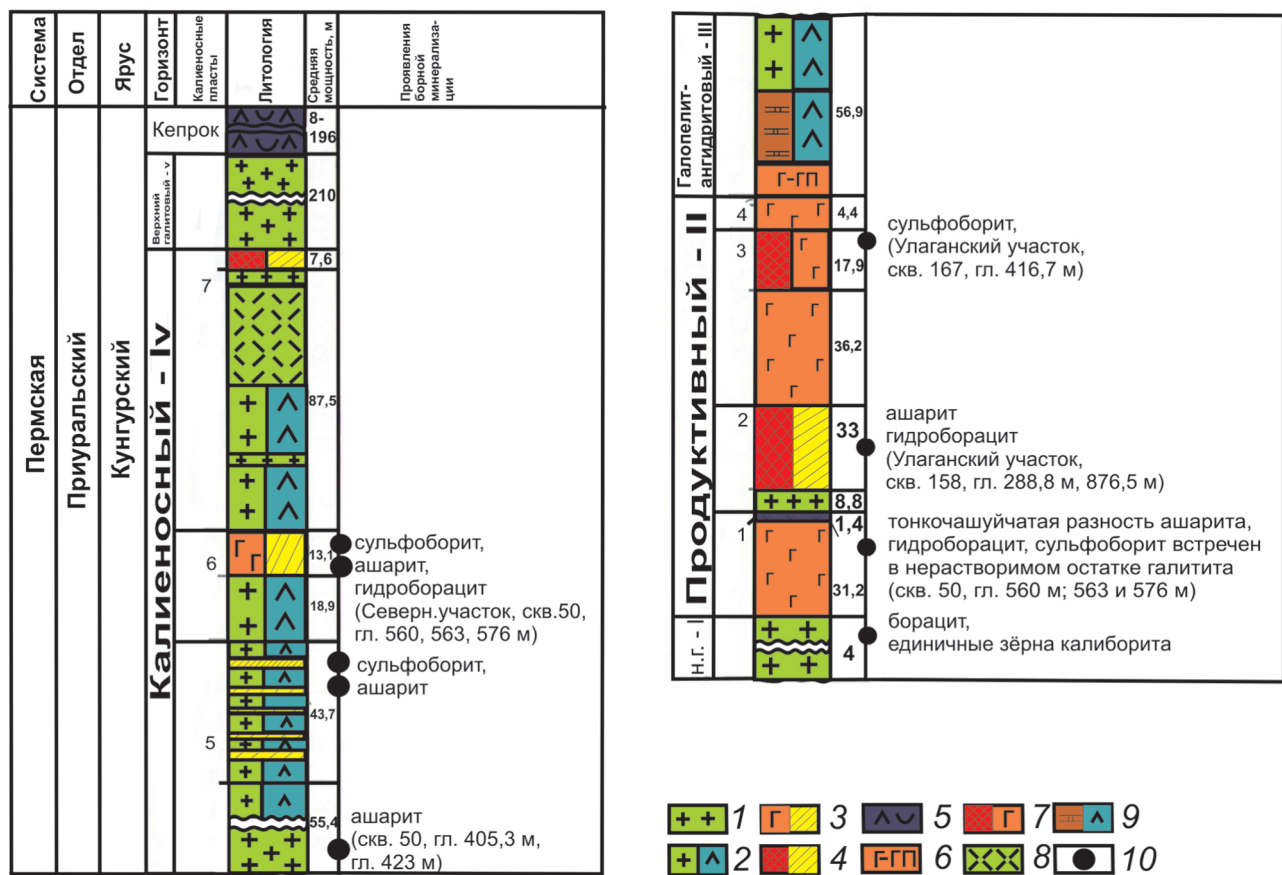


Рис. 2. Сводный ритмостратиграфический разрез Эльтонской солянокупольной структуры [11], с установленными проявлениями боратов: 1 — каменная соль; 2 — каменная соль с ангидритом; 3 — галит-карналлитовая порода; 4 — карналлит-сильвиновая порода; 5 — гипс-ангидритовая порода; 6 — галит с примесью галопелитового материала; 7 — галит-сильвиновая порода; 8 — каменная соль «лодочковая»; 9 — доломит-ангидритовая порода, 10 — места находок боратов (гл. — глубина вскрытия скважиной бороносных пачек)

полигалит- или каинит-галитовой породы (борацит, преображенскит, калиборит, сульфоборит, ашарит и гидроборацит, реже встречается хильгардит, пинноит и др.). Гидроборацит содержится также в лежащих выше ангидритах и галопелитах, где он обычно приурочен к каинит-галитовой породе. В составе глинистых прослоев большую роль играют неупорядоченные смешанослойные минералы хлорит-монтмориллонитового, монтмориллонитового и лейкофиллитового составов, которые стадийно развиваются по вулканическому пеплу, по-видимому, трахилипаритовому [11].

Особенностью вышеописанных структур является приуроченность боратов к зонам развития калиино-магниевого солей, с одной стороны, и в пределах этих зон — к прослоям ангидритовой, кизерит-, полигалит- и каинит-галитовой породы — с другой. Аналогичная особенность проявлена в определённом смысле на куполах Круглом и Лебяжьем, где бораты установлены в прослоях кизеритовой породы, на куполе Шугуль они приурочены к прослоям полигалитовой породы [11].

Рассмотрим распространение и стратиграфическую приуроченность в разрезе боратов *Прибортовой зоны, юго-западной и южной частей Прикаспийской впадины* (рис. 1). На северо-западной части Приволжской моноклинали (Краснокутская плащадь, скважина 1 К-К) борная минерализация, по данным [2, 3], установлена в карпенской, ерусланской, приволжской, погожской и антиповской ритмопачках. В карпенской ритмопачке бораты представлены хорошо огранёнными прозрачными бесцветными призматическими кристаллами сульфоборита (содержание его в каменной соли составляет не более 0,25 %). В приволжской ритмопачке включения боратов приурочены к глинисто-ангидрит-доломитовым породам (колеманит и борацит); к сильвинитам и сильвинсодержащим отложениям погожской ритмопачки (гидроборацит, ашарит и калиборит); к карналлитовым и бишофитовым породам (борацит и преображенскит). В галитите антиповской ритмопачки с включениями карналлита и прослоями кизерита бораты тяготеют к кизеритовым прослоям (сульфоборит) и карналлиту (борацит). В пигаревской ритмопачке выше базальных горизонтов в каменной соли отмечается витчит в виде тонкорассеянной вкрапленности и ашарит, представленный тонкочешуйчатой разностью. В ерусланской ритмопачке, представленной тенардит-ангидрит-галитовой породой, установлены кристаллы гидроборацита и улесита (?) в виде микроскопических желвачков спутанно-волнистого строения. На глубине 749 м обнаружены радиально-лучистые стяжения гидроборацита диаметром до 2 см.

В *западной части Приволжской моноклинали* (Николаевская и Качалинская площади) борная минерализация приурочена в основном к верхней

галитовой и калиеносной зонам [1, 3]. Бораты тяготеют как к участкам ангидрит-галитового, так и карналлит-галитового составов (борацит). В калиеносной зоне боропроявление отмечено в подзоне чередующихся пород карналлит-галит-полигалит-ангидритового и бишофит-карналлитового составов, с преобладанием последних (хильгардит) [1, 9]. В каменной соли с прослоями, гнёздами и отдельными зёрнами ангидрита отмечается спорадически рассеянная вкрапленность борацита. В пачке битуминозного доломита обнаружено присутствие говлита (?) и стронциоборита (?) в виде тонкорассеянной вкрапленности в доломитовой породе. Ниже по разрезу в толще каменной соли с прослоями ангидрита в парагенезисе с ангидритом обнаружены полигалит и сульфоборит, а также спорадически рассеянная вкрапленность борацита. В подстилающей пачке переслаивающихся галита, ангидрита и доломита в прослоях каменной соли присутствуют сферокристаллики борацита; в карналлитсодержащих ангидритовых породах, помимо галита и карбоната (типа магнезита), отмечаются белые включения борацита в виде желваков размером до 1,5 см. В каменной соли с примесью ангидрита и полигалита установлен борацит (Ng 1,658, Nm 1,662, Np 1,668). В тонкослоистых доломит-ангидритовых образованиях определены борацит (Ng 1,658, Nm 1,662, Np 1,668), стронциоборит (Ng 1,579, Nm 1,510, Np 1,470), целестин (Ng 1,631, Nm 1,624, Np 1,622), представляющие собой очень тонкие включения размером 5—10 мкм. Стратиграфически ниже залегают сильвиниты с примесью ангидрита, полигалита, сульфоборита, калиборита. Включения борных минералов тяготеют к галиту, реже к сильвину. В полигалит-галитовой подзоне отмечаются сульфоборит и калиборит; прослой полигалита содержат примесь галита, сульфоборита, калиборита, ангидрита. Сульфоборит образует мономинеральные прослой от нескольких долей до 15 мм и тонкие включения в полигалит-галитовой массе [3]. В нижней галитовой зоне отмечаются спорадические включения борацита в нерастворимом остатке каменной соли. На *Сафроновском участке*, по данным [2], борная минерализация установлена в разрезах скважин 3-«С», 4-«С». Бораты присутствуют в отложениях погожской, антиповской и пигаревской ритмопачек. В разрезе скважины 3 «С» (по данным химического и иммерсионного анализов нерастворимого остатка) выявлен интервал, повышенной бороносности, который представлен карбонатными породами с каменной солью, перекрывающий сильвинитовые и галитсильвинитовые отложения (гидроборацит и ашарит). В сильвинитовых и сильвин-галитовых породах установлены гидроборацит и калиборит, причём калиборит тяготеет к сильвинитам, а гидроборацит — к галиту. Для галогенных отложений в скважине 4-«С» сверху вниз по разрезу в погож-

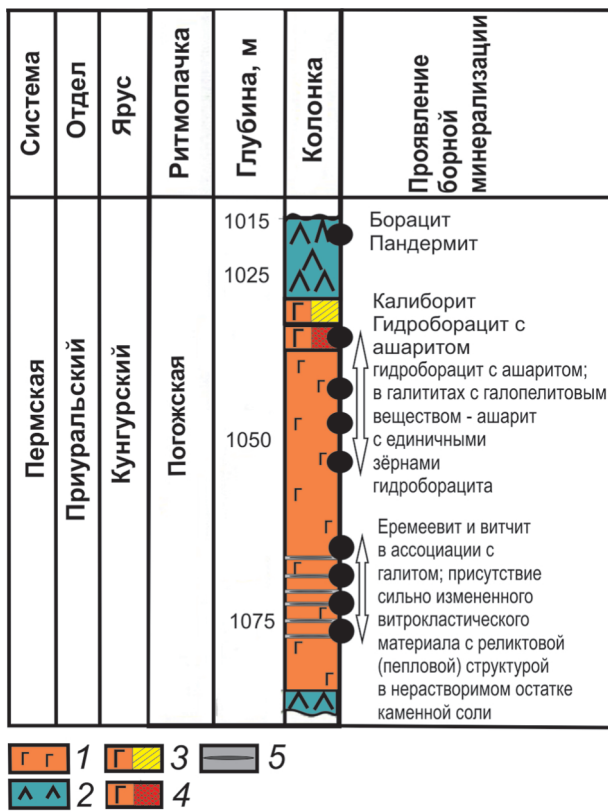


Рис. 3. Ритмостратиграфическая колонка юго-западной части Приволжской моноклинали, Сафроновский участок, скв. 4-С, с установленными проявлениями боратов: 1 – галитит; 2 – ангидрит; 3 – галит-карналлитовая порода; 4 – сильвин-галитовая порода; 5 – сильно изменённый витрокластический материал с реликтовой (пепловой) структурой (туффит?)

ской ритмопачке установлена следующая борная минерализация: в верхней ангидрит-галитовой пачке присутствует борациит и достаточно редкий

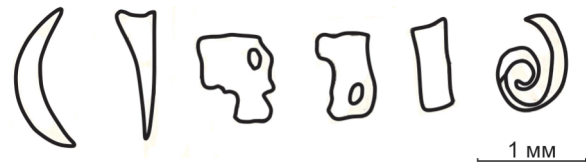


Рис. 4. Форма обломков вулканического стекла в туффитах (?) Сафроновского участка Приволжской моноклинали

минерал — пандермит, для сильвинитов наиболее характерной ассоциацией является калиборит и гидроборациит с ашаритом (рис. 3).

В галититах присутствует гидроборациит с ашаритом, а в галититах с галопелитовым веществом — ашарит с единичными зёрнами гидроборациита. В нерастворимом остатке каменной соли (1072,3—1076,4 м) наблюдается сильно изменённый витрокластический материал с реликтовой (пепловой) структурой. Детальное изучение нерастворимого остатка в иммерсионных препаратах показало, что главная его масса представлена изотропным и полуизотропным пепловым материалом, в различной степени изменённом и раскристаллизованном, с показателями преломления 1,524—1,530. В качестве примеси выявлены обломки вулканического стекла серповидной, удлинённой копьевидной форм, сложно закрученные (рис. 4), с показателями преломления 1,543—1,530, что соответствует содержанию SiO_2 55—70% [6]. Это подтверждается химическим анализом водонерастворимых остатков: SiO_2 74,94, Fe_2O_3 1,46, Al_2O_3 15,20, TiO_2 0,16, MnO 0,26, MgO 0,76, CaO 0,98, K_2O 2,33, Na_2O 3,62, B_2O_3 0,13, CO_2 0,30, SO_3 0,32, Cl 0,06 %.

Аутигенные еремеевит (N_g 1,653, N_m 1,640) и витчит (N_g 1,621, N_m 1,553, N_p 1,551) были уста-

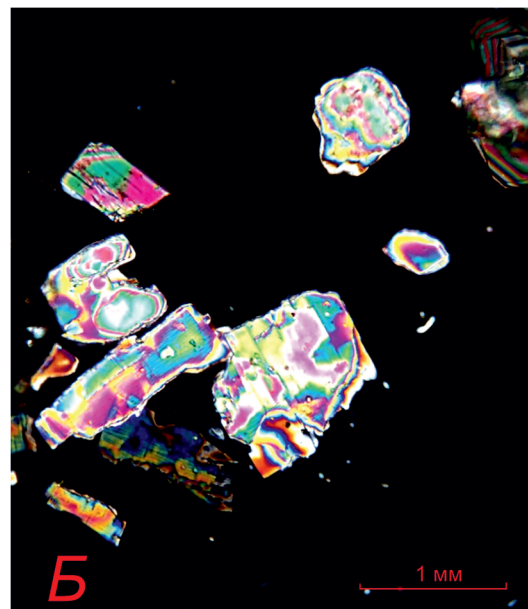


Рис. 5. Витчит, нерастворимый остаток водной вытяжки сильвин-галитовой породы, Сафроновский участок, скв. 4-С: А – без анализатора, Б – с анализатором

новлены в иммерсионных препаратах в пробах из того же интервала (1072,3—1076,4 м) в нерастворимом остатке каменной соли. Форма кристаллов витчита часто пластинчатая, уплощенно-удлиненная, иногда кристаллы слагают ступенчатые агрегаты (рис. 5).

Некоторые кристаллы витчита образуют полисинтетические двойники, что позволило выделить разновидность витчита — витчит-А. Еремеевит встречается в виде кристаллов столбчатого облика с четко выраженными гранями гексагональной призмы.

В пределах Южно-Плодовитенского участка Карасальской моноклинали галогенные отложения, предположительно, представлены погожской, антиповской и пигаревской ритмопачками и сложены базальными горизонтами ангидрит-доломитового состава, с преобладанием ангидритов и каменной солью. В отдельных интервалах разреза здесь отмечены прослои полигалита, тенардита, вкрапленность сильвина. Борные минералы в галит-полигалит-сильвинитовых и галит-сильвинитовых породах в средней части (погожская ритмопачка) в интервале 2200—3100 м и верхней части (антиповская ритмопачка) разреза в интервале 1500—2100 м представлены ашаритом, калиборитом, преобразенскитом (?) и борацитом (рис. 6).

Здесь же в ассоциации с галитом отмечены еремеевит и сирлезит (*Ng* 1,516, *Nm* 1,531, *Np* 1,535). Сирлезит встречается в виде хорошо образованных кристаллов размером 0,2—0,3 см, в которых преобладают грани призмы в сочетании с гранями пинакоидов.

Данные об установленных борных минералах в пределах Приволжской и Карасальской моноклиналей, а также поднятия Западный Азгир приведены в таблице.

С учётом литологической приуроченности боратов к эвапоритовым отложениям в солеродных бассейнах, а также данных ряда исследователей [1—7, 10, 11] можно выделить четыре генетические группы борных минералов:

I. Эвапоритовые минералы: а) связанные с подготовительной стадией галогенеза — борацит, иньoit, улесит, ашарит, витчит;

б) галогенные, образованные:

- 1) на *галитовой стадии*: из рапы сульфатного типа кристаллизуются пинноит, ашарит; 2) на *сильвиновой стадии*: из рапы сульфатного типа — ашарит, калиборит, пинноит, а из растворов хлоркальциевого типа — пандермит, калиборит, иньoit; 3) на *карналлитовой стадии*: из рапы сульфатного типа — борацит, преобразенскит, (гидроборацит), а из растворов хлоркальциевого типа — пандермит, колеманит; 4) на *бишофитовой стадии*: борацит; 5) *садка сульфатных солей* сопровождается кристаллизацией ашарита, сульфоборита, борацита, джинорита, аксаита, (преобразенскит, гидроборацит, хильгардит, галургит).

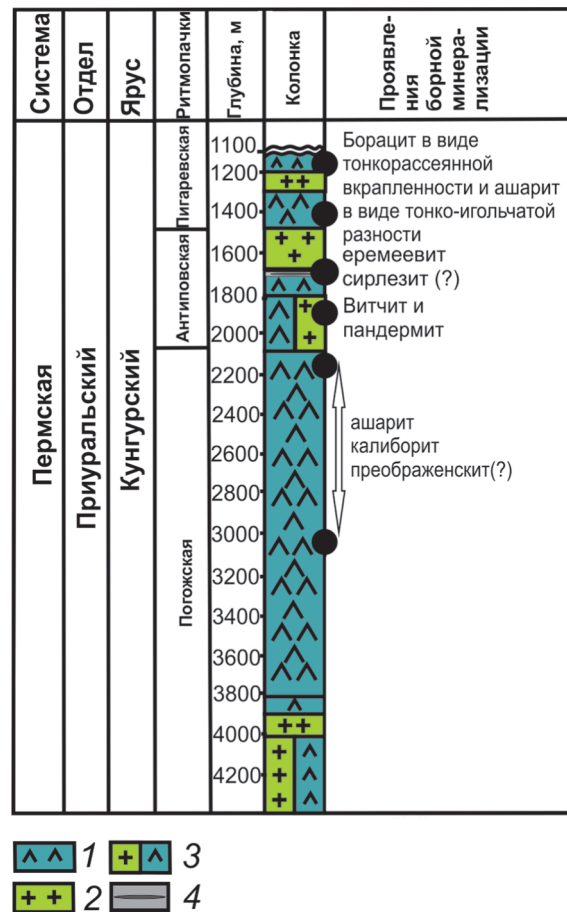


Рис. 6. Ритмостратиграфическая колонка Карасальской моноклинали, Южно-Плодовитенская площадь, с установленными проявлениями боратов: 1 — ангидрит; 2 — каменная соль; 3 — каменная соль с примесью ангидрита, 4 — сильно изменённый витрокластический материал с реликтовой (пепловой) структурой (туффит?)

II. Гипергенные минералы. Сформированные в результате выветривания галогенных пород в ассоциации с гипсом и глинисто-карбонатными отложениями: улесит, иньoit, пандермит, колеманит, курнаковит, индерит;

III. «Сквозные» минералы, присутствующие не только на всех стадиях осолонения бассейна, но и в образованиях первого и второго типов: гидроборацит, борацит и ашарит;

IV. Предположительно вулканогенно-осадочные бораты. Бура, улесит, витчит-А, сирлезит.

Анализируя распространение борных минералов в соленосной толще обрамления Прикаспия и принимая во внимание фактический материал по бороносности юго-западной [3, 6, 11] и южной частей бассейна [2—5, 10, 11], расширить имеющуюся модель боронакопления можно следующим образом.

1. Состав боратов менялся от существенно магниевого (западная часть бассейна) к магниевокальциевому и стронциевому (юго-западная) до натриево-кальциевого, а возможно, и натриевому (южная), т. е. в соответствии с возрастанием степени метаморфизации исходной рапы.

Приуроченность борных минералов к определённым галогенным литотипам
 в пределах Приволжской и Карасальской моноклиналей и поднятия Западный Азгир

Район исследований	Порода	Борная минерализация
Краснокутский участок, Приволжская моноклираль	Ангидрит-галитовая	Ашарит $Mg[HBO_3]$
	Каменная соль	Борацит $Mg_3[B_7O_{13}]Cl$
		Сульфаборит $Mg_6[B_4O_{10}](SO_4)_2 \cdot 10H_2O$
	Карналлитовая	Борацит $Mg_3[B_7O_{13}]Cl$
	Бишофитовая	Сульфаборит $Mg_6[B_4O_{10}](SO_4)_2 \cdot 10H_2O$
		Борацит $Mg_3[B_7O_{13}]Cl$
Сафроновский участок, Приволжская моноклираль	Ангидрит-доломитовая	Борацит $Mg_3[B_7O_{13}]Cl$
	Доломит-ангидрит-полигалитовая	Ашарит $Mg_2[B_2O_5] \cdot H_2O$
		Пинноит $Mg[B_2O(OH)_6]$
	Галит-ангидритовая	Хильгардит $Ca_2[B_5O_8(OH)_2]Cl$
	Ангидрит-целестиновая	Витчит $Sr_2B_{11}O_{16}(OH)_5 \cdot H_2O$
	Каменная соль+ витрокластический материал	Витчит $Sr_2B_{11}O_{16}(OH)_5 \cdot H_2O$
Еремеевит $Al_6[BO_3]_5 (F,OH)_3$		
Южно-Плодовитенский участок, Карасальская моноклираль	Ангидрит-доломит-тенардитовая	Борацит $Mg_3[B_7O_{13}]Cl$
		Ашарит $Mg_2[B_2O_5] \cdot H_2O$
		Витчит $Sr_2[B_{11}O_{16}] (OH)_5 \cdot H_2O$
	Каменная соль+тенардит	Улексит $NaCa[B_5O_9] \cdot 8H_2O$
	Галит-полигалит-сильвинитовая	Преображенскит $Mg_8[B_5O_7(OH)_4] \cdot H_2O$
		Калиборит $KMg_2H[B_6O_8(OH)_5]_2(H_2O)_4$
	Галит-сильвинит-карналлитовая	Калиборит $KMg_2H[B_6O_8(OH)_5]_2(H_2O)_4$
		Ашарит $Mg_2[B_2O_5] \cdot H_2O$
	Галит-ангидритовая	Витчит $Sr_2[B_{11}O_{16}] (OH)_5 \cdot H_2O$
		Пандермит $Ca_4[B_{10}O_{19}] \cdot 7H_2O$
	Галит+витрокластический материал	Еремеевит $Al_6[BO_3]_5 (F,OH)_3$
		Сирлезит $NaSi_2[BO]_5(OH)_2$
Азгирская солянокупольная структура	Каменная соль-тенардит	Улексит $NaCa[B_5O_9] \cdot 8H_2O$
		Еремеевит $Al_6[BO_3]_5(F,OH)_3$
	Тенардитовая	Улексит $NaCa[B_5O_9] \cdot 8H_2O$
		Бура (тинкал) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
	Каменная соль+ витрокластический материал	Сирлезит $NaSi_2[BO]_5(OH)_2$

2. Периодическое поступление сульфат-иона, понижающего растворимость борнокислых соединений, вызвало соосаждение сульфатов магния и кальция [1, 3, 9]. Этим объясняется частая приуроченность боратов в галогенных породах к прослоям кизерита, каинита, полигалита, ангидрита, галопелита.

3. Учитывая расположение Сафроновского участка Приволжской моноклинали в краевой части солеродного бассейна (рис. 1), а также присутствие здесь в составе солей пирокластического материала и принимая во внимание нехарактерный для морских бассейнов парагенезис боратов (витчит-А, сирлезит, еремеевит), можно предположить, что эти минералы формировались при участии вулканогенно-осадочных процессов. Правильная форма кристаллов этих минералов, их чистота, прозрачность, отсутствие признаков преобразования позволяют рассматривать данные минералы как образования, возникновение которых обуслов-

лено взаимодействием пеплового материала, содержащего большое количество кремния и, вероятно, некоторое количество бора, со средой осадкообразования, богатой стронцием, натрием и алюминием соответственно. Аналогичное предположение создается и об источнике бора на территории Карасальской моноклинали.

4. О возможности поступления термальных вод по системе пересекающихся глубинных разломов [2] в изученных разрезах свидетельствуют данные термометрии вакуолей в галите и боратах [2, 8, 9], температура образования которых составила порядка 110 °С.

5. Прогнозную оценку добычи борного сырья на территории Прикаспийской впадины следует отнести к «калиеносным полям»: Волгоградскому, Краснокутско-Карпенскому, Озинскому и Челкар-Индерскому, в пределах которых отмечается повышенное содержание борных минералов в соленосной толще.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаренко О.П. Калиенность эвапоритовых бассейнов фанерозоя и особенности формирования отложений заключительной стадии галогенеза // Литология и полезные ископаемые. 2006. № 4. С. 422–433.
2. Гончаренко О.П., Московский Г.А., Букина Т.Ф., Маникин А.Г., Рузляева Н.С. Особенности образования борных минералов в пределах западной и юго-западной частей Прикаспийской впадины // Известия вузов. Геология и разведка. 2003. №6. С. 50–54.
3. Гончаренко О.П., Писаренко Ю.А., Киреенко О.С., Писаренко В.Ю. Перспективы бороносности галогенной формации прикаспийской впадины и её обрамления // Известия вузов. Геология и разведка. 2011. №2. С. 41–46.
4. Горбов А.Ф. Условия образования и закономерности размещения боратовых месторождений вулканогенно-осадочного типа // Тр. ВНИИГалургии. 1960. В. 40. С. 3–65.
5. Корневский С.М. Перспективы калиенности галогенных отложений Северного Прикаспия и Южного Предуралья // Тр. ВСЕГЕИ. 1961. Нов.сер. Т. 57. С. 131–145.
6. Лобанова В.В. Петрографическая характеристика соляной толщи поднятия Западный Азгир // Тр. ВНИИ галургии. 1960. В. 40. С. 116–127.
7. Озол А.А. Особенности геохимии бора и условия его локализации в галогенных отложениях // Тр. Казан. геол. ин-та. 1969. В. 24. С. 70–71.
8. Соломон М.В. Морфологические особенности включений в борных минералах пермского солеродного бассейна Прикаспийской впадины // Мат. 2-й Всероссийской школы молодых ученых по литологии. Екатеринбург, 2016. С. 198–201.
9. Соломон М.В. Особенности развития борной минерализации прибортовой зоны Прикаспийской впадины // Мат. заочной научной конференции ПАО «ВНИПИгаздобыча» молодых ученых и специалистов. Саратов, 2016. С. 54–59.
10. Тихвинский И.Н., Озол А.А. Стратиграфическая и фациальная приуроченность боратов в кунгурских галогенных отложениях // Стратиграфия и литология палеозоя Волго-Уральской области. Казань: Изд-во КГУ, 1970. С. 180–187.
11. Яржемский Я.Я. Вопросы формирования боратов. Л., 1968. 92 с.

УДК 553.411:553.068.5 (571.53)

РОССЫПИ КРУПНЫХ ДОЛИН ЛЕНСКОГО ЗОЛОТОНОСНОГО РАЙОНА

О.В. ВИНОГРАДОВА

Московский государственный университет

119991, Россия, г. Москва, ГСП-1. Ленгоры, д. 1; e-mail: o.v.vinogradova@gmail.com

Рассмотрены морфология и внутренняя структура россыпей крупных долин Ленского золотоносного района. Установлено, что распределение золота определяется морфодинамическим типом русел и характером их эволюции на различных участках долин. Выявлено значительное влияние крупных притоков на строение россыпей, обуславливающих наличие поперечных к оси долины золотоносных пластов и резкие изменения значений отметок подошвы металлоносных пластов, которые расположены как на останцах разновысотных эрозионных уровней, так и в эрозионных ложбинах — палеорулах притоков. Учёт выявленных закономерностей позволяет прогнозировать положение и морфологию золотоносных пластов в погребённых долинах, выявить неразведанные фрагменты россыпей и повысить точность оконтуривания блоков подсчёта запасов золота.

Ключевые слова: россыпь; долина; морфодинамический тип русла; золотоносный пласт; эволюция палеорула; притоки; разведка.

PLACERS OF MAJOR VALLEYS IN THE LENA GOLD-PLACERS REGION

O.V. VINOGRADOVA

Lomonosov Moscow State University

119991, Russia, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory, 1; e-mail: o.v.vinogradova@gmail.com

The morphology and inner structure of the placers in the major valleys of the Lena gold-bearing area are considered. The morphology of placers in the plan and the distribution of gold within the contours of the valleys are determined by the morphodynamic type of the channels and their evolution in different parts of the valley. The influence of the major tributaries on the placers structure is found out. They determine the presence of the gold-bearing formations, transverse to the axis of the valley, as well as the abrupt changes of the elevation values of the bottom of the metal-bearing layers, which are located on the outcrops of different height levels and in the erosion hollows — paleochannels of the tributaries. Taking these facts into account allow predicting the position and morphology of the gold formations in buried valleys, to identify undiscovered fragments of placers and to increase the accuracy of delimitation blocks for the estimation of the gold reserves.

Keywords: placer; valley; morphodynamic type of the channel; gold formation; evolution of paleochannel; tributaries; exploration.