

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию НИКУЛИНА Ивана Ивановича «Геология и генезис месторождений гипергенных железных руд (на примере Курской магнитной аномалии)», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, Минерагения

Месторождения докембрийских железистых кварцитов (джеспилитов) и связанных с ними богатых железных руд (БЖР) КМА являются крупнейшими в мире. Открытые в двадцатых годах прошлого столетия, они изучались несколькими поколениями геологов. Среди изобилия посвященных им научных публикаций достаточно назвать два фундаментальных труда – «Железные руды Курской магнитной аномалии» (Изд-во АН СССР, 1955, 682 с.) и «Железные руды КМА» (Геоинформмарк, 2001, 616 с.). Однако и на сегодняшний день остаются дискуссионные вопросы, касающиеся, в частности, генезиса джеспилитов, парагенезисов минералов, минеральных ассоциаций и т.п. (полемиические статьи И.А. Бергмана, 2000 и Н.И. Литовченко, 2000). Вместе с тем, в связи с продолжающейся разведкой месторождений КМА и развитием современных прецизионных методов исследования минерального вещества появились новые возможности для интерпретации механизма формирования не только собственно железистых кварцитов, но и связанных с ними БЖР.

Диссертационная работа И.И. Никулина посвящена одной из фундаментальных проблем геологии – формированию полигенетического комплекса БЖР, связанных с корой выветривания (КВ) железистых кварцитов. Ранее эти руды как единый гипергенный комплекс практически не рассматривались. По данной тематике известны только обзорные научные статьи по различным объектам. При проведении геологоразведочных работ для развития технологии скважинной гидродобычи (СГД) на КМА, систематизация информации по гипергенным железным рудам становится актуальной. Главной целью рассматриваемой диссертации явилось изучение пространственно-временных условий локализации, вещественного состава и генезиса БЖР в полигенетической системе палеозойского осадочно-элювиального комплекса КМА. Практическое использование полученных результатов в инновационных технологиях СГД очевидно.

Актуальность проблемы. Представленная к защите работа по существу является синтезом большого объёма как фондовых данных, накопленных в процессе геологоразведочных работ на железные руды в 1950-1970-е годы, а затем возобновлённые с 1990-х по настоящее время, так и собственных материалов. Автор диссертации возглавлял геологическую службу на предприятии, которое проводило в последние 10 лет

геологоразведочные работы на рыхлые богатые железные руды и осуществляло их добычу методом СГД на нескольких месторождениях КМА. Никулину И.И. принадлежит ведущая роль научного обоснования и обобщения всех известных результатов.

Научная новизна. Автором с применением классического метода «от общего к частному» обосновано положение – понимания объекта – БЖР, как единого осадочно-элювиального генетического комплекса. Впервые на основе результатов систематизации геологической информации стадийного анализа разработана литолого-генетическая модель формирования БЖР. Также впервые проведена классификация железорудных палеокарстовых форм. Научные достижения Никулина И.И. публиковались в научных изданиях (26 печатных работ, в том числе 15 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 монография), а также в российских совещаниях и конференциях с международным участием. Публикации и доклады отражают результаты основных защищаемых положений.

Практическая значимость работы заключается в несомненной важности, содержащихся в ней сведений о строении и вещественном составе гипергенных БЖР КМА, в которых заключены огромные запасы высококачественного полезного ископаемого. По результатам детального изучения вещественного состава БЖР выделены промышленно-генетические и геолого-технологические типы, которые могут быть использованы в проектировании технологической переработки.

Диссертация, объёмом 412 страниц машинописного текста, состоит из одной книги: введения, девяти глав и заключения. Текст дополняют 173 рисунка, 26 таблиц и список литературы из 357 источников, в том числе 33 фондовых и 10 электронных ресурсов.

Во введении обоснованы актуальность, цель и задачи данной работы, указаны объекты исследований, определены научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Представлена структура диссертации и приведены сведения об её апробации. Их рассмотрение показывает, что представленная к защите работа охватывает широкий круг решаемых вопросов – общих геологических, литологических, геохимических, минералогических и генетических и практического применения полученных результатов.

В первой главе разбираются методические аспекты, как известных прикладных рекомендаций, так и наработок автора диссертации, применительно к изучению железорудных КВ, а также продуктов их ближнего переотложения. Перечислены все виды прецизионных исследований и лабораторий, в которых они проводились (РЭМ, рентген, ДТА, ИКС, Романовская спектроскопия и др.). Примечательно, что во всех лабораторных исследованиях автор принимал непосредственное участие (от препарирования образцов

до диагностики минералов в РЭМ и интерпретации термических, рентгеновских, рамановских и ИКС данных).

Вторая глава представляет краткий очерк геологического строения КМА и является компилятивным образом известных публикаций. Автором проанализированы существующие представления по геологии, стратиграфии и магматизме докембрия Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Рассмотрена история формирования его фанерозойского гипергенного чехла, включающего разновозрастные рудоносные, в том числе железорудные, КВ. посвящена выделению эпохи гипергенного рудогенеза в геологической истории КМА. Приведены краткие данные об истории геологического развития бассейна КМА. Обоснованно в целом рассмотрены эпохи железорудного гипергенеза.

В третьей главе изложен краткий обзор ранее проведенных исследований КВ КМА. Отмечено большое значение объёмов набуренного керна скважин, который спустя несколько десятилетий автор смог более детально, чем ранее, изучить с использованием современных прецизионных методов.

Четвертая глава посвящена анализу фондовых отчётов и собственных исследований керна БЖР КМА. Диссертантом изучен керновый материал, обнаженные уступы карьеров и стенки штреков 21 месторождения КМА. Среди них выделено четыре типа железорудных КВ (площадные; контактово-прощадные; линейные и закарстованные), а также 4 типа погребенных железорудных отложений (делювиальные; пролювиальные и озёрно-болотные; прибрежно-морские)– продуктов размыва КВ и поверхностной дезинтеграции обнажившихся кварцитов. Установлено, что наиболее значимые запасы БЖР заключены в линейных и закарстованных КВ. Глава богато иллюстрирована многочисленными рисунками (в том числе цветными) геологических карт и разрезов изученных месторождений. На основе рассмотренного обобщения сформулировано первое защищаемое положение.

В пятой главе, автор переходит к более частным вопросам, а именно к выделению и обоснованию от трёх до семи минеральных типов БЖР, свойственных КВ изученных месторождений различных районов КМА: 1) мартит-гематитовые; 2) гётит-гематитовые; 3) гематит-гётитовые, лептогематит-гётитовые; 4) карбонат-гематитовые, магнетит-карбонатно-гематитовые, бертьерин-карбонатно-гематитовые; 5) бертьерин-гематитовые; 6) магнетит-гематитовые; 7) глинистые гётито-лептогематитовые. Они отличаются друг от друга по составу и соотношению минеральных фаз, обусловленных неоднократными процессами корообразования, а также диагенеза в условиях гидроморфного режима и эпигенеза после перекрытия элювиального комплекса каменноугольными отложениями.

Осадочные железные руды представлены конглобрекциями и в большинстве своём наследуют состав элювия с примесью кварца и силикатов. Глава иллюстрируется таблицами минерального состава рассматриваемых типов железных руд и цветными снимками их текстур.

Шестая глава посвящена подробному рассмотрению минерального состава железорудной КВ. Показана генетическая связь новообразованных в гипергенных условиях минералов с минералами материнских докембрийских пород. Детальное изучение современными методами позволило автору ранжировать слоистые силикаты и **впервые** выделить в них бертьерин. Автором доказано, что подавляющее большинство шамозитов в латеритах КМА являются бертьеринами, которые относятся не к хлоритам, как считали все предыдущие исследователи, а к серпентинам. Масштабные исследования растровой электронной микроскопией позволили автору опровергнуть наличие в рудах гидратированных разновидностей гематита. Так называемый ранее гидрогематит является, согласно проведенным Никулина И.И. исследованиям всего лишь наноразмерных гематитом (на РЭМ-снимках приведены зёрна гематита размером около 100 нм) и предложено для удобства заменить названия «тонкодисперсный гематит» и «гидрогематит» – лептогематитом. Полученные результаты петрографического и минералогического анализов БЖР в главах 5 и 6, соответственно, позволили Никулину И.И. сформулировать второе защищаемое положение. Автором в итоге 6 главы уточнены и выделены семь основных минеральных типов БЖР, различающихся минеральным составом, обусловленным сложной геологической историей формирования изученных месторождений. Важно отметить наличие иллюстрированного материала, отражающего взаимоотношения рудных и сопутствующих (карбонаты, сульфиды, хлориты и др.) минералов в РЭМ, их рентгенограммы и кривые ДТА.

Глава семь отражает результаты геохимических исследований автора, включающие наряду с рудообразующими малые элементы. Перечислены особенности поведения петрогенных элементов в профилях выветривания всех месторождений КМА. Изучено распределение основных петрогенных элементов (накопление Fe и Al и вынос Si), подчёркивающие вертикальную зональность в КВ джеспилитов и их обратную картину в случае наложенных процессов. Анализ содержаний малых элементов позволил сделать диссертанту вывод о том, что наиболее рыхлые гематитовые руды являются почти стерильными от REE, а те или иные аномальные содержания связаны с тектоническими нарушениями или наложенными процессами. Проведенный литохимический корреляционный анализ, а также применение аналитического алгоритма искусственной нейронной сети при анализе почти 10000 геохимических проб считаю инновационными.

Подобно предыдущей, глава 7 сопровождается соответствующими рисунками. Полученные результаты геохимического анализа железорудных КВ КМА позволили Никулину И.И. сформулировать третье защищаемое положение.

Восьмая глава представляет собой синтез всех изложенных данных в предыдущих главах. В ней рассмотрены зависимость образования БЖР от факторов, повлиявших на формирование мощных залежей. Современный «облик», размеры и качество залежей БЖР, по мнению Никулина И.И., определили благоприятное сочетание шесть факторов: 1 – тектонического, 2 – климатического, 3 – петрохимического (состав материнского субстрата), 4 – структурного, 5 – фациального, 6 – диагенетическо-эпигенетического. Выделены четыре основных этапа формирования БЖР: 1 – долатеритный, 2 – латеритный, 3 – диагенетический и 4 – эпигенетический. Никулиным И.И. составлена очень важная для понимания гипергенного рудогенеза минералогическая-генетическая схема. Сформулированная Никулиным И.И. геолого-генетическая модель формирования БЖР КМА позволила наметить геологоразведочные и технологические критерии применительно к СГД. Полученные результаты всестороннего анализа железорудных КВ КМА позволили Никулину И.И. сформулировать четвертое защищаемое положение.

Девятая глава является сугубо прикладной. Автор в строгой научной форме делится опытом использования этих критериев на практике в предприятиях, в которых он работал. Сказанное нашло отражение в пятом защищаемом положении.

В **Заключении** в 13 пунктах приведен обзор представленных к защите результатов работы и кратко перечислены наиболее значимые из них.

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.

В своем роде работа уникальна своим масштабом и объёмным фактическим материалом, использованы новейшие методы исследований вещества. Методические приёмы автора могут применяться и на других геологических объектах.

Однако в работе присутствуют дискуссионные вопросы, поэтому у рецензента имеется ряд замечаний:

1. Автором на КМА выделяются несколько типов залежей БЖР: площадные, контактово-площадные и карстовые коры выветривания, а также делювиальные, пролювиальные, озёрно-болотные и прибрежно-морские отложения. На взгляд оппонента указанные коры выветривания являются морфогенетическими типами залежей, в то время

как последние четыре отложения представлены литологическими типами и отвечают скорее понятиям фаций.

2. Рассматривая минеральный состав материнских пород (джеспилитов) автор в числе карбонатов называет сидерит. Этот минерал фигурирует в числе многих публикаций по КМА. Особенно это отражено, например, в (Холодов, Бутузова 2004, 2008). Авторы считают, что сидерит мог являться первичным минералом джеспилитов, а магнетит в них развился при метаморфизме за счет сидерита. Было бы интересно знать мнение автора рассматриваемой работы по указанной проблеме.

3. Наблюдается некоторая перегруженность рисунков, числом 173, соответственно 55 в главе 4 и 54 в главе 6. По-видимому, можно было сократить число фотографий образцов, хотя и ярких цветных, но несущих мало информации, гл. обр. текстурных и структурных особенностей руд.

4. Следовало бы подробнее расписать геологические и технологические критерии, чтобы следующим исследователям было бы удобнее с ними работать и их развивать.

Сделанные замечания не снижают достоинства диссертации Никулина И.И. и не влияют на её положительную оценку. Работа выполнена на высоком профессиональном уровне и способствует решению фундаментальных и прикладных проблем наук о Земле, связанных с гипергенным рудогенезом. Диссертация содержит массив оригинальных данных, представляющих несомненную ценность не только для широкого круга геологов, но и литологов, и минералогов. Апробация работы прошла с теоретической стороны на докладах, в печати в авторитетных периодических изданиях и с практической – непосредственно на предприятиях работы диссертанта.

Диссертация прекрасно оформлена, содержит тщательно обработанный большой фактический собственный и литературный материалы. Приводятся содержательные эффектные цветные схемы и разрезы, графики сводных геохимических профилей, геохимические диаграммы руд изученных месторождений. Публикация рассматриваемой работы в виде монографии могла бы вызвать большой интерес, и востребована научным сообществом.

Таким образом, И.И. Никулиным собран и тщательно обработан новый оригинальный материал по закономерностям размещения, литологическим и минералогическим особенностям БЖР ряда месторождений КМА. Выводы, полученные при его изучении, имеют важное научное и практическое значение и сделаны автором впервые. Основные положения диссертации опубликованы в 26 печатных работах, в том числе 15 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

В целом, рассматриваемая работа может быть охарактеризована как научное обобщение, имеющее важное теоретическое и прикладное значение. На основании всего вышеизложенного считаю, что рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «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.

Ведущий научный сотрудник
лаборатории геохимии ИГЕМ РАН,
доктор геолого-минералогических наук
тел.: 8(495)230-8224,
E-mail: novikov@igem.ru
04 мая 2017 г.



Новиков В.М.

Адрес: 119017 Москва, Старомонетный пер., 35
Тел.: 8(495)230-8224.

Я даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

