

6. Кубанцев, И.А. Реорганизации в мировом горнорудном бизнесе и геологоразведочных работах после спада 1997–2002 гг. / И.А. Кубанцев // Отечественная геология. — 2007. — № 2. — С. 104 — 108.
7. Макарова, Ю.В. Методы обработки данных литохимических поисков по ореолам и потокам рассеяния / Ю.В. Макарова, А.Г. Марченко, В.О. Ильченко // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 72–77.
8. Мишин, Л.Ф. Вторичные кварциты и их связь с золоторудной минерализацией месторождения Светлое (Ульинский прогиб, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс) / Л.Ф. Мишин // Тихоокеанская геология. — 2011. — Т. 30. — № 4. — С. 32–48.
9. Николаев, Ю.Н. Геохимические параметры и критерии прогноз-ной оценки золоторудных узлов и полей / Ю.Н. Николаев, А.В. Аплеталин, И.А. Калько // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 21–27.
10. Седелникова, Г.В. Повышение эффективности прогнозно-поисковых работ на рудное золото на основе применения современных методов анализа / Г.В. Седелникова, А.В. Мандругин // Разведка и охрана недр. — 2008. — № 4–5. — С. 82–85.
11. Соколов, С.В. Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения. Мин-во природных ресурсов РФ / С.В. Соколов. — СПб, 1998. — 154 с.
12. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / Под ред. А.П. Соловова: А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
13. Стружков, С.Ф. Открытия месторождений золота в Тихоокеанском рудном поясе — опыт и прогноз / С.Ф. Стружков // Минеральные ресурсы мира. — 2008. — № 3. — С. 79–89.
14. Corbett, G.J. Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization / G.J. Corbett, T.M. Leach // Special Publications of the Society of Economic Geologists, 1998. — v. 6. — p. 258.
15. Cleverley, J.S. Decisions and Discovery — Upgrading to «Truth Machine 2.0». / J.S. Cleverley, M. Carey, K. Witherly // SEG Newsletter, 2017. — pp. 21–22.
16. Enders, S. Discovery, innovation, and learning in the mining business. New ways forward for an old industry / S. Enders, C. Saunders // SEG Newsletter, 2011. — pp. 15–23.
17. Hedenquist, J.W. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific Basin / J.W. Hedenquist: Circum Pacific Energy and Mineral Resources Conference, №4, Singapore, Transactions, 1987. — p. 513–524.
18. Levinson, A.A. Introduction to exploration geochemistry. Supplement / A.A. Levinson // Appl. Publ. Ltd., Wilmette, the USA, 1980. — p. 924.
19. Mann, A.W. Strong versus weak digestions: ligand-based soil extraction geochemistry / A.W. Mann // Geochemistry: Exploration. — 2010. — v. 10. — pp. 17–26.
20. Sillitoe, R.H. Porphyry Copper Systems / R.H. Sillitoe // Economic Geology. — 2010. — v. 105. — pp. 3–41.

© Прийменко В.В., Глухов А.Н., 2021

Прийменко Владимир Валерьевич // priymenko@polymetal.ru
Глухов Антон Николаевич // gluhov76@list.ru

УДК 553.689.2.061.62 (470.57)

Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Булаткина Т.А.
(АО «ЦНИИгеолнеруд»)

**ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫМ БАРИТОВЫМ СЫРЬЕМ,
ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Проблему обеспечения промышленности высококачественным баритовым сырьем предлагается решить путем освоения месторождений гипергенного типа. Приво-

*дятся типизация последних, условия их образования, рекомендации по поиску. **Ключевые слова:** барит, гипергенный, кора выветривания, месторождение, рудопоявление, остаточный, россыпной, обогащение, высококачественное сырье.*

Akhmanov G.G., Egorova I.P., Bulatkina T.A. (TSNIIGeolnerud)
**THE PROBLEM OF PROVIDING THE INDUSTRY WITH
HIGH-QUALITY BARITE RAW MATERIALS, WAYS OF
ITS SOLUTION**

*The problem of industry providing high-quality barite raw materials is proposed to solve by mastering the hypergened type deposits. Typification of the latter, conditions for their education, recommendations for the search are given. **Keywords:** barite, hypergene, weathering crust, deposit, ore occurrence, residual, alluvial, beneficiation, high quality raw material.*

Барит, природный сульфат бария ($BaSO_4$), благодаря присущим ему свойствам (высокой плотности, химической инертности, низкой твердости и др.), широко применяется в различных отраслях промышленности. Основными направлениями его использования являются: производство бариевых соединений, инертного или слабоактивного наполнителя и утяжелителя. Товарной продукцией, потребляемой промышленностью Российской Федерацией (РФ), служат баритовые концентраты классов А и Б. Концентрат класса А («небуровой» барит) имеет широкий спектр применения, концентрат класса Б («буровой» барит) используется в качестве утяжелителя при бурении скважин. Потребности промышленности Российской Федерации в баритовом сырье не обеспечены отечественным производством, дефицит покрывается импортом. Особенно остро стоит вопрос обеспечения промышленности «небуровым» баритом, импорт которого составляет в настоящее время 100 %.

Проблема заключается в том, что в России в настоящее время нет подготовленной сырьевой базы «небурового» барита, сырьем для производства которого, как правило, служат месторождения жильного типа. Известные месторождения этого типа характеризуются незначительными запасами и сложными горно-геологическими условиями (Северный Кавказ), или находятся в регионах с отсутствующей инфраструктурой (приграничные области Республики Саха-Якутия и Магаданской области). К тому же жильные месторождения характеризуются изменчивой морфологией рудных тел, в силу чего требуют сложных затратных систем отработки, не обеспечивающих рентабельность получения товарной продукции.

Проблему обеспечения промышленности «небуровым» баритом возможно решить путем освоения баритовых месторождений гипергенного типа.

Руды гипергенных месторождений являются продуктами выветривания собственно баритовых и комплексных баритосодержащих руд и визуально представляют собой несвязанные сыпучие породы («сыпучка»),

сложенные смесью обломков различной размерности: щебнистой, дресвяной, песчаной, алевритовой и пелитовой. Иногда «сыпучка» может быть слабо сцементирована алевропелитовым материалом.

В составе «сыпучки», как правило, можно наблюдать баритовые, кремнисто-баритовые, глинисто-кремнисто-баритовые агрегаты и обломки «пустых», практически безбаритовых образований, представленных карбонатными, кремнистыми или глинистыми породами. В рудных агрегатах зерна барита нередко находятся в тесном срастании с кварцем и карбонатными минералами. Часто барит также загрязнен окислами и гидроокислами железа и марганца, развивающимися по микротрещинам и плоскостям спайности.

Минеральный состав руд гипергенных месторождений представлен баритом и совместно встречающимися с ним карбонатами (доломитом, кальцитом, анкеритом), минералами группы кремнезема (кварцем, халцедоном), глинистыми минералами и сульфидами (пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и др.). Заметную роль в составе руд играют минералы зоны окисления: гетит, гидрогетит, ярозит, лепидокрокит, малахит, азурит, манганит, псиломелан и др.

Барит, главный компонент руды, имеет разнообразную окраску: белую (с розоватым, зеленоватым, голубоватым, сероватым или рыжеватым оттенками), светло-серую до темно-серой, практически черной.

Для гипергенных баритовых руд характерны обломочные и землистые текстуры. В первых размерности обломков составляет от 1 и более мм, в землистых — менее 1 мм. Типичными также являются гнездовые текстуры — крупные гнезда барита неправильной или линзовидной формы, достигающие в поперечнике 1 и более метров в глинистых охрах или охристых глинах. Сами рудные обломки: мономинеральные, кремнисто-баритовые, карбонатно-баритовые, кремнисто-карбонатно-баритовые также отличаются значительным разнообразием текстур и структур. Встречаются массивные, полосчатые, прожилковые, гнездовые, вкрапленные, кавернозные и пористые текстуры. Из структур наблюдаются неравномерно-зернистые (размер зерен колеблется от сотых долей мм до 1 см и более), крупно-гигантозернистые, гранобластовые, катакластические, порфиороклатические. Химический состав руд определяется переменным содержанием $BaSO_4$ и основных породообразующих окислов. Содержание $BaSO_4$ колеблется от 12 до 50 %.

Факторами образования гипергенных месторождений барита являются: 1) наличие коренных месторождений барита или баритизированных горных пород, за счет разрушения которых при благоприятных тектоно-геоморфологических и физико-географических условиях происходит их формирование; 2) климатические и ландшафтные условия, формирующие коры выветривания; 3) морфоструктурная обстановка и неотектонический режим, способству-

ющие возникновению, локализации и сохранности месторождений.

Коры выветривания по морфологии подразделяются на площадные, линейные и сложные. Наиболее часто месторождения связаны с образованиями сложной коры выветривания. Последняя сверху обычно начинается с площадной коры, от которой ниже в виде апофиз по зонам разломов, по прослоям пород менее устойчивых к процессам выветривания опускается на глубину уже в виде линейной коры, образуя различные «языки», «карманы», «апофизы» и другие неровности, и углубления, выполненные продуктами химической переработки исходных пород.

Баритоносные коры выветривания, как правило, подразделяются на две зоны: I — зону дезинтеграции и начального выщелачивания; II — зону глинисто-баритовых продуктов выветривания. Первая зона сложена обломочным материалом щебнисто-дресвяной размерности с видимыми изменениями, выразившимися в широком развитии пустот выщелачивания, вторичном обывестковании и ожелезнении. Вторая зона представлена глинисто-песчаной или песчано-глинистой массой. Мощность обеих зон достигает первых десятков метров. Цвет кор выветривания варьирует от желтовато-коричневого до бурого различных оттенков и черного при наличии омарганцевания. От зоны I к зоне II возрастает содержание минералов группы кремнезема (кварца и халцедона), глинистых минералов (каолинита, гидрослюда, монтмориллонита), барита, окислов и гидроокислов железа (гематита, гетита, гидрогетита), иногда марганца (пирролизита и доломита) уменьшается. Для кор выветривания I зоны характерны каркасные текстуры: пористая, кавернозная, ячеистая, ящичная, губчатая, для II — обломочные и землистые. Концентрации барита обычно приурочены к зоне II.

Основными процессами в коре выветривания являются: декарбонатизация, выщелачивание, ожелезнение, омарганцевание. В процессе изменения механического и минералогического состава пород в корях выветривания происходит освобождение баритовых агрегатов и зерен от минералов вмещающих пород. Около 70 % общего количества барита в глинистых продуктах выветривания находится в свободном состоянии. По отношению к исходным породам содержание барита за счет остаточных концентраций возрастает в несколько раз.

По составу коры выветривания на большинстве месторождений относятся к бурожелезняково-баритовым, реже к марганцево-баритовым. Основная масса барита этих месторождений сосредоточена в глинистых охрах коры выветривания в виде крупных линз и гнездовых скоплений. Количество барита вниз по падению убывает и на глубине 40 м в слабовыветрелых породах, как правило, не превышает 10–15 %.

По условиям образования гипергенные месторождения барита подразделяются на остаточные и рос-

сыпные. Последние в свою очередь на: элювиальные, делювиальные и карстовые россыпи [2].

Процесс формирования месторождений остаточного типа представляется следующим. Первоначально отложение сульфата бария происходит осадочным путем. Во вмещающих толщах образуются зоны рассеянной минерализации. Мелкие рассеянные вкрапленники, маломощные прожилки и гнезда барита составляют не более 20 % к общей массе породы. Позднее, на орогенном этапе развития территории происходит формирование многочисленных зон тектонических нарушений и в зонах долгоживущих, глубинных разломов протекают процессы низкотемпературных гидротермально-метасоматических преобразований пород. Глинистые породы преобразуются в глинистые сланцы, в которых гидрослюда частично или полностью замещены серицитом и хлоритом, песчаные породы — в кварцево-песчаники, характеризующиеся бластоосаммитовыми структурами, карбонатные породы перекристаллизуются. Основная масса барита образуется на стадии глубинного эпигенеза, когда в условиях повышенных температур и давления происходит переотложение осадочного (седиментогенно-диагенетического) барита вдоль тектонически ослабленных зон с образованием пластов, линзовидных и гнездовых баритовых тел. Параллельно с этим может существовать и другой процесс — метаморфизация толщ песчаников, в составе которых имеются калиевые полевые шпаты. В последних барий часто присутствует в виде изоморфных примесей. При растворении барийсодержащих полевых шпатов в процессе глубинного эпигенеза барий может осесть, переходить в раствор, мигрировать в виде хлоридов и в определенных участках осесть в виде барита.

В отличие от месторождений остаточного типа формирование месторождений россыпного типа представляется более простым. Образование их связано прежде всего с неотектоническими явлениями, обуславливающими возможность выхода на поверхность коренных месторождений и последующего их разрушения. Для формирования карстовых месторождений барита необходимы: наличие карстующихся пород: легкорастворимых карбонатов (известняков, доломитов); присутствие вблизи них источников рудного вещества.

Элювиальные россыпи обычно представляют собой неперемещенные продукты выветривания коренных источников, образующие маломощные залежи над баритовыми телами. Примером может служить Северо-Западная россыпь Медведевского месторождения (Челябинская область), непосредственно залегающая на его Главной залежи. Делювиальные россыпи образуются на склонах в результате плоскостного смыва. В процессе перемещения обломочного материала по склону происходит его дифференциация и барит концентрируется в нижней части склона, как обладающий более значительным удельным весом. Карстовые россыпи локализуются в карстовых

формах рельефа, представляя собой своеобразную контракционную кору выветривания, сложенную химически переработанным нерастворимым остатком карстующихся карбонатных пород. Существенную роль в составе карстовых отложений играют продукты ближайшего переотложения кор выветривания пород, обрамляющих карстовые депрессии. Аллотигенный материал (посторонняя составляющая различных пород, происходящая из другого места) либо отсутствует, либо составляет незначительную часть карстовых отложений.

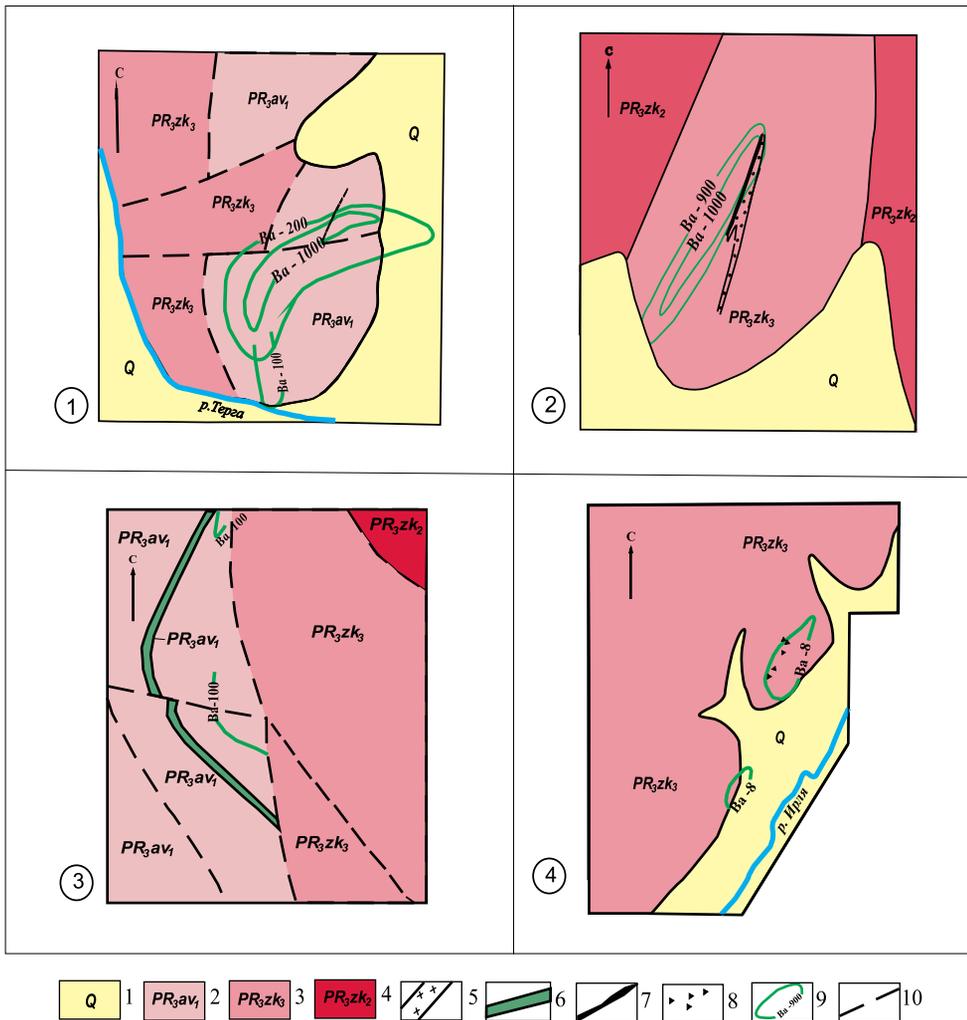
В России гипергенные месторождения барита известны на Южном Урале (Республика Башкортостан, Челябинская область) и в Кузнецком Алатау (Республика Хакасия).

В **Республике Башкортостан** баритовое оруденение остаточного типа известно в Башкирском мегантиклинории в корах выветривания, образованных по породам авзянской и зигазино-комаровской свит рифея, представленных баритизированными известняками, доломитами, кварц-карбонатными и глинисто-карбонатными сланцами. Баритоносные коры приурочены к локальным разрывным нарушениям в системе крупных структур надвигового, взбросо-надвигового и сбросового типов. В Белорецком и Бурзянском районах в начале 1970-х годов в междуречье рек Белой и Нугуш при поисковых работах был выявлен целый ряд объектов: Бретьякское и Ирлинское месторождения, а также рудопроявления: Терга-1, Тергинское, Ашкарка, Ирля-1, Газопровод.

Из перечисленных объектов наиболее изученными являются Бретьякское и Ирлинское месторождения. Подробное описание их приводится в работах [2, 6], поэтому в данной работе авторы сочли возможным не повторяться, а привлечь внимание к другим, еще неизвестным читателям объектам (рисунок).

Рудопроявление **Терга-1** находится на водоразделе верховьев рек Красной-Мал. Красной, в 4 км западнее пос. В. Авзян; представлено двумя пластообразными телами барита, залегающими согласно в глинистых сланцах. На участке рудопроявления распространены отложения туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты, представленные переслаивающимися песчаниками, алевролитами, глинистыми и углесто-глинистыми сланцами. По химическому анализу бороздовой пробы, отобранной из баритового тела, в руде определены (вес. %): BaSO_4 — 89,54; SiO_2 — 6,80; Al_2O_3 — 0,60; Fe_2O_3 — 1,00; FeO — следы; CaO — 0,49; MgO — 0,53. Литогеохимические пробы, отобранные в глинистых сланцах на простирании баритового тела, характеризуются заметно высоким содержанием бария, достигающим 0,3–1,0 %.

Тергинское рудопроявление расположено в 6 км юго-западнее пос. В. Авзян. В западной части участка рудопроявления распространены отложения туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты. Восточнее их развиты отложения катаскинской подсвиты авзянской свиты, представленные доломитами с прослоями глинистых сланцев и алевролитов. Признаки



Схематические геологические планы рудопроявлений барита: 1 — Тергинское, 2 — Терга-I, 3 — Газопровод, 4 — Ирля-I (по материалам Казакова Р.С., 1973): 1 — четвертичная система. Аллювиальные и делювиальные отложения нерасчлененные: галечники, пески, глина; 2–4 — средний рифей: 2 — авзянская свита, катаскинская подсвита: доломиты, известняки, глинистые сланцы, железистые доломиты; 3–4 — зигазино-комаровская свита: 3 — туканская подсвита: песчаники кварцитовидные, алевролиты, глинистые сланцы, железистые доломиты; 4 — амбарская подсвита: кварцевые и полевошпатово-кварцевые алевролиты, прослои песчаников и глинистых сланцев; кварцевые жилы; 6 — продуктивный баритоносный горизонт — переслаивание железистых доломитов, глинистых сланцев, алевролитов и песчаников. Линзы, гнезда и прожилки барита; 7 — барит сплошной; 8 — обломки баритизированных бурых железняков, 9 — геохимические аномалии бария; 10 — предполагаемые разрывные нарушения

баритового оруденения выражены ореолами рассеяния — механическим и геохимическим, протяженностью больше 300 м. В коренном залегании оруденение представлено пластообразным телом барита мощностью 1,2 м, залегающим согласно в железистых доломитах. Нижний контакт баритового тела резкий. Висячем боку залежи в железистых доломитах встречаются тонкие согласные и секущие прожилки барита. В 200 м от коренного выхода на юго-запад отмечается элювиально-делювиальная россыпь барита мощностью до 1 м в глинистых охрах. Последние на глубине 2–3 м от дневной поверхности содержат гнездовые выделения барита.

Барит Тергинского рудопроявления белого, серовато-белого цвета, средне- и крупнокристаллический.

По данным химических анализов бороздовых проб содержание барита колеблется от 8,42 до 92,75 %. Баритовое оруденение тяготеет к самым низам разреза отложений катаскинской подсвиты. В береговых обнажениях р. Терга выделяется горизонт доломитов с содержанием бария 0,07–0,1 %.

Рудопроявление **Ашкарка** выявлено в 4 км северо-восточнее пос. В. Авзян на водоразделе рек Ашкарка-Мал. Авзян. На участке распространены отложения туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты и катаскинской подсвиты авзянской свиты, залегающие с субширотной ориентировкой на центриклинальном замыкании синклинальной структуры. В аллювии правого верхнего притока р. Ашкарка наблюдается наличие галек барита, баритизированных бурых железняков и баритизированных доломитов, которые прослеживаются на протяжении более 100 м, а выше через 500 м на склоне сухого лога элювиально-делювиальная россыпь баритизированных бурых железняков. Барит в буром железняке образует гнездовые и прожилковые выделения, размер отдельных гнезд 0,5–10 см. Баритизация неравномерная, среднее содержание барита визуальное составляет 25–30 %. В штучной пробе, отобранной из глыбы баритизированного бурого железняка, содержание барита составляет 82,80 %.

Рудопроявление **Ирля-I** находится в 13 км северо-восточнее пос. В. Авзян, на правобережье верховьев р. Ирля в отложениях туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты. На участке в отвалах разработок прошлых лет встречаются глыбы бурого железняка и барита размером до 0,6 м в поперечнике, барит крупнокристаллический серого, розово-серого цвета, а также отмечена элювиально-делювиальная россыпь баритизированных бурых железняков. Россыпь была вскрыта шурфом, из отобранной бороздовой пробы химический анализ по-

казал содержания (в %): BaSO_4 — 67,90; SiO_2 — 1,28; Fe_2O_3 — 25,60; $\text{CaO}+\text{MgO}$ — 0,52.

Рудопроявление *Газпровод* располагается в 4,5 км к западу от пос. Малый Бретьяк, на западном крыле Бретьякской брахиантиклинали. В западной части участок рудопроявления сложен породами катакской подсвиты авзянской свиты, в восточной — породами туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты. Продуктивный баритоносный горизонт приурочен к отложениям катакской подсвиты и представлен переслаиванием железистых доломитов, глинистых сланцев, алевролитов и песчаников. Оруденение развито в виде линз, гнезд и прожилков барита. Рудопроявление, по сути, представляет собой неопромыслованный северный фланг Бретьякского месторождения.

По разным оценкам баритовый потенциал семи названных выше объектов может составлять от 5 до 10 млн т барита по кат. R_2 .

В **Челябинской области** месторождения остаточного типа известны в Медведевско-Кувашинской рудоносной зоне Башкирского мегантиклинория. Зона располагается в его северной части, несколько южнее Тараташского массива в меридиональном направлении, и прослеживается приблизительно на 40 км. В зоне находятся Медведевское месторождение барита, а также Первое и Второе Медведевское и Первое и Второе Кувашинское свинцово-цинковые с баритом рудопроявления. Это остаточные железно-баритовые шпалы сульфидных месторождений, в которых произошло значительное накопление барита. Оруденение первоначально было приурочено к нижнерифейским терригенной флишоидной айской и терригенно-карбонатной саткинской свитам. Руды месторождений и проявлений железисто-барит-глинистые с очень неравномерным распределением барита, буро-железняк, кварца, незначительного количества сульфидов в песчано-глинистой массе. Барит образует пластообразные тела, линзы, желваки, глыбы, сростки кристаллов, вкрапленность. Преобладает крупнокристаллический барит. Содержание барита в руде от 20 до 40 % [5].

В **Республике Хакасия**, в юго-восточной части Батеневского кряжа, в полях распространения кремнисто-карбонатной формации известны крупные месторождения и целый ряд проявлений барита стратиформного типа. При проведении поисковых работ в начале 2000-х годов на контактах карбонатных пород и кремнисто-глинистых сланцев верхнего протерозоя выявлены карстовые россыпи (месторождения Моховское и Таежное), выполняющие воронко- и чашеобразные карстовые полости протяженностью от 450 до 860, при ширине по поверхности от 40 до 74 м и глубине распространения карста до 55 м. Полости выполнены суглинками с дресвой и щебнем. Щебенистый материал представлен баритовыми, кремнисто-карбонатно-баритовыми рудами и известняками. Содержание BaSO_4 от 11,64 до 48,19 %. Наиболее обогащены приповерхностные части залежи до глубины 15 м [4].

Изложенное выше показывает, что в Российской Федерации имеется значительный ресурсный потенциал барита, содержащийся в месторождениях гипергенного типа, на основе которого можно создать производство высококачественной продукции. Последнее было доказано работами ЦНИИгеолнеруд при изучении в 2005 и 2017 годах гипергенных месторождений, расположенных в разных регионах страны. В Республике Башкортостан изучались руды месторождений остаточного типа Бретьякского и Ирлинского, в Республике Хакасия — руды карстовых месторождений Моховского и Таежного. Для руд названных месторождений были разработаны схемы их обогащения, позволившие получить из них продукцию высокого качества — баритовые концентраты класса А марок КБ-1 и КБ-3 для Ирлинского и Бретьякского месторождений и марок КБ-3 и КБ-4 для Моховского месторождения [3].

Учитывая, что «небуровой» барит (класс А) промышленность получает по импорту, полученные результаты по обогащению руд гипергенных месторождений могут представлять интерес в плане отказа в перспективе от импорта, цена которого на мировом рынке колеблется в зависимости от качества от 220 до 370 долл. США за тонну.

Присущие гипергенным месторождениям свойства: поверхностное залегание, простые морфология залежей и вещественный состав руд, позволяют использовать при их отработке самые простые малозатратные способы добычи (открытый) и обогащения (промывка, ручная рудоразборка, дробление), что делает их привлекательными для освоения.

Основной задачей по созданию сырьевой базы высококачественного барита следует считать оценку и освоение известных и выявление новых гипергенных месторождений барита в перспективных регионах. Последними на Южном Урале, в Башкирском мегантиклинории являются площади распространения зигазино-комаровской и авзянской свит юрматинской серии R_2 , а также зона перехода терригенной айской свиты в карбонатную саткинскую свиту бурзянской серии R_1 . Наиболее успешными геологоразведочные работы могут оказаться в контурах распространения коры выветривания, образованной по породам, слагающим вышеназванные свиты в пределах палеогеновых педипленов.

Работы по поиску «небурового» барита в Кузнецком Алатау следует направить на ревизию районов проявления осадочного баритового оруденения в Батеневском кряже, сосредоточив их в зонах пересечения разрывными нарушениями вендских отложений сорнинской свиты, в которых широко, до промышленных концентраций (месторождений и рудопроявлений), выявлено оруденение стратиформного типа, где наиболее интенсивно могли быть проявлены гидротермально-метасоматические и гипергенные процессы и могут быть выявлены легкообогащаемые баритовые руды россыпного типа.

Потребление отраслей, использующих «небуровой» барит в период 2021–2030 гг., может составлять в сред-

нем 85 тыс. т в год, при этом стоимость его импорта от 19 до 32 млн долл. США или 1,3–2,1 млрд рублей в год [1].

При активизации работ по поиску, оценке и освоению баритовых месторождений гипергенного типа в стране может быть создана отсутствующая ныне сырьевая база высококачественного барита, позволяющая снизить зависимость от импорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов, Г.Г. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы барита / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, Т.А. Булаткина // Минеральные ресурсы России. — 2017. — № 6. — С. 4–14.
2. Ахманов, Г.Г. Баритовые месторождения выветривания — перспективный источник высококачественного сырья / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, Т.А. Булаткина // Отечественная геология. — 2016. — № 2. — С. 23–31.
3. Ахманов, Г.Г. Элювиально-карстовые россыпи барита Хакасии / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, Т.А. Булаткина, Н.Г. Васильев // Матер. Всероссийской научной конф.: Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений. — М.: ИГЕМ РАН, 2013. — С. 180.
4. Ахманов, Г.Г. Новый тип месторождений барита в Хакасии / Г.Г. Ахманов, Н.Г. Васильев, И.П. Егорова, Ф.Н. Ходаковский, Е.С. Единцев // Отечественная геология. — 2007. — № 3. — С. 65–70.
5. Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т.1. Запад России и Урал. Кн. 2. Урал / Ред. О.А. Кондаин. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. — С. 469–470.
6. Казаков, Р.С. Баритовые месторождения Башкирского мегантиклинория / Р.С. Казаков / Барит. — М.: Наука, 1986. — С. 157–164.

© Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Булаткина Т.А., 2021

Ахманов Георгий Григорьевич // geoakhmanov@gmail.com
Егорова Ирина Петровна // irna65@yandex.ru
Булаткина Татьяна Анатольевна // bulatkina_geol@mail.ru

УДК 553.3.041:553.94 (575.1)

Омонов Х.А. (АО «Узбекистон темир йуллари»)

ЦЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В УГЛЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Приведен обзор металлоносности углей Республики Узбекистан. Угли региона характеризуются высоким редкометалльным потенциалом. Выявлены многочисленные различные по составу и природе редкометалльно-угольные месторождения и проявления. Экономическое значение имеют германиеносные и скандиеносные угли. В углях и золах углей, обогащенных германием и скандием, отмечаются аномальные концентрации золота. Это позволяет сделать прогноз на использование зол углей в качестве кондиционных комплексных руд. Угли характеризуются повышенными содержаниями РЗЭ по сравнению с угольным кларком. Изучены основные закономерности распределения и условия накопления РЗЭ в угольных месторождениях. **Ключевые слова:** уголь, редкие и редкоземельные элементы, закономерности распределения, условия накопления, формы нахождения, металлоносность, комплексные месторождения, Узбекистан.

Omonov Kh.A. (Uzbekistan temir yullari)

VALUABLE ELEMENTS IN COAL OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

*An overview of the metallicity of coals of the Republic of Uzbekistan is given. The coals of the region are characterized by high rare metal potential. Numerous rare metal-coal deposits and manifestations different in composition and nature have been identified. Germanic and scandinous coals are of economic importance. Potentially promising are germanium and scandium containing, gold-bearing and complex rare metal-coal deposits. Coals are characterized by increased REE content compared to carbon clark. The main regularities of distribution and conditions of REM accumulation in coal deposits have been studied. **Keywords:** coal, rare and rare-earth elements, patterns of distribution, storage conditions, forms of location, metallicity, complex deposits, Uzbekistan.*

Введение. Общемировая тенденция рационального использования природных ресурсов обусловила стремление к комплексному использованию не только руд, но и органического топлива. Помимо традиционных сырьевых источников лантаноидов в качестве потенциально перспективных рассматриваются и металлоносные угли. Широкий интерес к металлоносным углям появился в начале «ядерной эры», когда возник высокий спрос на радиоактивное сырье. Были необходимы новые источники урана, среди которых не последнюю роль играли угольные месторождения. Впоследствии во второй половине XX в. возрос спрос на германий, основным источником которого являлись германиеносные угли.

Уголь все чаще изучается как источник получения большой группы благородных и редких металлов (Ge, Au, Sc, REE и др.). Основным источником германия на мировом рынке сырья по-прежнему остаются германиеносные угли, в которых помимо Ge аномально высокие содержания REE, Sb, W, Mo, Rb, Cs и других элементов-примесей [1].

Из литературных данных в настоящее время известно, что бурые и каменные угли отдельных месторождений мира содержат в повышенных и промышленных количествах благородные металлы — золото, серебро, платину и элементы платиновой группы — палладий, осмий, иридий; редкие элементы — германий, галлий, иттрий, иттербий, литий, бериллий, скандий, стронций, цирконий, ниобий, рубидий, индий, селен, лантан, торий, гафний [1–3, 6–8].

В настоящее время выполнена оценка содержания лантаноидов в углях США, Китая и ряде других стран, рассчитано среднее содержание всех индивидуальных редкоземельных элементов в углях мира [10]. На ряде месторождений проведены всесторонние геохимические исследования.

В углях сконцентрированы значительные ресурсы урана и других ценных металлов. Угольные месторождения Азии с начала XX в. рассматриваются как потенциальный источник благородных и редких ме-