

УДК 550.46:553.492

БЕРТЬЕРИНОВЫЕ БОКСИТЫ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ (КМА)

© 2021 г. А. Д. Савко^а, *, М. Ю. Овчинникова^а, Н. М. Боева^б, **

^а Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, Воронеж, 394018 Россия

^б Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Старомонетный пер., 35, Москва, 119017 Россия

*e-mail: asavko@geol.vsu.ru

**e-mail: boeva@igem.ru

Поступила в редакцию 09.06.2020 г.

После доработки 26.06.2020 г.

Принята к публикации 14.08.2020 г.

Изучение прецизионными методами минерального состава бокситов КМА, приуроченных к верхней части раннекаменноугольной латеритной коры выветривания на биотит-мусковитовых сланцах, залегающих среди джеспилитов раннего протерозоя Белгородского рудного района, позволило по-новому оценить условия их образования. В северной части района преобладают псевдобобовые гиббситовые, в южной — бемитовые разновидности с унаследованной слоистой текстурой материнских пород. В рассмотренных бокситах широко распространен бертьерин, который наряду с гидроксидами алюминия является порообразующим минералом. Бертьерин ранее связывали с последующим преобразованием бокситов; по нашим данным, существует две генерации бертьерина, ранняя из них является естественной промежуточной минеральной фазой, которая образуется в процессе формирования бокситов при насыщении железом среды выветривания. Это позволило обосновать определенный этап в эволюции процессов бокситообразования в истории Земли, в течение которого сформировались палеозойские месторождения.

Ключевые слова: бертьерин, бокситы, богатые железные руды, кора выветривания, бемит, гиббсит.

DOI: 10.31857/S0024497X21010092

Бокситы Курской магнитной аномалии (КМА) сосредоточены в Белгородском рудном районе и связаны с палеозойской (позднетурнейской—ранневизейской) латеритной корой выветривания (КВ) филлитовых сланцев, залегающих среди пластов железистых кварцитов курской серии нижнего протерозоя. Помимо минералов глинозема в бокситах установлено широкое развитие бертьерина (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al)₃(Si , Al)₂ O_5 (OH)₄ — железистого аналога каолинита ($\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$). КВ, развитые по железистым кварцитам, представляют собой богатые железные руды (БЖР) и образуют крупные месторождения. Бокситы образовались на участках распространения сланцев. При частом чередовании этих материнских пород, в корях выветривания формируются железоалюминиевые руды. Коры выветривания перекрыты чехлом осадочных пород карбона и мезо—кайнозоя общей мощностью от 400 и более метров.

Среди кор выветривания выделены площадной, линейно-площадной, контактово-площадной и карстовый морфологические типы. Мощности КВ первого типа — до 50 м, в том числе бокситов — до

10 м; остальных типов — до 150 м при той же мощности бокситов.

Бокситы так же, как и БЖР, располагаются в верхних частях субвертикально залегающих сланцев (рис. 1). Размещение кор выветривания контролировалось рельефом довизейской поверхности выравнивания. На ней гряды джеспилитов и сланцев докембрия возвышались (до 150 м) над равниной, сложенной архейскими гнейсами. По гнейсам образовалась каолиновая КВ мощностью от нескольких до первых десятков метров [Савко, 1984].

Бокситы КМА изучаются с середины 1960-х годов XX столетия [Сиротин, Белявцева, 2008, 2016]. Новые пробы бокситов были отобраны авторами в 2007–2013 гг. из керна скважин, пробуренных на Большетроицком и Гостищевском месторождениях КМА. В этих пробах, а также в ранее отобранных пробах бокситов из Висловского, Ольховатского, Мелихово-Шебекинского месторождений (рис. 2) выявлено широкое развитие бертьерина. Ранее он определялся как шамозит, диагенетический хлорит, железистый хлорит, хотя указывались характеристики, присущие бертьерину.

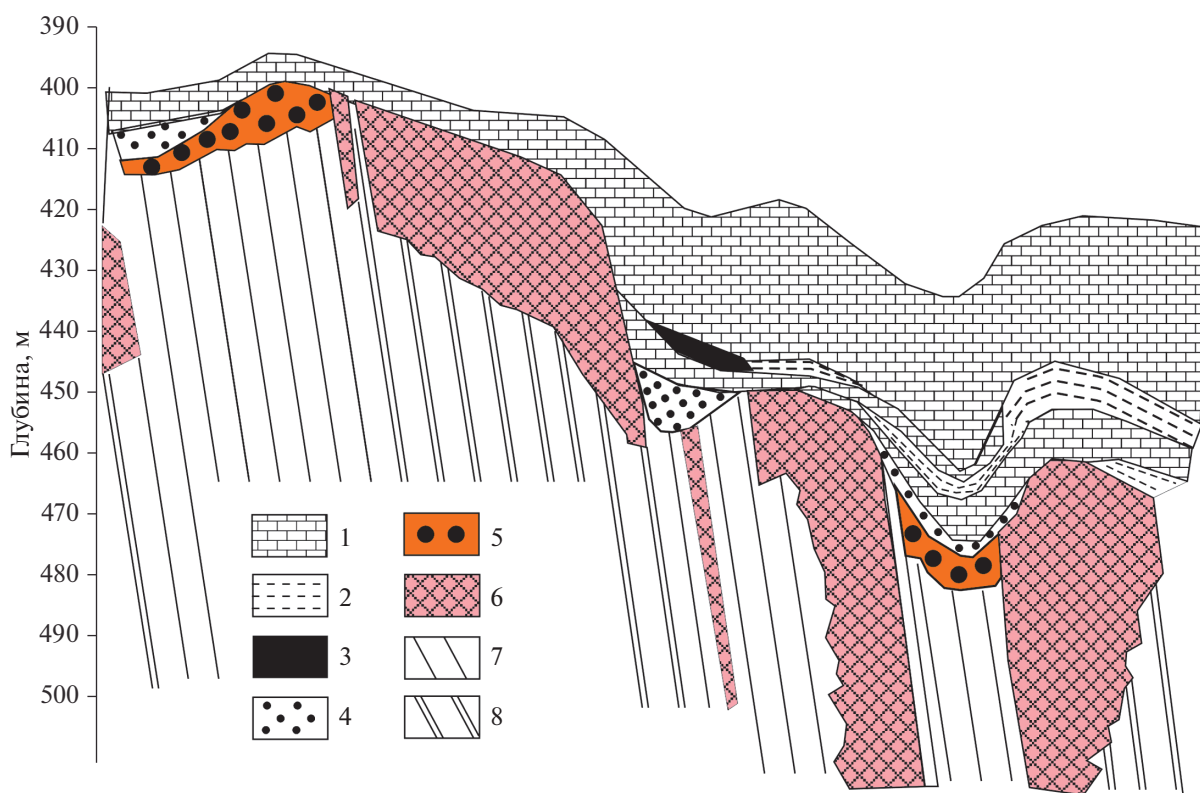


Рис. 1. Схематический геологический разрез коры выветривания Мелихово-Шебекинского месторождения [Железные руды КМА, 2001].

1–4 – осадочный чехол (C_1v): 1 – известняки органогенно-обломочные, 2 – глины, 3 – уголь, 4 – железорудная конгломерато-брекчия; 5 – бокситы, 6 – богатые железные руды, 7 – сланцы и алеврофиллиты, 8 – железистые кварциты.

А.П. Никитина, по результатам электронографических и рентгендифрактометрических исследований, впервые определила в бокситах бертьерин – минерал из группы каолинита-серпентина [Никитина, 1983].

Позднее было показано значительное развитие бертьерина в бокситах КМА [Клекль и др., 1991]. Были описаны две его политипные модификации – ортогональная 1Н и моноклинная 1М. Первая, относительно более кремнистая, встречается в подошве и кровле бокситовых залежей, а вторая, более глиноземистая – в их центральных частях. Бертьерин идентифицировался как наложенный минерал, развитый в верхних частях КВ, и не включался в число основных минералов бокситов КМА [Сиротин, Белявцева, 2016, стр. 57, табл. 6.1].

Детальное изучение авторами настоящей работы полного разреза бокситоносных КВ, в том числе зоны литомаржа, показало, что бертьерин в них является породообразующим минералом, его формирование связано не только с наложенными процессами, но и со стадией бокситообразования, и происходит при насыщении железом сре-

ды выветривания. Это заметно меняет имеющиеся представления об условиях образования и технологических характеристиках бокситов КМА.

ОБРАЗЦЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу работы положены результаты исследования бокситов (34 образца), отобранных в Яковлевской шахте, а также в керне скважин Висловского, Ольховатского и Мелихово-Шебекинского месторождений. Все образцы были изучены традиционными петрографическими и аналитическими методами. Выполнены электронно-микроскопический (Jeol 6380LV), порошковый рентгенофазовый (дифрактометр ARL X'TRA), синхронный термический (прибор Netzsch STA 449 F1) анализы, а также локальный рентгеноспектральный микроанализ (PCMA, система OXFORDINS). При этом для одного и того же образца при необходимости выполнялось несколько определений. Месторождения, из которых были отобраны образцы, и глубина их отбора в керне скважин указаны на рисунках и в подрисуночных подписях.

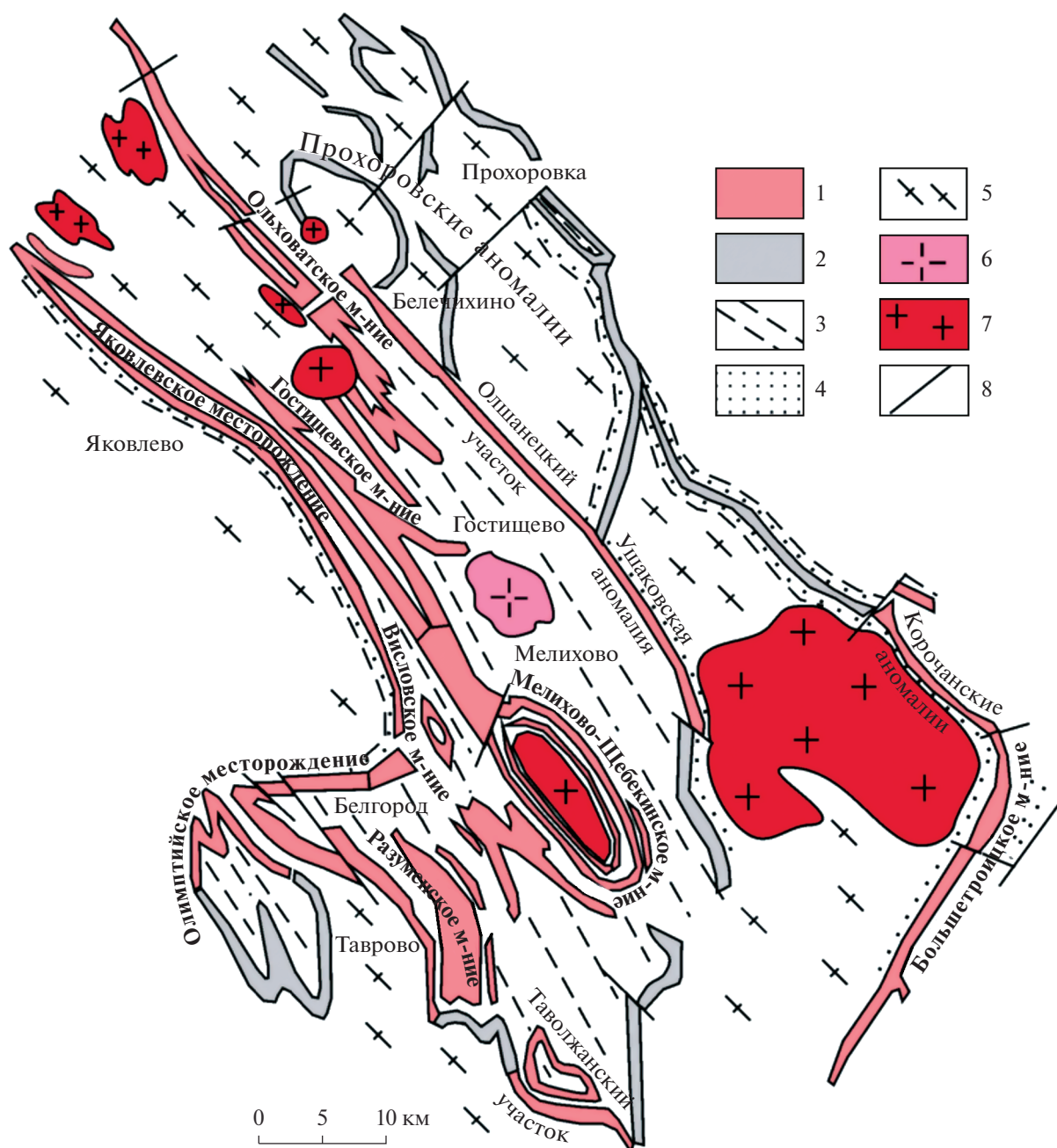


Рис. 2. Схематическая карта развития кор выветривания с месторождениями богатых железных руд и бокситов в Белгородском районе КМА [Железные руды КМА, 2001].

1 – КВ джеспилитов и сланцев; 2 – выходы джеспилитов на поверхность докембрия с маломощной (до 10 м) КВ; 3–7 – породы: 3 – оскольской серии, 4 – стойленской свиты курской серии, 5 – архея, 6 – сиениты шебекинского, 7 – граниты атаманского комплексов; 8 – тектонические нарушения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С помощью электронной микроскопии в бокситах КМА впервые были установлены две кристалломорфологические разновидности бертьерина – сингенетический и наложенный.

Сингенетический бертьерин-1 выделяется по морфологическим признакам. Он был обнаружен

в виде скрытокристаллической массы, выполняющей в породе тонкие прослои серовато-зеленой окраски (рис. 3). При петрографических исследованиях установлено, что бертьерин-1 замещает мусковит и биотит, которые образуют отдельные слои в кристаллических сланцах. Местами в породе сохранились остатки овоидов или псевдобовин с реликтами бертьерина-1 в центральных

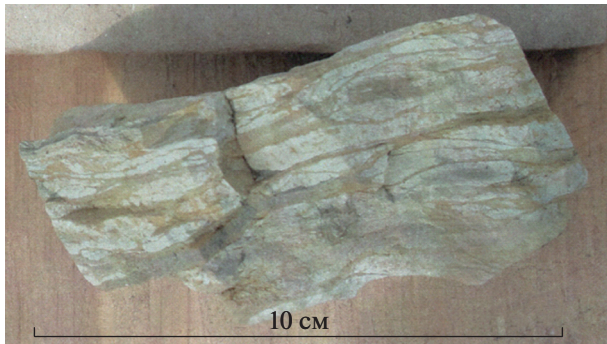


Рис. 3. Фото бертьерин-бемитового боксита с реликтовой микрослоистостью. В светлых слоях — бемит, в темных — бертьерин, развитый по мусковит-биотитовым прослоям. Скважина 6, глубина 462 м. Большеулуйское месторождение [Сиротин, Белявцева, 2016].

частях. Бертьерин окружен замещающими этот минерал бемитом и гетитом, что связано с процессами латеритизации (рис. 4а, б).

По данным РСМА, химический состав бертьерина-1 бокситов следующий: SiO_2 17.52–30.98 мас. %, Al_2O_3 23.5–33.37 мас. %, FeO 14.45–44.83 мас. %, MgO 0.77–1.39 мас. %.

Диagenетический бертьерин-2 светло-зеленой окраски обнаружен в верхней части бокситового профиля, где присутствует в виде округлых образований, цемента, развитого между зернами других минералов, а также в виде тонких прожилков, пересекающихся под разными углами. Размер кристаллов бертьерина-2 около 1 мкм (см. рис. 4в, г). В основании профиля коры выветривания бертьерин-2 не был обнаружен. Здесь также отсутствуют признаки замещения бертьерином-2 окружающих его минералов, что позволяет предполагать образование бертьерина-2 в пострудную стадию [Damyanov, Vassileva, 2001]. Нередко он наблюдается в ассоциации с фрамбоидами пирита, а также может замещать зерна бемита и гетита. Дебокситизация залежей высокоглиноземистых пород привела к образованию вторичного каолинита, сидерита, шамозита. Последний развит эпизодически и определяется по базальным рефлексам 14.0 и 7.0 Å.

В бертьерине-2 содержание основных компонентов заметно варьирует (мас. %): Al_2O_3 26.61–

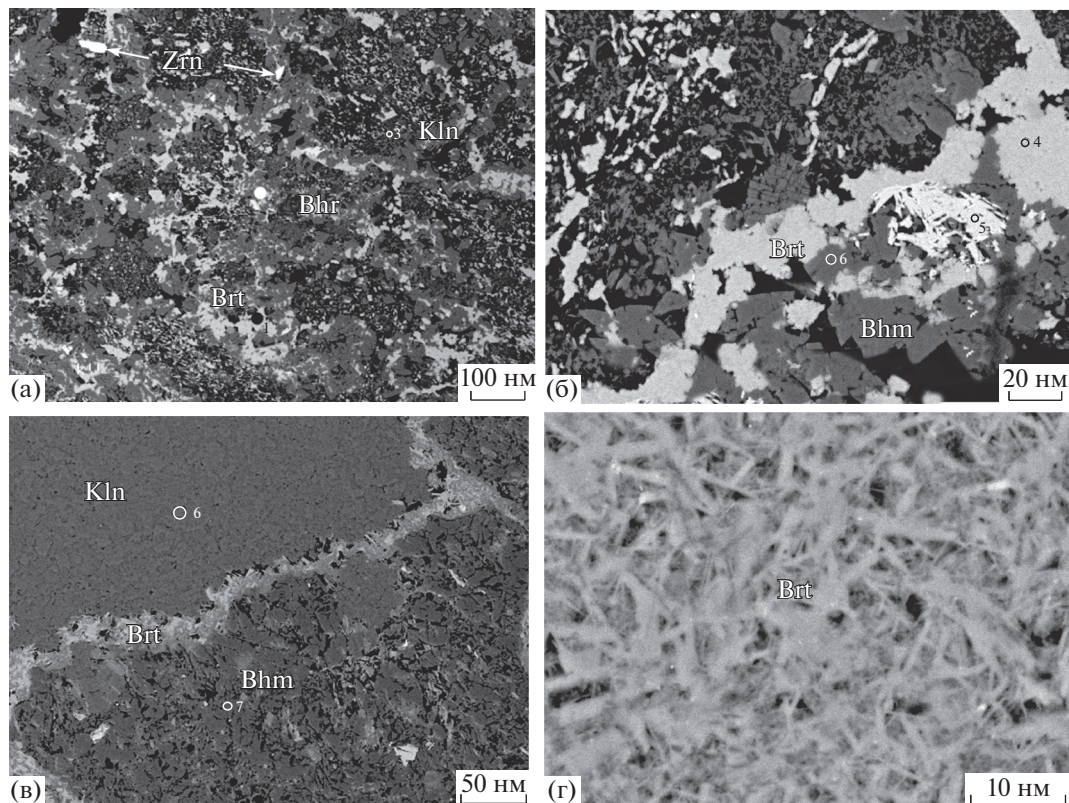


Рис. 4. Бертьерин в бокситах Яковлевского месторождения КМА (СЭМ).

а, б — бертьерин-1 (светлое) в существенно бемитовом боксите: а — петельчатые выделения бертьерина-1 в бемите и каолините, б — крупный план взаимоотношения бертьерина-1 и бемита; в, г — бертьерин-2 в бемит-бертьериновом боксите: в — бертьерин-2 выполняет трещину между каолинитом и бемитом, г — агрегат игольчатых кристаллов бертьерина-2. Изображения в отраженных электронах. Сокращения: Brt — бертьерин, Bhm — бемит, Kln — каолинит, Zrn — циркон.

31.5, FeO 24.51–35.63 SiO₂ 22.22–30.97 MgO 2.1–2.92. По сравнению с бертьерином-1, этот минерал характеризуется более высоким содержанием кремнезема и магния, но содержит существенно меньше FeO и Al₂O₃ по сравнению с сингенетическим бертьерином богатых железных руд [Никулин, Савко, 2015]. В бертьерине-1 бокситов содержится значительно меньше SiO₂, и для него характерны несколько более высокие содержания FeO (рис. 5).

Синхронный термический анализ выявил широкий раздвоенный эндотермический эффект с максимумами 680 и 750°C. Появление этих пиков мы связываем с процессами обезвоживания бертьерина. Температура, при которой происходит обезвоживание, зависит от размера минеральных частиц [Боева, 2016]. В связи с этим сначала происходит дегидроксидизация скрытокристаллического бертьерина-1, и позднее – более крупных игольчатых кристаллов бертьерина-2. Таким образом, полученный эндотермический эффект может служить подтверждением присутствия двух генераций бертьерина в исследуемых бокситах, различающихся по термическим свойствам.

В результате изучения бокситов КМА рентгеноспектральным и рентгенофазовым методами установлено, что специфической их особенностью является широкое развитие бертьерина. Бертьерин идентифицируется на дифрактограммах по интенсивным рефлексам 7.07–7.04 и 3.547–3.53 Å; каолинит – 7.19–7.17 и 3.58 Å; бемит – 6.14–6.1 и 3.17–3.16 Å, гиббсит – 4.85 и 4.38 Å, гематит – 2.7 и 2.52 Å (рис. 6).

В работах предыдущих исследователей по текстурным признакам и минеральному составу выделялось до 12 типов бокситов [Сиротин, Белявцева, 2016]. При изучении распределения порообразующих минералов в основных типах бокситов, по соотношению основных минералов (бемит, гиббсит, бертьерин, каолинит, гематит) нам удалось установить 5 минеральных типов бокситов. Тонкопористые, существенно бемитовые бокситы содержат бемита 70–80%, бертьерина и каолинита по 10–15%; в макропористых бертьерин-бемитовых разностях: бертьерина – 30–40%, бемита – 60–70%; в каолинит-гидрогематит-бертьерин-бемитовых; основных минералов – 5%, 5–10%, 10–15%, 70–80% соответственно; в псевдобобовых, существенно гиббситовых разностях бокситов: бертьерина 10–15%, гетита 5–10%. Количество остальных второстепенных минералов, присутствующих в разных сочетаниях, не превышает первых процентов. Таким образом, на территории КМА развиты очень своеобразные бертьериновые бокситы (см. рис. 6).

Проведенное изучение вещественного состава КВ, развитой по докембрийским сланцам, позволило выявить зональность формирования лате-

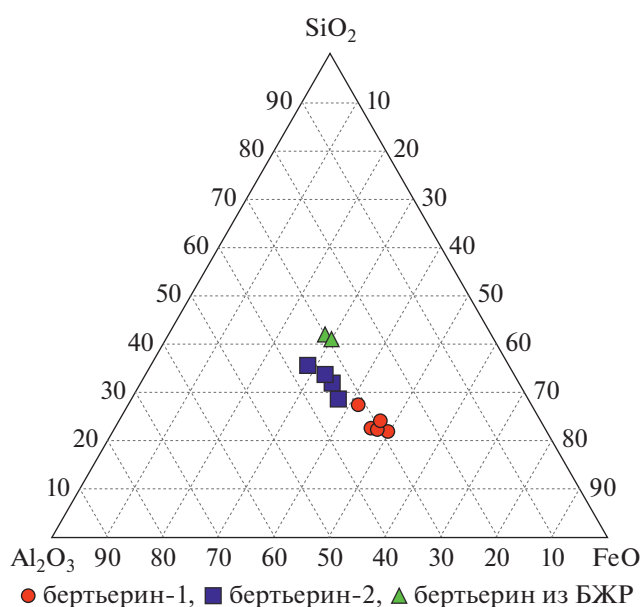


Рис. 5. Диаграмма составов бертьерина кор выветривания.

ритного профиля (табл. 1), для которой характерны нерезкие границы и вариации мощности отдельных зон. Минеральный состав верхней зоны полигенный и формировался при участии сингенетических, диагенетических и эпигенетических процессов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В имеющейся литературе присутствие в КВ бертьерина, который является железистым аналогом каолинита, обычно связывается с наложенными процессами, поскольку считается, что он не может формироваться в субаэральных условиях [Сиротин, Белявцева, 2016, с. 68]. По нашим данным, сингенетический бертьерин-1 образуется в тесной ассоциации с БЖР, при насыщении железом среды выветривания, и является естественной промежуточной сингенетической минеральной фазой при образовании бокситов. Наиболее значительные количества бертьерина-1 тяготеют к средним частям бокситовых залежей. Диагенетический бертьерин-2, развитый в зоне дебокситизации вместе с каолинитом, сидеритом, пиритом и другими вторичными минералами, формировался при подтоплении кор выветривания, перед ее перекрытием морскими осадками карбона. Бертьерин-2, в отличие от бертьерина-1, не имеет практического значения в качестве источника глинозема при прогнозе и оценке бокситоносности кор выветривания, развитых на сланцах.

Принятая ранее модель формирования бокситового профиля [Сиротин, Белявцева, 2016; Никитина, 1983; Клекль и др., 1991], согласно кото-

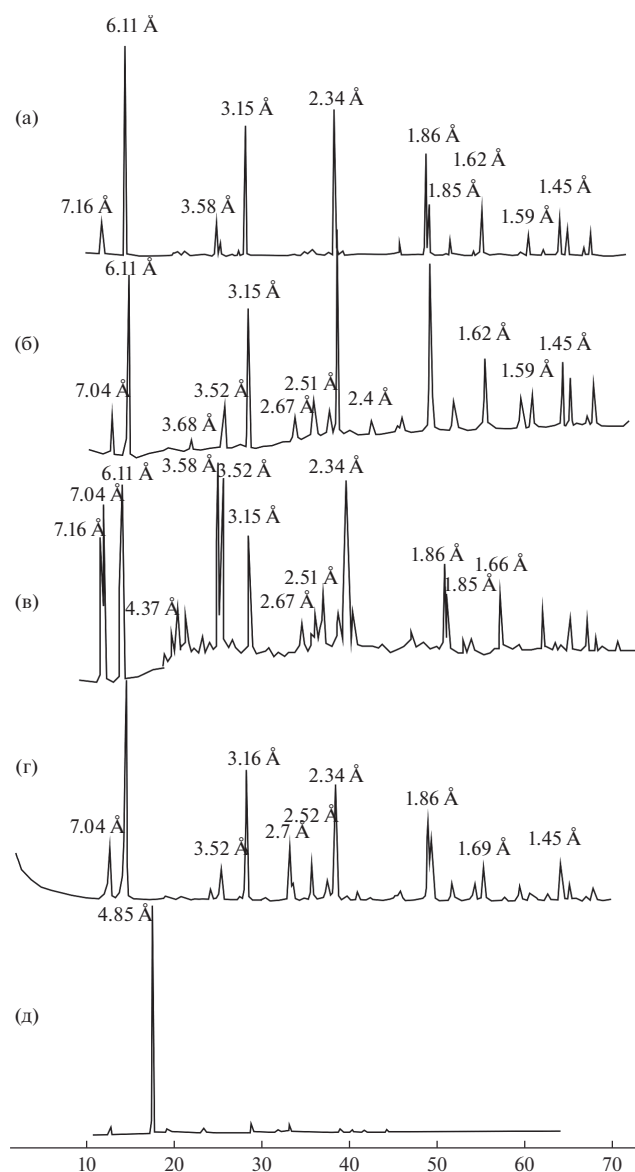


Рис. 6. Дифрактограммы бокситов.

а – существенно бемитовый с каолинитом (Мелихово-Шебекинское месторождение); б – кавернозный бертьерин-бемитовый (Висловское); в – каолинит-бертьерин-бемитовый (Яковлевское); г – бурый каменистый гидрогематит-бертьерин-бемитовый (Мелихово-Шебекинское), д – гиббситовый (Ольховатское).

рой сначала образуются гиббситовые бокситы, а все остальные типы бокситов являются их производными при проточном гидролизе, нуждается в серьезной корректировке. Фактические данные свидетельствуют о непосредственном развитии бемита по бертьерину-1 и остаточному каолиниту с сохранением реликтовой слоистости. В аллитовой зоне, где основным минералом является бемит, уже начиналось формирование псевдобобовых текстур, характерных для гиббситовых бокситов. По-

следние развиты преимущественно в северной, самой приподнятой части визейского палеорельефа, характеризующейся наиболее интенсивным водообменом.

Наложенные процессы, действовавшие перед перекрытием коры выветривания морскими осадками, проявлены в верхних частях бокситовых залежей. На повышенных участках рельефа под верховыми болотами происходило обеление бокситов с выносом железа в пониженные участки. Но перед фронтом наступающего моря в основном происходили процессы оглеения аллитов с образованием бертьерина-2 и каолинита по минералам глинозема, шамозиту. После перекрытия коры выветривания известняками нижнего карбона, ведущим процессом эпигенетического преобразования бокситов стала карбонатизация верхних частей аллитного профиля. Наложенные на бокситы процессы привели к ухудшению их качества.

Широкое развитие бертьерина в бокситах установлено также в палеозойских месторождениях Среднего Тимана [Вахрушев и др., 2012] и Северной Онеги [Сиротин, Белявцева, 2008]. Латеритный профиль обычно развит на “зрелых” осадочных породах, близких по минеральному составу к выветрелым сланцам КМА. Во всех этих месторождениях бертьерин появляется уже в нижних частях коры выветривания, а затем наряду с гидроксидами глинозема (реже – железа), становится породообразующим минералом аллитов. Таким образом, условия формирования бокситов были близкими на всей территории Восточно-Европейской платформы. Они формировались на возвышенных участках болотистых приморских равнин в условиях обильного насыщения влагой и органическим веществом. В частности, на КМА образованию бокситов и БЖР на возвышающихся грядах, сложенных джеспилитами и сланцами, по времени соответствовало накопление угленосной формации на остальной части приморской равнины, а также в соседней Днепровско-Донецкой впадине. По сравнению с кайнозойскими, специфика выветривания в обстановке визейских ландшафтов характеризуется менее благоприятными условиями бокситообразования, связанными с затрудненным промывным режимом при выветривании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение авторами настоящей работы полного разреза бокситоносных кор выветривания, в том числе зоны литомаржа, показало, что бертьерин в них является породообразующим минералом. Полученные новые данные заметно меняют имеющиеся представления об условиях образования и технологических характеристиках бокситов КМА.

Таблица 1. Схема зональности латеритной коры выветривания алюмосиликатных пород Белгородского района КМА (с использованием данных работы [Сиротин, Белявцева, 2016])

Зоны	Литология, мощность	Минералы
Верхняя аллитная, дебокситизации	Бокситы, белые, красно-бурые, пятнистые, пелитоморфные, массивные. Мощность 0.1–1.5 м.	Бемит, гиббит, бертьерин, оксиды железа, каолинит, карбонаты, сульфиды, шамозит
Средняя кондиционных бокситов	Бокситы пестроцветные, псевдобобовые, микропористые, слоистые. Мощность 3–5 м.	Бемит, бертьерин, гиббсит, каолинит, оксиды железа
Нижняя аллитная	Бокситы пестроцветные, зеленовато-серые, с реликтовой слоистой текстурой. Мощность 2–4 м.	Бемит, бертьерин, каолинит, оксиды железа
Литомаржа	Светлые, бледно-зеленые, бурые, мягкие, жирные на ощупь породы, с реликтовой слоистой текстурой сланцев. Мощность 10–40 м.	Каолинит, бертьерин, кварц, иллит, оксиды железа
Материнские породы дотурнейской КВ	Выветрелые сланцы, белесые, светло-серые, с пятнистым окраскованием. Мощность от 5 до 40 м.	Иллит 2М ₁ (по мусковиту), 3Т (по биотиту), кварц, оксиды железа, иногда каолинит

Нам удалось установить, что существует две генерации бертьерина, ранняя из которых является естественной промежуточной минеральной фазой, которая образуется в процессе формирования бокситов при насыщении железом среды выветривания. Это позволило обосновать определенный этап в эволюции процессов бокситообразования в истории Земли, в течение которого формировались палеозойские месторождения.

Формирование коры выветривания сланцев, также как и богатых железных руд, происходило в 4 этапа [Никулин, 2013; Никулин, Савко, 2015; Никулин, 2017; Савко, 1984; Савко, Хожайнов, 1975]. Первый этап, дотурнейский, был связан с образованием иллит-каолинитового профиля. На втором, позднедотурнейском—ранневизейском этапе, сформировался латеритный профиль на уцелевших от размыва, выветрелых докембрийских сланцах. В это время образовались основные минералы бокситов — бемит, гиббсит, сингенетический бертьерин, оксиды железа. Остаточные образования дотурнейской коры выветривания представлены каолинитом, иллитом, гематитом, гетитом и устойчивыми к выветриванию акцессорными минералами. На последующих двух этапах, когда происходили диагенетические и эпигенетические преобразования КВ, сформировались наложенные бертьерин, каолинит, шамозит, сидерит, кальцит, пирит. Эти минералы слагают зону дебокситизации мощностью от 10 см до 1.5 м.

Проведенные исследования позволили обосновать специфический тип бертьериновых бокситов, формировавшихся в платформенных обстановках позднего палеозоя. Аллиты этого времени отличаются от более поздних разновидностей

аллитов геосинклинального (средиземноморского) типа (“терра-росса”), развитых в терригенно-карбонатных толщах триаса—неогена, и от латеритных покровов эоцен-четвертичного возраста тропических стран меньшими масштабами и пониженными содержаниями глинозема. Палеозойские месторождения бокситов, приуроченные к присклоновым частям угленосных бассейнов, тяготеют к широкой полосе, протягивающейся от Эршайра (Шотландия), через Восточно-Европейскую платформу, Урал, юг Сибири и весь Китай вплоть до его юго-восточного окончания [Зинчук и др., 2005, 2007, 2008]. На всей этой территории, расположенной в раннем карбоне в экваториальной зоне, господствовал влажный тропический климат, благоприятный для формирования аллитов. Бертьериновая разновидность аллитов представляет специфическое звено в эволюции процессов бокситообразования в истории Земли.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность академику РАН Н.С. Бортникову за ценные замечания в процессе работы над рукописью.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке госзадания № 0136-2018-0025.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боева Н.М. Размерный эффект и органическое вещество как факторы эволюции минералообразования в

зоне гипергенеза. Синхронный термический анализ / Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ РАН, 2016. 22 с.

Вахрушев А.В., Лютое В.П., Силаев В.И. Кристаллохимические особенности железистых минералов в бокситах Вежаю-Ворыквинского месторождения (Средний Тиман) // Вестник Института Коми УрО РАН, Сыктывкар. 2012. № 10. С. 14–18.

Железные руды КМА / Под ред. В.П. Орлова, И.А. Шевырева, Н.А. Соколова. М.: ЗАО “Геоинформмарк”, 2001. 516 с.

Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Историческая минерагения / В 3-х томах. Т. 1. Введение в историческую минерагению. Воронеж: ВГУ, 2005. 587 с.

Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Историческая минерагения / В 3-х томах. Т. 2. Историческая минерагения древних платформ. Воронеж: ВГУ, 2007. 570 с.

Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Историческая минерагения / В 3-х томах. Т. 3. Историческая минерагения подвижных суперпоясов. Воронеж: ВГУ, 2008. 622 с.

Клекль В.Н., Никитина А.П., Талько Ю.К. Минерало-технологические особенности латеритных бокситов КМА // Кора выветривания. 1991. Вып. 20. С. 157–165.

Никитина А.П. Факторы сохранности месторождений латеритных бокситов Европейской части СССР // Кора выветривания. 1983. Вып. 18. С. 126–137.

Никулин И.И. Бертьерин — главный силикат месторождений богатых руд КМА // Вестник Воронеж. гос. университета. Сер. Геология. 2013. № 1. С. 89–97.

Никулин И.И. Геология и генезис месторождений гипергенных железных руд (на примере Курской магнитной аномалии) / Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук: 04.00.11. М.: МГУ, 2017. 442 с.

Никулин И.И., Савко А.Д. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской Магнитной аномалии // Труды НИИ Геологии Воронежского гос. университета. 2015. Вып. 85. 102 с.

Савко А.Д. Фанерозойские коры выветривания и связанные с ними отложения Воронежской антеклизы, их неметаллические полезные ископаемые / Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук: 04.00.21. Воронеж: ВГУ, 1984. 551 с.

Савко А.Д., Хожяинов Н.П. Этапы формирования кор выветривания в верхнем протерозое и палеозое Воронежской антеклизы // Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1975. С. 49–59.

Сиротин В.И., Белявцева Е.Е. Бокситы КМА // Труды НИИ геологии Воронежского гос. университета. 2016. Вып. 93. 104 с.

Сиротин В.И., Белявцева Е.Е. О соотношении промывного и проточного гидролиза в образовании бокситов (на примере КМА и Северной Онеги) // Вестник Воронежского гос. университета. Сер. Геология. 2008. № 2. С. 44–53.

Damyantov Z., Vassileva M. Authigenic phyllosilicates in the middle Triassic Kremikovtsi sedimentary exhalative siderite iron formation, Western Balkan, Bulgaria // Clays and Clay Minerals. 2001. V. 49. P. 559–585.

Berterien Boxites of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA)

A. D. Savko^{1, *}, M. Yu. Ovchinnikova¹, and N. M. Boeva^{2, **}

¹ Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018 Russia

² Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 35, Moscow, 119017 Russia

*e-mail: asavko@geol.vsu.ru

**e-mail: boeva@igem.ru

Studying with precision methods the mineral composition of KMA bauxites made possible to re-evaluate the conditions of their formation. They are confined to the upper part of the Early Carboniferous laterite crust of weathering on biotite-muscovite schists and occur among the jaspilites of the early Proterozoic of the Belgorod ore region. In the northern part of the region, pseudo-bean gibbsite prevail, in the southern — boehmite varieties with an inherited layered texture of parent rocks. In the bauxites considered, berthierin is widely spread. Along with aluminum hydroxides, it is a rock-forming mineral. This made it possible to substantiate the special berthierin type of bauxite characteristic of their Paleozoic deposits. They are usually confined to the sloping parts of coal-bearing basins and reflect a certain stage in the evolution of bauxite formation processes in the history of the Earth.

Keywords: bauxite, rich iron ores, weathering crust, boehmite, gibbsite, berthierin.