

Рис. 5. Соотношение количества золотинок техногенных образований руч. Снежный и руч. Куранах в зависимости от сложности формы по классам крупности

Среднее отношение длины золотинок к ширине рассчитывалось как среднеарифметическое между отношениями параметров в каждой золотинке в данном классе. Для золота техногенных отложений руч. Снежный среднее отношение длины к ширине составило 1,53; длины к толщине — 50,59. Для золота техногенных отложений руч. Куранах среднее отношение длины к ширине составило 1,51; длины к толщине — 49,99. Золотины техногенных образований руч. Куранах и руч. Снежный имеют весьма схожие геометрические параметры, что может указывать на единый источник золота.

Сравнивая сложность форм золотинок техногенных образований руч. Снежный и руч. Куранах (рис. 4), выясняется, что золото из отложений руч. Снежный имеет более сложную форму — преобладают комковидные золотины, в то время как для отложений руч. Куранах характерны хорошо окатанные золотины изометричной и овальной форм. Это означает, что золото руч. Снежный проделало незначительно, но все же меньший путь от источника до своего нынешнего местоположения, нежели золото из техногенных образований руч. Куранах.

Заключение

Полученный материал по техногенным отложениям с учетом данных разведки первичной россыпи руч. Куранах позволяет сделать несколько выводов.

Во-первых, источник россыпей верхнего течения руч. Куранах и нижнего течения руч. Куранах различный, так как в верхнем течении руч. Куранах преобладает золото средних классов крупности, в то время как для нижнего течения характерно крупное золото. Во-вторых, однотипность гранулометрических характеристик и распространенность различных форм золота руч. Куранах и руч. Снежный, вероятно, отражает их единый источник. В-третьих, хорошая и средняя окатанность золотинок, отсутствие сростов золота с кварцем и сульфидами и отсутствие других минералов тяжелой фракции, скорее всего указывает на источник россыпей золота в виде промежуточных коллекторов. Таким источником может быть аллювий террасы II эрозионного уровня, расположенной в верховьях руч. Снежный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сурков, А.В. Атлас форм самородного золота (золотин): Зарисовки и измерения под микроскопом / А.В. Сурков. — М.: Студиа, 2000.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q53-Верхоянск. / Р.И. Протопопов, А.М. Трущелев, Г.Х. Протопопов, С.С. Федорова, Л.П. Жарикова и др. Объяснительная записка. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. — 437 с.

© Владимирцева О.В., 2019

Владимирцева Ольга Владимировна // olga_9_4@mail.ru

УДК 553.689.2.061.62 (470.57)

Ахманов Г.Г., Булаткина Т.А., Егорова И.П., Кузьмина И.А. (ФГУП «ЦНИИгеолнеруд»), Кочергин А.В., Галимов Н.Р. (ООО «Уральское горно-геологическое агентство»)

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ТИПА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН — ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ «НЕБУРОВОГО» БАРИТА

Баритовые месторождения остаточного типа Республики Башкортостан рассматриваются в качестве перспективного источника получения остродефицитной высококачественной продукции. Приводятся результаты обогащения руд месторождений этого типа, доказывающие возможность получения из последних баритового концентрата класса А («небурового» барита) и позволяющие положительно оценивать перспективы

создания сырьевой базы в регионе. Активизация работ по поиску и вовлечению в производство месторождений остаточного типа позволит снизить проблему обеспечения потребителей высококачественным сырьем, сократить существующий импорт. Ключевые слова: барит, рудопоявление, остаточное, обогащение, высококачественный, сырье.

Akhmanov G.G., Bulatkina T.A., Egorova I.P., Kuzmina I.A. (TSNIIGeolnerud), Kochergin A.V., Galimov N.R. (Ural Mining and Geological Agency)

DEPOSITS OF THE RESIDUAL TYPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN — BASIS FOR THE CREATION OF RAW MATERIAL BASE OF «NON-DRILLING» BARIT

Barite deposits of the residual type of the Republic of Bashkortostan are considered as a promising source for the production of extremely scarce high-quality products. The results of the enrichment of ores of deposits of this type are given, which prove the possibility of obtaining from the latter barite concentrate of class A («non-drilling» barite) and allowing a positive assessment of the prospects for creating a resource base in the region. Activation of work on the search for and involvement in the production of residual deposits will reduce the problem of providing consumers with high-quality raw materials and reduce existing imports. Keywords: barite, ore occurrence, residual, enrichment, high-quality, raw materials.

Природный сульфат бария — барит имеет чрезвычайно широкое применение. Американская «Chemical company» еще в 1970-х годах указывала на более чем 2000 видов производственных процессов, в которых в той или иной степени принимал участие барит [5]. Надо полагать, что за прошедшие полвека количество их могло только увеличиться. Сегодня известно три основных направления использования барита: в качестве утяжелителя буровых растворов, наполнителя и в производстве химических соединений. Именно последнее и определяет широкий круг его применения. Товарной продукцией, потребляемой отраслями промышленности в Российской Федерации (РФ), является баритовый концентрат, подразделяемый на классы Б и А. Первый (так называемый «буровой» барит) используется в нефтегазовой промышленности и в геологоразведке при бурении глубоких скважин, второй («небуровой» барит) — в остальных вышеупомянутых направлениях. Сырьем для производства концентрата класса Б преимущественно служат руды собственно-баритовых и комплексных месторождений стратиформного типа, сырьем для производства концентрата класса А служат руды месторождений жильного типа, содержащие, как правило, более высокие содержания сульфата бария, чем стратиформные.

Промышленность Российской Федерации традиционно, еще со времен Советского Союза, испытывает дефицит баритового сырья, который покрывался поставками из союзных республик и стран СЭВ. С распадом СССР поставки сырья были значительно сокращены, а из ряда стран вообще прекращены. В настоя-

щее время потребности промышленности обеспечены отечественным производством лишь на 35 %. При этом особенно остро стоит проблема обеспечения промышленности «небуровым» баритом. Дефицит покрывался импортом, объем которого ежегодно рос, составив в 2011 г. 46 % от потребления, в 2012 г. — 62 %, в 2013 г. — 80 %, а начиная с 2014 г., ввиду прекращения выпуска баритового концентрата класса А «Салаирским комбинатом» — достиг 100 %. За период с 2014 по 2017 г. в страну ввезено 112 тыс. т. «небурового» барита на сумму 21,6 млн долл. США. Потребление отраслей, использующих барит в качестве сырья для производства бариевых соединений и наполнителя в России, с учетом планируемой диверсификации экономики в период 2019–2030 гг., может составить в среднем 85 тыс. т в год [2]. Цена «небурового» барита на мировом рынке колеблется в зависимости от качества от 220 до 370 долл. США за тонну. Стоимость импортируемого «небурового» барита для обеспечения потребности использующих его отраслей промышленности РФ может составить от 19 до 32 млн долл. США или 1,3–2,1 млрд рублей в год.

В настоящее время в России нет подготовленной сырьевой базы «небурового» барита. Известные месторождения, как правило, характеризуются сложными горно-геологическими условиями (Северный Кавказ) или находятся в регионах с отсутствующей инфраструктурой (приграничные области Республики Саха (Якутия) и Магаданской области). К тому же обычно жильные месторождения характеризуются изменчивой морфологией рудных тел, в силу чего требуют сложных затратных систем отработки, не обеспечивающих рентабельность получения товарной продукции.

В определенной мере проблему обеспечения промышленности «небуровым» баритом можно было бы решить путем освоения баритовых месторождений остаточного типа. Последние формируются вследствие растворения и выноса приповерхностными водами вмещающей барит массы горных пород и концентрации в остатке самого барита и представляют собой глинисто-охристый элювиально-делювиальный покров, в котором заключены многочисленные обломки барита и их скопления. Несмотря на то что содержание барита в месторождениях остаточного типа, как правило, ниже, чем в большинстве жильных месторождений, они имеют целый ряд преимуществ перед последними. Поверхностное залегание, простые морфология рудных тел и вещественный состав руд месторождений остаточного типа позволяют использовать при их отработке самые простые способы добычи (открытый) и обогащения (промывка, ручная рудоразборка, дробление), обеспечивая получение товарной продукции высокого качества со значительно меньшими затратами по сравнению с жильными месторождениями [3].

В России объекты остаточного типа известны на Южном Урале (Республика Башкортостан, Челябинская область) и Сибири (Республика Хакасия).

В настоящее время наиболее перспективной для формирования сырьевой базы «небурового» барита

следует рассматривать территорию Республики Башкортостан, где известны рудопроявления остаточного типа, подавляющая часть которых находится в Башкирском мегантиклинории. В последнем баритовое оруденение представлено: сингенетично-диагенетической минерализацией, рассеянной в составе юрматинской и каратауской серий рифея; маломощными жилообразными телами, образованными, вероятнее всего, за счет мобилизации сингенетично-диагенетического барита при активизационных процессах, имевших место в регионе; и гнездо- и пластообразными проявлениями остаточного типа в корях выветривания по известнякам, доломитам, кварц-карбонатным и глинисто-карбонатным породам рифея. Рассеянная минерализация, как и жильный тип, контролируются двумя литолого-стратиграфическими горизонтами: железистыми доломитами и анкеритами в зоне перехода среднерифейских зигазино-комаровской свиты в авзянскую и кварцевыми песчаниками лемезинской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея. Оруденение в корях выветривания представлено скопле-

ниями желваковых и гнездовых выделений барита размером от нескольких см до 3 м в охристых глинах. Обогащенные баритом горизонты в корях выветривания прослеживаются по простиранию до 2 км.

Из трех названных выше типов в настоящих экономических условиях наибольший интерес для изучения и оценки представляет оруденение остаточного типа в Белорецком и Бурзянском районах, где в начале 1970-х годов в междуречье рр. Белой и Б. Нугуш при поисковых работах на площади в 30×15 км² был выявлен целый ряд рудопроявлений: Газопровод, Бретьякское, Терга-1, Тергинское, Ашкарка, Ирля-1, Ирлинское (рис. 1).

Названные рудопроявления локализованы в отложениях среднего рифея: туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты и катаскинской подсвиты авзянской свиты и корях выветривания по ним. Туканская подсвита представлена кварцевыми и кварцитовидными алевролитами, песчаниками и слюдисто-кварцевыми сланцами. Особенностью подсвиты является присутствие горизонтов железистых доломитов, пластообразных и линзообразных залежей бурых железняков.

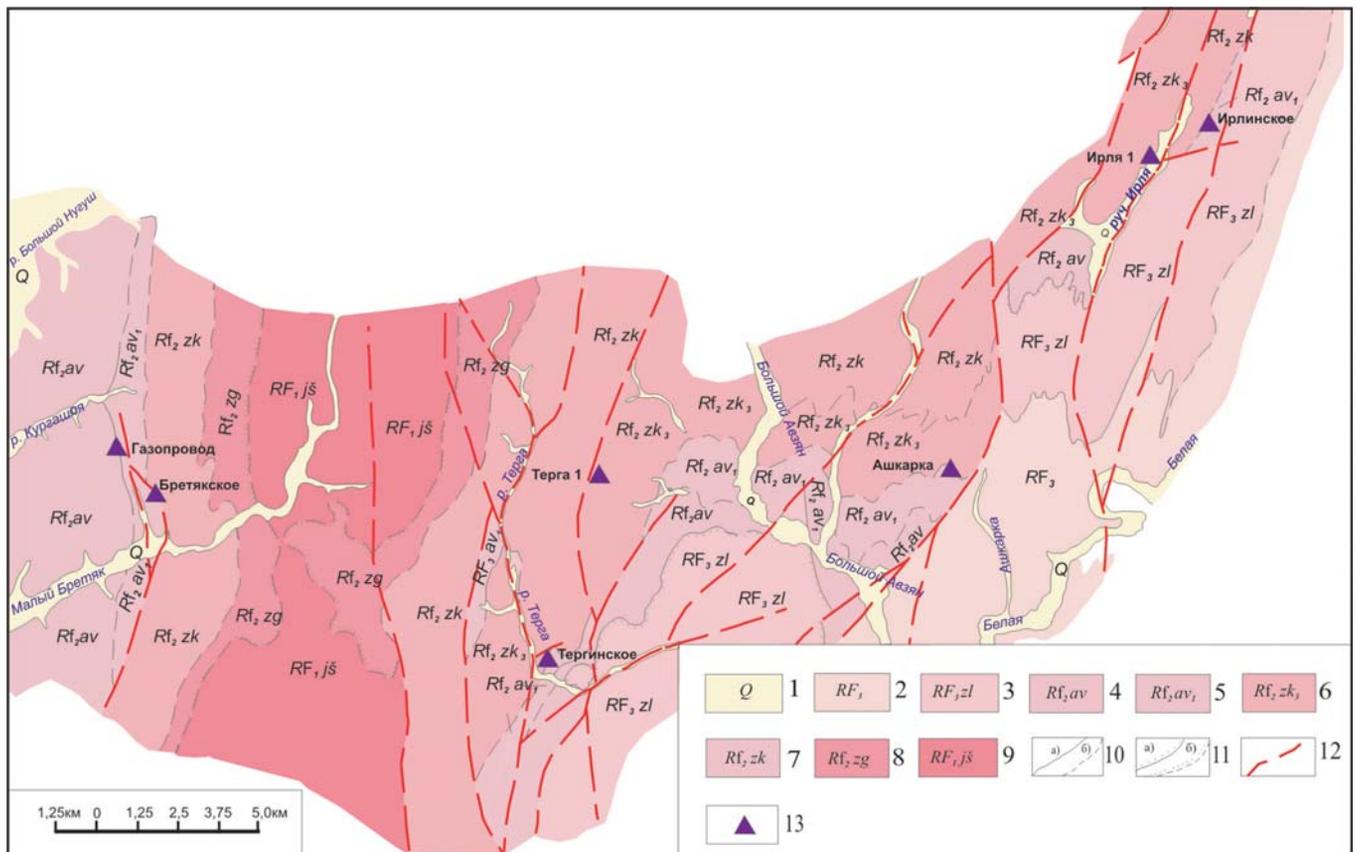


Рис. 1. Схематическая геологическая карта междуречья рр. Белой и Б. Нугуш (по материалам П.С. Казакова): 1 — четвертичные отложения нерасчлененные: глины, пески, галечники; 2–3 — верхний рифей: 2 — миньярская, ирзерская, катавская свиты нерасчлененные: доломиты, алевролиты, глинистые сланцы, известняки; 3 — отложения зильмердакской свиты нерасчлененные: песчаники кварцевые, сланцы глинистые и углисто-глинистые; 4–5 — средний рифей, авзянская свита: 4 — отложения авзянской свиты нерасчлененные: доломиты, алевролиты, песчаники, глинистые сланцы; 5 — катаскинская подсвита: доломиты, известняки доломитизированные, глинистые сланцы, железистые доломиты; 6–8 — средний рифей, зигазино-комаровская свита: 6 — туканская подсвита: алевролиты кварцевые и кварцитовидные, сланцы слюдисто-кварцевые, железистые доломиты; 7 — отложения зигазино-комаровской свиты нерасчлененные: сланцы глинистые, песчаники кварц-полевшпатовые; 8 — зигальгинская свита: песчаники кварцитовидные, алевролиты, глинистые сланцы; 9 — нижний рифей, отложения юшинской свиты нерасчлененные: сланцы филлитизированные, песчаники кварцевые; 10–11 — границы: 10 — между разновозрастными образованиями: а — достоверные, б — предполагаемые; 11 — несогласного залегания отложений: а — достоверные, б — предполагаемые; 12 — тектонические нарушения предполагаемые; 13 — рудопроявления барита

С последними ассоциируют проявления баритовой минерализации. Катаскинская подсвета сложена доломитами, доломитизированными известняками с прослоями глинистых и углисто-глинистых сланцев. Вблизи верхнего и нижнего контактов подсветы развиты железистые доломиты и анкериты, по которым образованы пластообразные и линзообразные залежи бурых железняков и охр, с которыми связано баритовое оруденение.

Поисковые работы, проведенные в начале 1970-х годов, не предусматривали проведения технологических исследований, поэтому в 2016–2017 гг. в междуречье рр. Белой и Б. Нугуш были проведены ревизионно-поисковые работы, целью которых являлась оценка возможности получения из руд месторождений остаточного типа высококачественной товарной продукции (баритового концентрата класса А). Работы проводились на двух участках: Бретьякском и Ирлинском, соответствующим более изученным из семи вышеназванных одноименных рудопроявлений.

Бретьякский участок находится в 15 км западнее пос. Верхний Авзян и в 6 км восточнее дер. Б. Бретьяк, на западном крыле Бретьякской брахиантиклинали Ямантауского антиклинория. В его геологическом строении принимают участие отложения зигаино-комаровской и авзянской свит. Восточная часть участка сложена породами зигаино-комаровской свиты, представленной переслаиванием песчаников и алевролитов. Западнее зигаино-комаровской свиты сменяется отложениями катаскинской подсветы авзянской свиты: доломитами и доломитизированными известняками, содержащими прослои известково-глинистых сланцев, алевролитов и песчаников. К отложениям подсветы приурочено Бретьякское рудопроявление. Основная масса руд размещается вблизи нижнего контакта катаскинской подсветы. Баритоносная часть отложений сложена переслаиванием железистых доломитов, анкеритов, глинистых сланцев, реже алевролитов и песчаников. Железистые доломиты и анкериты в приповерхностных условиях в результате окисления превращены в охристые глины и глинистые охры. Продуктивный горизонт прослежен по простиранию на 400 м. Баритизация в нем распространена весьма неравномерно: в приповерхностной части барит образует согласные линзовидные и гнездовые выделения, локализующиеся непосредственно в прослойках глинистых охр. Мощность линз до 0,8–4 м. Размеры гнезд барита варьируют в пределах 5–40 см в поперечнике, форма их самая разнообразная, от округлой до неправильно угловатой. Часто отдельные гнезда тесно прилегают друг к другу, отчего создается впечатление о телах сплошного барита. Линзовидные и гнездовые выделения барита в приповерхностных частях сменяются на глубине 20 м прожилковым оруденением. Содержание сульфата бария в линзовидных телах высокое 78,8–93,6 %. В гнездовых рудах содержание суль-



Рис. 2. Республика Башкортостан. Ирлинское рудопроявление: канавой вскрываются баритовые руды остаточного типа

фата бария варьирует значительно; в наиболее баритизированных участках оно приближается к содержанию в сплошных рудах и достигает 64,6–82,1 %.

Ирлинский участок расположен в 14 км северо-восточнее пос. Верхний Авзян и в 9 км севернее пос. Кага. В западной части участка распространены отложения туканской подсветы зигаино-комаровской свиты, представленные переслаиванием песчаников, алевролитов и глинистых сланцев. Отложения вышележащей катаскинской подсветы авзянской свиты, с которыми связано баритовое оруденение, распространены в центральной части участка. Здесь они образуют полосу субмеридионального простирания шириной 200–300 м, сложенную доломитами и доломитизированными известняками, содержащими прослои глинистых сланцев. Восточнее распространены отложения нугушской подсветы зильмердакской свиты. Основная масса барита локализуется в глинистых охрах коры выветривания, развивающихся в близповерхностных условиях при окислении железистых доломитов и анкеритов. Баритовое оруденение в глинистых охрах вблизи дневной поверхности (под делювиальными отложениями мощностью 1–3 м) представлено скоплениями крупных глыб (до 0,5 м в поперечнике), отдельные глыбы тесно прилегают друг к другу, образуя пластообразное тело мощностью 1–3 м. С глубиной отдельные глыбы обособляются друг от друга и оруденение постепенно приобретает гнездовый тип. Так же как и на Бретьякском рудопроявлении содержание сульфата бария с глубиной падает, составляя 16–21 % на глубине 21–24 м, а на глубине 42–44 м всего 7,14–7,58 %. В приповерхностной части рудопроявления содержание барита до 80 % и выше [1, 4].

По профилям предшественников, вскрывшим в 1970-х годах баритовое оруденение, были пройдены ревизионные маршруты и горные выработки (рис. 2). Для проведения технологических исследований по обогатимости руд Бретьякского и Ирлинского рудопроявлений из пройденных канав отбирались штупные и бороздовые пробы. Материал отобранных проб изучался с использованием минералого-петрографического, рентгенографического, химического, спектрального и радиометрического анализов.

Химический состав природных типов руд Бретьякского и Ирлинского рудопроявлений

Тип руды	Содержание основных компонентов, %							
	BaO BaSO ₄	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	SrO
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бретьякское рудопроявление								
Существенно-баритовый	55,0 83,46	12,32	0,44	0,78	0,23	0,74	0,07	0,22
Кремнисто-баритовый	33,5 50,97	43,91	0,83	0,11	0,09	1,93	0,1	0,15
Кремнисто-карбонатно-баритовый	24,37 37,10	24,81	0,55	15,42	2,27	3,88	0,22	0,14
Ирлинское рудопроявление								
Существенно-баритовый	61,38 93,4	1,63	0,08	1,47	0,28	0,30	0,05	0,2

По результатам изучения вещественного состава установлено, что руды Бретьякского и Ирлинского рудопроявлений в структурном отношении представляют собой песчано-глинистый материал сильно выветрелых (до состояния коры выветривания) железистых доломитов, содержащих выделения барита различной размерности. По составу они представлены существенно-баритовыми, кремнисто-баритовыми и кремнисто-карбонатно-баритовыми типами (таблица). Основными рудообразующими минералами являются барит, кварц, доломит и анкерит, второстепенными: гётит, гидрогётит, гематит, магнетит, Na и K-Na полевые шпаты (альбит, ортоклаз, анортклаз), азурит и малахит.

Результаты изучения вещественного состава руд Бретьякского и Ирлинского рудопроявлений легли в основу разработки регламента их обогащения для получения баритового концентрата класса А. Из восьми бороздовых проб были сформированы две лабораторно-технологические: одна из руд Бретьякского проявления, другая из руд Ирлинского. Вес лабораторно-технологических проб составил 224 и 43,4 кг соответственно. Схема обогащения включала предварительную промывку и поэтапное дробление проб до фракции — 20 мм, после чего они подвергались промывке и оттирке в бутарах. Полученные черновые концентраты путем доизмельчения в конусной дробилке доводились до фракции 0,315+0,071 мм. Окончательная доводка проводилась на электромагнитном сепараторе СЭМ-1 при режиме сила тока 2,5 А, зазор — 0,5 мм. Используемая технологическая схема позволила получить из остаточных руд баритовый концентрат класса А, соответствующий марке КБ-1 для Ирлинского рудопроявления и марки КБ-3 для Бретьякского рудопроявления с содержанием основных компонентов соответственно для первого и второго (%): BaSO₄—98,28 и 96,06; SiO₂—0,56 и 2,50; CaO — 0,10 и 0,10; MgO — 0,02 и 0,05; Al₂O₃—0,01 и 0,01; Fe₂O₃—0,31 и 0,59. Результаты обогащения доказывают возможность получения из руд месторождений остаточного типа высококачественной продукции — ныне импортируемого баритового концентрата класса А [1].

Ресурсы семи из названных выше рудопроявлений оцениваются в настоящее время более 2,5 млн т. по кат. P₁+P₂ и баритовый потенциал территории Республики Башкортостан этим далеко не ограничивается, поскольку значительная часть оруденения остаточного типа на сегодня остается еще слабоизученной.

Необходимо отметить, что особенности рудопроявлений остаточного типа Республики Башкортостан позволяют вести разработку малыми предприятиями, исключая необходимость создания дорогостоящей производственной структуры, тем самым обеспечивая низкие себестоимости добычи и цену товарной продукции. При этом при обогащении вполне возможно использование модульных уста-

новок, промышленное производство которых освоено на предприятиях Мурманской области.

Перспективными районами для проведения поисковых работ являются площади распространения зигазино-комаровской (RF₂), авзянской (RF₂) и зильмердакской (RF₃) свит, во фронтальной плоскости надвиговых и взбросо-надвиговых структур, где можно ожидать интенсивное проявление мобилизации сингенетично-диагенетической минерализации с образованием баритового оруденения жильного типа с последующим в процессе гипергенеза формированием месторождений остаточного типа.

Возобновление прекращенных в 1970-е годы работ на барит, оценка известных, выявление новых месторождений остаточного типа, создание сырьевой базы «небурового» барита в регионе позволит снизить уровень проблемы обеспечения потребителей высококачественным сырьем, сократить ныне существующий импорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов, Г.Г. Баритовые месторождения остаточного типа Республики Башкортостан — перспективный источник получения высококачественной продукции / Г.Г. Ахманов, Т.А. Булаткина, И.П. Егорова, Р.А. Хайдаров // Геология, полезные ископаемые и проблемы геологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Сб. статей XII Межрегиональной научно-практической конференции. — Уфа. — 2018. — С. 326–328.
2. Ахманов, Г.Г. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы барита / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, Т.А. Булаткина // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2017 — № 6. — С. 4–14.
3. 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.
4. Казаков, Р.С. Баритовые месторождения Башкирского мегантиклинория / Р.С. Казаков. — М.: Наука, 1986. — С. 157–164.
5. Brobst, D.A. Barite: World Production, Reserves and Future Prospects. U.S. Geol. Survey Bull. 1970 — № 1321. — P. 1–46.

© Коллектив авторов, 2019

Ахманов Георгий Григорьевич // geoakhmanov@gmail.com
 Булаткина Татьяна Анатольевна // bulatkina_geol@mail.ru
 Егорова Ирина Петровна // irna65@yandex.ru
 Кузьмина Ирина Анатольевна // irina_kuzmina_1971@bk.ru
 Чочергин Александр Владимирович // http://ugga-geo.ru
 Галимов Наиль Рифович // http://ugga-geo.ru