

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию НИКУЛИНА Ивана Ивановича «Геология и генезис месторождений гипергенных железных руд (на примере Курской магнитной аномалии)» – ФГБОУ ВПО ВГУ, Воронеж, 2017, представленной к защите на соискание её автором ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.

Предметом исследований И.И. Никулина явились богатые железные руды (БЖР) палеозойского возраста Курской магнитной аномалии (КМА), формировавшиеся в процессах гипергенеза за счет бедных железных руд – железистых кварцитов раннего протерозоя. Промышленная отработка первых традиционными методами осложняется большой глубиной залегания этих руд >500 м, их нахождением в сложных гидрогеологических условиях, на территории Черноземья, дефицитом местных источников энергии. Месторождения БЖР КМА выявлены в 20-х годах прошлого столетия и с тех пор являются предметом исследований многих геологических коллективов. За это время опубликованы десятки статей, ряд монографий. Однако многие вопросы образования БЖР и возможности их промышленной отработки продолжают оставаться дискуссионными. Диссертация И.И. Никулина является попыткой с привлечением прецизионных методов исследования рассмотреть БЖР как единый полигенетический гипергенный комплекс, связанный с корой выветривания железистых кварцитов, и предложить свое видение возможности отработки этих руд методами СГД в условиях обострившегося кризиса железорудного сырья в нашей Стране. Ранее эти руды как единый гипергенный комплекс практически не рассматривались.

Актуальность проблемы. Исчерпание минерально-сырьевой базы железных руд в нашей Стране требует, с одной стороны, поиск новых перспективных объектов в районах с развитой инфраструктурой, а, с другой, поиск новых технологических решений по методам добычи известных месторождений железных руд. Такие возможности открываются, в частности, в сфере добычи БЖР методами СГД. Однако не все БЖР одинаково пригодны для добычи этим методом. Поэтому перед геологами стоит задача провести разбраковку БЖР на технологические типы, оценить извлекаемость этих типов руд методами СГД, выделить оптимальные типы и охарактеризовать их распространение на месторождениях БЖР КМА. Именно на решение этих задач и нацелена диссертация И.И. Никулина.

Представленная к защите диссертация является крупным обобщением результатов опубликованных исследований БЖР и фондовых материалов, накопленных на протяжении геологоразведочных работ на БЖР с 1950 по 1970 гг., а затем

возобновленных с 1990 г. по настоящее время, основанном на опыте многолетних личных исследований БЖР соискателя.

Автор диссертации возглавлял геологическую службу на предприятии, которое проводило в последние 10 лет геологоразведочные работы на рыхлые БЖР и осуществляло их добычу методом СГД на ряде месторождений КМА. Никулину И.И. принадлежит ведущая роль научного обоснования и обобщения полученных результатов.

Научная новизна. Состоит в переосмыслении представлений об образовании и распространении БЖР месторождений КМА на основе многолетних личных исследований с применением прецизионных методов анализа БЖР и обработки полученных результатов математическими методами, в создании литолого-генетической модели формирования этих руд как единого осадочно-элювиального комплекса, во впервые проведенной классификации железорудных карстовых форм, в обосновании и совершенствовании технологии СГД исследовавшихся БЖР.

Научные достижения Никулина И.И. опубликованы в 26 статьях, в том числе 15 в изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 монографии, а также докладывались на совещаниях и конференциях, в том числе с международным участием. В этих публикациях и докладах нашли, в частности, свое выражение представленные соискателем к защите положения.

Практическая значимость характеризуемой диссертационной работы состоит в том, что в ней сконцентрирована вся геологическая и технологическая информация, необходимая для проектирования промышленной отработки БЖР месторождений КМА методами СГД.

Представленная к защите диссертация И.И. Никулина – труд общим объемом 412 страниц формата А4 в компьютерном варианте, состоит из введения, 9 глав, заключения и списка цитируемой литературы 357 наименований, в том числе 33 фондовых и 10 электронных ресурсов. Текст сопровождается 26 таблицами и иллюстрируется 173 рисунками и диаграммами.

Во введении обоснованы актуальность, цель и задачи диссертационной работы, перечислены объекты исследований, охарактеризованы новизна, теоретическая и практическая значимость результатов проведенных исследований, представлена структура диссертации и приведены сведения об ее апробации.

В первой главе «Методика и методология исследований» соискатель акцентирует внимание на том, что исследования гипергенных железных руд месторождений КМА прошлых десятилетий были нацелены на наращивание минерально-сырьевой базы в ущерб характеристике руд, что осложняет недропользователям выбор способов их отработки. С целью исправить сложившуюся в прошлом ситуацию соискатель «взял на вооружение» методику изучения кор выветривания в последовательности от «общего к

частному» – от обобщения и анализа фондовых источников и вообще фактического материала предыдущих работ к сведению воедино полученных результатов с материалами различных видов собственных исследований.

И в завершение главы соискатель излагает подробно методику полевых работ и методику лабораторных исследований: перечисляет все виды прецизионных исследований и лабораторий, в которых они проводились (РЭМ, рентгенографический, ДТА, ИКС, Рамановская спектроскопия, и др.). Почти во всех лабораторных исследованиях соискатель принимал непосредственное участие от препарирования образцов до диагностики минералов в РЭМ и интерпретации термических, рентгеновских, рамановских и ИКС данных.

Вторая глава представляет собой краткий очерк геологического строения КМА, составленный по материалам опубликованных источников. Соответственно, соискателем скорректированы существующие на текущий момент представления по геологии, стратиграфии и магматизму докембрия Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Проанализирована история формирования фанерозойского гипергенного чехла массива, обращено внимание на многократность проявления корообразовательных процессов, в том числе с образованием БЖР. Выделены и в общих чертах охарактеризованы эпохи железорудного гипергенеза, из которых наиболее мощной и продуктивной признана позднегурнейско-средневизейская в Белгородском районе КМА на юго-западе провинции.

В третьей главе приведен краткий обзор ранее проведенных научных и прикладных исследований железорудных кор выветривания КМА. В общих чертах охарактеризован генезис БЖР – время и условия их образования, морфология рудных залежей, особенности их размещения и т.д. Акцентируется внимание на Белгородском железорудном районе, в котором выявлены крупные залежи глубокозалегающих (400-800 м) высококачественных БЖР, значительная часть которых представляет собой рыхлые образования. И именно эти рыхлые руды явились предметом опытно-методических работ по их извлечению нетрадиционными методами СГД. Полученные положительные результаты явились основанием для последующего продолжения доразведки месторождений района в конце прошлого – начале нынешнего столетия и совершенствования методов их отработки методами СГД.

В четвертой главе соискатель суммирует литературные данные и результаты личного участия в изучении геологического строения залежей гипергенных железных руд, связанных своим образованием с корами выветривания железистых кварцитов железисто-кремнисто-сланцевой формации КМА. Кроме непосредственного участия в геологоразведочных работах, соискателем исследовался керн скважин, обнаженные уступы карьеров, стенки шахт и штреков месторождений.

Соответственно, к защите в первом положении представлены классификация залежей БЖР на следующие шесть типов: 1 – площадной, 2 – контактово-площадной, 3 – линейный, 4 – карстовый, 5 – делювиальный, 6 – пролювиальный с элементами озёрно-болотного, и 7 – прибрежно-морской, связь промышленных месторождений с первыми тремя типами, а связь наиболее крупных по запасам месторождений, благоприятных для отработки методами СГД, с линейным и карстовым типами. Глава иллюстрирована многочисленными схемами (в том числе цветными) геологических карт и рисунками разрезов изучавшихся месторождений.

Пятая и шестая главы диссертации тесно связаны решением одной и той же задачи – детальной характеристики минерального состава пород, слагающих БЖР, условий образования минералов, классификации руд по минеральному составу и др.

Важную, определяющую роль в формировании минерального состава железорудных кор выветривания месторождений КМА соискатель отводит минеральному составу докембрийских материнских пород. Применяя рентгеновские и другие современные методы, соискателем впервые в БЖР обнаружен бертьерин. Более того оказалось, что подавляющее большинство шамозитов в латеритах КМА являются бертьеринами, которые относятся не к хлоритам, как считали все предыдущие специалисты, а к серпентинам, что и было использовано соискателем для упорядочения образования в этих рудах слоистых силикатов. Масштабные исследования растровой электронной микроскопией также позволили соискателю опровергнуть наличие в рудах гидратированных разновидностей гематита. Исследования показали, что так называемый гидрогематит представляет собой механически неразделимую смесь тонкодисперсного гематита с гетитом, содержащую 5% и менее воды. Соответственно, соискателем внесены изменения в общее описание минерального состава железорудных кор выветривания месторождений КМА. С учетом внесенных изменений соискателем произведена минералогическая классификация БЖР, свойственных корам выветривания изученных месторождений различных районов КМА, с выделением от 3-х до 7-ми следующих минеральных типов: 1) мартит-гематитового; 2) гётит-гематитового; 3) гематит-гётитового, лептогематит-гётитового; 4) карбонат-гематитового, магнетит-карбонат-гематитового, бертьерин-карбонат-гематитового; 5) бертьерин-гематитового; 6) магнетит-гематитового; 7) глинистого гётит-лептогематитового. Показано, что присущие им различия – следствие вариаций состава материнских пород, неоднократных процессов корообразования, а также диагенеза в условиях гидроморфного режима и эпигенеза после перекрытия элювиального комплекса каменноугольными отложениями. Осадочные железные руды представлены конглобрекциями, и в большинстве случаев наследуют состав элювия с примесью кварца и силикатов из метаморфических пород. Текст глав

сопровождается таблицами и большим количеством иллюстративного материала (диаграммами, графиками, photographиями образцов, свойственных им текстур, и др.).

Изложенные выше особенности литологии, минерального состава, условий образования и минералогической классификации всех разновидностей БЖР гипергенных месторождений КМА включены соискателем во второе им защищаемое положение.

В седьмой главе соискатель подытоживает результаты исследований петрохимического и геохимического изучения пород железорудных кор выветривания месторождений КМА – личных, а также заимствованных из литературных источников. В частности, приведены усредненные химические составы разновидностей пород, слагающих железорудные коры выветривания, рассмотрены закономерности распределения петрогенных элементов в профилях выветривания Яковлевского, Гостищевского, Большетроицкого месторождений, охарактеризованы петрохимические особенности зон гипергенеза, диагенеза и эпигенеза.

Анализ содержания малых элементов позволил сделать соискателю вывод о том, что наиболее рыхлые гематитовые руды являются почти стерильными в отношении этой группы элементов, а их повышенное содержание, в частности элементов ассоциации Sr, Zr и Ba с примесью As, связано с наложенными процессами. В заключение этой главы соискатель приводит результаты литохимического корреляционного анализа разновидностей пород профиля выветривания Большетроицкого месторождения, которым исследовавшиеся породы классифицированы на 12 литохимических типов, и результаты многомерного анализа геохимических данных по профилям железорудных кор выветривания методом СОК (самоорганизующихся карт Кохонена), которым породы того же профиля выветривания разделены на четыре минералого-технологических типа – два скальных и два рыхлых.

На защиту в качестве третьего положения соискателем выносятся присущая разрезам вертикальная зональность железорудных кор выветривания джеспилитов – накопление в породах их по мере выветривания железа и алюминия и вынос кремнезема, и их обратная картина в случае наложенных процессов, и особенности поведения в породах коры выветривания малых элементов – практическая стерильность в отношении этой группы элементов наиболее рыхлых гематитовых руд и связь аномальных концентраций ряда малых элементов с тектоническими нарушениями и наложенными процессами.

В восьмой главе соискатель с привлечением литературных источников обсуждает факторы и условия образования БЖР месторождений КМА. Соответственно к главным факторам им отнесены тектонический, петрохимический, климатический и биотический (биогенное происхождение кислорода атмосферы). Гипергенное

рудообразование проходило в четыре этапа – долатеритный (каолининовый), латеритный, диагенетический и эпигенетический. Благоприятное сочетание перечисленных выше факторов в этап латеритизации привело к образованию в этот этап крупных и сверхкрупных месторождений БЖР провинции. Материалы главы легли в основу четвертого защищаемого положения, в котором БЖР предстают как сложный полигенетический комплекс, сформированный в четыре выше перечисленных этапа. Утверждается, что на каждом из этапов факторы рудогенеза нашли свое отражение в их минерально-геохимических особенностях и физико-механических свойствах.

В девятой главе соискатель, суммируя результаты проведенных исследований гипергенных месторождений БЖР КМА (главы 1-8) и опыт личного участия в опытно-методических работах по отработке этих руд методами СГД, излагает разработанную им методику прогнозирования, поисков и оценки промышленных объектов данного типа и вошедшее в пятое защищаемое положение обоснование 12 перспективных и благоприятных в экологическом отношении месторождений БЖР с запасами и прогнозными ресурсами в 2,3 млрд т.

В заключении соискатель по пунктам перечисляет наиболее значимые результаты проведенных исследований и подводит итоги представленной им к защите диссертации.

Автореферат соответствует содержанию работы и оформлен в соответствии с установленными требованиями. Основные защищаемые положения сформулированы и раскрыты. Заключение и выводы диссертационной работы отвечают на вопросы, поставленные в целях и задачах исследования.

Представленная И.И. Никулиным к защите столь объемлющая работа, охватывающая широкий круг вопросов от образования, размещения и состава гипергенных железных руд огромной провинции КМА до возможности их промышленного использования, не может обойтись без дискуссионных положений и тех или иных недостатков. Обращу внимание на следующие.

1. Соискатель правильно указывает на стерильность БЖР, в частности, в отношении вредных примесей, но не дает объяснение этому феномену, возможно, по причине того, что железистые кварциты не являлись предметом его изучения. С точки зрения рецензента железистые кварциты продукт метаморфизма флишеидных сидеритосилицитовых хемогенных осадков. Стерильность кремней общеизвестна, стерильность хемогенных сидеритовых осадков требует пояснения. (А). Основные вредные примеси – S, P, As – карбонатов не образуют, и по этой причине концентрироваться в них не должны. Сказанное также относится к Ti, V, Cr, Au, Mo, W, Ta, Nb и некоторым другим.

(Б). Некоторые элементы образуют карбонаты (TR, Sb и некоторые другие), но только в условиях их повышенных концентраций, например, на соответствующих месторождениях, и т.д.

2. Как совершенно правильно подчеркивает соискатель, в формировании разновидностей БЖР исключительно важную роль играл исходный состав материнских пород, однако без разъяснения оказались следующие их особенности: первая – выделяемые соискателем железистые роговики, джеспилиты и железистые сланцы не моно-, а полипороды, причем в первых двух слагающие их кварц и магнетит, кварц и гематит/мартит являются физико-химическими антагонистами, и вторая – в условиях господствовавшей во время образования БЖР окислительной атмосферы железо (магнетит, гематит) абсолютно неподвижно, тогда как растворимость кварца от окислительно-восстановительных условий не зависит и более чем на порядок превышает растворимость магнетита, что и привело в процессе выветривания к избирательному выносу кремнезема из железистых кварцитов и их превращению в БЖР.

3. Наличие мушкетовита (псевдоморфозы магнетита по гематиту), описываемого соискателем в БЖР месторождений КМА, следует отнести к дискуссионным вопросам по причине несущественного характера приводимых им аргументов (нет соответствующих эталонов, а, в их отсутствие, единственным признаком мушкетовитизации могут быть только отсутствующие строгие признаки замещения гематита магнетитом). С точки зрения рецензента за мушкетовит обычно принимают катаклазированный магнетит, имеющий пластинчатую форму.

4. В описании закономерностей распределения малых элементов не названы методы их анализа и не указаны присущие анализу ошибки. В целях упрощения восприятия закономерностей распределения малых элементов в породах железорудной коры выветривания эти данные было бы нагляднее представить в табличной, а не в словесной форме и трудно читаемых графиков распределения малых элементов в породах профиля выветривания Большетроицкого месторождения.

Сделанные замечания носят второстепенный, непринципиальный характер – не снижают достоинства диссертации Никулина И.И. и не влияют на её положительную оценку. Работа выполнена на высоком профессиональном уровне как с точки зрения круга решаемых задач, так и методов их решения, вносит большой вклад в теоретический и прикладной аспекты гипергенного рудогенеза БЖР месторождений КМА. В частности, что особенно важно, в ней сконцентрирована вся геологическая и технологическая информация, необходимая – в случае благоприятной конъюнктуры – для проектирования промышленной отработки БЖР месторождений КМА методами СГД. Рецензируемая

диссертация написана хорошим научным языком, материал логично изложен и прекрасно иллюстрирован в том числе цветными схемами карт, рисунками, диаграммами и т.д.

Если принять во внимание, что в рецензируемой диссертации собран, обобщен и изложен огромный личный соискателя и литературный фактический материал по гипергенному образованию богатых железных руд месторождений КМА, значение которого выходит за рамки провинции КМА, диссертацию целесообразно рекомендовать к опубликованию.

На основании всего вышеизложенного считаю, что рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям п.9 ВАК «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к докторским диссертациям, а её автор – Никулин Иван Иванович заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Я, Иван Андреевич Бергман, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Доктор геолого-минералогических наук

тел.: 8(495)614-6130,

E-mail: iabergman@yandex.ru

10мая 2017 г.

И.А. Бергман

Подпись удостоверяется

Председатель Диссертационного совета Д.501.001.62
доктор геол.-мин. наук, профессор



Старостин В.И.