

ГЛИНОЗЕМНОЕ НЕБОКСИТОВОЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЕ СЫРЬЕ СЕВЕРА УРАЛА: ИЗУЧЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ

В. П. Шатров

Самое крупное на Урале месторождение бокситов Североуральского бокситового бассейна (СУБР) очень дорого в эксплуатации и уже возникла проблема его рентабельности. В последнее время эти высококачественные бокситы используются только в качестве добавки к бедным тиманским бокситам. В связи с освоением севера Урала и строительством транспортного коридора автор этих строк призывает геологов Урала принять участие в поисках небокситового глиноземного сырья.

Вопрос о рентабельности добычи бокситов СУБР возник давно. Но особенно остро он встал, когда началось освоение открытого в 1970 г. Средне-Тиманского месторождения бокситов. На СУБР бокситы добывают с большой глубины: самая глубокая Ново-Кальинская шахта может выдавать нагору боксит с глубины 1000 м.

Новая шахта “Красная Шапочка” имеет глубину 800 м. С таких глубин себестоимость добычи бокситов очень велика, она неуклонно возрастает. И хотя запасов бокситов хватит еще на много лет, их добыча стала нерентабельной. Себестоимость тиманских бокситов, которые добывают почти с поверхности, в сравнении с бокситами СУБР, такова, что их доставку на переработку в Красноуральск можно не принимать во внимание.

Технология получения глинозема рассчитана была на качественные бокситы СУБР. Поэтому бедные бокситы Тимана можно перерабатывать только с добавкой высококачественных бокситов – это так называемая подшихтовка или обогащение сырья. В результате добыча бокситов на СУБР компанией РУСАЛ резко сокращается и их придется добывать ровно столько, сколько потребуется для технологического процесса.

Алюминий – стратегический металл. Его всегда не хватало: Советский Союз и Россия постоянно привозили его со всего света, даже из Африки. И сегодня Африка – основной поставщик бокситов в нашу страну. В Гвинейской республике находится почти две трети разведанных мировых запасов бокситов. Еще в 70-х годах прошлого века здесь, при техническом содействии СССР, был построен горнодобывающий комплекс (Компания бокситов Киндии) проектной мощностью 3.1 млн. т бокситов в год. В настоящее время РУСАЛ обладает лицензией на эксплуатацию комплекса, добывая здесь около 2.5 млн. т бокситов. Кроме того, компания получила в собственность промышлен-

ный комплекс около города Фрия, в составе которого единственный в Африке глиноземный завод мощностью 640 т глинозема и бокситовый рудник на 1.9 млн. т бокситов в год. Видимо, доставка руды из Африки дешевле, чем эксплуатация СУБР, где себестоимость добычи бокситов, по известным причинам, будет постоянно возрастать. Импорт глинозема постоянно увеличивается, увеличивается и дефицит боксита для производства глинозема на заводах Урала.

Одним из выходов в сложившейся ситуации является использование альтернативного небокситового алюминиевого сырья, с поисками которого на Урале мы традиционно отстали на многие десятилетия. Хотя в 20-х и начале 30-х гг. поиски интенсивно велись, но после открытия бокситов СУБР в 1931 г. – прекратились.

Исторически сложилось так, что наличие на Урале самых крупных в стране скоплений высококачественных бокситов СУБР совершенно не стимулировало возобновление поисков альтернативного сырья. Казалось, что бокситы никогда не кончатся. Это обстоятельство, в свою очередь, не стимулировало разработки новых технологий получения алюминия, и этот процесс на Богословском заводе никогда не менялся. Неизбежно встает проблема получения глинозема из низкокачественных бокситов и альтернативных малоглиноземистых пород. В Сибири из-за отсутствия промышленных скоплений бокситов уже давно на небокситовом глиноземистом сырье работает несколько глиноземных комбинатов. В мировой практике использование небокситового сырья является обычным. Отдельные его виды осваиваются с 20-х гг. прошлого века, а масштабы производства глинозема из альтернативного сырья постоянно возрастают.

Промышленные скопления девонских бокситов на Урале были открыты в 1931 г. Это настоящие или стандартные бокситы, образовавшиеся в результате латеритного выветривания различных пород. Но на Урале давно установлены различные по генезису высокоглиноземистые образования – разнообразные сланцы, вулканиты, наждаки, линзы и конкреции диаспоров.

В Сибири, на Дальнем Востоке, в Алтае-Саянской области, Енисейском крае, Памире, Монголии и в других районах обнаружено довольно много разнообразных месторождений и рудопроявлений небокситового сырья, таких как нефелиновые руды, давсониты, алуныты, уртиты, корундосодер-

жащие гнейсы, дистеновые, андалузитовые, силлиманитовые сланцы. Наибольший интерес вызывают диаспориты с высоким содержанием глинозема (до 64% на Карском рудопроявлении).

ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, КАРСКОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ ДИАСПОРИТОВ

На Полярном Урале девонские бокситы известны на восточном склоне в Щучинском прогибе. На западном склоне в Карско-Усинской структуре в среднем течении р. Кары (рис. 1) было открыто несколько рудопроявлений диаспоровых пород, о природе которых мнения разделились: одни исследователи считают их бокситами, другие – силикатными диаспоритами, продуктами гидротермальной деятельности [9, 10].

Рудопроявление было открыто В. В. Боровским в среднем течении р. Кары и отнесено к нижнекаменноугольному возрасту (рис. 1). Позднее было доказано, что оруденение приурочено к нижнефранскому уровню бокситонакопления западного склона Урала [1, 12]. Бокситовые тела располагаются в основании отложений франского яруса и относятся к пашийскому бокситоносному горизонту. Они без перерыва перекрываются темно-серыми известняками с прослоями углисто-глинистых сланцев. Мощность этих пород 30–35 м. Рудопроявление представлено несколькими линзовидными крутопадающими (до 70°) пластовыми телами мощностью до 5 м. Рудные тела удалены друг от друга от 200 м до 1 км. Их контакт с подстилающими живетскими известняками четкий и резкий.

Алюминиевые руды Карского рудопроявления к бокситовым рудам не относятся – это особый генетический тип небокситового сырья, представленный линзами и конкрециями черных диаспор-хлоритоидных пород – продуктов гидротермальной деятельности.

Рудопроявления р. Кары были приняты за бокситы из-за высокого содержания глинозема. Горизонт фрагментарно прослежен на расстоянии 8 км, подстилается светлыми известняками живетского яруса, перекрывается темносерыми известняками франского яруса [12]. Такое стандартное положение горизонта между различными литологическими типами известняков подошвы (светлые) и кровли (темные), да еще и разного возраста, сразу же направляют исследователя по накатанному пути – это обычные нормативные бокситы осадочного происхождения, связанные с перерывом в осадконакоплении и с высоким содержанием глинозема (до 64%). Но, видимо, никого, кроме Б.М. Михайлова, не озадачил необычный черный цвет породы, и “бокситы” р. Кары он безоговорочно отнес к диаспоритам [8–10].

“Все рудные тела представляют собой округлоудлиненной формы обособления диаспор-хло-

ритоидных пород размером до 15 м, залегающие вблизи контакта светло-серых мраморизованных известняков живета и темно-серых, богатых органическим веществом, глинистых известняков франна. Контакт между разновозрастными известняками довольно резкий, но без каких либо следов континентального перерыва. Форма рудных тел, их монолитное однородное строение, взаимоотношения с вмещающими породами позволяют высказать предположение об их конкреционном происхождении. Процесс формирования диагенетических конкреций принципиально отличен от латеритообразования и не мог привести к формированию промышленных месторождений бокситов. Геологическая обстановка района расположения диаспор-хлоритоидных мегаконкреций среднего течения р. Кары также исключает возможность обнаружения здесь крупных месторождений бокситов. Последние можно ожидать в областях суши, окружающей бассейн конкрециообразования, то есть к востоку и северо-востоку от р. Кары” [9, с. 54–55].

Отсутствие перерыва и признаков кор выветривания, наличие ясных свидетельств гидротермального воздействия на породы приконтактной зоны прямо указывают, что это не бокситы, а силикатные диаспориты и диаспор-хлоритоидные аллиты – продукты подводной гидротермальной деятельности. Источником поступления глинозема в бассейн седиментации явился поверхностный и подземный сток, а также гидротермы, изливавшиеся вдоль зон глубинных разломов и оперяющих нарушений. Возник своеобразный тип концентрации химических элементов: алюминий, кремний, титан, галлий, цирконий, иттрий, скандий, молибден, медь, цинк, ванадий, хром, никель, кобальт, бор.

Прогнозные ресурсы рудопроявлений глиноземного сырья среднего течения р. Кары еще недавно без каких либо доказательств оценивались в количестве 36.3 млн. т [2]. В только что представленном “Роснедра” на рассмотрение “Комплексном плане геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Северного, Приполярного Полярного Урала на 2010–2015 гг.” этот район совершенно справедливо исключен из реестра запасов бокситового сырья. Слабая изученность и незначительные запасы этих руд, по-видимому, не позволят их использовать в ближайшем будущем. Главным же препятствием для вовлечения диаспоритов этого района в сферу освоения является близкое соседство дешевых тиманских бокситов, которые черпаются буквально с поверхности.

ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН ПРИПОЛЯРНОГО И СЕВЕРНОГО УРАЛА, ЗОНА ГЛАВНОГО УРАЛЬСКОГО ГЛУБИННОГО РАЗЛОМА (ГУТР)

В северной половине восточного склона Урала зона сочленения Платиноносного пояса с порода-

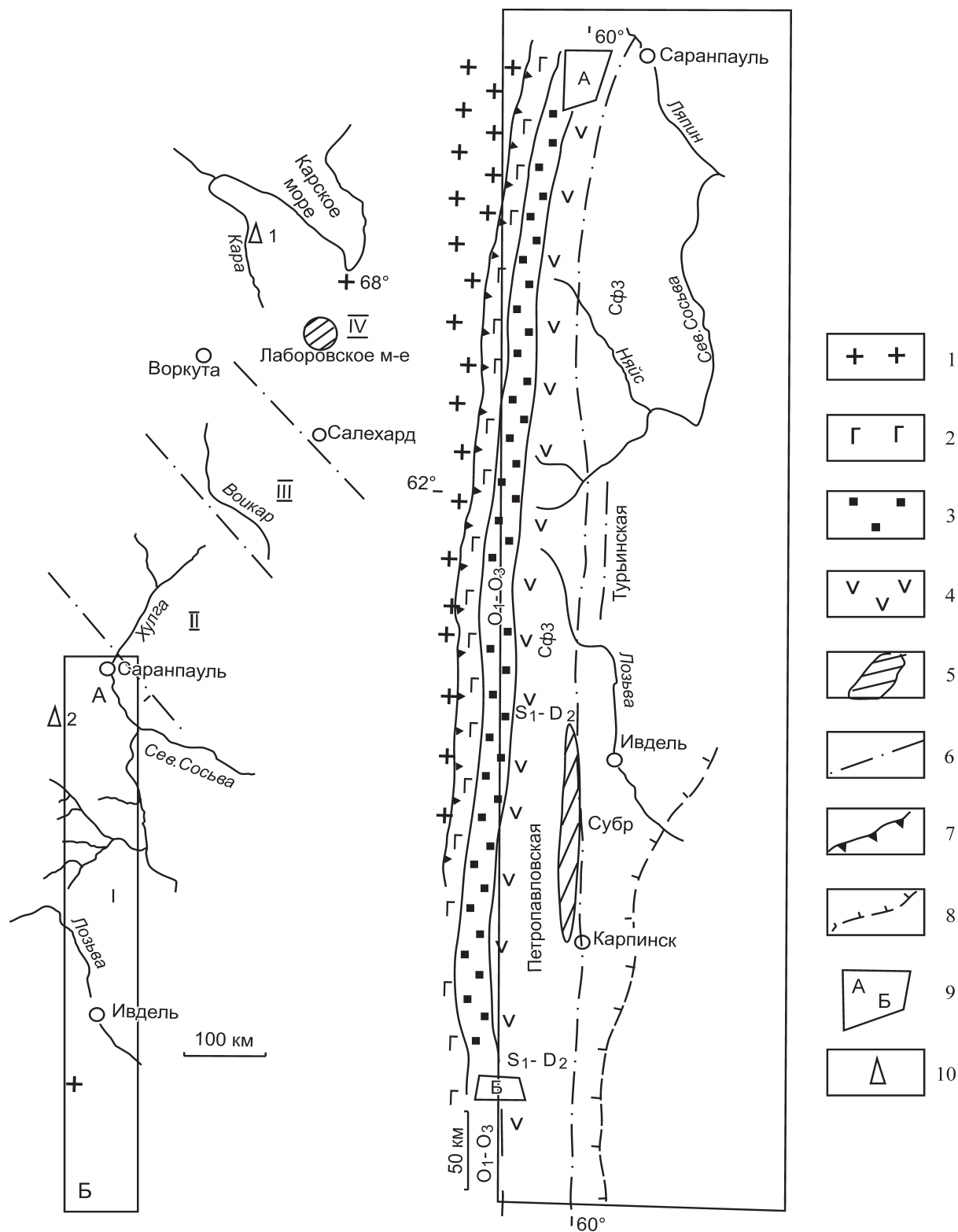


Рис. 1. Обзорная схема севера Урала.

Прогибы: I – Тагильский, II – Хулгинский, III – Войкарский, IV – Щучинский. Врезка: контур распространения по-
лосы развития метаморфических пород ордовика в зоне ГУГР, потенциально перспективных на глиноземное сырье.
1 – Центрально-Уральское поднятие допалеозойских пород, 2 – Платиноносный пояс, 3 – терригенно-сланцевые породы
и щелочные метасоматиты нижнего (?) – верхнего (?) ордовика, 4 – вулканиты нижнего силура-среднего девона Петро-
павловской СФЗ Тагильского прогиба, 5 – месторождения и рудопроявления бокситов субровского типа, 6 – тектониче-
ские нарушения, 7 – зона ГУГР, 8 – восточная граница Тагильского прогиба, 9 – пограничные блоки нижнего (?) – верх-
него (?) ордовика (А – Сертыньинский, Б – Туринский), 10 – районы развития диаспоритов (1 – Карский, 2 – Кожимский).

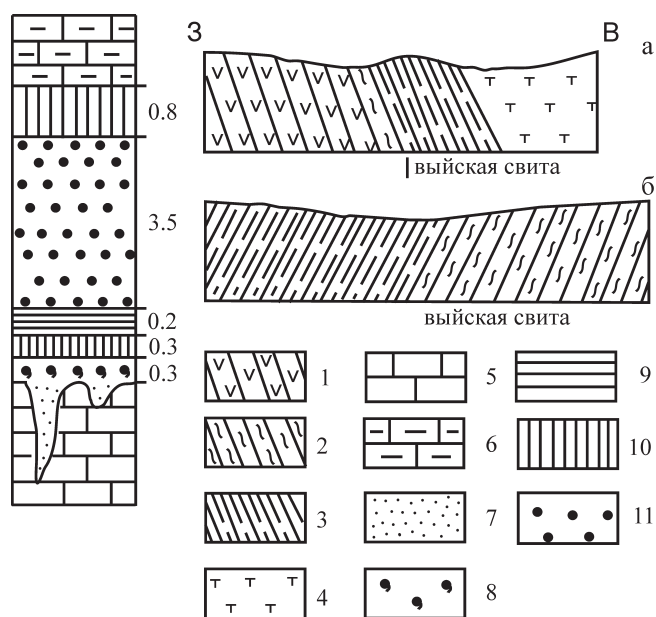


Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез Карских залежей бокситов по [12] с небольшими упрощениями (слева) и положение пальничинской и выйской свит в стратотипическом разрезе ордовика на р. Туре по [3] (справа).

а – западная граница, б – восточная граница выйской свиты. 1 – карбонатизированные альбито-кварцево-хлоритовые вулканогенные сланцы, 2 – серицит-хлоритовые и кварцево-хлорит-серицитовые сланцы, 3 – углистые и углито-кремнистые сланцы, 4 – измененные туфы основных эффузивов, 5 – известняки светлосерые рифогенные (живетский ярус девона), 6 – известняки темносерые углито-глинистые (франский ярус карбона), 7 – аллиты, 8 – бокситовый конгломерат, 9 – бокситы темносерые плотные, 10 – бокситы зеленовато-серые каменистые, 11 – бокситы черные каменистые.

ми Центрально-Уральского поднятия и вулканитами Тагильского прогиба на всем его протяжении обрамляется полосой терригенно-сланцевых пород ордовика шириной до 2–5 км. В структурном отношении это крайняя западная часть Тагильского прогиба, где в зоне ГУГР практически повсеместно прослеживается толща терригенно-сланцевых пород, относимых на основании единичных находок фауны к ордовика (рис. 1).

Породы толщи метаморфизованы в зеленосланцевой фации, катаклазированы, милонитизированы и представлены серицит-эпидот хлорит-альбит актинолитовыми сланцами [6]. На Приполярном Урале отложения этой толщи традиционно считались нижнепалеозойскими и подразделялись на три свиты: саранхапнерскую, хомасьинскую и польинскую [7].

Западнее п. Саранпауль вблизи ГУГР выделяется **Сертыньинский** блок, в пределах которого на р. Сертыньи среди терригенно-сланцевых пород выявлены щелочные ультраосновные породы (трубки?) со спутниками алмазов и близкие

по составу кимберлитам. Здесь же, но южнее 20–25 км, расположено Турупыинское бериллиевое редкометальное рудопроявление. Толща зеленоцветных сланцевых пород содержит многочисленные прослои и линзы мраморизованных известняков. Комплекс представлен эпидот-актинолит-хлорит альбитовыми, хлорит-эпидот актинолитовыми, серицит-хлорит-актинолит-альбитовыми кварц-хлоритовыми, кремнистыми, углистыми, гранат-глаукофановыми сланцами. Наиболее полно полоса метаморфических пород была изучена Л.А. Карстен, выделившей в обрамлении массивов Платиноносного пояса Польинский и Лагортинский комплексы. Впервые среди этих пород были найдены граптолиты и хитинозои ордовика [6]. На наш взгляд, наибольший интерес может представлять верхняя часть Польинского комплекса – переслаивание зеленых и лиловых алевросланцев, филлитов, песчанистых, графитистых и глинистых сланцев, потенциально перспективных на минералы группы силлиманита (андалузит, силлиманит, дистен). Комплекс на наличие глиноземсодержащих образований никогда не изучался, его металлогеническая специализация на Северном и Приполярном Урале практически неизвестна. Здесь развиты примерно такие же по возрасту, возможно, глиноземные породы, что и в Сибири и на Дальнем Востоке, и с точки зрения обнаружения глиноземистых пород здесь возможны перспективы развития сырьевой базы.

Туринский блок. Южнее, в средней части западного крыла Тагильского прогиба терригенно-сланцевый комплекс представлен породами пальничинской и выйской свит ордовика. По [3] это частое чередование хлоритовых, хлорит-серицитовых, серицит-альбит-кварцевых с редкими прослоями углистых сланцев, мраморизованных известняков, с пластами и скоплениями гематитовых руд (рис. 2). Стратотип выйской свиты установлен по р. Вые, левому притоку р. Туры. Здесь среди углистых и хлоритовых сланцев в линзах мраморизованных известняков была обнаружена фауна среднего ордовика. Исходя из этого, мы предлагаем считать весь комплекс пород этого разреза южной границей рекомендуемой потенциально перспективной на глиноземное сырье полосы терригенно-сланцевых пород. По [5] это формация офиолитовых зеленосланцевых метабазальтов среднего – позднего ордовика. Типовым представителем перспективной толщи является выйская свита запада Исковского района [3]. Территорию пород сланцевого комплекса ордовика с гематитовыми рудами по р. Вые мы выделяем как Туринский блок (рис. 1, 2).

Описываемые образования входят в группу разнообразных по минеральному составу пород контакто-метаморфического и инфильтрационно-метаморфического генезиса, иногда с относитель-

но высоким содержанием глинозема (20–40%). Наиболее ценными с практической точки зрения являются различные дистеновые и силлиманитовые сланцы. В Сибири известно более 120 месторождений и проявлений андалузит-силлиманитовых и дистеновых пород [11]. Возраст их варьирует в широких пределах: от архейского (Восточный Саян, Алданский щит) до позднемелового (Северо-Восток страны). Минералогический состав пород всех возрастов практически одинаков: кварц, полевые шпаты, андалузит, силлиманит, дистен, хлоритид, слюды др.

Таким образом, мы рассматриваем всю протяженную зону метаморфических преобразований обрамления Платиноносного пояса как потенциально перспективную на обнаружение глиноземсодержащих пород и рекомендуем ее для первоочередного изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В земной коре распространены различные виды глиноземного сырья, различные генетические типы бокситов. В основе бокситообразования лежит латеритный процесс, но боксит (как всякая порода после своего образования) претерпевает воздействие более поздних процессов, которые в разной степени изменяют первичные структурно-текстурные свойства бокситов. В результате пострудных изменений бокситов в процессе наложенного эпигенеза возникают новые генетические типы глиноземного сырья. Но рассмотренные нами конкреционные диаспоровые породы к бокситам не относятся, и при оценке сырьевой базы нормативных бокситов в реестре запасов (ресурсов) учитываться не должны.

Нами выделяется и рекомендуется для геохимических и минералого-петрографических исследований полоса терригенно-сланцевых метаморфических пород ордовика с целью поисков рудопроявлений высокоглиноземистой минерализации. Рекомендуемая для исследований полоса потенциально перспективных пород протягивается примерно от Сертыньинского блока на севере (широта п. Саранпауль) до Туринского блока (р. Тура) на юге в непосредственной близости от Богословского алюминиевого завода (рис. 1, 2). В случае находок рудопроявлений даже с небольшим содержанием глинозема, территориальная близость Богословского завода делает эти объекты конкурентно способными титанским бокситам.

В пределах этой полосы (рис. 1), на пространстве от п. Саранпауль и примерно до р. Выи, рекомендуется начать поиски нефелиновых пород, диаспоритов, наждаков, вулканитов с аномальным содержанием глинозема, силлиманитовых и дистеновых сланцев. За рубежом минералы группы силлиманита (андалузит, силлиманит, дистен) как глино-

земное сырье нашли промышленное применение еще в 20-х годах прошлого века. На Урале исследования минералов группы силлиманита-дистена были начаты в 1929 г. Уральским отделением института прикладной минералогии. На Среднем и Южном Урале были выявлены десятки таких месторождений, представляющих минералогический интерес [4]. Наждаки изучались А. К. Гладковским, И.Н. Ушатинским, О.К. Ивановым, В.П. Шуйским. С открытием месторождений бокситов СУБР в 1931 г. поиски альтернативного глиноземного сырья были прекращены. Сейчас необходимо создать резервную базу алюминиевого сырья взамен нерентабельных месторождений СУБР. Технологические исследования таких руд для получения глинозема дали прекрасные результаты в Сибири и могут быть внедрены и на заводах Урала. Но для этого нужны принципиально новые инновационные технологии извлечения глинозема.

Автор признателен докторам геолого-минералогических наук Е.С. Контарю и Н.А. Григорьеву за работу по рецензированию рукописи и принципиальные замечания.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 09–05–00344.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский В. В. Находка бокситов на западном склоне Полярного Урала // Советская геология. 1973. № 10. С. 134–135.
2. Боровский В. В. Оценка перспективного потенциала бокситов Полярного и Приполярного Урала (в пределах ЯНАО и ХМАО) // Горные ведомости. 2005. № 12(19). С. 36–41.
3. Зайцев Г. Б. О стратиграфическом положении выйской свиты Среднего Урала // Изв. АН СССР. Сер. геолог. 1973. № 9. С. 142–146.
4. Игумнов А. Н., Кожевников К. Е. Уральские месторождения дистена (кианита) // Тр. ВИМС. Вып. 90. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 76 с.
5. Каретин Ю. С. Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 275 с.
6. Карстен Л. А. Геология метаморфических комплексов в зоне Главного Уральского Глубинного Разлома на Приполярном Урале. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1989. С. 23.
7. Львов К. А. Стратиграфия протерозоя и нижнего палеозоя Приполярного и Полярного Урала // Сб. статей по геологии Арктики. Тр. НИИГА. 1959. Т. 105. Вып. 11. С. 51–73.
8. Михайлов Б. М. Некоторые особенности гипергенного рудообразования в докембрии // Докембрийские коры выветривания. М.: ВИМС, 1975. С. 187–195.
9. Михайлов Б. М., Торшин Н. С., Куликова Г. В. Генетическая природа диаспор – хлоритидных мегаконкреций среднего течения р. Кары (Западный склон Полярного Урала) // Рудные конкреции и конкреции рудоносных формаций: тез. докл. Л.: ВСЕГЕИ, 1976. С. 54–55.

10. Михайлов Б. М., Куликова Г. В., Земов В. А., К вопросу о генезисе бокситов бассейна р. Кары (Полярный Урал) // Литология и полезные ископаемые. 1979. № 5. С. 70–83.
11. Небокситовое алюминиевое сырье Сибири. М.: Недра, 1988. 167 с.
12. Шарков А. А., Пасова Ф. Г. О некоторых особенностях строения и состава Карских бокситовых тел Полярного Урала // Новые данные по геологии бокситов. М.: ВИМС, 1978. С. 98–111.