

2. [Электронный ресурс] Научно-популярная энциклопедия: Вода России. Саратовское водохранилище. Режим доступа: <http://water-rf.ru/a1231> 25.03.2017
3. [Электронный ресурс] РД 52.24.643-2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200039667> 16.03.2017
4. Базеев Е. Т., Билека Б. Д., Васильев Е. П. и др. «Энергетика. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики», - К: Аделат. 2011. - 328 с.
5. Дмитриев В. В., Огурцов А. Н. «Методы интегральной оценки устойчивости наземных и водных геосистем», - Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2013. Вып. 3.
6. Кузнецов В. А. «Процесс формирования экосистемы Куйбышевского водохранилища», - Поволжская конференция. Т. 1. Казань: Казанский университет. 1991.
7. Селезнёв В. А., Рубцов М. Н., Купер В. Я., Розенберг Г. С. «Оценка пространственной неоднородности качества вод Саратовского водохранилища», - С: Известия Самарского научного центра РАН: журнал. 1999. - С. 204-211.

## ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ И БОКСИТОНОСНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

*Петин А.Н.*

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет, профессор*

*Полухин О.Н.*

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет, профессор*

## IRON ORES AND BAUXITES IN WEATHERING CRUSTS OF THE KURSK MAGNETIC ANOMALY

*Petin A.N.*

*Belgorod National Research University, Professor*

*Polukhin O.N.*

*Belgorod National Research University, Professor*

### АННОТАЦИЯ

Приведены сводные данные по геологии месторождений богатых железных руд в сравнении с бокситовыми проявлениями Белгородского района Курской магнитной аномалии (КМА). Кратко рассмотрены особенности гипергенных железорудных образований Курской магнитной аномалии в связи с потенциалом железоалюминиевого сырья в регионе. Богатые железные руды находятся в ископаемом состоянии. Наибольшая часть богатых железных руд сосредоточена в корах выветривания железисто-кремнисто-сланцевой формации докембрия.

### ABSTRACT

A summary of geology of rich-iron ores deposits in comparison with bauxites in Belgorod district of the Kursk magnetic anomaly is described. Briefly describes the features of supergene iron formations of the Kursk magnetic anomaly for primary iron-aluminum capacity in the Belgorod area. Rich-iron ores are in the bowels of the earth. Most of the rich-iron ores and bauxites are in the weathering crusts of the Precambrian iron-siliceous-shale formation.

**Ключевые слова:** богатая железная руда, бокситы, кора выветривания, Курская магнитная аномалия, КМА.

**Keywords:** rich iron ore, bauxite, weathering crust, Kursk magnetic anomaly, KMA.

Облик поверхности Земли очень медленно и порой неуловимо в сравнении с человеческой жизнью изменяется. По мере этих изменений с момента становления кислородной атмосферы на материках происходят экзогенные процессы, за счёт которых накапливаются руды металлов. Для практических целей обычно приходится иметь дело с уже захороненными продуктами древних экзогенных процессов, возникших в далёком геологическом прошлом. Главными экзогенными процессами в континентальных условиях принято считать: химическое и физическое выветривание, а также органические

кислоты (продукты жизнедеятельности древних организмов).

Химическое выветривание сравнительно с явлениями физического выветривания пород в чистом виде проявляется в природе реже. Для его развития необходимо сочетание благоприятных климатических условий и наличие подвижных активных соединений. Поэтому чаще всего в природе преобладают месторождения, образующиеся в результате совместного воздействия на материнские (исходные) горные породы процессов механи-

ческого и химического разрушения. При размельчении материнских пород возрастает интенсивность химического воздействия на породообразующие минералы, где главнейшим фактором выступает кислород воды и воздуха.

Процесс концентрации соединений железа и алюминия наиболее интенсивно протекает в условиях жаркого и влажного климата, образуя латеритовые покровы. При выветривании пород, богатых алюминием и при незначительном количестве железа и кремнезёма формируются бокситы [11].

Большинство месторождений богатых железных руд (БЖР) и алюминиевого сырья в пределах Курской магнитной аномалии (КМА) представляют собой сохранившиеся реликты кор выветривания. Они являются продуктами континентального выветривания железистых кварцитов и залегающих среди них прослоев железистых силикатных сланцев. БЖР представляют собой массивные, однородные, реже тонкополосчатые, еще реже сланцеватые, немагнитные или слабомагнитные, мелко- и тонкозернистые породы темно-синей, красновато-бурой или зеленоватой окраски [7, 8, 9, 11].

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования явились железорудные и бокситоносные коры выветривания Курской магнитной аномалии.

#### **Результаты и их обсуждение**

Среди месторождений, концентрирующих наиболее богатые железные руды остаточных кор выветривания, выделены [5]: 1) месторождения площадного типа, 2) линейнообразного (линейного и линейно-площадного) типа и 3) карстовые. Все они коррелируются с выходами железистых кварцитов коробковской свиты на докембрийскую поверхность (рис. 1). Продукты из размыва представлены склоновыми (делювиальными), ручьевыми (пролювиальными), озёрно-болотными и прибрежными отложениями. Эти осадочные богатые железные руды не представляют промышленной ценности из-за их маленьких мощностей.

Месторождения площадного типа характеризуются достаточно выдержанным вертикальным размером – профилем выветривания, который представлен субгоризонтальными зонами (сверху вниз): 1) сидеритизированная гематитовая, 2) рыхлая мартитовая или мартит-железнослюдовая, 3) слабоокисленных железистых кварцитов. В Белгородском рудном районе к площадному типу относятся Яковлевское, Разуменское, Мелихово-Шебекинское месторождения и Таволжанский участок [2,10].

Руды Яковлевского месторождения приурочены к древней коре выветривания железистых кварцитов и залегают на глубине 470-550 м под толщей осадочных пород палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Ширина залежи БЖР от 200 до 600 м. Вертикальная мощность изменяется

от 20 до 50 м у лежачего бока и до 350-400 м у всячего бока. Абсолютная отметка кровли коры выветривания железистых кварцитов колеблется от -290 до -318 м. Подошвой рудных залежей служат железистые кварциты.

Разуменское месторождение расположено в юго-западной части Белгородского рудного района КМА. Выделяются три участка с корой выветривания железистых кварцитов, сложенной рыхлыми и слабоцементированными мартитовыми рудами: Крутологовской, Масловопристанский и Безымянный. Самый северный Крутологовской имеет протяженность 3,5 км и ширину 1 км. Он характеризуется наибольшим распространением БЖР. Мощность коры выветривания колеблется от 10 до 92 м, а глубина кровли изменяется от 666 до 833 м. Рыхлые БЖР перекрываются плотными сидеритизированными рудами мощностью 24-35 м, а ещё выше залегающими известняками мощностью 80-156 м. Масловопристанский участок характеризуется длиной 3,5 км и шириной 700 м. Рыхлые и слабоцементированные породы коры выветривания залегают на глубинах 760-810 м под плотными крепкими рудами (10-14 м) и залегающими выше известняками (150-174 м). Мощность рыхлых БЖР не превышает 64 м при мощности до 10 м. Безымянный участок, расположенный восточнее Масловопристанского, отделяется от него маломощным (около 10 м) перегибом коры выветривания шириной около 100 м. Участок характеризуется меньшими размерами (3,5x0,5 км). Кора выветривания залегают на глубине 802 м и перекрывается плотными сильно сцементированными сидеритизированными рудами мощностью 42 м и залегающими выше известняками мощностью 156 м. Мощность рыхлых БЖР 39 м.

Месторождения линейного и линейно-площадного типа приурочены к контактам джеспилитов (слоистых железистых кварцитов) с железистыми сланцами. Вдоль зон контактов происходило более энергичное выветривание, распространявшееся на глубину по наиболее трещиноватым разновидностям материнских пород. Зональность прослеживается как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Закономерно наиболее рыхлые БЖР фиксируются в центральных частях залежей. С этим типом месторождений связаны залежи бокситов. В Белгородском рудном районе к линейному и линейно-площадному типу относятся Мелихово-Шебекинское, Гостищевское, Ольховатское и Тетеривино-Малиновское месторождения [2].

Мелихово-Шебекинское месторождение представлено тремя залежами БЖР в пределах развития джеспилитов курской серии, перемещающихся сланцами. Средняя мощность залежей 75, 70 и 65 м, соответственно. Здесь известно проявление бокситов. Поэтому возможна комплексная добыча железноалюминиевого сырья.



Рис. 1. Схема месторождений богатых железных руд Белгородского рудного района: 1 – Яковлевское, 2 – Ольховатское, 3 – Разуменское, 4 – Гостищевское, 5 – Мелихово-Шебекинское, 6 – Большетроицкое, 7 – Шемраевское, 8 – Висловское.

Гостищевское месторождение расположено в центральной части Белгородского рудного района, протягиваясь в северо-западном направлении на 33 км в виде полосы шириной от 1,0- 4,5 км. Выделены несколько наиболее перспективных участков: Лучкинский, Крюковско-Гостищевский, Теревин-

ский и Хохлово-Дальнеикуменский. Линейная залежь БЖР сильно вытянута, повторяя контур материнских железистых кварцитов. Её ширина 500-2500 м, на Восточном участке она – 700 м. Протяженность залежи составляет 7,4 км. Мощность переменной, с максимальной – 369 м (средняя 99 м).

На Восточном участке она 43,5-256,0 м. Абсолютные кровли 210-380 м. Глубина залегания БЖР составляет 380-600 м.

Богатые железные руды и бокситы Ольховатского месторождения развиты на сланцах и кварцитах курской серии. Железородная кора выветривания разделена здесь на 9 залежей БЖР, вытянутых в юго-восточном направлении и отделенных друг от друга пачками сланцев шириной 100-350 м. Отметки поверхности коры выветривания меняются от 390 до 598 м. Она перекрыта известняками (мощность 60-130 м), а на некоторых участках - глинистыми отложениями. Рыхлые руды залегают на глубинах 495-680 м под сидеритизированными и перетолженными рудами мощностью 27-150 м. В плане Центральный (самый крупный) участок имеет размер 1000x1000 м максимальной мощностью коры выветривания, достигающей 197 м. Наиболее рыхлые и слабосцементированные породы, сосредоточены в двух телах: небольшом Восточном шириной, не превышающей 100 м, и крупном Западном шириной около 300 м. Тела БЖР разделяются пачкой плотных скальных и полускальных руд с прослоями сланцев шириной около 100 м.

Кора выветривания Тетеревино-Малиновского месторождения прослежена несколькими скважинами. Окончательные её форма и размеры не выявлены. По аналогии с Гостищевским месторождением кора выветривания развита на всех выходах железистых кварцитов и залегают в виде узких (150-300 м) длинных (3,0-11,0 км) горизонтальных тел, разделённых выходами сланцев с шириной 150-800 м. Вертикальная мощность железородной коры выветривания колеблется от 6,0 до 137,0 м при среднем значении 57,5 м.

Месторождения карстового типа приурочены к тектонически осложнённым контактам джеспилитов с железистыми роговиками [3]. Последние, в связи с воздействием на них вод, подверглись интенсивному выщелачиванию метаморфического кварца с образованием карстовых полостей. Под воздействием силы тяготения выше залегающие БДЖ обрушались, заполняя их. Тем самым, в этом типе месторождений после размыва визейским морем сохранилось наибольшее количество БЖР. В Белгородском рудном районе к карстовому типу относятся Большетроицкое и Шемраевское месторождения [6], а также элементы закарстованности БЖР в коре выветривания Яковлевского месторождения.

Железородная кора выветривания Большетроицкого месторождения залегают под палеоген-каменноугольным осадочным чехлом мощностью 425-510 м. Абсолютные отметки кровли меняются от -200 до -350 м. Мощность рудной залежи 80-300 м на железистых кварцитах и до 50-70 м – на сланцах, по которым местами развиты бокситы. Вдоль двух тектонически обусловленных зон мощность залежи БЖР увеличивается почти в 3 раза: от 100-150 до 200-300 м по геологоразведочным профилям V и V+400 и от 50-60 до 150 м по профилю V-400. БЖР на юго-западе и северо-востоке полностью

выклиниваются. Форма весьма сложна и изменчива из-за закарстованности. Абсолютные отметки подошвы колеблются от -380 до -600 м.

Выделяются условно две зоны: 1) верхняя – сидеритизированная; 2) нижняя – гематитовая. Главными рудообразующими минералами верхней зоны в железородной коре выветривания являются [6]: гематит 36-60%, сидерит 20-45%, гётит 5-21%, бертьерин до 17%, кварц до 9%, магнетит до 5%. Иногда в небольшом количестве или в виде примеси присутствуют каолинит, бёмит, гиббсит, пирит, марказит в виде единичных агрегатов. Нижняя зона залежи БЖР сложена [там же]: гематит 47-90%, гётит 15-35%, карбонаты до 15%. Помимо них, в подчинённом количестве присутствуют кварц (в том числе маршаллит) до 5% и бертьерин до 7%. Гематит представлен своими разновидностями: мартитом, железной слюдкой и лептогематитом (сверхтонкодисперсный гематит [Никулин, 2015]), первый из которых имеет самое широкое распространение.

Железородная кора выветривания Шемраевского месторождения представляет собой обособленный тектонический блок шириной 3,6 км с рудной зоной в виде синклинали с размахом крыльев до 2500 м, характеризуясь провальной формой типа карста. Скважиной № 747 зафиксирована максимальная мощность около 350 м. В профиле коры выветривания (снизу вверх) выделяются зоны: 1 – мартитовых руд с тонкозернистым кварцем (маршаллитом); 2 – переслаивающиеся породы из мартитовых руд с железослюдковыми рудами, содержащими гидроксиды железа. Встречается слоистая мартитовая руда со скоплением шамозита и бертьерина, а также чередованием силикатных, алюмосиликатных и карбонатных слойков.

В разрезе Шемраевского карста залегают преимущественно железослюдково-мартитовые породы с гидроксидами железа. На глубинах 450-550 м установлены прослои флоренсита-гойяцита и крадаллита. В виде прожилков и гнезд присутствует также кальцит, возможно, самый поздний из минеральных образований. Установлено в этой зоне разное генетическое строение, которое обусловлено присутствием обломков пород, состоящих из крупных кристаллов гематита в цементирующей массе с текстурами поздних гипергенных образований. Далее вверх по разрезу следуют железослюдково-мартитовые породы с гиббситом. Они с тонкими слойками нерудных минералов. На глубинах 440-450 м часто встречаются слойки бертьерина фишашкового цвета, а также присутствуют сидеритовые прослойки с включениями мартита.

В этих породах в незначительном количестве присутствуют реликтовые, унаследованные от железистых кварцитов, порфиробласты гематита. В небольшом количестве проявлены гидроксиды железа с коллоидной и метаколлоидной структурами.

Верхняя зона представлена чередованиями слойков мартитового, карбонатного и алюмосиликатного состава. На различных глубинах присутствуют своеобразные крупные, кристаллические

образования гематита до 1,5 мм, заключенные в желваковых скоплениях руды. Для железослюдково-мартитовых разновидностей, содержащих включения бёмита и гиббсита, характерно порожковатое строение.

### Выводы

Таким образом, самостоятельное промышленное значение имеют месторождения БЖР, которые характеризуются линейными и карстовыми морфологиями. Они обладают максимальными размерами рудных залежей. Карстовые депрессии сыграли большую роль в становлении и сохранении довизейских железорудных кор выветривания. Большетроицкое, Шемраевское гипергенные образования, вмещающие продукты выветривания метаморфических пород, представляют собой новый для КМА промышленный тип месторождений наиболее богатых железных руд.

### Литература

1. Никулин И.И. 2014. Морфология и условия формирования железорудных кор выветривания Белгородского района КМА // Вестник ВГУ, Серия: Геология. № 3. – С. 64-73.
2. Леоненко И.Н., Русинович И.А., Чайкин С.И. 1969. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Т. III. Железные руды. М.: «Недра», 394 с.
3. Безуглый М.М., Никулин И.И. 2010. Новые представления о геологическом строении и характере рудоносности Большетроицкого месторождения (Белгородский район КМА) // Вестник ВГУ, Серия: Геология. № 2. – С. 171-179.
4. Голивкин Н.И. О докембрийских корах выветривания КМА / Докембрийские коры выветривания. М., 1975. – С. 35-49.
5. Никулин И.И. 2012. Характеристика минерального состава богатых железных руд Большетроицкого месторождения КМА // Вестник ВГУ. Серия: Геология. № 1.– С. 144-154.
6. Никулин И.И. 2015. Наноструктуры в богатых железных рудах Курской магнитной аномалии // Науч. ведомости Белгород. гос. ун–т. Естественные науки. № 15 (212). Вып. 32.– С. 184-189.
7. Петин А.Н., Сиротин В.И., Белявцева Е.Е. Структура железорудной формации и особенности рельефа фундамента в пределах КМА // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2016. № 2. – С. 37-39.
8. Петин А.Н., Сиротин В.И. Богатые железные руды и бокситы коры выветривания Мелихово-Шебекинского месторождения Курской магнитной аномалии // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2016. № 3. – С. 141-144.
9. Петин А.Н., Игнатенко И.М. Минерально-сырьевые ресурсы богатых железных руд Белгородского района Курской магнитной аномалии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2016. Т. 37. № 25 (246). – С. 138-142.
10. Плаксенко Н.А. Основные черты стратиграфии и закономерности литогенеза в раннем докембрии КМА / Н.А. Плаксенко, И.Н. Щеголев // Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1977. – С. 3-25.
11. Полухин О.Н., Петин А.Н. Стратиграфическое положение залежей богатых железных руд и бокситов Белгородского и Оскольского рудных районов Курской магнитной аномалии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2016. Т. 35. № 11 (232). – С. 165-171.
12. Чайкин С.И. Типы разрезов железорудной свиты докембрия КМА и их изменение в пространстве / Известия АН СССР, серия геологическая 1972, №6. – С. 135-140.