

**ФОРМАЦИИ
ЖЕЛЕЗИСТЫХ
КВАРЦИТОВ**

**СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО
ВОСТОКА**

НОВОСИБИРСК 1977

АКАДЕМИЯ НАУК СССР·СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

**ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК 1977

УДК 553.31

В сборнике опубликованы статьи, посвященные проблеме железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Рассматриваются типы, геологические критерии и перспективы поисков и оценки формаций железистых кварцитов. Большое внимание уделено характеристике железистых кварцитов Чаро-Токкинского района в зоне БАМ. Обсуждаются общие проблемы: состояние железорудной базы, основные геолого-промышленные типы железных руд Сибири и железисто-кремнистых формаций, в частности, тектоническая позиция железисто-кремнистых формаций, их систематика и эволюция палеотектонических и палеогеографических режимов докембрия как основных факторов, контролирующих образование железисто-кремнистых формаций.

Сборник является первой сводкой по геологии железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Он рассчитан на широкий круг геологов, занимающихся изучением рудных месторождений и докембрийского литогенеза.

Ответственные редакторы: Ю.П.Казанский, Э.К.Кассандров, В.М.Кравченко

Печатается по решению Секции стратиграфии, тектоники, литологии и осадочных полезных ископаемых Ученого совета Института геологии и геофизики СО АН СССР

© Институт геологии и геофизики
СО АН СССР,
1977

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основная цель настоящего сборника состоит в обсуждении и обобщении опыта исследования железисто-кремнистых формаций для рационального направления геологоразведочных работ по железистым кварцитам в зоне БАМ в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, рассмотрении закономерностей размещения, геологических критериев поисков и оценки, сопоставлении с промышленными типами железисто-кремнистых формаций СССР. Материалы статей были рассмотрены на заседаниях XII совещания Сибирского отделения Междуведомственного литологического комитета, который совместно с Якутским территориальным геологическим управлением выступил инициатором по широкому обсуждению вопросов геологии и перспективной оценке формаций железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока как возможной крупнейшей сырьевой базы для развития на востоке страны черной металлургии. Следует отметить, что существующие среди геологов различия во взглядах на трактовку термина "железисто-кремнистая формация", классификацию железисто-кремнистых формаций нашли свое отражение и в этом сборнике, где помещены статьи как по общим вопросам геологии, типизации и сопоставления железисто-кремнистых формаций, так и характеристике отдельных районов.

В статье Б.Д.Шербакова показано, что в настоящее время запасы железистых кварцитов по категориям $A+B+C_I$ составляют 51% от общих запасов железных руд в стране и в последующие годы будут неуклонно возрастать. Одним из перспективных на выявление новых крупных месторождений легкообогатимых железистых кварцитов в пределах Алданского щита является Чаро-Токкинский район. В статье В.И.Иванова, А.С.Калугина и Э.Г.Кассандрова отмечается, что дополнительно к имеющимся подготовленным для промышленного освоения месторождениям скарно-магнетитовых руд на юге Сибири

вероятным крупным резервом первой очереди могут рассматриваться легкообогатимые железистые кварциты Восточной Сибири, в первую очередь, Алданского щита.

Формации железистых кварцитов, принадлежащих вулканогенно-кремнистой геотектонической зоне эвгеосинклиналей, сланцево-кремнистой мезогеосинклиналей, карбонатно-кремнистой наложенных впадин на срединных массивах и вулканогенно-осадочным геотектоническим зонам эпи-эвгеосинклиналей, охарактеризованы в статье Г.С.Момджи. Особенности и значение главнейших поисковых критериев богатых руд в железистых кварцитах с краткой их характеристикой освещаются в статье Г.В.Тохтуева. В статье К.Б.Мокшанцева и А.Ф.Петрова рассмотрена приуроченность основных железосодержащих формаций Алданского щита к мощным зонам глубинных разломов и грабенообразных прогибов, выполненных породами верхнеархейской борсалинской серии и ее аналогов. В ряде статей рассмотрены геология и перспективы железисто-кремнистых формаций и связанных с ними месторождений богатых и легкообогатимых железных руд Западного Саяна, Тувы и Енисейского кряжа — О.В.Андреев и Ш.Д.Курцерайте; Восточного Саяна и Прибайкалья — А.А.Шафеев, А.С.Барышев и Л.П.Титонов, А.М.Дыркин и С.В.Сараев, П.Ч.Шобогоров, А.Д.Дарихалов и М.Е.Заманжиков.

Сборник заканчивают статьи, посвященные геологии и оценке перспектив железисто-кремнистых формаций Алданского щита. В статье В.М.Кравченко и Э.Г.Кассандрова рассмотрены типы и место железисто-кремнистых формаций среди других формационных типов железных руд Алданского щита. Охарактеризованы главные рудоконтролирующие факторы железистых кварцитов. В статье Билянenco В.А. Ворони И.Д. и др. освещается геолого-промышленное значение железисто-кремнистых формаций западной части Алданского щита. Отмечается, что главные запасы легкообогатимой руды сосредоточены в Чаро-Токкинской железорудной зоне. Намечены основные задачи изучения отдельных районов. А.М.Сафонов и В.В.Стогний в своей статье на основе обобщения геолого-геофизических материалов рассматривают различные варианты структуры Имальской группы месторождений железистых кварцитов. Авторы выявили широкое развитие в районе пликативных и дизъюнктивных дислокаций и определили задачи их исследования на стадии поисково-оценочных работ.

Составители сборника надеются, что он будет использован в качестве научной основы планирования и осуществления поисково-разведочных работ на железистые кварциты в восточных районах СССР, особенно в зоне строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАСШИРЕНИЯ В РАЙОНАХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Месторождения железистых кварцитов как сырьевая база для производства высококачественных железорудных концентратов начали разрабатываться горнорудными предприятиями Министерства черной металлургии СССР в 1952 г. (шахта им. Губкина в КМА).

Первым крупным месторождением железистых кварцитов, на базе которого построен и работает Южный горнообогатительный комбинат (ЮГОК) производительностью 32 млн. т сырой руды в год, было Склеватское-Магнетитовое на Украине с запасами, утвержденными ГКЗ СССР в 1951 г. в количестве 1100 млн. т. Всего на I.I.1952 г. балансовые запасы железистых кварцитов по категориям А+В+С_I составили 2630 млн. т. За послевоенный период запасы их по этим категориям возросли более чем в 12 раз и составляют 51% от общих запасов железных руд в стране.

Такой быстрый рост разведанных запасов железистых кварцитов был вызван непрерывно возрастающими потребностями черной металлургии в железорудном концентрате, прежде всего из легкообогатимых (методами магнитной сепарации) разновидностей железистых кварцитов. В связи с тем, что железистые кварциты образуют, как правило, крупные месторождения, отработка которых возможна открытым способом с применением высокопроизводительной техники, они стали основным источником железа для черной металлургии.

В настоящее время на базе разведанных запасов железистых кварцитов построено и действует шесть ГОКов на Украине и пять в РСФСР производительностью 164,7 и 62,5 млн. т сырой руды в год соответственно. Кроме того, строятся еще два ГОКа в РСФСР производительностью 54 млн. т сырой руды в год.

В 1975 г. из общей добычи железных руд - 441 млн.т - железистые кварциты составили 219 млн.т или 50%, а в 1990 г. она составит 80-85% к общей добыче.

Основные разведанные запасы железистых кварцитов в настоящее время сосредоточены в европейской части Союза, в районах Украины, КМА и Северо-Запада. Небольшие разведанные запасы имеются в Иркутской области и на Дальнем Востоке.

По состоянию на I.I.1976 г. балансовые запасы железистых кварцитов по категории А+В+С_I составляет около 33000 млн.т, в том числе: на Украине 18000 млн.т, КМА 11300 млн.т, на Северо-Западе 1850 млн.т, в Сибири и на Дальнем Востоке 720 млн.т.

В X пятилетке планируется дальнейшее расширение сырьевой базы железистых кварцитов с получением прироста запасов в количестве 7300 млн.т, в том числе: в районах Украины 3000 млн.т, КМА 2000 млн.т, Северо-Запада 300 млн.т и в Якутии 5000 млн.т, из них по категории С_I - 2000 млн.т.

До 1980 г. проектируется построить или расширить действующие горнодобывающие предприятия и освоить новые проектные мощности на базе следующих месторождений: Оленегорского, Костомукшского (Северо-Западный район), Лебедянского, Михайловского, Коробковского, Стойленского (КМА), Горшине-Плавненского, Первомайского (подземный рудник), Первомайского - участок № 2 СевЮКа (Украинская ССР).

В период 1980-2000 гг. намечается освоить месторождения: Чернянское и Погромецкое в КМА, Мариупольское, Белавовское и Петровское на Украине.

Однако этот перечень будет уточняться по мере открытия новых месторождений железистых кварцитов.

Таким образом, железистые кварциты являются основным источником получения металла, и поэтому поискам и разведке их месторождений прежде всего в восточных районах страны Мингео СССР уделяет большое внимание.

Известно, что на всей планете наиболее крупные месторождения железных руд, являющиеся промышленно ценными, принадлежат докембрийским складчатым комплексам, которые слагают основание древних платформ и выступают на их кристаллических щитах и в антеклизах. В связи с этим на древних платформах сосредоточено более чем 2/3 разведанных мировых запасов железных руд. На Се-

веро-Американской платформе главными поставщиками железорудного сырья являются районы Канады и оз.Верхнего США, на Южно-Американской - знаменитый "железорудный четырехугольник" Бразилии, железорудный район Венесуэлы, на Африканской - железорудные районы Южно-Африканского и Либерийского щитов, на Австралийской - район Хамерслей.

На территории СССР 68% промышленных запасов железных руд принадлежит древним платформам, из них 63,5% находятся на Русской платформе и лишь 4,5% на Сибирской, районы которой до последнего времени отставали в экономическом развитии и геологической изученности. Теперь, со строительством БАМа, положение резко изменяется, и уже в X пятилетке в результате усилившегося геологического изучения Сибирской платформы намечаются новые крупные перспективы выявления железных руд в этом обширном регионе.

Одним из перспективных на выявление крупных месторождений легкообогатимых железных руд в пределах Сибирской платформы является Чаро-Токкинский район в Якутской АССР.

По оценке ЯТГУ и ВИМСа прогнозные запасы здесь составляют 10-12 млрд.т, по данным ЯТГУ и СНИИГТИМСа - 12-15 млрд.т до глубины 1000 м и 6,5 млрд.т до глубины 500 м.

Общие прогнозные запасы железистых кварцитов в целом по Сибири оцениваются в 25 млрд.т. Железорудные месторождения в Чаро-Токкинском районе приурочены к архейско-протерозойскому метаморфизованному вулканогенно-осадочному комплексу пород различного состава.

Железистые кварциты наиболее перспективной центральной части Чаро-Токкинского района образуют Имальскую группу железорудных месторождений, в которую входят (с севера на юг) Торгинское, Тарынахское, Кебектинское, Имальское и Горкитское месторождения.

Для всех этих месторождений характерно наличие двух субпараллельных рудных горизонтов мощностью от первых десятков до трехсот метров.

Минералогический состав руд, вмещающих пород и строение рудных горизонтов наиболее полно изучены на Тарынахском и Кебектинском месторождениях. Здесь установлено (по канавам и скважинам) тонкое переслаивание пачек магнетитовых кварцитов мощностью от 1-2 до 15-25 м, содержащих железа 14-33%, с магнетит-биотитовыми гнейсами, хлоритовыми сланцами и другими породами.

Железистые кварциты легко обогащаются методом мокрой магнитной сепарации. Содержание железа в концентрате после третьей стадии обогащения составляет 67,6–69%, извлечение 68,7–93,8%, выход 40,3–42,3%, что полностью отвечает требованиям черной металлургии к концентратам, получаемым из руд, суммавшихся в обогащении.

Если подтвердится промышленное значение этих месторождений, то удельный вес Чаро-Токкинского района в народнохозяйственном развитии страны значительно возрастет. Особенно это надо учитывать сейчас, в связи со строительством Байкало-Амурской железнодорожной магистрали и Южно-Якутского углепромышленного комплекса. Поэтому Мингео СССР считает одной из важнейших задач X пятилетки – форсированное проведение геологоразведочных работ с целью быстрого выявления крупных объектов железных руд для создания новой железорудной базы на Востоке страны. С этой целью в кратчайший срок, но не позже 1977 г., необходимо завершить поисково-оценочные работы в Чаро-Олекминском районе и по их результатам составить технико-экономическое обоснование (ТЭО) целесообразности проведения предварительной разведки участков железистых кварцитов с оценкой запасов по категориям C_1 и C_2 в количестве не менее 5,0 млрд. т; при положительных выводах ТЭО приступить к предварительной разведке наиболее перспективных участков и представить на утверждение ГКЗ СССР в 1980 г. запасы железистых кварцитов в количестве не менее 5,0 млрд. т, в том числе по категориям C_1 – 2,0 млрд. т.

Научно-исследовательским организациям Мингео СССР необходимо предусмотреть в своих планах проведение работ по изучению вещественного состава, обогатимости и технологических свойств железистых кварцитов; разработке и внедрению на железорудных месторождениях ядерно-физических методов анализа проб и определения железа в горных выработках с целью использования этих материалов при подсчете запасов, оказание методической помощи геологоразведочным экспедициям в полевой период, а также при составлении отчета с подсчетом запасов, представляемого на утверждение ГКЗ СССР и участие в его защите.

Успешное выполнение заданий по оценке промышленного значения железистых кварцитов Чаро-Токкинского района с получением запланированного прироста запасов ускорит решение вопроса о целесообразности строительства крупного горнообогатительного комбината черной металлургии в Якутской АССР.

С целью оценки перспектив железистых кварцитов в других районах Сибири Мингео СССР в 1975 г. приступило к проведению поисково-оценочных работ в восточной части хр.Кодар в Коларском районе Читинской области в зоне БАМа.

Рельеф района высокогорный: абсолютные отметки - 1000-2500 м, а относительные превышения над долинами рек составляют 300-1200 м.

В геологическом строении района участвуют породы архея (чарская серия) и различного состава и возраста интрузивные образования.

Железистые кварциты амфибол-магнетитовые, приурочены к довачанской свите чарской серии архея, залегают в виде крутопадающих пластообразных рудных тел мощностью от 1-2 до 30 м. Содержание железа магнетитового изменяется от 15 до 45%.

В районе выделено несколько участков железистых кварцитов, из которых наиболее изученными являются Суломатский и Нижнесакукский, протяженностью соответственно 25 и 24 км.

В пределах южной части Суломатского участка выделено компактное рудное тело мощностью 42 м с содержанием железа магнетитового 24,3%.

Прогнозные запасы железистых кварцитов до глубины 700-900 м оцениваются в 1800 млн.т. Согласно установленному заданию, в 1978 г. планируется завершить поисково-оценочные работы в восточной части хр.Кодар, подсчитать запасы железистых кварцитов по категории С₂ и выделить наиболее перспективные участки для предварительной разведки.

Третьим районом, где Мингео СССР проводит поиски месторождений железистых кварцитов, является Бурятская АССР. В Северном Прибайкалье выявлены Тыйско-Нурундуканская и Абчадская зоны с железистыми кварцитами, залегающими согласно с породами вмещающей олокитской свиты верхнего протерозоя. Пласты кварцитов мощностью 1-40 м располагаются кулисообразно в зоне мощностью 50 - 250 м. По простиранию рудные тела прослежены на 1-3 км. Содержание железа колеблется от 20 до 48% (в среднем 37%). Зоны с железистыми кварцитами хорошо выделяются при аэромагнитной съемке и наземных геофизических работах. Буровыми работами подтверждено распространение кварцитов на глубину 300-400 м без выщипки. Прогнозные запасы одного участка, по данным Бурятского ТГУ, оцениваются в 250-300 млн.т до глубины 300 м. Район располагается в непосредствен-

ной близости от трассы железной дороги. При подтверждении прогнозных запасов в Северном Прибайкалье следует продолжить работы по оценке промышленного значения выявленных залежей.

В Ухабаровском крае выявлено несколько месторождений железистых кварцитов, входящих в состав Малохинганского железорудного района. В настоящее время геологоразведочные работы проведены уже на Кимганском (запасы утверждены ГКЗ СССР в 1956 г. в количестве 189 млн. т категории А+В+С₁ и 32 млн. т категории С₂), Костеньгинском (запасы категории С₁ составляют 164 млн. т) и Сутарском (запасы - 369 млн. т категории С₁) месторождениях. Таким образом, общие разведанные запасы района превышают 700 млн. т, что обеспечит горнообогатительный комбинат (в случае его строительства) производительностью 12-16 млн. т сырой руды в год.

Месторождения приурочены к метаморфизованным породам верхнепротерозойского - нижнекембрийского возраста, слагающим антиклинальные структуры. Длина пластовых рудных тел колеблется от 1200 до 3600 м, мощность 4 - 60 м. Выделяются магнетитовые и магнетит-гематитовые разности, причем окисленные труднообогащаемые кварциты составляют около 17% общих запасов.

Несмотря на благоприятные горно-технические и экономические условия, детальная разведка Костеньгинского и Сутарского месторождений признана нецелесообразной, что главным образом связано с недостаточной изученностью технологических свойств и отсутствием рациональной схемы обогащения смешанных руд.

В.И. ИВАНОВ, А.С. КАЛУГИН, Э.Г. КАССАНДРОВ

СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ БАЗЫ И ОБЗОР ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД СИБИРИ

Потребность действующих в Западной Сибири металлургических заводов - Кузнецкого и Западно-Сибирского в сырой руде сейчас составляет около 35-40 млн.т и достигнет, вероятно, еще в этой пятилетке не менее 60 млн.т. С возможным строительством двух новых заводов предположительно в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке общая потребность сибирской и дальневосточной металлургии в сырой легкообогатимой руде с условным средним содержанием железа около 35% может увеличиться до 140 млн.т в год при необходимых запасах до 7 млрд.т. Общую потребность в сырой руде, включая резервы для выбора лучших объектов и для вероятного экспорта, условно можно определить на ближайшие десятилетия до 200 млн.т в год при запасах до 10 млрд.т.

Следует отметить, что используемые планирующими и проектными организациями многие данные по запасам и геолого-промышленной характеристике железорудных месторождений, имеющиеся в балансах и оперативных документах, нуждаются в значительных уточнениях. Причиной подобного положения является прежде всего большой исторически сложившийся разнородностью в условиях и полноте оценки разведанных и особенно прогнозных запасов. Так, например, даже на вполне однотипных скарно-магнетитовых месторождениях Сибири запасы подсчитывались при бортовом содержании железа от 16 до 27% и до глубин от 200 до 1500 м. Поэтому в детальную разведку вовлекались нередко не лучшие месторождения, например, такие как Тагарское и Табратское, в то время как недоразведанными оставались эксплуатируемое Коршуновское и перспективные Рудногорское.

Белорецкое и др. По этим же причинам целые железорудные районы надолго выпали из поля зрения. Для более полной и сопоставимой оценки месторождений Сибири в СНИИГТИМСе проведен пересмотр характеристики многих главнейших месторождений. Для однотипных месторождений условно приняты аналогичные кондиции при подсчете запасов. Прогнозные запасы подсчитаны до 500, 1000 и 1500 м, учтены запасы извлекаемого в концентрат железа, определены рудные площади и возможная годовая добыча руды, учтен состав флюсуемой части руд. На этой основе совместно с геологическими управлениями составлена карта железорудных месторождений и состояние запасов на I.I.1976 г. всей территории Сибири. В этих сводках впервые относительно полно, в сопоставлении с известными районами, показаны железорудные ресурсы таких еще мало изученных районов, как Чаро-Токкинский в Якутской АССР, Курбинско-Еравнинский в Бурятской АССР и других.

Железорудные месторождения в Сибири имеются во всех основных геологических структурах: на Западно-Сибирской плите, Сибирской платформе и складчатых поясах их южного обрамления. В соответствии со сложным геологическим строением этих структур здесь известны железорудные месторождения более двадцати типов различного состава, формы, условий залегания и происхождения.

Как видно из таблицы, среди известных месторождений главными по геологическим запасам и возможным масштабам годовой добычи являются бурные фосфористые оолитовые железняки мезозойско-кайнозойских терригенных отложений Западно-Сибирской плиты, затем магнетитовые кварциты в древних толщах кристаллического обрамления и фундамента Сибирской платформы, наконец, скарново-магнетитовые и титаномагнетитовые месторождения в докембрийских и палеозойских толщах чехла платформы и складчатых поясов юга Сибири.

На месторождениях по каждому из этих типов общие вероятные запасы железной руды определяются десятками миллиардов тонн при размерах возможной годовой добычи до сотен миллионов тонн.

Группу второстепенных по запасам - в сумме до нескольких миллиардов тонн и возможной годовой добычи до первых десятков миллионов тонн - составляют месторождения осадочных гематитовых руд в протерозойских толщах Ангаро-Питского бассейна в Енисейском крыже, постмагматические апатит-магнетитовые руды на окло-

Состояние запасов железных руд Сибири на I.I.1976 г. по данным геологических управлений Сибири и СНИИТГиМСа

Административный район, руды	Кол-во месторождений	Запасы, млн. т			Вероятная годовая добыча, млн. т.
		A+B+C ₁	A+B+C ₁ +C ₂	Всего с прогнозами	
I	2	3	4	5	6
<u>Алтайский край</u>					
Магнетитовые	3	289	944	1650	23
Титаномагнетитовые	1	-	1730	3000	50
<u>Кемеровская область</u>					
Магнетитовые	7	944	1351	2220	32
Титаномагнетитовые	1	-	-	7500	50
Сидеритовые	1	-	-	1000	5
<u>Красноярский край</u>					
Магнетитовые	38	1267	2557	9335	132
Гематитовые	5	854	2686	5150	75
Титаномагнетитовые	4	61	383	18300	125
Апатит-магнетитовые типа Ковдор	3	-	-	3750	30
Кварц-магнетитовые	3	-	-	750	7
Сидеритовые	1	253	271	500	3
<u>Иркутская область</u>					
Магнетитовые	13	1489	2410	7915	82
Титаномагнетитовые	3	-	143	3300	45
Апатит-магнетитовые типа Ковдор	1	-	-	1000	15
Кварц-магнетитовые	2	-	-	350	5
Кварц-гематитовые	2	-	-	550	10
Гематит-лимонитовые	2	-	-	1950	25
<u>Бурятская АССР</u>					
Магнетитовые	13	99	389	2675	39
Титаномагнетитовые	1	-	188	400	3
Кварц-магнетитовые	2	-	-	4000	15

I	2	3	4	5	6
Кварц-гематитовые	2	-	102	1500	10
Сидеритовые	I	-	4I	200	2

Читинская область

Магнетитовые	2	68	78	200	3
Кварц-магнетитовые	2	-	-	1850	15
Титаномагнетитовые	I	-	-	5700	20
Сидеритовые	I	437	522	550	10

Якутская АССР

Магнетитовые	II	II0I	1922	4800	70
Кварц-магнетитовые	IO	32	96	16900	140
Апатит-магнетитовые типа Ковдор	I	-	-	100	-

По Сибири

Бурные фосфористые оолитовые железняки	8	-	27000	25000	-
Титаномагнетитовые	II	6I	230I	38200	290
Магнетитовые	87	5167	965I	28805	380
Кварц-магнетитовые	19	32	96	23850	182
Гематитовые	5	854	2686	5150	75
Апатит-магнетитовые типа Ковдор	5	-	-	4850	45
Сидеритовые	4	690	834	2250	20
Кварц-гематитовые	4	-	102	2050	20

нах Анабарского щита, осадочные сидериты бурских угленосных отложений окраин Западно-Сибирской плиты и в составе полиметаллических стратиформных месторождений Енисейского края и Забайкалья, затем гематитовые железистые кварциты, гематит-лимонитовые и мартиитовые руды, бурные железняки коры выветривания и др.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Осадочные месторождения бурных железняков залегают по юго-восточной и восточной ок-

раине плиты в терригенных прибрежно-морских отложениях мел-палеогенового возраста. По данным редких буровых скважин, здесь очерчена под названием Западно-Сибирского железорудного бассейна площадь с железоносными фациями длиной до 1200 и шириной до 200 км. Геологические запасы руд на этой площади оцениваются сотнями миллиардов тонн при глубине залегания от 150 до 400-500 м. На лучшем Бакчарском месторождении с общими запасами 28 млрд. т руды залегают на глубине в среднем 190 м при мощности 26 м. Руды оолитовые (преобладает хлорит-гидрогетитовый остаток), кремнеземные и фосфоритовые. Среднее содержание железа при бортовом 25% составляет 37,4%. Лабораторные исследования керновых проб позволили при обжиг-магнитном обогащении получить концентраты с содержанием железа 53-61% при его извлечении до 90%. Содержание фосфора в концентрате составляет 0,50-0,79%, ванадия в оолитах до 0,34%.

Ориентировочные технико-экономические оценки железных руд Бакчарского месторождения показали неэффективность их использования на заводах Кузбасоа. В целом же данных для оценки бурых железняков Западно-Сибирской плиты пока совершенно недостаточно. Эти руды смогут привлечь внимание лишь после надежного опыта их обогащения в промышленных масштабах и появления эффективных способов эксплуатации в сложных горно-геологических условиях.

Осадочно-конкреционные месторождения сидерита. В терригенных континентальных отложениях юрского возраста на юго-восточной окраине Западно-Сибирской плиты среди аргиллитов и песчаников кровли бурогоугольных залежей известны, по данным разведки на уголь, залежи сидерита, преимущественно в виде конкреционных и реже линзовидных, пластобразных тел мощностью до нескольких метров. Геологические запасы сидеритов с содержанием железа 35% на лучше изученном Итатском бурогоугольном месторождении в контуре проектного угольного карьера определяются Западно-Сибирским геологическим управлением в 1 млрд. т, а с учетом руд с содержанием железа 25-35% - до 3 млрд. т. По предварительным данным, здесь может быть добыто в год попутно с углем до нескольких миллионов тонн сидерита, однако разведка и технологические исследования этих сидеритов не выполнялись и приведенные выше данные следует считать только ориентировочными. Подобные месторождения заслуживают более полной оценки, поскольку они расположены в легко доступных районах Канско-Ачинского угольного бас-

сейна, где планируется массовая отработка бурых углей для теплоэлектростанций Сибири.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Гематитовые месторождения, объединяемые под общим названием Ангаро-Питского железорудного бассейна, разведаны в Енисейском кряже. Они приурочены к верхнепротерозойским терригенным и карбонатным отложениям. При общей синклинальной структуре бассейна рудный горизонт прослежен горными выработками и скважинами только на двух основных месторождениях: Нижнеангарском и Илимбинском на протяжении более 40 км при мощности рудных пластов 5–15 м и суммарной до 30–50 м. По падению под углом около 40–90° руды прослежены без выклинка на 600 м. Утвержденные в ГКЗ СССР балансовые запасы руд при бортовом содержании железа 30% по категориям В+С₁+С₂ на названных месторождениях составляют 1,4 млрд. т. Общие с прогнозными запасы гематитовых руд по бассейну превышают 5 млрд. т. В балансовых рудах, преимущественно гематит-хлоритового состава, содержание железа в среднем 38%, серы и фосфора не более сотых долей процента, кремнезема 25–33 и глинозема 7–8% при незначительном количестве извести и магнезии. По составу флюсующейся части концентратов последние относятся к глиноземистому типу с очень низким коэффициентом основности. При обжигмагнитном обогащении получены концентраты с содержанием железа до 60%, при его извлечении – 88%. В стратиграфически нижних пластах выделяются руды с содержанием железа более 50% с разведанными запасами 75 млн. т и прогнозными до нескольких сотен миллионов тонн. Разведано также 13 млн. т валунчатых руд с содержанием железа 47,3%.

Масштабы разведанных и прогнозных запасов и возможные размеры годовой добычи (до 32–35 млн. т в год) давно выдвигают Ангаро-Питский бассейн как потенциальную рудную базу крупного металлургического завода. Использование этих месторождений зависит прежде всего от разработки более эффективного метода обогащения руд.

Скарново-магнетитовые месторождения на Сибирской платформе сосредоточены в двух районах – на Алданском щите в Якутской АССР и в чехле платформы – в Иркутской области и Красноярском крае.

Месторождения на Алданском щите связаны с интргской метаморфической серией раннеархейского возраста, сложенной гнейсами, кристаллическими сланцами, мигматитами, мраморами, кальцифирами и скарнами. Месторождения следует отнести к стратиформному типу по приуроченности к определенным литолого-стратиграфическим уровням, согласному залеганию с вмещающими стратифицированными породами и по преобладающей пластообразной форме рудных тел. Отдельные месторождения имеют геологические запасы от сотен млн. т до 1,8 млрд. т, разведанные от десятков млн. т до 1,2 млрд. т, и образуют осредоточенные на территории $5 \times 15-25 \text{ км}^2$ 2 группы, представляющие объекты для отработки одним ГОКом. Запасы руд утверждены ГКЗ СССР в 1957 и 1964 гг. при бортовом содержании железа валового 25%, максимальной мощности некондиционных интервалов и минимальной мощности рудных тел 2 м. Разведанные запасы и возможная годовая добыча за счет снижения бортового содержания железа до 15-20% могут увеличиться на 10-15%, что составит только по Таежному месторождению 100-150 млн. т. К балансовым отнесены запасы Таежного, Пионерского и Сиваглинского месторождений, а по другим месторождениям около 0,5 млрд. т отнесено к забалансовым из-за их удаленности.

В районе выявлено большинство выходящих на дневную поверхность крупных и средних месторождений, однако не исключена возможность открытия слабо вскрытых слепых или погребенных месторождений, так как многие площади даже между сближенными рудопроявлениями остались неизученными. Таежное месторождение детально разведано только до глубины 500 м, Пионерское до 300-500 м. Ниже этих глубин пройдены лишь единичные скважины.

СНИИГТИМСом совместно с ЯТИУ проведен пересчет прогнозных запасов по 11 основным месторождениям Алданского района во всех допустимых случаях до глубин 500 и 1000 м, что увеличило сумму их запасов с 2,5 до 4 млрд. т, при возможных запасах по всем месторождениям не менее 10 млрд. т.

Возможные размеры годовой добычи на алданских месторождениях в документах МГ и МЧМ СССР по Таежному, Пионерскому, Сиваглинскому месторождениям определялись всего в 17 млн. т. Выполненная в СНИИГТИМСе дополнительная оценка рудных площадей и соответственно годовой добычи руды по главнейшим магнетитовым месторождениям Алданского района показывает возможность получать здесь до

70 млн. т руды в год, в том числе на Таежном, Пионерском, Сиваглинском и Десовском месторождениях 40—45 млн. т.

Опыты по магнитному обогащению руд Таежного, Пионерского и Сиваглинского месторождений показывают возможность получения концентратов с содержанием железа более 60%, в том числе из руд с содержанием 25% железа, при его извлечении около 90%. Учитывая часто комплексный характер магнетитовых руд Алданского района, содержащих бораты, сульфиды, редкие земли, флогопит, надо продолжить исследования по их обогатимости, включая изучение околорудных, обогащенных магнетитом пород.

Следует отметить местами высокую магнезиальность магнетитовых руд Алданского района, прежде всего за счет присутствия боратов, магнезиальных карбонатов и силикатов. В составе флюсующейся части концентратов, по расчетам С.И.Зубовой, доля магнезии по Таежному месторождению составляет 48—77%, по Пионерскому 8—22, Сиваглинскому 13—35%. Если учесть, что содержание магнезии в шлаках более 18% нежелательно, из приведенных данных следует, что высокомагнезиальные концентраты главных по запасам и годовой добыче руд Таежного месторождения потребуют шихтовки с кремнистыми рудными концентратами. Источником последних, вероятно, могут быть некоторые разности руд Пионерского и других местных месторождений.

По запасам, возможной годовой добыче и качеству богатой и легкообогащаемой магнетитовой руды Алданский район может со значительными резервами обеспечить потребность крупного металлургического завода на срок до 100 лет, при высокой сосредоточенности этих рудных ресурсов в непосредственной близости к коксующимся углям Южно-Якутского бассейна.

Важнейшими задачами дальнейших геологоразведочных работ по железным рудам Алданского железорудного района, кроме увеличения балансовых промышленных запасов на главных месторождениях до 2 млрд. т, следует считать оценку перспектив известных месторождений на глубину и по слепым флангам, выяснение возможности шихтовки их высокомагнезиальных руд и концентратов с низкомагнезиальными рудными концентратами местных же месторождений, разработка промышленной схемы комплексного использования руд, рациональная группировка месторождений для обеспечения проектирования их отработки одним — двумя ГОКами, изучение комплекса вспомогательных полезных ископаемых, в частности, в зоне вскрыши месторождений.

Скарново-магнетитовые месторождения Ангаро-Илимского типа в чехле Сибирской платформы залегают в осадочных палеозойских и вулканогенно-осадочных нижнемезозойских отложениях главным образом по южной и западной ее окраинам в Иркутской области и Красноярском крае. Среди них эксплуатируются для ЭСМЗ Коршуновское и подготовлены к эксплуатации Рудногорское, Нерюдинское, Капаевское, Тагарское и другие месторождения. Крутопадающие сетчатые и жильные месторождения этого типа имеют на поверхности размеры в длину 2-4 км при ширине-многие сотни метров с рудной площадью до сотен тысяч квадратных километров, что позволяет добывать на Коршуновском месторождении до 17 млн.т руды в год и проектировать на других крупных месторождениях годовую добычу от 5 до 10-12 млн.т.

Кроме крутопадающих рудных тел, в тех же районах давно известны аналогичные по составу, но пластообразные тела, залегающие согласно с вмещающими породами. Подобные залежи в ряде случаев являются ответвлениями от крутопадающих тел, распространяются по напластованию вмещающих легче замещаемых пород и под экранами трапных силлов на площади до первых квадратных километров при мощности до десятков метров и запасах до сотен миллионов тонн. Такие залежи известны теперь на Нерюдинском, Коршуновском и предполагаются на Капаевском и других месторождениях. Бурением и геофизической разведкой крутопадающие тела магнетитовой руды на ряде месторождений прослежены до 1200-1400 м без выклинки, с вероятным их продолжением на глубины более 2-х км, причем не исключено, что они сопровождаются многоэтажными согласными залежами.

Скарново-магнетитовые руды ангаро-илимского типа хорошо обогащаются мокрой магнитной сепарацией с извлечением железа в концентрат обычно более 85%, включая их убогие и забалансовые разности, с содержанием валового железа в концентрате более 60%. На главных месторождениях юга платформы - Нерюдинском, Тагарском, Рудногорском, Коршуновском и других проектируется отработка до глубин 450-600 м открытым способом с дальнейшим переходом на подземную добычу.

По десяти главным месторождениям этого типа разведанные запасы магнетитовых руд составляют 2,7 млрд.т, а общие с прогнозными, с условным бортовым содержанием железа 15-18% до глубины

1000–1200 м – 7,7 млрд.т при ожидаемой годовой добыче в сумме до 80 млн.т.

Таким образом, не только общие, но и уже разведанные запасы, а также возможные размеры годовой добычи могут с избытком удовлетворить потребность в руде крупного металлургического завода.

Магнетитовые железистые кварциты на Сибирской платформе локализируются в ее юго-восточной части в Чаро-Токкинском, Хаянском, Олекмо-Амгинском, Сутамо-Гонамском и других рудных районах. Наибольший интерес представляет Чаро-Токкинский район в западной части Алданского щита, где расположены продолжающие друг друга с севера на юг Торгинское, Тарнахское, Кебектинское, Горкитское, Ималыкское и Нижнегоркитское месторождения в полосе протяженностью около 50 км. Изучение месторождений находится на стадии средне- и крупномасштабных геологических, аэромагнитных и наземных магнитных съемок, поисковой оценки и предварительной разведки канавами и колонковыми скважинами по профилям через 1200–600 м до глубины 300–600 м.

Месторождения связаны с метаморфическими образованиями борсалинской серии верхнеархейского–нижнепротерозойского возраста. Рудные залежи имеют пластовую форму, согласно с вмещающими породами залегание, протяженность в первые десятки километров при мощности рудной зоны в сотни метров. Мощность рудных залежей изменяется в пределах от десятков до 200 м и составляет в среднем 110 м. Бурением установлено, что мощности рудных тел на глубину не сокращаются.

Руды представлены амфибол-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами. При бортовом содержании железа общего 20% среднее содержание железа валового по месторождениям составляет 31%, связанного с магнетитом – ориентировочно 20–25%. Встречены интервалы мощностью до 20 м со средним содержанием железа 54–58%. При первых лабораторных исследованиях из рядовых руд с содержанием общего железа 25–36% получены магнетитовые концентраты с содержанием железа 66–70% и извлечением 73–94%.

Суммарные прогнозные запасы по Тарнахскому, Кебектинскому, Ималыкскому, Торгинскому, Горкитскому и Нижнегоркитскому месторождениям составляют 13 млрд.т до глубины 1000 м, в том числе 3,5 млрд.т до глубины 300 м и 6,5 млрд.т до 500 м. На расположенных к югу Сулуматском, Нижнесакуканском месторождениях запасы

магнетитовых железистых кварцитов для открытых и штольневых работ оцениваются в 2 млрд.т.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ

Скарново-магнетитовые месторождения включают известные эксплуатируемые для металлургических заводов Кузбасса Таштагольское, Шерегешевское, Казское и другие в Кемеровской области, Ирбинское, Краснокаменское, Абаканское, Тейское на юге Красноярского края, подготовленные к эксплуатации Инское, Белорецкое в Алтайском крае, Амбалыкское в Кемеровской области, Анзаоское и Табраторское в Красноярском крае, резервное Холзунокое на Алтае и др.

В настоящее время детальная разведка выполнена по значительному числу скарново-магнетитовых месторождений, что привело к росту разведанных балансовых запасов только в Алтай-Саянской области до 3,7 млрд.т, в том числе по промышленным категориям 3,1 млрд.т, с общими вероятными запасами более 10 млрд.т и возможной годовой добычей в сумме до 100 млн.т, что выдвинуло эти месторождения в разряд средних и крупных по запасам железной руды.

Характеристика месторождений скарново-магнетитового типа складчатых областей юга Сибири широко известна, поэтому в настоящей статье мы приводим лишь некоторые новые данные, обеспечивающие более надежную общую прогнозную оценку месторождений.

Среди осуществленных новых данных по геологии скарново-магнетитовых месторождений должно быть отмечено выявление стратиграфо-литологического контроля и стратиформного типа оруденения. Второй важной особенностью скарново-магнетитовых месторождений оказалась большая выдержанность оруденения по склонению на флангах и по падению на глубину до 1000-1500 и более метров. На основе этих особенностей в последнее десятилетие в геологических управлениях Сибири и СНИИГПИМСе проведена дополнительная прогнозная оценка многих не только малоизученных, но также разведанных и эксплуатируемых месторождений. В результате этой дополнительной оценки, например, общие запасы увеличены по Холзуновскому месторождению с 200 млн.т до 1 млрд.т, по Белорецкому - с 12 до 300 млн.т, по Таштагольскому - с 200 до 650 млн.т, по Абаканскому - с 60 до 200 млн.т и т.д. Путем такого же пересмотра оценка разведанных и прогнозных

запасов увеличена по магнетитовым месторождениям Бурятии с 1085 млн.т до 3280 млн.т. Пространственная группировка описываемых скарново-магнетитовых месторождений в рудных узлах с вероятными запасами не менее 0,5-1 млрд.т и годовой добычей до 20 млн.т открывает возможность эксплуатации их немногими крупными районными ГОКами.

К первоочередным задачам изучения скарново-магнетитовых месторождений юга Сибири следует отнести апробацию имеющихся новых прогнозных оценок и перспективную разведку для их подтверждения, а также детальную и перспективную доразведку ряда эксплуатируемых и подготовленных к эксплуатации месторождений, как это предлагается в ряде решений МГ и МЧМ СССР, но до сих пор еще не выполнено.

Титано-магнетитовые и ильменит-магнетитовые руды связаны с интрузиями основных и ультраосновных пород, часто в экономически благоприятных районах. Месторождения обладают вероятными запасами в миллиарды тонн для открытой отработки и большими рудными площадями, обеспечивающими годовую добычу в десятки миллионов тонн. Средние содержания железа в лучше изученных месторождениях равны 15-25%. При обогащении получены магнетитовые концентраты с содержанием железа 55-60% и хорошие по качеству ильменитовые концентраты. Нередко в рудах содержится ванадий. Опыт доменного передела руд этого типа на Урале и перспективы использования титанистых магнетитовых концентратов в шихте с беститанистыми концентратами скарново-магнетитовых руд позволяет рекомендовать продолжить изучение титано-магнетитовых руд Сибири как сырья для металлургической промышленности. Заслуживающими предварительной оценки представляются, в первую очередь, месторождения Харловское, Лысанское, Верхнейское и Малотагульское.

Обращаясь к общей сравнительной оценке железорудных ресурсов Сибири, надо отметить следующее.

I. Наиболее подготовленную для промышленного освоения, достаточную по запасам и возможной годовой добыче железорудную базу действующих и проектируемых заводов Сибири составляют средние и крупные месторождения легкообогатимых и частично богатых скарново-магнетитовых месторождений, сосредоточенных в немногих рудных узлах, пространственно тяготеющих к главным источникам коксующих-

ся углей – Кузнецкому и Якутскому бассейнам. Нужна доразведка флангов и глубоких горизонтов, доизучение и освещение комплекса примесей.

2. Вероятным крупным резервом первой очереди по размещению относительно путей сообщения и источников коксующихся углей, а также по запасам и размерам годовой добычи могут рассматриваться легкообогатимые и возможно богатые магнетитовые кварциты Восточной Сибири. Вовлечение в промышленное освоение этих месторождений потребует значительных объемов геологоразведочных работ и последующей сравнительной экономической оценки.

3. В качестве крупных самостоятельных или вспомогательных рудных баз заслуживают дополнительного исследования гематитовые руды Ангаро-Питского бассейна, титано- и апатит-магнетитовые руды складчатых областей, сидериты намечаемых к эксплуатации угленосных площадей и при положительных данных по технологии обогащения и эксплуатации – фосфористые оолитовые бурые железняки Западно-Сибирской плиты.

Основными материалами для настоящей работы явились обзоры железорудных месторождений и районов Сибири, опубликованные за последние 10 лет геологическими управлениями Сибири, в трудах СНИИГГиМСа (вып. № 90, 96, 165, 191, 195, 234) и местных изданиях геологических управлений, обширный перечень которых в рамках настоящей статьи невозможен.

ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Ритмично-слоистые бедные железные руды (железистые кварциты) представляют собой образования, присущие лишь докембрию и преобладающей в их форме осадочной концентрации железа как от гипергенного, так и от вулканогенного его источников. Эта форма, по представлениям одних исследователей, связана с мелководным, а других — с глубоководным, пелагическим осадконакоплением.

В первом случае допускается терригенный, биогенный и даже хемогенный (типа эвапоритов) способы концентрации железа и кремнезема в водоемах особого типа без характерного для мелководья турбулентного режима движения воды, исключавшего тонкую ритмичную слоистость. Представление о пелагической природе железистых кварцитов не нуждается в таком ограничении, оно отвечает наблюдаемому их фациальному переходу в железистые сланцы, наличием синглативных прослоек и делает правомерным объяснение прекращения образования железистых кварцитов в палеозое изменением физико-химических параметров атмо- и гидросфер, которые в докембрие благоприятствовали, а затем препятствовали концентрации железа в пелагической зоне настолько, что оно стало отлагаться только в прибрежных зонах вместе с терригенным материалом, образуя солитовые или грубослоистые железистые осадки.

Геосинклинальные условия, к которым относится образование почти всех известных месторождений железистых кварцитов, приводят к появлению глубоких прогибов, благоприятных для пелагического хемогенного рудоотложения, шельфовые же зоны в этих условиях, в связи с высокой тектонической подвижностью геосинклиналей, на-

именее благоприятны для осадочной концентрации железа, поскольку этому препятствует интенсивное поступление терригенного материала. Последнее минимально в условиях мелкой подводной равнины, при медленных эпифрогенических колебательных движениях, характерных уже для платформ.

Таким образом, если признать, что со временем глубоководное осадочное рудообразование полностью сменилось мелководным, а для последнего благоприятны не геосинклинальные, а платформенные условия, и учесть, что платформенные области расширялись от кратонных ядер древних платформ к обширным эпипротерозойским платформам, а затем, с появлением молодых платформ, охватили большую часть материков, тогда как подвижные области сокращались, то становятся понятными причины [9] перемещения осадочной концентрации железа из геосинклиналией на платформы вместе с исчезновением железистых кварцитов.

При этом, по-видимому, не следует исключать возможность образования железистых кварцитов и в пределах кратонных ядер древних платформ, в связи с большой подвижностью земной коры в архее, возможностью образования в их пределах глубоководных бассейнов. Наконец, вероятно возможность образования железистых кварцитов и в мелководных бассейнах в особых условиях, при замедленном поступлении терригенного материала, их изолированности, препятствующей возникновению турбулентного режима движения воды и пр. Речь идет о том, что такие условия для образования основной части железистых кварцитов не типичны.

В докембрийское время происходило наиболее интенсивное формирование сиалических материковых глыб, на которых железистые кварциты размещаются в различных по возрасту комплексах пород, в различных структурах, отличаясь по составу и другим особенностям. В связи с этим советскими и зарубежными геологами выделены и описаны различные формации железистых кварцитов, хотя этим едва ли исчерпано все их многообразие. Обширная информация по этим вопросам содержится в докладах, представленных последним Международным симпозиумом, и на совещаниях по проблемам докембрия в СССР (Киев, 1970 г., Москва, 1975 г.), а также в США (Дулут, 1972 г.) и в обобщающей работе Л.Н.Формозовой [10].

Нами была предложена классификация железорудных формаций (1972, 1976), в которой формации железистых кварцитов располага-

ются в 4-й подклассах (эволюционных рядах), отвечающих основным типам геосинклинальных прогибов в докембрии. Это позволяет различить формации железистых кварцитов в прогибах с интенсивной вулканической деятельностью, в существенно вулканогенных комплексах пород эвгеосинклиналей и орогенных эпивгеосинклинальных прогибов и в прогибах с преобладающим терригенным осадконакоплением, в преимущественно осадочных комплексах миегеосинклиналей и наложенных впадин на срединных массивах. Данных, достаточных для выделения платформенных формаций железистых кварцитов, еще нет.

ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ В СУЩЕСТВЕННО ВУЛКАНОГЕННЫХ ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПОРОД

Эвгеосинклинальные архейские зеленокаменные пояса, отличающиеся глубоким метаморфизмом, представляют, по-видимому, древнейшие геологические формации, вмещающие железистые кварциты. В менее измененных метаморфизмом протерозойских комплексах им соответствует кремнистая спилито-диабазовая геоформация, в которой иногда, наряду с железистыми кварцитами, встречаются пространственно с ними разобщенные залежи марганцевых руд.

Интенсивный подводный вулканизм, являясь в этом случае источником металлов, одновременно и подавляет их хомогенную концентрацию, что выражается в ограниченности размеров, фашиальной неустойчивости рудных залежей, в их прерывисто-линзовидном морфологическом типе.

Как отметил Я.Н.Белевцев [1], в этих железистых кварцитах нет богатых руд. М.С.Марков [3] предложил для этого кремнисто-вулканогенного типа эвгеосинклинальной формации железистых кварцитов наименование к и в а т и н с к о г о. Отличительной чертой геоформации, вмещающей эти железистые кварциты, является не только обилие продуктов симатического начального вулканизма, что подчеркнуто М.С.Марковым, но и отсутствие карбонатных пород, которое И.В.Хворова [11] объяснила, исходя из диаграммы Ваттерсберга, высокой растворимостью карбонатов кальция при давлении, характерном для глубоководных бассейнов.

В свете изложенного нельзя согласиться с Л.Н.Формозовой [10], которая считает эвгеосинклинальными железистые кварциты, принадлежащие карбонатным комплексам пород, например, итабириты. Ведь

при включении в какой-либо тип составляющих, в действительности ему не принадлежащих, утрачивается возможность установления истинных особенностей и всего облика этого типа. В данном случае отнесение итабиритов с присущей им удивительной фациальной устойчивостью и крупнейшими масштабами месторождений к числу эвгеосинклинальных образований создает неверное представление о характере и основных чертах эвгеосинклинальной формации железистых кварцитов типа Киватина.

Архейские формации железистых кварцитов этого типа представлены магнетитовыми кварцитами, а иногда (Тараташский район Урала) и пироксен-магнетитовыми рудами, не обладающими ритмичной слоистостью. Те и другие отличаются пониженным кларком концентрации железа (4-5). В связи с гранулитовой фацией метаморфизма, свойственной этим кварцитам, магнетит в них претерпевает собирательную кристаллизацию, сопровождающуюся самоочисткой, что делает эти железистые кварциты пригодными для выделения суперконцентрата магнетита средствами механического обогащения. Несмотря на это, ограниченность размеров месторождений, бедность их руд делают формацию типа Киватина промышленно наименее ценной среди формаций железистых кварцитов.

В СССР этот формационный тип известен на Украине, в михайловской и обоянской сериях архея в ЮМА, в глыбовых сооружениях на периферии древних платформ, таких как Тараташская, Шарнжигайская, Северо-Прибайкальская (в Бурятской АССР) и в ряде других районов. М.С.Марков к этому типу относит Карсакпайское месторождение протерозойского возраста в Казахстане, отличающееся гематитовым составом железистых кварцитов, повышенным кларком концентрации в них железа (7-9) и трудной обогатимостью. В промышленное освоение пока вовлечено лишь небольшое месторождение Радостное в Тараташском районе Южного Урала.

Эвгеосинклинальные формации в подвижных поясах, благодаря орогенным линейно-блоковым тектоническим движениям, выступают в поднятых блоках, чередующихся с линейными орогенными прогибами (эпизвгеосинклиналями), представленными существенно иным комплексом геотформаций - ранней молассой и продуктами смешанного сиалически-симатического (субсеквентного по Г.Штилле) магматизма. Для молассы типично наличие карбонатных пород, магматизм же, в начале эффузивный (наземный или подводный), сменяется внедрением ко-

магматических интрузий и в обоих случаях дифференцированный.

В орогенных прогибах, в связи с подводным вулканизмом, также образуются железистые кварциты, отличающиеся от эвгеосинклинальных своей формационной принадлежностью и наблюдающимися, начиная со среднего протерозоя, фациальным переходом в апатито-магнетитовые руды типа Кируны (Гёрнсдорф в Центральной Швеции). Для архейских орогенных комплексов этого типа, видимо, характерен основной вулканизм (Мардупольский железорудный район в УССР). В нижнем протерозое он становится дифференцированным с переходом к более кислому (Пришмандровская зона в СССР на Балтийском щите), в верхах нижнего и низах среднего протерозоя — еще более кислому (лептитовая формация Северной и Центральной Швеции). Но, судя по Удской железорудной зоне в СССР, принадлежащей байкальскому геосинклинальному циклу, возможно проявление основного вулканизма в формациях этого ряда и после архея.

Формации железистых кварцитов орогенных (эпивгеосинклинальных) прогибов нами выделяются в особый тип, который можно назвать балтийским, поскольку его прототипы размещены на Балтийском щите (районы Швеции, Кольского п-ова в СССР).

Железистым кварцитам этого формационного типа свойствен магнетитовый и гематит-магнетитовый состав, кларк концентрации в них железа изменяется от 4 до 7. Залежи железистых кварцитов формаций балтийского типа, по сравнению с киватинским типом, фациально более выдержанные и достигают существенно больших размеров. Как у нас, так и за рубежом. месторождения, относимые к этому формационному типу, имеют промышленное значение и эксплуатируются.

ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ В ОСАДОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ С ПОДЧИНЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ПРОДУКТОВ ВУЛКАНИЗМА

Эти формационные типы железистых кварцитов появляются на более позднем, протерозойском этапе развития земной коры, в связи с развитием геосинклинальных структур, в которых терригенное осадконакопление значительно преобладает над вулканогенным. К таким структурам относятся многоэпигеосинклинали, обрамляющие кратонные ядра древних платформ. Железистые кварциты, принадлежащие их кремнисто-сланцевой геологической формации, выделяются в

криворожский и формационный тип. Наконец, это - наложенные впадины, развивающиеся на срединных массивах в пределах опускавшихся тектонических блоков. Железистые кварциты, принадлежащие их кремнисто-карбонатной геологической формации, выделяются в итабиритовый формационный тип.

Для таких формаций характерна большая фациальная устойчивость слоев железистых кварцитов, высокая устойчивость осадконакопления, в связи с чем рудные горизонты весьма выдержаны по простиранию и достигают мощности, измеряемой сотнями метров, что обуславливает уникальные масштабы бассейнов и месторождений железистых кварцитов данных формаций. Такая устойчивость рудного осадкообразования может объясняться лишь тем, что в данных условиях оно не подавляется интенсивным подводным вулканизмом и слабо подавляется приносом терригенного материала от береговой линии, который в пелагических зонах минимален.

Кларк концентрации железа в этих кварцитах в среднем близок к 7, они сопровождаются залежами богатых железных руд различного типа и происхождения, в которых эта величина достигает 12-14. Железистые кварциты и богатые руды этих формаций являются основным железорудным сырьем современной черной металлургии как у нас, так и за рубежом.

Формации железистых кварцитов типа Кривого Рога, тяготеющие в структурном отношении к ядрам древних платформ, столь же редки и локальны во времени и пространстве, как эти структуры. Размещение известных месторождений этих формаций железистых кварцитов еще больше локализуется тем, что они доступны геологоразведочным работам и эксплуатации пока только на щитах и поднятиях кристаллического фундамента древних платформ, где они близки к поверхности.

На территории СССР архейское кратонное ядро известно лишь в восточной части Украинского кристаллического щита и в пределах Воронежского поднятия кристаллического фундамента в Европейской древней платформе, разделенных Днепровско-Донецкой впадиной. Среди миогеосинклинальных нижнепротерозойских комплексов пород, выступающих в относительно узких тектонических блоках, в западном обрамлении указанного кратонного ядра на Украинском щите размещается Криворожско-Кременчугская железорудная полоса, а на Воронежском поднятии - Рильско-Комаринская зона магнитных анома-

лий районов КМА, в восточном обрамлении – основные железорудные полосы КМА: Белгородско-Брянская и Оскольско-Орловская.

Нижний возрастной предел криворожской и курской серий пород нижнего протерозоя, к среднему отделу которых относится рудоносная кремнисто-сланцевая формация, определяется в 2,6 млрд. лет, что отвечает началу первого протерозойского геосинклинального мегацикла. Метаморфизм этих пород достигает амфиболитовой фации. Они представлены чередованием горизонтов железистых кварцитов и сланцев, причем в железистых кварцитах наблюдаются фациальные переходы от существенно магнетитовых к железноосадочным, гематитовым, что, по Н.А.Плаксенко [8], зависит от наличия и распределения в придонной области осадконакопления органического вещества. Фациальные переходы железных руд в марганцевые у этого формационного типа не наблюдаются. Разобоченность железа и марганца является одной из отличительных черт данного формационного типа. Даже в самих железных рудах содержание марганца здесь редко достигает величины его кларка в земной коре.

Фациальные переходы железистых кварцитов в сланцы, наиболее ярко выраженные по вертикали, указывают на подавление хемогенного рудного осадконакопления терригенным, что представляется свидетельством, во-первых, гипергенной природы источника железа и, во-вторых, его концентрации в осадке на глубинах, больших, чем глубины отложения пелитового вещества.

Железорудный бассейн оз. Верхнего в США находится в подобной же структурной позиции. Породы серии анимики, вмещающие железистые кварциты, именуемые здесь таконитами, принадлежат протерозойской мегасинклинали, обрамлявшей на юге кратонное ядро Северо-Американской платформы. По Г.Б.Мори [7], к серии анимики относятся породы с возрастом моложе 2 млрд. лет, а верхний их возрастной предел определяется временем панокеанского орогенеза, которое (с ссылкой на Петермана) датируется в 1,75 млрд. лет. Этот возрастной интервал отвечает началу второго протерозойского геосинклинального мегацикла. С более молодым возрастом, видимо, связан и не столь интенсивный метаморфизм пород и железистых кварцитов серии анимики, по сравнению с криворожской или курской сериями, а соответственно и своеобразие их минерального состава, текстурных особенностей, вплоть до появления оолитовых текстур, так что такониты существенно отличаются по этим при-

някам от железистых кварцитов Кривого Рога и КМА. Следует отметить, что в эволюционном ряду формаций этого типа для последующих палеозойских его членов (клинтонской, пашийской формациям) ослитовая текстура руд становится уже характерной, монополюсно господствующей.

Формации железистых кварцитов и табиритового типа известны в южном полушарии и знакомы нам преимущественно по литературным данным, наиболее полная сводка которых осуществлена Л.Н.Формозовой [10]. Опубликованные новые данные, освещающие их структурную позицию [2], позволяют отнести кремнисто-карбонатную геоформацию, которой эти железистые кварциты принадлежат, к формациям наложенных впадин на срединных массивах.

Итабириты известны, начиная с верхов нижнего протерозоя (Южная Африка, Индия 2,2-1,9 млрд.лет). В Австралии и Бразилии их возраст датируется в 1,7 и менее млрд.лет. Таким образом, этот формационный тип железистых кварцитов представляется наиболее поздним, отвечающим появлению в геосинклинальном докембрия крупных срединных массивов, а в их пределах, в связи с автономной активизацией, значительных наложенных впадин.

Итабиритам свойственны относительно невысокий метаморфизм, исключительная фацциальная устойчивость и наличие переходов к марганцевым рудам.

На территории СССР в кремнисто-карбонатных геоформациях размещаются марганцево-железородные месторождения Малого Хингана и Атасуйского района Центрального Казахстана. Составленная нами на структурно-формационной основе карта железородных формаций СССР масштаба 1:5000000 отражает принадлежность железистых кварцитов Малого Хингана к крупной наложенной впадине на срединном массиве байкалд Дальнего Востока, а Атасуйских месторождений - к такой впадине на срединном массиве герцинид. Атасуйские руды уже утратили ритмичное чередование рудных и кремнистых прослоек, характерное для железистых кварцитов. Место кремнистых прослоек в них часто принадлежит марганцовистому сидериту ярко-красного цвета, внешне напоминающему краснополосчатые железистые кварциты. Богатые полосчатые гидрогетит-маритовые руды Хамерслея (Австралия), видимо, являются продуктом выветривания и окисления подобных магнетит-сидеритовых руд. В атасуйских рудных залежах содержатся кремнистые слои и пропластки, близкие по содержанию железа к железистым кварцитам.

Все это дает основание выделять эволюционный ряд марганцево-железородных формаций итабиритового типа и нарушает имеющееся представление о приуроченности формаций этого типа лишь к плечному полушарию, по крайней мере, для более поздних членов этого ряда. Однако, если масштабы месторождений докембрийских итабиритовых формаций достигают уникальных величин, то это не дает оснований распространить их и на рифейско-палеозойские месторождения, относимые к данному типу.

Применение формационного анализа к железистым кварцитам расширяет возможности оценки перспектив районов их распространения, что далее иллюстрируется на примере западной части Алданского щита, для которой прогнозная оценка весьма актуальна в связи с реализацией проекта сооружения БАМа.

На упомянутой карте железородных формаций СССР Алданский щит отражен как фрагмент архейского подвижного пояса, который на севере уходит под осадочный покров плиты Сибирской платформы, а на юге обрамляется раннепротерозойским геосинклинальным поясом, по отношению к которому он является средним массивом. Алданский щит в раннем протерозое подвергся автономной активизации с глубокими тектоническими движениями, образованием наложенных впадин, выполненных протерозойским комплексом пород. Крупнейшей из таких впадин является Удоканская.

Приведенные выше данные и соображения указывают на возможность выявления в кремнисто-карбонатной геоформации таких впадин месторождений марганцево-железородных формаций итабиритового типа. Месторождения такой рифейско-кембрийской формации известны в аналогичной структуре соседнего региона (Малый Хинган). Выяснение указанной теоретической возможности нуждается в соответствующем целенаправленном анализе геологических и геофизических данных по Удоканской и другим подобным впадинам на Алданском щите.

Известные в его западной части железистые кварциты принадлежат иным, архейским геосинклинальным комплексам пород, в основном, борсалинской серии пород позднего архея, прослеживающейся в линейных узких структурах, разделенных блоками более древних гранитизированных пород архейского возраста.

Такая структурная позиция борсалинской серии и ее наиболее молодой среди архейских пород возраст отвечают представлению [4] о принадлежности этой серии к орогенным прогибам, что дало осно-

вание ЯТТУ и ВИМСу отнести железистые кварциты оорсалинской серии к формации Балтийского типа, чему не противоречит и их формационная характеристика. Прогнозная оценка запасов этих кварцитов в Чаро-Токкинском районе величиной 10-12 млрд.т, опирающаяся на данные аэромагнитной съемки масштаба 1:200000, сейчас получает подтверждение. По данным крупномасштабных аэромагнитной и отчасти наземной съемок, в пределах Якутской АССР прогнозные запасы железистых кварцитов до глубины 500 м оцениваются в 6,5 млрд.т, а прогнозные запасы Суломатско-Сакуканской группы месторождений этого района, находящейся в Читинской области, определяются величиной порядка 1,5 млрд.т. На остальной части района крупномасштабная аэромагнитная съемка лишь начата, но там также известны проявления железистых кварцитов и магнитные аномалии.

Намеченная формационная принадлежность железистых кварцитов подтверждается и при прослеживании их канавами, а также первыми скважинами, устанавливающими их относительно хорошую выдержанность по простиранию. При этом нельзя исключить, что некоторая часть железистых кварцитов, например, прослеженных геологической съемкой непосредственно в более древних, гранитизированных породах архея, может принадлежать формации киватинского типа.

ВЫВОДЫ

1. Формационный анализ свидетельствует в пользу представлений об образовании железистых кварцитов в пелагических зонах водных бассейнов как от гипертермного, так и от вулканогенного источников железа. В палеозое с изменением условий прекращается концентрация железа в пелагических зонах и железистые кварциты сменяются иными текстурными типами осадочных железных руд, образованных в более мелководных зонах. Со временем образование осадочных железных руд перемещается из геосинклиналей на платформы.

2. Выделяются четыре эволюционных ряда формаций железистых кварцитов, отвечающих основным типам прогибов в древних геосинклиналях. Признается возможным и наличие железистых кварцитов в пределах кратонных ядер древних платформ.

3. Распространенное мнение, что железистые кварциты образу-

ют, как правило, крупнейшие месторождения, является неточным. Такие месторождения характерны лишь для железистых кварцитов геологических формаций с подчиненным количеством продуктов вулканизма.

4. Применение формационного анализа дает научную основу оценке перспектив районов развития железистых кварцитов, а также оценке их месторождений.

5. Адданский щит с этих позиций представляется перспективным для выявления в борсалинской серии верхнего архея месторождений железистых кварцитов формации балтийского типа. Заслуживает оценки возможность выявления месторождений итабиритовой формации в кремнисто-карбонатных комплексах пород нижнего протерозоя наложенных впадин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б е л е в ц е в Я.Н., П р у с с А.К. Металлогения Украинского щита и особенности составления металлогенических карт щита. Закономерности размещения полезных ископаемых. Т.УШ, М., "Наука", 1967, с.304-331.
2. Б ъ к с Н.Дж. Докембрийские железорудные формации Южной Африки. - В кн.: Докембрийские железорудные формации мира. М., "Мир", 1975, с.70-128.
3. М а р к о в М.С. Дзеспилитовая формация вулканогенно-кремнистого ряда в Карсакапайском синклинии. - В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т.2. М., Изд. АН СССР, 1959.
4. М о к ш а н ц е в К.Б., Г о р н ш т е й н Д.К. и др. Тектоника Якутии. Новосибирск, "Наука", 1975, 198 с.
5. М о м д ж и Г.С. Платформенные железорудные формации СССР. - "Геология рудных месторождений", 1974, № 6, с.71-79.
6. М о м д ж и Г.С. Железорудные формации подвижных зон СССР. - "Геология рудных месторождений", 1972, № 5, с.71-79.
7. М о р и Г.Б. Железорудные районы Месаби, Ганфлит и Куна в Миннесоте. - В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнисто-марганцевых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972, с.204-226.

8. П л а к с е н к о Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии (на примере КМА). Воронеж, Изд. ун-та, 1966, 264 с.

9. С т р а х о в Н.М. Железорудные фации и их аналоги в истории земли. М., 1947.(Труды ГИН АН СССР, геол. сер. вып. 73).

10. Ф о р м о з о в а Л.Н. Формационные типы железных руд докембрия и их эволюция. М., "Наука", 1973, 172 с.

11. Х в о р о в а И.В. Кремненакопление в геосинклинальных областях прошлого. М., 1968.(Труды ГИН АН СССР, вып. 195.)

12. Ш а т с к и й Н.С. О марганценосных формациях и металлогении марганца.-Избр. труды. Т.Ш. М., "Наука", 1965, с.16-51.

КРИТЕРИИ ПОИСКОВ БОГАТЫХ РУД ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Железисто-кремнистые формации докембрия часто содержат крупнейшие концентрации богатых железных руд, известные почти во всех докембрийских щитах земного шара. До недавнего времени лишь они составляли основные перспективы мировых запасов железорудного сырья. Только в последние годы с ними стали успешно конкурировать железистые кварциты, дающие возможность резкого увеличения масштабов производства и получения в огромных количествах дешевых высококачественных концентратов. Однако всемирно известные месторождения богатых руд Кривого Рога, КМА в СССР, Верхних Озер в Северной Америке, железорудные районы Южной Америки, Африки, Австралии, Индии пока составляют существенную часть промышленных руд железа для металлургической индустрии мира. Особенно перспективны новые, недавно открытые и освоенные месторождения Австралии, Африки, Южной Америки с весьма благоприятными геологическими условиями (огромными запасами, высоким качеством руд, залеганием вблизи дневной поверхности с незначительной вскрышей и т.д.). Поэтому проблема поиска новых железорудных районов и месторождений богатых руд — весьма актуальна.

Современное состояние изученности месторождений богатых железных руд докембрия позволяет наметить и охарактеризовать целый ряд определенных критериев поисков, которыми можно руководствоваться для наиболее рационального и эффективного направления геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ.

Наиболее важное значение для этих целей имеют такие критерии поисков, как геофизические, формационные, стратиграфические, лито-

лого-фациальные, структурно-тектонические, метаморфические, метасоматические, геохимические, гипергенные. Кратко остановимся на характеристике каждого типа критериев.

I. Геофизические критерии являются основой для планирования поисково-разведочных работ, так как геофизическая съемка (магнитная, гравиметрическая) выявляет наличие железисто-кремнистых формаций, пространственное размещение структурно-фациальных зон, структуру района и составляющих его рудных полей и месторождений. Что же касается богатых руд, то З.А. Крутиховской [6] разработаны следующие разновидности геофизических критериев:

А. Резкое повышение интенсивности магнитного поля на отдельных участках магнитных аномалий. Используется для поисков богатых магнетитовых руд, залежи которых создают на общем фоне магнитного поля структурно-фациальных зон развития магнетитовых кварцитов отдельные четко выделяющиеся участки высокоинтенсивных магнитных аномалий.

Б. Существенное понижение интенсивности магнитного поля в отдельных участках магнитных аномалий. Указывает на наличие скоплений богатых окисленных (маритовых) руд.

В. Увеличение избыточной плотности железистых пород с одновременной пониженной интенсивностью магнитного поля. Служит важным поисковым признаком наличия богатых маритовых или гематитовых руд.

II. Формационные критерии включают формационный анализ докембрийских комплексов, который позволяет установить определенную последовательность осадконакопления в общем цикле геосинклинального развития и соответствующее место в нем железисто-кремнистых формаций. На Украинском щите Г.И. Каляевым [5] произведено формационное деление осадочных и эффузивно-магматических толщ Большого Кривого Рога на формации доорогенной части цикла (спилито-кератофировая, нижняя терригенная и джеспилитовая) и орогенной и посторогенной части (углисто-терригенная, лагунная, молассовая формации). Н.П. Семененко [10] выделил четыре типа железисто-кремнистых формаций: а) железисто-кремнисто-сланцевая; б) железисто-кремнисто-сланцево-кератофировая; в) железисто-кремнисто-митабазитовая и г) железисто-кремнисто-ультрабазитовая. Каждая из них характеризуется определенными генетическими особенностями.

тиями, минералогическими ассоциациями, промышленным значением и местом в цикле геологического развития. Богатые руды связаны лишь с первыми двумя типами железистых формаций. Для КМА Н.А. Плаксенко [9] выделяет несколько иной набор формаций, всегда находящихся в определенной части формационного ряда. Эти закономерности используются в качестве формационных критериев при поисково-разведочных работах.

III. Стратиграфические критерии базируются на возрастной последовательности накопления осадков и размещении богатых железных руд в определенных частях стратиграфического разреза железистых толщ. Например, в стратиграфическом разрезе докембрия Украинского щита Н.П. Семененко (1967) выделяет четыре разновозрастные эпохи накопления железисто-кремнистых осадков, характерных для определенных абсолютных возрастов. Богатые руды связаны главным образом с первой и четвертой эпохами, отложения которых имеют четкое стратиграфическое положение в разрезе (железисто-кремнистая свита верхней конско-белозерской серии и средняя свита криворожской серии).

Стратиграфические критерии локального порядка характеризуют размещение богатых руд внутри железисто-кремнистых формаций в определенных стратиграфических толщах и пластах. Для Кривого Рога, например, высокой степенью рудоносности характеризуются пятый и шестой железистые горизонты средней свиты, менее рудоносны — четвертый, второй и первый горизонты и практически нерудоносны седьмой и третий горизонты. В Кременчугском районе максимально рудоносна вторая подсвита средней железистой свиты, менее рудоносны первая и третья подсвиты, очень слабо рудоносна седьмая подсвита, остальные подсвиты вообще не содержат богатых руд: отдельно выделяется приуроченность богатых руд к контакту средней и верхней свиты, что характерно, кроме Кривого Рога, для Попельнастовского месторождения Правобережных аномалий и Корсаковского месторождения в Приазовье.

IV. Литолого-фациальные критерии основываются на неоднородности литологического состава железистых пород и их фациальной изменчивости. Наиболее благоприятны для развития богатых руд хомогенные железисто-кремнистые фаши, составляющие толщи бессиликатных тонкополосчатых железистых кварцитов. Основные массы богатых руд Кривого Рога, КМА, докембрийских железорудных районов Северной и Южной Америки, Африки, Австралии связаны именно с

железистыми кварцитами данного типа; силикатно-железистые и карбонатно-железистые кварциты значительно реже содержат богатые руды и, как правило, не образуют их крупных скоплений.

Роль фациальных критериев проявляется также в изменении вещественного состава железистых пород по простиранию и падению, а иногда в выклинивании, выпадении из разреза отдельных железистых горизонтов и толщ. В качестве характерного примера можно указать на изменчивость по простиранию четвертого железистого горизонта в Криворожском бассейне. В южной части Саксаганской синклинали этот горизонт складывается высокожелезистыми кварцитами с содержанием силикатов не более 5-8%. Здесь в нем сконцентрированы мощные скопления богатых руд, образующих в замке синклинали мощную сплошную залежь, распространяющуюся на территории трех рудников - им. Дзержинского, Кирова, К. Либкнехта. Севернее происходит фациальное перерождение горизонта, выраженное в уменьшении железистости, обогащении силикатами и постепенном переходе железистых кварцитов в сланцы с редкими маломощными прослойками хлорито-магнетитовых кварцитов. Соответственно исчезают богатые руды и толща теряет свое продуктивное значение. Такие же примеры можно привести и по многим другим районам мира. Следовательно, использование литолого-фациальных факторов в качестве критериев поисков богатых руд весьма перспективно.

У. Структурные критерии имеют для железисто-кремнистых формаций ведущее значение, так как они везде характеризуются следующими структурными закономерностями:

1) железисто-кремнистые образования размещаются в пределах крупных синклиналий и осложняющих их складок более высоких порядков, образуя структурно-фациальные зоны протяженностью в сотни километров;

2) простирание структурных зон обычно едино для того или иного региона;

3) преобладают сжатые формы складок, обычно с крутопадающими крыльями, часто с опрокидыванием в ту или иную сторону, ундуляцией шарниров по простиранию и образованию поперечных пологих изгибов;

4) складчатые структуры обычно осложнены крупными продольными смещениями (надвиги, сбросы, разломы), нередко это обуславливает чешуйчатое строение отдельных зон с развитием серий однокрылых синклиналиальных складок.

Использование этих закономерностей в качестве критериев, особенно в комплексе с геофизическими критериями, широко применяется при поисково-разведочных работах для обнаружения зон железисто-кремнистых формаций и выяснения их структуры.

Непосредственно для богатых железных руд исключительно важное значение имеют локальные структурные критерии, определяющие структурную основу рудного поля, месторождения и отдельных рудных тел. Наиболее изученным в этом отношении является Кривой Рог, где почти сорок лет назад впервые в мировой практике для железорудных месторождений группой геологов под руководством Н.П.Семеновко проводилось детальное структурно-геологическое картирование подземных выработок. Эти исследования ведутся и теперь на более значительных глубинах, достигнутых в настоящее время горными работами. В результате установлены четкие закономерные взаимосвязи рудных концентраций с теми или иными определенными структурами.

Наиболее мощные рудные скопления возникают в замках крупных синклиналей, образуя цепочку отдельных месторождений, иногда сливающихся в единую огромную залежь.

Другие распространенные рудоконтролирующие структуры — это рудные узлы в различных участках деформаций на крыльях крупных синклиналей, для которых характерно уменьшение мощности железистых пластов. В этих участках концентрируются богатые железные руды. Основной тип структур в этих узлах: будинаж, поперечные пологие складки, иногда флексуры. Каждый рудник Саксаганского района Кривого Рога является такого рода структурным узлом деформаций в пределах восточного крыла Саксаганской синклинали. Аналогичные структуры, но меньших масштабов, широко развиты в Кременчугском и Белозерском районах Украинского щита.

Отдельные рудные тела связаны со складками различных порядков и различных морфологических типов с межбудинными пережками железистых пластов, флексурами, участками развития брекчий, кливажа, трещиноватости и др. Те же типы структур контролируют концентрации богатых руд в других регионах развития железисто-кремнистых формаций докембрия. В Курской магнитной аномалии подобные структуры описаны А.С.Егоровым [4].

Район Верхних Озер в Северной Америке, по данным Г.Б.Мори [8], характерен развитием тех же структур (продольные сжатые и попе-

речные пологие складки, флексуры), образованных не менее чем в две фазы, причем, подчеркивается ярко выраженная взаимосвязь между положением и структурными особенностями железистых толщ. Маклеод [7] отмечает резкое уменьшение мощности пласта при переходе в руду (с 71 до 36 м), т.е. структуры будивак. Д.В.Дорр (1964), изучавший докембрийские железистые месторождения Бразилии, пришел к выводу, что богатые руды образуются в осевых частях складок или на крыльях вблизи осевых частей складок итабиритов. Г.Е.Тольберт и др. [14], описывая открытое в 1967 г. бразильское месторождение Серра-дус-Каратас, подчеркивает, что складкообразование оказало огромное влияние на последующее развитие рудных тел. В.Н.Маклеод, характеризуя один из крупнейших в мире железорудных районов провинции Хамерсли в Австралии, указывает, что главное значение в локализации богатых руд имеют здесь сложные складки второго-третьего порядка, накладывающиеся на основные синклинальные структуры. Представляют интерес данные С.И.Симса [12], изучавшего железорудные месторождения района Балтинга (Габан, Экваториальная Африка), о приуроченности железных руд к перегибам сводовых частей гребней в 10 рудных зонах. Это — тип пологих поперечных изгибов Кривого Рога, контролирующего оруденение.

Таким образом, структурные критерии богатых железных руд железисто-кремнистых формаций оказываются весьма близкими для самых различных регионов мира. Они по праву считаются определяющими, так как позволяют устанавливать пространственное размещение рудных зон, полей, месторождений и рудных тел, а также их формы и размеры.

VI. Метаморфические критерии основываются на роли метаморфизма в перераспределении и концентрации железа, изменении минерального состава железистых кварцитов. Степень метаморфизма предопределяет минеральный тип метаморфических богатых руд, а также интенсивность и масштабы их развития. Впервые роль метаморфизма в образовании богатых руд отмечена Я.Н.Белевцевым. В условиях метаморфизма низкой ступени (фаши зеленых сланцев), по исследованиям Я.Н.Белевцева [3], основным рудообразующим процессом было растворение кварца, вынос кремнезема и некоторое перераспределение железа метаморфическими растворами. Температура рудообразования по газово-жидким включениям в минералах была от 300–350° до 450–500°, давление от 2 до 5 килобар, Исследования структурных

Условия рудообразования, проведенные автором [16], позволили установить, что в конце этапа складкообразования стала проявляться неоднородность пород по пластичности, вызвавшая дифференциацию тектонических напряжений, возникли участки высокого давления, чередующиеся с участками пониженного давления. В местах высокого давления кварц становился неустойчивым и растворялся, что привело к формированию межбужинных пережимов железистых пластов и их относительному обогащению рудным компонентом. Эксперименты Ф.В.Сиромятникова [13] подтвердили, что при высоком давлении кварц становится одним из наиболее легко растворимых минералов. Богатые руды, образованные при метаморфизме зеленосланцевой фации, слагают наиболее крупные месторождения Украинского щита и Курской магнитной аномалии. К тому же типу относятся богатейшие месторождения Великих Озер Северной Америки, Гвианского и Бразильского щитов Южной Америки, многочисленные железорудные районы Африки, Индии, Австралии.

Роль в рудообразовании прогрессивного метаморфизма более высоких ступеней недавно выявлена исследованиями М.А.Ярошук [17]. Термодинамические условия эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма способствуют широкому развитию процессов дегидратации и декarbonатизации на поздних этапах складчатости. Возникшие при этом огромные массы углекислых флюидов были способны играть ведущую роль в образовании богатых железных руд. Таким образом, перспективы рудоносности в районах распространения железистых пород эпидот-амфиболитовой фации также весьма благоприятны. Менее благоприятным в этом отношении является метаморфизм гранулитовой фации, так как основная масса воды уже удалена из пород к моменту проявления высокотемпературного метаморфизма. Однако небольшие рудные тела богатых пироксен-магнетитовых руд с оливином известны на Украинском щите в Володарском районе, Правобережных аномалиях и Приазовье. Имеются они и на других докембрийских щитах.

УП. Метасоматические критерии относятся лишь к типу метасоматических богатых руд докембрия, выделяемому рядом исследователей. На Украинском щите, по мнению Н.П.Семененко [10], наибольшее развитие в железистых формациях имеет натровый метасоматоз. Несколькo менее распространен магниезально-железистый метасоматоз.

Среднетемпературный натровый метасоматоз интенсивно развит

в северной части Криворожского бассейна и Белозерского района. Он способствует выносу кварца и накоплению магнетита при замещении куммингтонита рибекитом. Как следствие рибекитизации могли возникнуть и новые магнетитовые концентрации.

Я.Н.Белевцев [3] считает, что основным рудообразующим процессом был железисто-магнезиальный и железный метасоматоз. Рудообразование происходило в заключительный этап динамотермального метаморфизма при температуре от 350° до 550° и давлении 1,5–5 килобар. Железо-магнезиальный метасоматоз приводил к образованию магнетито-кумингтонитовых кварцитов. Недостаток кислорода препятствовал образованию окислов железа и последнее накапливалось в растворе. Железный метасоматоз шел за железо-магнезиальным, сопровождался повышением кислородного потенциала, что привело к выпадению железа из раствора в форме магнетита, а в заключительных стадиях – гематита. Масштабы развития богатых руд данного типа невелики.

УШ. Гипергенные критерии устанавливаются, исходя из существования мощной зоны вторичных изменений, приведших к формированию богатейших, химически чистых, мартитовых и других окисленных руд, окруженных обычно огромным ореолом окисления и выщелачивания, уходящем на большие глубины (в Кривом Роге более 3-х км). По данным изучения газово-жидких включений, этот процесс шел при температуре $120-180^{\circ}$, следовательно, его можно отнести к своеобразному термально-глубинному гипергенезу, в котором активную роль играли подогретые вадозные воды. Характерными признаками этого древнего процесса являются мартитизация магнетита, разложение железистых силикатов, алюмосиликатов, карбонатов и других минералов, частичное или полное их замещение красным дисперсным гематитом с образованием "красковых" руд (гетито-дисперсногематитовых). Первичные магнетитовые руды превращаются в богатейшие, химически чистые мартитовые руды; силикатно-магнетитовые кварциты переходят в гетито-каолинито-мартитовые кварциты, а затем в богатые гетит-гематит-мартитовые руды за счет замещения карбонатных и кварцевых слоев дисперсным гематитом. Железисто-силикатные (хлоритовые, хлорито-слоистые) сланцы подвергаются окислению, а при более интенсивном развитии процесса переходят в гетито-гематитовые богатые руды. Характерно чрезвычайно широкое развитие подобного окисления и изменения в большинстве докембрийских железорудных районов мира, особенно там, где имелись бога-

тые руды. Это привело к мнению, что богатые руды являются остаточными рудами коры выветривания. Только углубленное детальное изучение показало, что они образовались с участием процессов метаморфизма и тектогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б е л е в ц е в Я.Н. Поисковые критерии железных руд магнитных аномалий. Киев, Изд-во АН УССР, 1954, 44 с.
2. Б е л е в ц е в Я.Н. и др. Генезис железных руд Кривого Рога. Киев, Изд-во АН УССР, 1959, 307 с.
3. Б е л е в ц е в Я.Н. и др. Проблемы эндогенного образования. Киев, "Наукова думка", 1972.
4. Е г о р о в А.С. Проявления докембрийских дислокаций и метаморфизма в железорудной формации КМА. - В кн.: Проблемы образования железистых пород докембрия. Киев, "Наукова думка", 1969.
5. К а л я е в Г.И. Тектоника докембрия Украинской железорудной провинции. Киев, "Наукова думка", 1965, 190 с.
6. К р у т и х о в с к а я З.А. Глубинное строение и прогнозная оценка Украинской железорудной провинции. Киев, "Наукова думка", 1971, 207 с.
7. М а к л е о д В.Н. Железные руды провинции Хамерсли в Западной Австралии. - В кн.: Геология и генезис докембрия железисто-кремниевых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972.
8. М о р и Г.Б. Железорудные месторождения Месаби, Галфлинт и Куэна в Миннесоте. - Там же.
9. П л а к с е н к о Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии. Воронеж, Изд-во ун-та, 1966, 264 с.
10. С е м е н е н к о Н.П. Метаморфизм подвижных зон. Киев, Изд-во АН УССР, 1966, 298 с.
11. С е м е н е н к о Н.П. Железисто-кремнистые формации Украинского щита. - В кн.: Геология и генезис железисто-кремнистых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972.
12. С и м с С.И. Железорудные месторождения Беллинга в Габсоне. - Там же.
13. С ы р о м я т н и к о в Ф.В. О влиянии механического напряжения на растворимость кварца в воде и щелочных растворах. -

В кн.: Проблемы метаморфогенного рудообразования. Киев, "Наукова думка", 1969.

14. Т о л ь б е р т Г.Е. и др. Геология и железорудные залежи Серра-дус-Каралжас, в штате Пари. - В кн. Геология и генезис железисто-кремнистых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972.

15. Т о х т у е в Г.В. Структуры будинаж и их роль в локализации оруденения. Киев, "Наукова думка", 1967, 215 с.

16. Т о х т у е в Г.В. Тектоническое сжатие как фактор образования богатых железных руд. - В кн.: Проблемы метаморфогенного образования. Киев, "Наукова думка", 1972.

17. Я р о щ у к М.А., О н о п р и е н к о В.Л. Процессы декарбонатизации в Криворожском бассейне и возможное их влияние на рудообразование. - "Геологический журнал", 1974, т.34, вып.2.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПРИРОДА, РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ФОРМАЦИИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОБРАЗОВАНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В основу тектонического районирования Сибирской платформы нами положено расчленение ее на три комплекса, существенно различающихся по своему формационному составу, структуре, степени метаморфизма, особенностям образования и другим признакам [3, 4, 5, 6, 8, 9, 10]. Нижний структурно-вещественный комплекс включает нижнеархейские (или ниже-среднеархейские) протогеосяклинальные толщи фундамента платформы, средне-верхнеархейские, ниже-среднепротерозойские образования орогенного комплекса (или промежуточного этажа), верхне-верхнепротерозойские и фанерозойские отложения платформенного чехла. На Алданском щите и в некоторых других районах, кроме того, выделяются позднемезозойские и кайнозойские образования, сформировавшиеся в процессе эпиплатформенного орогенеза или, иначе говоря, в результате тектонической активизации краевых частей платформы.

Нижнеархейские протогеосяклинальные образования фундамента, согласно принятой в настоящее время схеме, разделяются на иенгрский, тимптоно-джелтулинский и олекмо-становой комплексы. В последнее время, однако, рядом исследователей, в частности, В. Д. Дуком и В. И. Кицулом с сотрудниками, эта схема расчленения нижнего архея подвергается ревизии с выделением в составе нижнего архея Алданского щита нижнего и верхнего комплексов. К нижнему им относятся наиболее древние бескарбонатные кварцитсо-держащие и бескварцитовые формации верхнеалданской свиты иенгрской и зверевской серий, верхнетимптонского и сутамского комплексов, а также ряда других подразделений. Верхний комплекс

включает стратиграфические подразделения архея, содержащие карбонатные породы и их метаморфические производные (Федоровская свита венгурской серии, киргизская тимптонской серии, джелтулинская серия и их стратиграфические аналоги).

В составе орогенного структурно-вещественного комплекса восточной части Сибирской платформы также выделяются два подкомплекса или этажа — верхнеархейский протоорогенный этаж, входящий в состав кристаллического фундамента (борсалинская серия и ее аналоги) и ниже-среднепротерозойский дейтероорогенный этаж.

Железистые кварциты на востоке Сибирской платформы обнажаются на Алданском щите и Анабарском массиве. На основании геофизических материалов и данных буровых скважин предполагается распространение их под платформенным чехлом (см. рисунок).

Так, в разновозрастных докембрийских толщах Алданского щита известен ряд месторождений железных руд. Эти месторождения образуют Сутамскую, Центрально-Алданскую и Чаро-Олекминскую провинции.

В Сутамскую провинцию объединяются месторождения Ягидья, Гидат, Таланга Сутамского горст-антиклинория в бассейнах рек Сутам и Гонам. Они представлены кварц-магнетитовыми рудами, содержащими моноклинный шроксен, гранат, плагиоклаз, амфибол гринерит-куммингтонитового ряда и др. Содержание железа в рудах достигает 25%. По мнению И.М.Фрумкина и Л.М.Реутова, рудовмещающие толщи относятся к тимптонскому комплексу, а по В.Л.Дуку и В.И.Кидулу — к кварцитосодержащей гнейсовой толще комплекса основания.

В Центрально-Алданской провинции известны Леглиерский, Сивагинский и Эмельджакский рудные районы [7], в которых объединяются около 15 месторождений и проявлений железных руд. Рудовмещающие толщи относятся к различным частям разреза. Авторы считают, что они залегают в верхнеархейских протоорогенных образованиях (аналогах борсалинской серии). Генезис и формационный тип железистых кварцитов этой провинции широко дискутируется. Многочисленные признаки указывают на их осадочно-метаморфогенное происхождение, с последующими интенсивными метаморфическими преобразованиями. Среднее содержание железа в рудах некоторых месторождений достигает 45%.

Наиболее крупная Ч а р о - О л е к м и н с к а я желез-

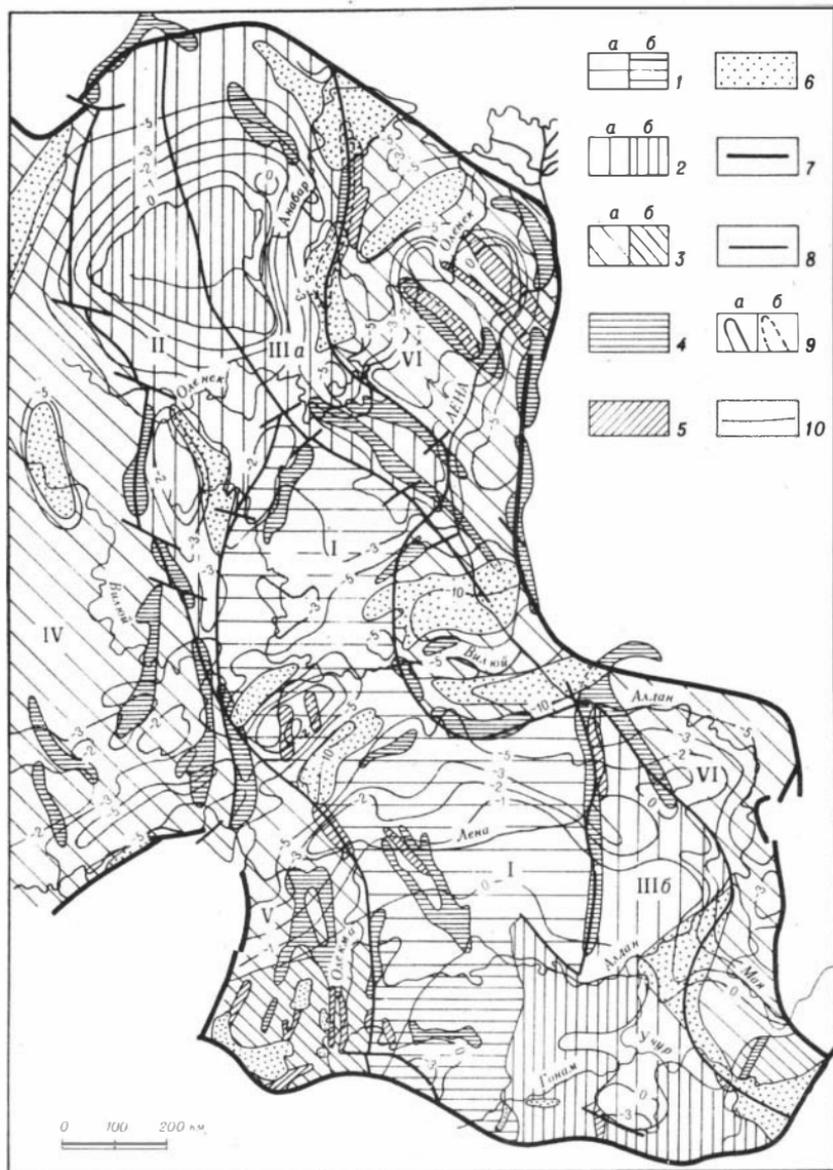


Схема строения доплатформенного основания восточной части Сибирской платформы

рудная провинция выделяется в пределах одноименного блока, расположенного в западной части Алданского щита. Железистые кварциты здесь являются постоянными членами разреза всех раннедокембрийских образований. Отличия между ними выражаются не только в составе, определяемом в значительной степени характером метаморфизма, но и ассоциациях пород, вмещающих железистые кварциты, масштабах оруденения, структурном контроле и, самое главное, типе тектонических условий, в которых происходило накопление осадочных и вулканогенных образований [2].

В курультинской серии, сложенной преимущественно гнейсами и сланцами основного состава с резко подчиненными прослоями биотитовых и глиноземистых гнейсов, отмечаются редкие маломощные (до 2 м) линзы железистых кварцитов.

В составе олекминской серии протогеосинклинальных осадков железистые кварциты также слагают единичные маломощные (до 1,5 м) линзы протяженностью до 1,5 км. Породы серии обладают малой магнитной восприимчивостью, и поэтому на магнитных картах выходы ее выражены слабо дифференцированным отрицательным и положительным полями.

Верхнеархейские отложения, объединяемые на западе щита в борсалинскую серию, приурочены к изолированным прогибам, связанным, как правило, с мощными зонами раз омов. Характерными членами этой серии являются, помимо других метаморфических пород, безрудные и железистые кварциты. Последние в различных грабенообразных структурах имеют невыдержанную (от 5 до 150 м) мощность; меняется и количество их пластов. Однако именно с

Кристаллический фундамент: протогеосинклинальные структурные комплексы архея: 1 - иенгский: скрытые под чехлом (а), выходящие на земную поверхность (б); 2 - тимптоно-джелтулинский и анабарский: скрытые под платформенным чехлом (а), выходящие на земную поверхность (б); 3 - олекминский и батомгский: скрытые под платформенным чехлом (а), выходящие на земную поверхность (б). Протоорогенный структурный комплекс: 4 - борсалинский. Промежуточный этаж: дейтероорогенные ниже-среднепротерозойские структурные комплексы: 5 - тунгурский (субганский, олондинский, тасмиллинский и др.), 6 - удоканский (угуйский) и маймаканский; 7 - краевые швы платформ, 8 - главнейшие разломы, 9 - изолинии рельефа фундамента, 10 - цифры на схеме. Складчатые системы фундамента: 1 - Тонг-Алданская, 2-Анабаро-Мирненская, 3 - Анабаро-Якутская ветвь: Анабаро-Жиганская (а), Тимптоно-Учурская (б); 4 - Мойеро-Киренгская, 5 - Чаро-Олекминская, 6 - Оленекско-Батомгская.

этими протоорогенными позднеархейскими образованиями связаны крупнейшие месторождения железных руд Чаро-Олекминской провинции и основные перспективы дальнейшего наращивания их запасов.

Единичные маломощные (до 2,3 м) пласты железистых песчаников, по-видимому, не имеющие промышленного значения, встречаются также в некоторых грабенах и прогибах, выполненных дейтероорогенными ниже-среднепротерозойскими отложениями тунгурчинской, тасмиалинской, удоканской серий и их аналогов.

Наибольшие перспективы в Чаро-Олекминской провинции связаны, таким образом, с осадочно-вулканогенными протоорогенными формациями борсалинской серии верхнего архея [6]. Благодаря наличию в этой серии толщ железистых кварцитов и некоторых других пород с высокой магнитной восприимчивостью зоны ее распространения отчетливо выражаются на магнитных картах резко выраженными полосовыми высокоинтенсивными положительными аномалиями, что служит надежным поисковым критерием для выделения участков распространения железосодержащих толщ (см. рисунок).

В связи с тем, что выполненные железосодержащими толщами борсалинской серии прогибы и грабены приурочены к мощным зонам глубинных разломов, в составе Чаро-Олекминской провинции четко выделяется несколько рудных зон.

Чаро-Ималыкская зона субмеридионального направления, по данным аэромагнитных и геологических исследований, прослеживается от р. Лени до хр. Кодар. На севере, от р. Лени до р. Торго Токкинского, на протяжении около 200 км, эта зона перекрыта верхнепротерозойско-палеозойским осадочным чехлом, мощность 400-2000 м. Южнее р. Торго Токкинского, до верховий р. Кудуми, в рассматриваемой зоне выделяется Ималыкско-Тарнахский участок, в составе которого теперь выявлено несколько крупных месторождений железных руд (Кебектинское, Ималыкское, Верхне- и Нижне-Горкитское и др.). Ширина выходов на поверхность рудоносных отложений Ималыкско-Тарнахского участка 15-20 км, протяженность - 70 км. Южнее, в пределах Сулумат-Чарского участка, срезавшегося с юга Чарской кайнозойской впадиной, ширина выходов железосодержащих отложений составляет в общей сложности 15-20 км; протяженность обнажающейся части участка 35 км.

Южнее Чарской впадины и Удоканского прогиба, по данным Е.П. Митронова, Чаро-Ималыкская зона может быть соединена с суб-

широтными прогибами, вмещающими железорудные проявления хр. Кодар. Таким образом, в целом Чаро-Ималыкская зона при средней ширине 15 км протягивается в субмеридиональном направлении на 350 км и содержит в своем составе Ималыкско-Тарынажский, Сулумат-Чарский и Кодарский рудные участки.

Железистые кварциты слагают в пределах Ималыкско-Тарынажского участка протяженные (до 10 км) линзообразные и пластовые тела мощностью 20-150 м. Они переслаиваются с безрудными кварцитами, амфиболитами, гнейсами и сланцами различного состава. Железные руды представлены главным образом магнетитом с гнездами и небольшими прослоями мартита. Содержание железа колеблется от 38 до 45%, хрома - 0,09%, серы - 0,04%, фосфора - 0,06%.

Пластовый характер залегания железных руд подчеркивается их приуроченностью к определенному стратиграфическому (тарынажскому) горизонту, при сложной структурно-вещественной связи с вмещающими породами. Так, на контактах железистых кварцитов с ортоамфиболитами проявляется тенденция к появлению полимиктовых магнетитовых разностей, что приводит к разубоживанию руд.

Наименее изучена южная часть Чаро-Ималыкской зоны - Сулумат-Чарский участок, расположенный в непосредственной близости от Удоканского месторождения меди. Следует подчеркнуть, что свойственные этому участку мощные магнитные аномалии прослеживаются и далее к югу под чехлом четвертичных отложений Чарской впадины и протерозойских орогенных образований Удоканского прогиба.

По новым данным [2], на Сулумат-Чарском участке в процессе метаморфизма, гранитизации и складчатости железистые кварциты претерпели интенсивные преобразования. Они обогатились куммингтонитом, грюнеритом, роговой обманкой, актинолитом, гранатом, биотитом и превратились в железосодержащие сланцы, что привело к ухудшению качества руд. Валовое содержание железа в этих породах, мощностью до 100-150 м и протяженностью пластов до 30 км, колеблется от 25 до 34%. Вместе с тем среди этих сланцев сохранились отдельные пласты и чистых железистых кварцитов мощностью до 10 м.

На Кодарском участке также известны пласты железистых кварцитов мощностью до 20 м и протяженностью до 10 км. По условиям залегания и содержанию железа они сходны с железистыми кварцитами Ималыкско-Тарынажского участка.

Имеются предпосылки для обнаружения в Чаро-Ималыкской зоне богатых эндогенно-эпигенетических руд, хотя основные концентрации железа здесь, безусловно, связаны с магнетитовыми кварцитами. В этой зоне сосредоточены наиболее перспективные месторождения железа не только Чаро-Олекминской провинции, но и всей Южной Якутии [1,6,2].

Ханинская или Эвонокитская зона Чаро-Олекминской провинции располагается в среднем течении р.Хани и ее притоков - Юс-Кваль, Эвонокит- и протягивается в субмеридиональном направлении на 25 км при ширине 5-15 км. В этой зоне выделяются Чулантринский, Тарагайский, Оккельский, Кабаханьрский и другие рудные участки. Магнетитовые железистые кварциты являются и в этой зоне неотъемлемой частью вулканогенно-терригенной железорудной формации борсалинской серии, выполняющей сравнительно узкий прогиб, сложенный преимущественно терригенными отложениями с маломощными невыдержанными пластами амфиболитов. Выше их залегает терригенная толща нижнего протерозоя.

В характеризуемой зоне выделяются два разновозрастных рудных горизонта. Наиболее древний из них представлен глиноземистыми разностями железистых кварцитов борсалинской серии. Они образуют два пласта максимальной мощностью 20-60 м и протяженностью до 5 км, с содержанием железа до 30%. Выше, в тарагайской серии, располагаются пласты силлиманитовых таконитов, гематитовых кварцитов, мартитовых итабиритов, силлиманит-гематитовых кварцитов. В их составе преобладает гематит, образовавшийся в результате регенерации рудного материала из кварцитов борсалинской серии. Содержание железа в кварцитовидных песчаниках 2-10%, итабиритах и таконитах - 10-60%.

Токкинская зона располагается в вершинах р.Токко и руч.Усуу, представлена двумя разобленными выходами борсалинской серии. Они протягиваются в субмеридиональном направлении на 20 и 35 км при ширине 3-5 км. Специальных поисковых работ на железо здесь не проводилось; обнаружены лишь единичные обломки железистых кварцитов, аналогичных ималыкско-тарынахским. Судя по интенсивным магнитным аномалиям, в Токкинской зоне возможно обнаружение довольно мощных пластов железистых кварцитов.

Несколько западнее Токкинской зоны, в среднем течении р.Алаткита, левого притока р.Токко, А.Ф.Петровым описан Алаткит-

ский грабен, выполненный вулканогенно-терригенной формацией борсалинской серии. Протяженность грабена 25 км, ширина до 5 км. Этому участку соответствуют интенсивные положительные магнитные аномалии. В результате плохой обнаженности железистые кварциты здесь пока не обнаружены.

На крайнем западе Чаро-Олекминской провинции в бассейне р. Курунг-Урях (левый приток р. Чары) описан Курунгуряхский грабен, выполненный железосодержащими толщами борсалинской серии. Они содержат несколько пластов железистых магнетитовых кварцитов мощностью до 10 м с содержанием железа до 30%. Протяженность прогиба 25 км, ширина 5-7 км.

Борсалинская (Амгинская) зона располагается на границе Чаро-Олекминской и Центрально-Алданской провинций. В магнитном поле этой зоне соответствуют очень интенсивные положительные аномалии, что позволяет проследить ее на протяжении 300 км от вершины р. Туолбачана на севере до Станового глубинного разлома на юге. Установлено, что характеризующая зона сложена переработанными образованиями раннего архея, на которые наложены прогибы с верхнеархейскими (борсалинскими) и протерозойскими (субганскими) отложениями.

Борсалинская серия сложена сланцами и гнейсами основного состава, биотитовыми, глиноземистыми гнейсами, безрудными и железистыми кварцитами. Приуроченность образований борсалинской серии к мощной зоне долгоживущих разломов способствовала широкому развитию в них процессов железо-магнезиально-кальциевого метасоматоза и гранитизации, что привело к разубоживанию в железистых кварцитах первичных концентраций железа и их переотложению. В результате этих процессов и, возможно, по иным причинам, разновозрастные метаморфические породы и гранитогнейсы, приуроченные к Борсалинской зоне, оказались сильно насыщенными магнетитом и гематитом [2]. По данным И.М. Фрумкина, содержание железа в основных сланцах в отдельных случаях достигает 55%. Наряду с этим, Е.П. Миронюк в характеризующей зоне выделяет несколько пластов чистых магнетитовых кварцитов мощностью до 25 м, протяженностью не более 5 км. Руды малосернистые, малофосфористые, германиеносные.

В Борсалинской зоне в настоящее время выделены Джелтуктатское, Кудулахское и Нелшкинское месторождения железистых квар-

цитов. В Джелтуктатском и Кудулакском месторождениях содержание железа в кварцитах достигает 31%.

Нелкинское месторождение итабиритов, расположенное в бассейне р.Нелка, правого притока р.Олекмы, приурочено к прогибу, связанному с разломами, оперяющимися Борсалинский глубинный разлом. Прогиб протягивается в северо-западном направлении на 30 км, при ширине 5 км. Мощность пластов железистых кварцитов 15-20 м, протяженность не более 11 км. Они расположены среди высокоглиноземистых сланцев, гнейсов и амфиболитов. Итабириты состоят из магнетита с примесью мартита. Содержание железа достигает 40%. По данным В.А.Перваго [7], запасы железных руд этого месторождения составляют 96 млн.т.

В связи с широко развитым метасоматозом, приведшем к раубоживанию пластов железистых кварцитов, оценить прогнозные запасы и значение Борсалинской (Амгинской) зоны очень трудно. Если судить по интенсивности и площади связанной с ней положительной магнитной аномалии, то прогнозные запасы могут быть оценены в в десяток миллиардов тонн. Однако более или менее достоверные цифры запасов и возможность промышленного использования руд, связанных с обогащенными железом сланцами и гранито-гнейсами, могут быть даны только после детальных геофизических и технологических исследований.

Темулякитская зона шириной 2-30 км протягивается в северо-западном направлении в бассейне рек Тяня, Темулякит, Тунгурча, устье р.Хани. В магнитном поле она выражена слабо положительными полосовыми аномалиями. В северной части зоны широко развиты отложения борсалинской серии, в центральной и южной - тунгурчинской, тасмиалинской и сеймдинской. В борсалинской и тасмиалинской сериях известны единичные пласты железистых кварцитов, не имеющие промышленного значения.

Более молодые (нижне-среднепротерозойские) рудопроявления железа Чаро-Олекминской провинции связаны с гематитовыми кварцитовидными песчаниками или железистыми песчаниками тунгурчинской, тасмиалинской, сеймдинской, кебектинской серий и их аналогов. Здесь известны Сакуганское, Талаканское, Тасмиалинское, Удоканское, Чинейское титаномagnetитовое и другие проявления. Этот тип руд мало перспективен вследствие небольшой мощности железосодержащих прослоев или вкрапленных руд и невысокого содержания металлического железа (до 10%).

Наличие в борсалинской серии железистых кварцитов, а также широкое распространение связанных с ней магматических образований, обуславливают четкое отражение районов ее распространения в потенциальных геофизических полях, что позволило авторам наметить место этих образований под платформенным чехлом. Как видно на рисунке, выполненные борсалинской серией и ее аналогами грабенообразные прогибы и грабены, связанные с мощными зонами глубинных разломов, прослеживаются на северном склоне Алданской антеклизы вплоть до р. Лены, распространены они и в других районах востока Сибирской платформы, причем местами на глубинах относительно небольших (Сунтарский и Якутский своды, Салпингское поднятие и др.).

В заключение подчеркнем два важных обстоятельства.

Во-первых, выделение орогенного структурно-вещественного комплекса и особенно верхнеархейского протоорогенного этапа (борсалинская серия и ее аналоги), связанных с древними межгорными впадинами и прогибами, контролируемые мощными зонами глубинных разломов, имеет большое значение для прогнозирования и поисков месторождений железных руд, в первую очередь, связанных с кварцито-железистой формацией верхнеархейского возраста.

Во-вторых, с древним орогенным комплексом востока Сибирской платформы, несомненно, связаны, как это видно на примере Африканской, Индийской, Южно-Американской и других древних платформ, крупные и крупнейшие месторождения не только железа и меди, но также золота (Витватерсранд), радиоактивных элементов (Канадский щит и другие) и ряда других важнейших полезных ископаемых, проявления которых известны и на Сибирской платформе. В связи с этим при проведении поисковых и разведочных работ в Южной Якутии на железо необходимо детально изучать возможности выявления здесь и других полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

И. Ворона И.Д., Кравченко В.М. и др. Железорудные формации докембрия Алданского щита. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций шира. Киев, "Наукова думка", 1972, с.256-267.

2. М и р о н ю к Е.П., П е т р о в А.Ф. Роль разломов

в локализации перспективных залежей железистых кварцитов запада Алданского щита. - В кн.: Разломная тектоника территории Якутской АССР. Якутск, 1976, с.126-136.

3. Мокшанцев К.Б. Роль орогенного этапа в развитии платформ и складчатых областей на примере Сибирской платформы и Верхояно-Чукотской области. - В кн.: Тектоника Сибири. Т.3. М., "Наука", 1970, с.27-40.

4. Мокшанцев К.Б. Основные черты строения и развития орогенных областей северо-востока Азии. - В кн.: Тектоника Сибири. Т.7. М., "Наука", 1976, с.215-223.

5. Мокшанцев К.Б., Горнштейн Д.К. и др. Глубинное строение восточной части Сибирской платформы и прилегающих складчатых сооружений Верхояно-Чукотской области. М., "Наука", 1968, 172 с.

6. Мокшанцев К.Б., Нужнов С.В. и др. Основные черты минерагении орогенного этапа развития древних платформ (на примере Сибирской платформы). - В кн.: Металлогения активизированных областей. (Тезисы докл. УП Всесоюзн. металлоген. совещания). Иркутск, 1973, с.110-111.

7. Перваго В.А. Алданская железорудная провинция. М., "Недра", 1966, 115 с.

8. Петров А.Ф. Раннепротерозойский орогенный комплекс западного склона Алданского щита. - В кн.: Тектоника фундамента древних платформ. М., "Наука", 1973, с.110-112.

9. Петров А.Ф. Докембрийские орогенные комплексы запада Алданского щита. Новосибирск, "Наука", 1976, 122 с.

10. Тектоника Якутии. Новосибирск, "Наука", 1975, 198 с. - Авт.: К.Б.Мокшанцев, Д.К.Горнштейн, Г.С.Гусев, Б.Г.Лутц, А.Ф.Петров, Ю.Л.Сластенов, И.М.Фрумкин, Г.И.Штех.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ТУВИНСКОЙ АССР

В Красноярском крае и Тувинской АССР выявлено большое число проявлений руд кремнисто-гематитового и кремнисто-гематито-магнетитового состава, связанных с вулканогенно-кремнистыми, кремнисто-сланцевыми формациями верхнего протерозоя и туфо-сланцевой формацией нижнего кембрия.

Докембрийским рудам присущи некоторые типичные черты формации железистых кварцитов (джеспилитов). Это, в первую очередь, существенно кремнистый состав их нерудной составляющей, связь с верхнепротерозойской вулканогенно-кремнистой формацией, в особенности, с входящими в ее состав основными вулканитами и др.

Несмотря на широкое распространение, кремнисто-железистое оруденение Красноярского края и Тувинской АССР изучено в настоящее время очень слабо.

Докембрийские железистые кварциты известны в Восточном, Западном Саянах, на нагорье Сангилен в Тувинской АССР и Енисейском крае.

В Восточном Саяне месторождения руд кремнисто-железистого состава связаны с кремнисто-сланцевой формацией, возраст которой условно датируется верхним протерозоем. В составе рудоносной формации преобладают метаморфизованные осадочные (глинистые) и кремнистые породы. Вулканогенные породы преимущественно основного состава развиты ограниченно. Рудовмещающие породы интенсивно метаморфизованы до амфиболитовой фации. С данной формацией связано Сыдинское месторождение кремнисто-железистых руд.

Это месторождение с прогнозными запасами 200–250 млн. т рас-

положено в 20 км от железной дороги Абакан-Тайшет. Размещается оно среди серицит-хлоритовых, хлорит-актинолитовых, кварцево-альбит-серицит-хлоритовых, известковистых сланцев с прослоями кварцитов и амфиболизированных эффузивов. Толща насыщена дайками метадиабазов. Руды и вмещающие их породы испытали интенсивный метаморфизм под влиянием прорывающего их Сидинского гранитоидного массива. В результате метаморфизма в составе руд существенное значение приобрел магнетит. Рудоносная зона прослеживается на 7 км при мощности 150-200 м. Протяженность отдельных рудных тел, имеющих пластообразную форму, меняется в пределах 50-500 м при мощности до 70 м.

Руды обладают полосчатой текстурой. Выделяются тонкополосчатые, состоящие из кварца, железной слюдки, полевого шпата, и грубополосчатые, сложенные мартитизированным магнетитом, кварцем, полевыми шпатами, хлоритом и амфиболом. Руды обогащены германием. Среднее содержание железа в рудах около 35%, кремнезема - 25,1%, фосфора - 0,14-0,51%, серы до 0,04%.

Поскольку существенную роль в составе руд играет гематит, промышленная ценность месторождения зависит, в первую очередь, от обогатимости руд и от изменения их состава с глубиной. От решения этих вопросов зависит дальнейшая оценка Сидинского месторождения.

Оно хорошо выделяется в магнитном поле. Южнее Сидинского месторождения выявлены еще три аномалии, соизмеримые с Сидинской.

В единой с Сидинским месторождением структурной зоне размещается Джебское рудопроявление железистых кварцитов и Чибжекское предположительно осадочно-метаморфогенное месторождение магнетитовых руд с прогнозными запасами 20-30 млн. т. Протяженность рудоносной структуры определяется в 60 км, а общая площадь развития пород рудоносной формации в 320 км². Прогнозные запасы Сидинского района и прилегающих площадей оцениваются в 600 млн. т.

В Западном Саяне железистые кварциты известны более 40 лет, благодаря работам И.К.Баженова, И.В.Дербикова и А.Д.Шелковникова. Объекты, представляющие промышленный интерес, пока не известны. 68 рудопроявлений размещается среди вулканогенно-кремнистых пород верхнего протерозоя (зеленокаменно-кремнисто-сланцевая формация), особенно там, где метаморфизованные основные эффузивы перемежаются горизонтами кварцитов и мраморов. Общая перспективная

площадь превышает 4000 км². Существенно магнетитовые руды выявляются в зонах интенсивного динамометаморфизма и там, где вулканогенно-кремнистые породы прорываются гранитоидами.

Выделяются Джебашская, Джойская и Кантегирская полосы рудопроявлений протяженностью 30–40 км. Изучены они только аэромагнитными съемками, проведенными на значительной площади без фотопривязки, устаревшей аппаратурой. На отдельных рудопроявлениях проводились поверхностные горные работы.

В Джебашской полосе интересны рудопроявления р.Юнь–Джебаш и верховьев р.Чехан, где железистые кварциты чередуются с магнетитосодержащими сланцами. Отдельные рудные прослои, группируясь в зоне мощностью 30–40 м, при мощности пропластков 0,25–3,0 м, прослеживаются по простиранию до 400 м. Наиболее обычные содержания железа в рудах 10–25, иногда 40%.

В Джойской полосе повышенные концентрации железа установлены по ручьям Колгансук и Сорочкин. Изучено с поверхности Баженовское рудопроявление, представленное шестью участками, находящимися друг от друга на расстоянии до 1 км. Железистые кварциты чередуются со слабо оруденелыми известняками и серицит-хлоритовыми сланцами. Мощность отдельных рудных прослоев 0,35–3,5 м, при протяженности 800–1000 м. Содержание железа колеблется от 10 до 32%. Наиболее обычны содержания 12–20%.

Железистые кварциты нагорья Сангилен в Тувинской АССР размещаются в породах, аналогичных по стратиграфическому положению и составу тем, которые вмещают железистые кварциты Западного Саяна. Масштабы выявленного в Тувинской АССР оруденения значительнее, чем в Западном Саяне. Более двадцати месторождений и рудопроявлений железистых кварцитов нагорья Сангилен приурочены к синклинали, сложенной породами зеленокаменно-кремнисто-сланцевой формации верхнего протерозоя и образуют две 30-километровые полосы на ее крыльях. Наиболее крупные и хорошо изученные месторождения Мугурское, Арысканское, Мпренское и Кескелигское. Каждое из них объединяет несколько (до шести) участков, которые находятся друг от друга на расстоянии 5–10 км. Мощность рудных пластов колеблется в пределах 10–70 м, протяженность 2–2,5 км. Рудные тела Мугурского месторождения прослежены до глубины 130 м одной скважиной.

Руды сложены на 60–90% магнетитом и на 10–40% гематитом, за-

мещающим магнетит, кварцем, биотитом, амфиболом и хлоритом. Среднее содержание железа в рудах Мугурского месторождения 38–40%, серы 0,17%, фосфора 0,32%. Изучена одна технологическая проба, на примере которой сделан вывод о хорошей обогатимости этих руд магнитной сепарацией (содержание железа в концентрате 65–67% при извлечении 95%).

Запасы Мугурского месторождения до глубины 150 м оценены с детальностью категории C_2 в 163 млн.т. Общие прогнозные запасы этого месторождения до глубины 500 м оцениваются в 500–600 млн.т, Арысканского 50–100 млн.т. Остальные месторождения – Мпренское, Кескелигское изучены очень слабо. Прогнозные запасы каждого из них оцениваются в 250–300 млн.т. Общие прогнозные запасы перспективных площадей составляют 1,4–1,7 млрд.т.

Освоение месторождений зависит от развития транспортной сети и местной металлургической промышленности Тувинской АССР.

В Енисейском кряже до недавнего времени были известны лишь осадочные гематитовые руды Ангаро-Питского бассейна (Ниже-Ангарское, Ишимбинское и Удоронговское месторождения) с балансовыми запасами 1,4 млрд.т и несколько небольших месторождений контакто-метасоматических магнетитовых руд.

В последнее время появились данные о наличии оруденения типа железистых кварцитов в верхнепротерозойских толщах северо-западной части Енисейского кряжа. При аэрофотогеологическом картировании масштаба 1:50000 в верховьях р.Исаковки, правого притока р.Енисей (в 500 км от Красноярска), встречены выходы пластов магнетитовых кварцитов, залегающих в сланцево-песчано-карбонатной пачке кординской свиты верхнего протерозоя. Рудовмещающие породы представлены кварц-хлорит-серицитовыми сланцами с прослоями песчаников, кварцитов, доломитов, конгломератов и метаморфизованных туфов. Магниторазведкой масштаба 1:10000 аномальная зона прослежена на расстояние свыше 7 км. По данным небольшого объема поверхностных горных работ рудная зона состоит из серии пласто- и линзообразных залежей протяженностью по простиранию до 200 м. Мощность всей зоны меняется от первых десятков до 200 м. Руды в основном полосчатые, реже брекчиевидные, состоят из магнетита, биотита и кварца. По данным 50 проб среднее содержание железа в рудах составляет 25% при колебаниях 15–51,7%. Запасы руд в пределах обследованной части зоны оцениваются в 200–250 млн.т. При

подтверждении рудной природы всей аномальной зоны запасы могут возрасти в несколько раз.

В 120 км к юго-востоку от выявленного оруденения в контакте этих же пород кординской свиты с протерозойскими гранитоидами известны два месторождения высококачественных магнетитовых руд — Бнашиминское и Лендахское, считавшиеся до сих пор типично контактово-метасоматическими. Прогнозные запасы их соответственно 250 и 150 млн.т. Содержание железа около 50%.

Учитывая широкое площадное распространение рудовмещающих пород кординской свиты, районы северо-западной и центральной частей Енисейского кряжа могут представлять интерес в отношении как собственно магнетитовых кварцитов, так и метасоматических магнетитовых месторождений, возникших за счет преобразования магнетитсодержащих роговиков, кварцевых песчаников и кварцитов в контакте с протерозойскими гранитоидными массивами.

2. Нижнекембрийские железисто-кремнистые руды известны в удаленной от экономически развитых районов высокогорной части Восточного Саяна. Это — месторождение Белокитатское и прилегающие к нему рудопроявления (водораздел рек Прямой и Белого Кита). Руды залегают среди переслаивающихся туфов кислого состава, песчаников, филитовидных сланцев, альбитофиров с горизонтами кремнистых (яшмовидных) пород колпинской свиты нижнего кембрия.

Рудные тела Белокитатского месторождения представляют чередование прослоек магнетита и гематита с яшмовидными породами. Форма рудных тел пластообразная и линзовидная. Протяженность 0,5–1,5 км, мощность 1,7–18 м. Руды сложены тонкопереслаивающимися магнетитом, гематитом, кварцем, апатитом, хлоритом, кальцитом, биотитом. Среднее содержание железа в рудах 20–30, редко 40%. Месторождение вскрыто канавами и рельефом на 600 м. По аэромагнитным данным, предполагается его протяженность на большую глубину.

Оруденение прослежено по простиранию более чем на 10 км, а общая площадь выхода рудовмещающей толщи на поверхность составляет 400 км².

Прогнозные запасы Белокитатского месторождения оцениваются в 200–250 млн.т, а возможные запасы всей рудоносной площади, по меньшей мере, в 600–800 млн.т. Район изучен только аэромагнитны-

ми съемками и геологической съемкой масштаба I:200000. Начата геологическая съемка масштаба I:50000.

Все сказанное выше позволяет сделать следующие выводы.

1. Осадочные и осадочно-метаморфогенные железные руды в Красноярском крае и Тувинской АССР распространены довольно широко, но изучены чрезвычайно слабо, особенно в Енисейском крае.

2. По имеющимся в настоящее время данным, наиболее значительные прогнозные запасы (около 1,5 млрд. т) находятся в районе Сангиленского нагорья в юго-восточной части Тувинской АССР, однако реализация этих перспектив зависит от экономических возможностей республики, в том числе создания местной металлургической промышленности и развития здесь железнодорожной сети.

3. В наиболее благоприятной геолого-экономической обстановке (20 км от железной дороги) находится район Сыдинского месторождения, где целесообразно приступить к поисково-оценочным работам, в первую очередь, к изучению технологических свойств гематито-магнетитовых руд.

4. Район Белокидатского месторождения магнетит-гематитовых вулканогенно-осадочных руд в Восточном Саяне находится на удалении от освоенных районов и железнодорожных магистралей, поэтому там необходима, в первую очередь, постановка групповой геологической съемки масштаба I:50000 и общепосковых работ в основном геофизическими методами.

5. Северо-западная и центральная части Енисейского края, по самым предварительным данным, перспективны в отношении магнетитовых кварцитов и метасоматических магнетитовых руд, в связи с чем здесь начаты поисковые работы, включающие наземные геофизические съемки, горные и буровые работы.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ВОСТОЧНОГО САЯНА И ПРИБАЙКАЛЬЯ

За последние 15 лет в осадочно-метаморфических породах складчатого обрамления юга Сибирской платформы найдены новые железорудные проявления. Можно с полным основанием утверждать, что в докембрии рассматриваемого региона представлены все главнейшие типы железорудных месторождений - от магнезиально-железисто-карбонатных, сходных с Южно-Алданскими скарново-магнетитовыми рудами, до железисто-кремнистых, разнообразных по литолого-формационному типу и степени метаморфизма.

Общее состояние изученности железорудных проявлений региона следует признать недостаточным. Детально изучены лишь некоторые участки, причем и здесь положение рудных пластов в разрезе, структура рудных полей и другие вопросы, необходимые для объективной оценки перспектив месторождения и определяющие методику их разведки, разработаны недостаточно.

Как и в других докембрийских полициклических складчатых системах земного шара, в пределах складчатого обрамления юга Сибирской платформы выделяются две группы железисто-кремнистых образований, различающихся главным образом по степени метаморфизма: 1) магнетитовые, гематит-магнетитовые и гематитовые кварциты, связанные с относительно слабо метаморфизованными кварцито-сланцевыми и кварцито-сланцево-метабазитовыми комплексами нижнего и среднего протерозоя (Таежно-Брминская и Олотская группы проявления в Присаянье, Калтыгейское - в Западном Прибайкалье, Тийско-Нурундуканская и Абчадская - на севере оз. Байкал и Ченчинская группа проявлений гематитовых кварцитов в Байкало-Патомском нагорье);

2) железисто-кремнистые образования, приуроченные к выступам и срединным массивам пород архейского возраста, в частности, к так называемому Шарикалтайскому выступу, сложенному глубоко метаморфизованными образованиями шарикалтайской серии (месторождения Байкальское, Хидойское, Китайский Хидой, Харабаровское и другие в междуречье Иркутка и Китоя). Такое деление произведено по степени метаморфизма железисто-кремнистых образований, определяющего особенности локализации руд и их технологические свойства.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ ПРОТЕРОЗОЯ

Т а е ж н о - Е р м и н с к а я группа рудопроявлений располагается в северо-западном окончании Шарикалтайского выступа, в междуречье Черной Тагны и Ермы. Протерозойские породы, включающие пласты магнетитовых кварцитов, локализованы в узких (до 1,0-1,5 км) и протяженных (до 7-12 км) тектонических блоках, вытянутых в северо-западном направлении и ограниченных с обеих сторон зонами очковых бластомилонитов, развитых по гнейсо-гранитам китайского комплекса. В составе пород выделяются две пачки: нижняя, вероятно, метабазитовая, представленная амфиболовыми и хлорит-амфиболовыми сланцами, и верхняя метапелитовая, в составе которой преобладают кварц-серпичитовые, кварц-хлорит-серпичитовые сланцы с прослоями гематитсодержащих серпичит-кварц-магнетитовых, амфибол-кварц-магнетитовых железистых кварцитов. Руды тонкополосчатые, ритмично-полосчатые, тонкозернистые, содержащие около 30% железа общего, труднообогащаемые. Характерна интенсивная дислоцированность как подрудной амфиболово-сланцевой, так и рудовмещающей метапелитовой пачек, причем морфология складок в них неодинакова. Амфиболовые сланцы повсеместно смяты в серии мелких складок волочения с северо-западной ориентировкой шарниров, с углами падения в среднем 18-20°. В метапелитовой рудовмещающей пачке зафиксированы более крупные и пологие складки, обуславливающие в ряде случаев повторение продуктивного пласта в крыльях складок. Обычно степень метаморфизма пород не превышает хлорит-серпичитовой ступени зеленосланцевой фации. Прогнозные запасы месторождения оцениваются в 350-400 млн. т бедных тонкозернистых труднообогащаемых гематит-магнетитовых руд.

О н о т с к а я группа проявлений железистых кварцитов в Присяжье известна давно, прогнозные запасы бедных гематит-магнетитовых руд этого узла оцениваются в 150-170 млн. т. В последнее время высказывались соображения о возможности обнаружения в Присяжье богатых маритовых руд, связанных с предкембрийской корой выветривания. Проведенные исследования показали, что на Онотском месторождении под кембрийскими отложениями мощность зоны выветрелых пород не превышает 25-40 м, характер выветривания - гидрослюдисто-монтмориллонитовый. Мартизация проявлена лишь в верхних частях выходов пачек железистых кварцитов. Она не сопровождается существенным выносом кремнезема и обогащением руд железом.

Железистые кварциты Онотского рудного поля выделяются в составе двух свит нижнего протерозоя - камчадальской и в свите Соснового Байца, причем наиболее мощные и протяженные рудные пласты характерны лишь для последней. В 1976 г. А. А. Шафеевым собран материал, позволяющий по-новому трактовать некоторые вопросы геологии Онотского рудного поля.

1. В основании разреза протерозойских отложений Онотского грабен-синклиория располагается не камчадальская, а свита Соснового Байца, представленная гранат-мусковитовыми узловатыми сланцами, кварцитами, слюдястыми кварцитами и несколькими горизонтами тонкополосчатых гематитовых и гематит-магнетитовых кварцитов. Наиболее мощный горизонт железистых кварцитов (до 40-50 м) располагается в верхней части разреза свиты. Выше пласта железистых кварцитов залегают амфиболиты, амфиболовые гнейсы и сланцы, вероятно, метавулканиты, которыми следует начинать разрез вышележащей камчадальской свиты. В верхней части разреза последней широко представлены шотит-роговообманковые гнейсы (метаморфизованные граувакки с примесью карбонатного материала) с редкими прослоями карбонатных пород и кальцифиров.

2. Разрезы свит камчадальской и Соснового Байца (в прежнем их объеме) ранее были неоправданно увеличены за счет отнесения к ним метаморфизованных диабазов так называемого арбанского комплекса. Последние, так же как и горизонты основных вулканитов камчадальской свиты, метаморфизованы, рассланцованы и представлены большей частью ортоамфиболитами.

3. Отнесение к камчадальской свите горизонтов тальковых

сланцев, аталькование пород, в том числе аталькованных гематитовых кварцитов, совершенно не оправдано. Это породы нижней части разреза свиты Соснового Байца, подвергшиеся в западном крыле Онотского грабен-синклинория интрузивному процессу магнетитового метасоматоза, связанному с глубинным разломом, ограничивающим с запада Онотский грабен-синклинорий.

4. Породы, ранее относимые к онотскому интрузивному комплексу, являются аналогами гнейсо-гранитов и мигматит-гранитов китайского комплекса, т.е. комплекса основания Онотского грабен-синклинория. Факты прорывания гнейсо-гранитами пород свит Соснового Байца и камчадальской не подтвердились. Гнейсо-граниты и протерозойские отложения Онотского грабена совершенно разнофазовые: первые - глубинные образования гнейсо-гранитной зоны коры, вторые - относительно слабо метаморфизованные (до ставролинговой ступени амфиболитовой фации) контактово-метаморфические образования.

5. Метаморфизм пород Онотского грабен-синклинория обусловлен контактовым воздействием мощной шовной залежи пегматитов и грубозернистых гранит-пегматитов саянского комплекса, внедрившихся вдоль западной границы Онотского грабен-синклинория.

К а л т ы г е й с к о е месторождение гематитовых и магнетит-гематитовых кварцитов расположено в Западном Прибайкалье. В формационном и генетическом отношении железистые кварциты месторождения аналогичны таковым Онотского рудного поля. Они залегают в сланцево-кварцитовой пачке харгитуйской свиты нижнего протерозоя. В составе вышележащей иликтинской свиты преобладают кварц-серицитовые, серицит-хлоритовые, хлоритовые и другие сланцы, частью, очевидно, вулканогенного происхождения. Существенно гематитовый состав железистых кварцитов, небольшая мощность рудных пластов и незначительные запасы (не более 100 млн. т) не позволяют рассматривать Калтыгейское месторождение и ряд сопутствующих ему проявлений в числе перспективных объектов. Рудопроявления Юго-Западного Прибайкалья представляют интерес как составное звено в единой цепи железорудных проявлений Восточного Саяна, Западного Прибайкалья и Байкало-Патомского нагорья, близких по возрасту (нижний протерозой?) и формационному типу отложений, вмещающих железистые кварциты.

В Северном Прибайкалье известны Т ы й с к о - Н ь р у н д у -

канская и Абчадская зоны железистых кварцитов. Наиболее изучена Тийско-Нгурундукавская зона, располагающаяся на северо-западном побережье оз. Байкал, неподалеку от г. Северо-Байкальска.

Вопросы геологии и перспективы Тийско-Нгурундукавской полосы железистых кварцитов достаточно подробно рассмотрены в статье настоящего сборника П. Ч. Шобогорова и др. Существенное значение имеет то, что в последнее время в составе рудоносной пачки олоктской свиты установлены линзы и прослои розовых спессартин-карбонатных тонкозернистых полосчатых пород (кальцифиров, скарноидов) с повышенным (до 7-20%) содержанием марганца. Вероятно, это образование типа гондитов, т.е. метаморфические аналоги первично высокомарганцевистых пород. Важная особенность железистых кварцитов Тийско-Нгурундукавской полосы заключается в широком развитии карбонатов, в том числе железистых, как в составе рудомещающих пород, так и в железистых кварцитах.

Метаморфизм руд вмещающих пород Тийско-Нгурундукавской зоны отвечает высоким ступеням зеленосланцевой фации, а на отдельных участках - ставролитовой зоне амфиболитовой фации. Следует подчеркнуть, что месторождение железистых кварцитов располагается непосредственно на трассе Байкало-Амурской магистрали. Авторы считают, что на площади наиболее перспективных участков зоны необходимо провести геолого-структурные и геохимические исследования.

Ченчинская группа проявлений железистых кварцитов в Байкало-Патомском нагорье изучалась в 1975-1976 гг. А. Н. Потороченко, по данным которого (устное сообщение), железистые кварциты здесь приурочены к пурпольской свите нижнего (?) протерозоя, сложенной кварцитами и высокоглиноземистыми сланцами. Выше по разрезу располагается метавулканиково-метапелитовая зеленосланцевая толща, в основании которой отмечаются маломощные пласти гематитовых кварцитов. Практического значения эта группа проявлений не представляет.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ АРХЕЙСКОГО ВОЗРАСТА

Большая часть известных железорудных проявлений архея сосредоточена в юго-восточной части Шарыпово-Тайского выступа, в междуречье Иркуты и Китоя, наиболее крупным из которых является

Байкальское месторождение. Севернее и северо-западнее располагаются месторождения Кятойский Хидой, Хидойское, Харабаровское и др. Большинство железорудных проявлений этого узла приурочено к крыльям крупной антиклинальной структуры - Орингольской, четко отражающейся в аномальном магнитном поле. В центральной части антиклинали закартированы роговообманково-биотитовые, нередко с реликтовым гиперстеном, гнейсо-граниты; крылья структуры сложены менее гранитизированными гнейсами различного состава, роговообманково-двупироксеновыми кристаллическими сланцами и гиперстен-магнетитовыми кварцитами. С гнейсами и кристаллическими сланцами обычно ассоциируются незначительно перемещенные эндробы и чарнокиты.

Гнейсы и кристаллические сланцы вместе с горизонтами магнетитовых руд смяты в серию складок второго и более высоких порядков, при этом в юго-западном крыле Орингольской антиклинали (в районе Байкальского месторождения) преобладают скатые и запороженные на северо-восток складки с однообразным относительно пологим ($35-55^{\circ}$) падением крыльев. Морфология складок здесь во многом определяется влиянием Главного Восточно-Саянского разлома: простирание структур в районе Байкальского месторождения параллельно этому разлому, преобладающее падение пород - юго-западное; такое же падение и у бластомионитов, но более крутое.

К северу от Орингольской антиклинали преобладают более простые формы складок, нередко с пологими крыльями и горизонтальным залеганием пород в ядре. Расшифровка складчатой структуры рудовмещающей метаморфической толщи имеет исключительно важное значение, поскольку установлено, что все наиболее крупные железорудные проявления рассматриваемого типа, с запасами в десятки и сотни миллионов тонн, локализованы в ядрах синклинальных структур II порядка и реже - в периклиналях антиклиналей. Так, в частности, на Байкальском месторождении геологической и магнитной съемками отчетливо картируется Мало-Задойская синклиналь, осевая часть которой характеризуется отчетливо выраженными положительными значениями поля силы тяжести. Рудные тела участка Юбилейный локализованы в ядре сложной построенной (за счет широкого развития складок третьего, более высокого порядка) Сараможской синклинали. Аналогичные структуры с ундулирующими марширами установлены на участке Дугуйсин и других рудопроявлениях Иркутско-Китойского междуречья.

Установлено несколько факторов локализации относительно крупных скоплений магнетитовых руд в замковых частях и ядрах синклиналильных структур. Во-первых, это обычное для складчатых структур увеличение (за счет более мелких складок) видимой мощности пласта. Во-вторых, как показало изучение большого числа шлифов и полировок, магнетит в условиях гранулитовой и высококи ступеней амфиболитовой фаций является крайне подвижным, "текучим". В этом отношении он уступает только карбонатам и кварцам, а все другие минералы всегда более идиоморфны, чем магнетит, и нередко цементируются последним с образованием микроструктур, подобных сидеронитовым. Эти свойства магнетита и кварца обуславливают их перераспределение, нагнетание от крыльев в замковые части складок любых порядков. И, наконец, в свете рассматриваемого тезиса важно отметить, что чарнокиты и гнейсо-граниты, в особенности сильно перемещенные их типы, тяготеют к купольным частям антиклинальных структур, причем не только таких крупных, как Орингольская, но и более мелких, с амплитудами в десятки и первые сотни метров. При этом чарнокитизация руд выражается в их фельдшпатизации, разубоживании, а гнейсо-граниты, в зависимости от их физико-химических свойств, в каждом конкретном участке либо ассимилируют рудную массу, либо обуславливают разлинзование, "растаскивание" рудных пластов. В синклиналих же чарнокитизация и гранитизация обычно проявлены незначительно.

Послойный разрез рудовещающей толщи в районе Байкальского месторождения следующий (снизу):

1. Кварцито-глиноземистая пачка: чередование кордиеритовых гранат-кордиеритовых гнейсов (кинцититов) и грубозернистых кварцитов и кварцито-гнейсов. Отмечаются маломощные прослойки двушпроксеновых кристаллических сланцев, кальцифиров, магнетитовых руд гиперстен-магнетит-кварцевого состава.

2. I-я рудная пачка: руды кварц-магнетитового (I тип), гиперстен-кварц-магнетитового (II тип - наиболее распространенный) состава. Отмечаются фельдшпатизированные разности руд (III тип). Встречаются маломощные прослойки роговообманково-двушпроксеновых кристаллосланцев, мощность до 80 м.

3. Надрудная пачка: роговообманково-двушпроксеновые кристаллические сланцы (метабазиты), мощность до 120 м.

4. 2-я рудная пачка: гиперстен-кварц-магнетитовые руды (II

тип), редкие прослои глиноземистых гнейсов, кварцитов, линзы грубозернистых кварц-гранат-роговообманковых пород, мощность до 30 м.

5. Надрудная толща: гранат-кордиеритовые гнейсы (кинцигиты), биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы, прослои кристаллических сланцев.

Приведенный разрез рудовмещающей толщи в общих чертах выдерживается и в других участках Шарыкалтайского выступа. На северо-запад от Байкальского месторождения из разреза выпадают кварциты, а мощность горизонтов широксен-кварц-магнетитовых руд уменьшается, что отражает определенные формационно-генетические связи кварцитов и железистых кварцитов.

Метаморфическая эволюция руд и рудовмещающих пород шарыкалтайского выступа важна в том отношении, что процессы метаморфизма определяют петроструктурные особенности руд и существенно влияли на характер перераспределения рудных агрегатов и на их сохранность в последующие этапы. Основные этапы метаморфизма пород заключаются в следующем:

1. Ранний гранулитовый метаморфизм. Преобразование первично-железистых осадков в гиперстен-кварц-магнетитовые грубозернистые руды с унаследованной полосчатой текстурой; за счет базитов формируются двушироксеновые кристаллические сланцы; пелиты и кварциты преобразуются в разнообразие гнейсов и кварцитов.

2. Изофазальная с гранулитами и, по-видимому, близкая по времени гранулитовому метаморфизму чарнокитизация (эндербитизация) пород благоприятного состава. В чарнокитизацию частично вовлекаются также другие типы пород, в том числе и руды, которые за счет привноса плагиоклаза незначительно разубоживаются (руды III типа).

3. Високотемпературный диафорез (гранитизация, мигматизация) в условиях амфиболитовой фации. Пачки пород, близкие по составу к гранитам, приобретают подвижность, перемещаясь из относительно более сватих участков (в крыльях складок) к купольным частям антиклинальных структур разных порядков. Крайняя неоднородность физико-химических свойств этой реоморфной гнейсо-гранитной массы (мигм, т.е. смеси расплава и кристаллов в разных пропорциях) определяла различный характер ее воздействия на вмещающие породы, в том числе и магнетитовые руды. Последние наряду

с меланократовыми кристаллослапями, наиболее устойчивы к гранитизации, поэтому чаще всего отмечаются случаи их разлинзования, "растаскивания", без существенного изменения их минерального состава. Многие железорудные проявления Иркутско-Китойского рудного поля представлены именно такого типа линзовидными будинами. Отмечаются случаи активного, подобного влиянию магмы, воздействия гнейсо-гранитов на рудные пласты, с полной или частичной их ассимиляцией. В смятых синклинальных складках преобразования, связанные с этапом гранитизации, проявлены незначительно (мигматизация гнейсов, развитие силлиманита по кордиериту, замещение магнетитового граната железистым и др.).

Прогнозные запасы Байкальского месторождения по трем участкам оцениваются в 600-700 млн. т относительно бедных (30% Fe общего), крупнозернистых легкообогащаемых руд. Следует отметить высокое качество концентрата (68-70% Fe общ.) и высокое извлечение железа (92-98%). Вредные и полезные примеси в концентратах не обнаружены. Эти данные позволяют ставить вопрос о необходимости проведения поисково-разведочных работ на флангах Байкальского месторождения и, в первую очередь, на участках Китойский Худой и Харабаровском, с суммарными прогнозными запасами около 400 млн. т.

Рассмотренный материал позволяет сделать следующие выводы.

1. Из большого числа известных проявлений железистых кварцитов в докембрии Саяно-Байкальской складчатой области наибольший интерес представляют два рудных поля - Тыско-Нпрундуганское (протерозой) на севере Байкала и Байкальское (архей) - в Южном Прибайкалье. Оба рудных поля рекомендуются в качестве первоочередных объектов для проведения детальных геологоразведочных работ. На обоих объектах до развертывания поисково-разведочных работ необходимо выполнить кондиционные геолого-структурные исследования масштаба 1:10000, а на Байкальском месторождении, кроме того, провести комплекс геолого-петрологических исследований процессов метаморфизма и ультраметаморфизма как основных факторов, определяющих локализацию рудных масс, а следовательно, и рациональную методику их разведки.

2. Все изученные проявления железистых кварцитов региона, как архейские, так и протерозойские, в формационно-генетическом отношении однотипны и могут быть отнесены к типу вулканогенно-

осадочных метаморфизованных месторождений. При этом имеется в виду, что источник рудного вещества вулканогенный (скорее всего подводно-экструзивный), а условия его локализации — нормально осадочные. Ритмично повторяющееся смещение вулканогенного рудного и терригенного (а в Тийско-Норундуканской полосе также и хемогенного карбонатного) материалов обуславливает структурно-текстурные особенности железистых кварцитов и их минеральный состав.

3. По имеющимся данным, первичное осаждение рудного минерала железистых кварцитов в форме магнетита или гематита одинаково вероятно. Слабо метаморфизованные железистые кварциты представлены только магнетитовыми или только гематитовыми разновидностями, а также смешанными гематит-магнетитовыми рудами. Метаморфизм руд способствует восстановлению железа; наиболее метаморфизованные — архейские — железистые кварциты представлены магнетитовыми разновидностями.

4. Устанавливается четкая приуроченность железистых кварцитов к формационному ряду: глиноземисто-кварцитовые (типа перестроенных кор выветривания) осадки — сланцевые метапелитово-метабазитовые толщи, в которых железистые кварциты занимают промежуточное положение. Известны и обратные соотношения, когда железистыми кварцитами завершается вулканический цикл.

А.М. ДЫМКИН, С.В. САРАЕВ

ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

Архейская формация железистых кварцитов известна в Юго-Западном Прибайкалье в междуречье Иркута и Китоя (бассейн р.Ангары), где она участвует в строении шарышалгайского выступа Сибирской платформы. Месторождения, относимые к Китойской группе [12], залегают в глубоко метаморфизованных толщах жидойской свиты шарышалгайской серии архея. В составе свиты, по данным А.А.Дмитриева, выделяются две подсвиты: нижняя, сложенная в основном вулканогенными метаморфизованными отложениями, в которой залегают большая часть рудных тел, и верхняя с преобладанием метаморфизованных терригенно-осадочных отложений.

Среди магматических образований наиболее широко развиты гнейсо-граниты китойского комплекса архейского возраста и гранитоиды саянского комплекса среднего протерозоя. Основной дизъюнктивной структурой района является Главный Саянский разлом.

К Китойской группе относится пять месторождений: Байкальское, Китойский Жидой, Сарамтинское и Жидойское, составляющие в целом единую рудную зону, и Харабаровское, отстоящее от ближайшего - Сарамтинского - на 35 км и замыкающего цепочку месторождений на северо-западе.

Байкальское месторождение состоит из двух рудоносных полос субширотного простирания, отвечающих выходам пачек основных кристаллоооланцев и чарнокитизированных их разновидностей, разделенных безрудными силлиманитовыми кварцитами и глиноземистыми сланцами. В структурном отношении месторождение приурочено к юго-западному крылу Оринольской антиклинали. Рудо-

вмещающая толща представляет собой моногиональ, осложненную пологими флексурными изгибами. На месторождении выявлено более ста рудных тел пласто- и линзообразной формы, согласно залегающих с вмещающими породами. Протяженность рудных тел по простиранию составляет в среднем 400–500 м, по падению некоторые из них прослежены на 300–500 м без выклинивания. Залегают они в вулканогенных метаморфизованных толщах, тяготея к контакту их с перекрывающими глиноземистыми сланцами. Запасы месторождения составляют около 250 млн. т.

Рудные тела месторождения Китайский Жидой залегают в породах жидойской свиты, представленных основными кристаллосланцами и чарнокитизированными их разностями. Месторождение приурочено к северо-восточному крылу Шудунской антиклинали, структуру рудного поля определяют широко развитые на месторождении разрывные нарушения субширотного и субмеридионального простираний. Серия согласно залегающих рудных тел, пласто- и линзообразной формы разбита на ряд тектонических блоков размером (в плане) от 5х70 до 50х150 м. Перспективные запасы руды около 55 млн. т.

Сарамтяевское месторождение приурочено к сложно дислоцированным отложениям жидойской свиты. Вмещающие породы – чарнокиты, чарнокитизированные основные кристаллосланцы. Структура рудного поля представляется в виде сопряженных синклинальной и антиклинальной складок, осложненных дизъюнктивными дислокациями северо-западного простирания. Рудные тела пласто-, линзообразной формы согласно залегают в породах жидойской свиты.

Жидойское месторождение приурочено к выходам пород жидойской свиты на крыльях Жидойской синклинали. Вмещающими породами являются основные кристаллосланцы, чарнокитизированные их разности, чарнокиты. Рудные тела пласто-, линзообразной формы залегают согласно с вмещающими породами и часто по простиранию срезаются тектоническими нарушениями.

Харабаровское месторождение представляет собой тектонический блок размером около 1 км² в плане, расположенный в ядре Хадарейской синклинали. Блок ограничен мощными зонами дробления северо-восточного и северо-западного простираний и почти целиком сложен пласто- и линзообразными телами

богатых и вкрапленных руд, разделенных маломощными прослойками основных кристаллосланцев, гнейсов и амфиболитов. Протяженность рудных тел определяется размерами тектонического блока и не превышает 250 м. Прогнозные запасы железных руд составляют здесь 50–55 млн. т.

Среди метаморфических пород, слагающих рудовмещающие толщи месторождений, в порядке распространенности выделяются следующие типы: дупироксеновые основные кристаллосланцы, амфибол-дупироксеновые диафторированные основные кристаллосланцы, чарнокиты и чарнокитизированные основные кристаллосланцы, глиноземистые кристаллические сланцы и гнейсы, безрудные силлиманитовые кварциты, ортоамфиболиты.

Дупироксеновые основные кристаллосланцы широко развиты в составе нижней подсвиты жидойской свиты. Они сложены плагиоклазом (№ 45–50), гиперстеном ($f = 0,43–0,49$), салитом ($f = 0,29 – 0,37$); второстепенные минералы представлены магнетитом, роговой обманкой, биотитом. В неизменном виде кристаллосланцы – массивные, мелкозернистые, структура – гранобластовая. Состав и парагенезис кристаллосланцев отражен в табл. I.

Амфибол – дупироксеновые основные кристаллосланцы образовались при регрессивном высокотемпературном метаморфизме дупироксеновых кристаллосланцев. При этом происходило снижение содержания плагиоклаза по сравнению с исходной породой, замещение пироксенов роговой обманкой ($f = 0,40–0,55$). Характерно, что в составе новообразованной породы отсутствует магнетит. Сравнение содержаний породообразующих окислов в дупироксеновых и амфибол-дупироксеновых кристаллосланцах выявляет только значимое различие их по содержанию FeO более высокого в дупироксеновых кристаллосланцах. Общая железистость пород остается одинаковой. Соотношения породообразующих окислов в основных кристаллосланцах близки к средним значениям их для оливнинового габбро [2, 9]. Основные кристаллосланцы относятся к классу насыщенных кремнеземом пород, очень бедных щелочами.

Чарнокиты и чарнокитизированные основные кристаллосланцы тяготеют к полям распространения основных кристаллосланцев и широко распространены на месторождениях Китойской группы. Образование чарнокитов за счет основных кристаллосланцев доказывается повсеместно наблюдаемыми постепенными переходами от основных кри-

Т а б л и ц а I

Статистические оценки средних содержаний (\bar{x}), стандартных отклонений (s) и коэффициентов вариации (v) породообразующих окислов в основных кристаллосланцах

Окислы	Основные двупироксеновые кристаллосланцы (n=15)			Амфибол-пироксеновые основные кристаллосланцы (n=13)		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
SiO ₂	49,10	0,86	1,75	49,18	16,15	2,34
TiO ₂	1,12	0,29	25,89	1,01	0,29	28,71
Al ₂ O ₃	14,12	0,62	4,39	14,85	0,79	5,32
Fe ₂ O ₃	3,08	1,95	63,31	2,71	0,61	22,51
FeO	11,34	1,33	11,73	9,89	1,11	11,22
MnO	0,18	0,05	27,78	0,17	0,02	11,76
MgO	7,27	1,28	17,61	7,67	1,03	13,43
CaO	10,20	2,26	22,16	10,80	1,23	11,39
Na ₂ O	1,96	0,39	19,90	2,19	0,27	12,33
K ₂ O	0,37	0,16	43,24	0,20	0,20	47,62
P ₂ O ₅	0,10	0,07	70,00	0,07	0,03	42,86

Примечание. Расчеты произведены по данным анализов, выполненных в лаборатории ИГиГ (аналитик А.В.Сухаренко) и заимствованных из отчета В.М.Спешилова и др.

сталлосланцев через чарнокитизированные их разности к чарнокитам, присутствием ксенолитов кристаллосланцев в чарнокитах. Последние отличаются от исходной породы появлением калишпата и кварца, увеличением зернистости породы, "раскислением" плагиоклаза (№ 30-40), повышением железистости ортопироксенов ($f=0,50-0,70$).

Химизм чарнокитов выражается широким интервалом перехода от

основных чарнокитов до кислых. По содержанию кремнезема породы относятся к классу пересыщенных SiO_2 , по отношению параметров "а" и "с" они относятся к бедным и очень бедным щелочам [3]. Химический состав чарнокитов района месторождений отличается от среднего состава кислых чарнокитов [4] избытком содержаний Fe и MgO . Это объясняется их тесной связью с основными кристаллосланцами. Низкие значения содержаний щелочей позволяют отнести рассматриваемые чарнокиты к эндербитовому ряду.

Глиноземистые силлиманит-гранат-кордиеритовые кристаллические сланцы встречаются главным образом на Байкальском месторождении, гранат-биотитовые гнейсы преобладают за его пределами. Силлиманит-гранат-кордиеритовые кристаллические сланцы сложены кордиеритом, микроклином, силлиманитом, гранатом с незначительной примесью биотита, графита, магнетита, гиперстена. Породы мелко-, среднезернистые, гнейсовидные, лепидогранобластовой, гранобластовой, фибробластовой, порфиробластовой структуры. Гранат-биотитовые гнейсы сложены калишпатом, плагиоклазом, кварцем, гранатом, биотитом, гиперстеном.

Безрудные кварциты залегают совместно с глиноземными кристаллическими сланцами и широко распространены только на Байкальском месторождении. Главными минералами являются кварц, силлиманит, калишпат; второстепенными – шпинель, циркон. Химический состав глиноземистых сланцев и безрудных кварцитов отражен на диаграммах АСФ и АКФ [I, рис. I]. Эти породы образуют перекрывающиеся поля фигуративных точек составов и отличаются друг от друга лишь по большему содержанию SiO_2 в кварците.

Ортоамфиболиты наиболее часто встречаются на Харабаровском и Байкальском месторождениях. Возникают они при амфиболитизации среднепротерозойских гипербазитов, основных кристаллосланцев, образуя пласто-, линзообразные тела мощностью от первых метров до десятков метров. Присущены амфиболиты к зонам нарушений. Породы массивные и сланцеватые, среднезернистые. Сложены преимущественно роговой обманкой, в которой иногда сохраняются реликты оливина, ромбического и моноклинного пироксенов. Химический состав ортоамфиболитов близок к составу вебстерита по Р. Дели.

По вещественному составу на месторождениях Китойской группы выделяются четыре типа руд: пироксен-магнетитовые кварциты, собственно магнетитовые кварциты, полевошпат-пироксен-магнетито-

вые кварциты, силикатно-магнетитовые и магнетитовые руды. Выделенные типы руд различаются, кроме того, по текстурно-структурным особенностям, содержанию элементов-примесей в магнетите.

Пироксен-магнетитовые кварциты среди выделенных типов наиболее распространенные. Они состоят из магнетита, кварца, ортопироксена ($f = 0,42-0,50$), клинопироксена ($f = 0,30-0,35$), второстепенными являются ильменит, пиротин, акцессорными - халькопирит, пирит, пентландит, гранат, апатит. Руды характеризуются массивно-вкрапленной, реже - прерывисто-полосчатой текстурами и гломеробластовыми структурами (вкрапленно-гломеробластовая, петьчатого-гломеробластовая, линейно-гломеробластовая). Они обычно залегают непосредственно в толще основных кристаллосланцев.

Магнетитовые кварциты распространены так же широко. Главными минералами их являются магнетит и кварц; второстепенными - орто- и клинопироксены; акцессорными - ильменит, пирротин, халькопирит. Наряду с массивно-вкрапленными текстурами в этом типе руд широко развиты полосчатые (прерывисто-полосчатые, линейно-полосчатые, пльчатые) текстуры. В пространственном отношении собственно магнетитовые кварциты тяготеют к контактам основных и глиноземистых кристаллосланцев, иногда залегая в последних.

Полевешпат-пироксен-магнетитовые кварциты распространены на всех месторождениях, за исключением Харабаровского. Эти руды отличаются наиболее сложным минеральным составом: магнетит, кварц, ортопироксен ($f = 0,50-0,72$), плагиоклаз ($\# 50-30$), калишпат. Второстепенные минералы представлены ильменитом, клинопироксеном; акцессорные - пирротином, халькопиритом, пентландитом. Руды обладают массивно-вкрапленной, пятнистой, пятнисто-прожилковой, прерывисто-полосчатой текстурами, гломеробластовыми и зернистой структурами. Тесная пространственная связь этого типа руд с чарнокитами и чарнокитизированными основными кристаллосланцами позволяет связывать возникновение полевешпат-пироксен-магнетитовых кварцитов с общей чарнокитизацией пироксен-магнетитовых кварцитов и вмещающих основных кристаллосланцев, содержащих значительные количества магнетита.

Силикатно-магнетитовые руды - сравнительно редкий тип руд на месторождениях Китсйской группы. Они наиболее распространены на Харабаровском месторождении. Руды характеризуются значительной изменчивостью минерального состава. Главные минералы в них -

магнетит, клино- и ортопироксены, серпентин, тальк, тремолит; второстепенные - оливин, ильменит. Кварц отсутствует. Руды обладают массивной или пятнистой текстурой, структура обычно петельчатая, в мономинеральных разностях - зернистая. Возникновение руд этого типа связывается с деятельностью метаморфических растворов, циркулирующих по зонам дробления в магнетитовых кварцитах различного типа и меланократовых породах.

Магнетит практически является единственным рудообразующим минералом в выделенных типах руд. Содержание его колеблется от 20% в полевошпат-пироксен-магнетитовых кварцитах, до 95% в силикатно-магнетитовых и магнетитовых рудах. Магнетиты из различных типов руд содержат закономерно ориентированные включения ильменита и шпинели, возникновение которых связывается с распадом твердых растворов. Количество включений в магнетите резко снижается от пироксен-магнетитовых кварцитов к полевошпат-пироксен-магнетитовым и собственно магнетитовым кварцитам. В последнем типе включения практически отсутствуют.

Химическими анализами в магнетите из различных типов руд установлены: Al, Mg, Ti, V, Mn, Cr, Co, Zn (табл.2). Сравнение содержаний элементов-примесей в магнетитах из пироксен-магнетитовых кварцитов устанавливает значимые различия в содержаниях TiO_2 , Al_2O_3 , V_2O_5 . Наиболее высокие содержания этих компонентов свойственны магнетитам из пироксен-магнетитовых кварцитов.

Сравнение выделенных минеральных типов руд по химическому составу (табл.3) с использованием критерия Вилкоксона [II] позволило выявить следующие их особенности. Главные типы руд - пироксен-магнетитовые и магнетитовые кварциты, как и следовало ожидать, значительно отличаются по содержаниям TiO_2 , MgO , CaO , MnO более высоких в первом типе руд. Пироксен-магнетитовые кварциты также отличаются от образующихся по ним полевошпат-пироксен-магнетитовым кварцитам содержанием окислов железа и щелочей. Это свидетельствует о том, что при чарнокитизации пироксен-магнетитовых кварцитов происходил вынос железа и привнос щелочей.

В состав руд и вмещающих пород месторождений Китайской группы входят все наиболее типичные для гранулитовой фации минералы. С целью установления термодинамических параметров метаморфизма пород изучалось распределение Fe^{2+} и Mg^{2+} в сосуществующих парах орто- и клинопироксенов [7], а также гранатов, амфиболов и биоти-

Содержание элементов - примесей в магнетитах

Тип руды	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO
Собственно магнетитовые кварциты.....	$\frac{0-0,29}{0,15(9)}$	$\frac{0,29-1,26}{0,54(9)}$	$\frac{0-0,30}{0,09(9)}$
Пироксен-магнетитовые кварциты.....	$\frac{0,20-0,76}{0,42(I3)}$	$\frac{0,55-2,16}{1,22(I3)}$	$\frac{0,088}{0,033(I3)}$
Пироксен-магнетитовая руда.....	$\frac{1,00}{(I)}$	$\frac{2,23}{(I)}$	$\frac{\text{нет}}{(I)}$
Полевешпат-пироксен-магнетитовый кварцит...	$\frac{0,20}{(I)}$	$\frac{0,30}{(I)}$	$\frac{0,05}{(I)}$

Примечание. В числителе - пределы колебаний, в знаменателе - среднее содержание не подсчитывалось, если компонент установлен.

тов, Использовались геотермометры Л.Л.Перчука [5]. Температуры метаморфизма, определенные с помощью геотермометров Л.Л.Перчука, колеблются в интервале от 690 до 860°C, расчет температур минералообразования по Р.Кратцу на основе распределения MgO и FeO только в сосуществующих орто- и клинопироксенах дает более высокие значения - 800-1250°C. Использование гранат-пироксенового барометра Л.Л.Перчука позволяет ориентировочно оценить давление, при котором формировались породы, содержащие гранат и ортопироксен в 7,5 кбар.

В дополнение к этим расчетам мы привели определение температур гомогенизации включений в минералах, тесно ассоциирующихся с магнетитом. Всего было проанализировано до полной гомогенизации 152 газово-жидких (ГЖ) включений, которые нагревались с повторной проверкой только до 800°C. По конструкции печи невозможно было произвести более высокое нагревание. Однако и в этом случае во многих газово-жидких включениях газовый пузырек заметно уменьшался, и, по-видимому, до полной гомогенизации не хватало 100-150°C.

Во всех включениях преобладала одна фаза-газовая, хотя здесь же, буквально рядом, наблюдались и газово-жидкие включения.

В кварце в газово-жидких включениях зафиксированы темпера-

из руд месторождений Китайской группы (в вес. %)

MgO	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Co	Ni	Zn
0-0,46 0,12(9)	0-0,008 - (6)	сл.-0,05 0,015(6)	0,001-0,022 0,008(6)	сл.(6)	0-0,05 -(4)
0-0,40 0,1(13)	0-0,04 0,013(7)	0,016-0,056 0,028(7)	0,001-0,017 (0,008(7))	сл.(7)	0-0,08 -(4)
0,56 (1)	-	-	-	-	-
сл. (1)	нет (1)	0,002 (1)	0,001 (1)	сл. (1)	нет (1)

менателе - среднее содержание, в скобках - количество анализов; менее чем в 50% анализированных проб.

туры гомогенизации 680-720°C. Такие же цифры (760°C) получены и для пироксена из пироксен-магнетитовых кварцитов. Соотношение Г:Ж изменяется здесь от 1:1 до 1:10. Сами включения чрезвычайно мелкие, не превышают сотых и тысячных долей миллиметра.

Большое количество включений обнаружено в гранатах из эвлизитов. Соотношение Г:Ж во включениях изменяется от 1:3 до 1:10. Максимальная температура гомогенизации - 780°C.

Своеобразно гомогенизировались включения в кварце из полевошпат-пироксен-магнетитовых кварцитов. Начиная с 780 и до 140°C, включения образовывались непрерывно, при этом четко выделялись максимумы в гомогенизации ГЖ включений: 150, 400, 500°C.

Небезинтересно отметить, что в низкотемпературных включениях, гомогенизовавшихся при 140-230°C, соотношение Г:Ж составляло 1:1, а высокотемпературных - 1:10 и более.

Как видно, величины температур гомогенизации газовой-жидких включений в породобразующих минералах совпадают с таковыми, полученными расчетным путем.

На основании выявленных минеральных парагенезисов, химизма минералов и восстановления условий метаморфизма прогрессивно ме-

Т а б л и ц а 3

Статистические оценки средних содержаний (\bar{x}), стандартных отклонений (S) и коэффициентов вариации (V) рудообразующих окислов в выделенных типах руд

Окислы	Пироксен-магнетитовые кварциты (n = 20)			Собственно магнетитовые кварциты (n = 11)			Полевшпат-пироксен-магнетитовые кварциты (n = 11)			Пироксен-магнетитовые и сливные руды (n = 5)		
	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V
SiO_2	44,47	3,24	7,29	47,15	2,84	6,02	51,07	3,49	6,83	8,68	5,01	57,72
TiO_2	0,37	0,18	48,65	0,07	0,03	42,86	0,52	0,19	36,54	0,20	0,03	15,00
Al_2O_3	1,98	1,80	90,91	1,49	0,35	23,49	6,33	1,49	23,54	-	-	-
Fe_2O_3	30,14	5,25	17,42	30,70	4,53	14,76	17,66	3,64	20,61	61,81	5,22	8,45
FeO	16,92	2,45	14,48	17,01	2,43	14,29	13,84	3,25	23,48	24,65	2,50	10,14
MnO	0,17	0,16	94,12	0,06	0,01	16,67	0,16	0,13	81,25	0,16	0,09	56,25
MgO	3,60	1,32	36,67	2,22	0,56	25,23	4,18	0,83	19,86	4,21	2,18	51,78
Na_2O	0,30	0,20	66,67	0,17	0,04	23,53	1,07	0,42	39,25	0,10	0	0
CaO	1,75	1,19	68,00	0,84	0,39	46,43	2,99	1,19	39,80	0,16	0,14	87,50
K_2O	0,20	0,17	85,0	0,21	0,08	38,10	0,89	0,60	67,42	-	-	-
P_2O_5	0,11	0,04	36,36	0,11	0,06	54,55	0,15	0,08	53,33	0,06	0,02	33,33

П р и м е ч а н и е. Расчеты приведены по данным анализов, заимствованных из отчетов А.А.Дмитриева и др., В.М.Спешилова и др., Л.Н.Супруненко и др. и оригинальных, выполненных в химической лаборатории ИГиГ аналитиком А.В.Сухаренко.

таморфизованные вмещающие породы и руды месторождений отнесены к гранулитовой фации. Среди этих пород выделяются пироксеновые гранулиты, чарнокиты и амфиболовые гранулиты. К пироксеновым гранулитам относятся дупироксеновые основные кристаллосланцы и изофациальные с ними собственно магнетитовые и пироксен-магнетитовые кварциты. С ними коррелируются гранат-кордиеритовые кристаллические сланцы, которые относятся к высокотемпературной безбиотитовой субфации метапилитов.

Чарнокитизация основных кристаллосланцев и заключенных в них пироксен-магнетитовых кварцитов сопровождается, как показывают пересчеты химических анализов, выносом Mg, Ca, Fe и привносом щелочей и кремния. Амфиболовые гранулиты встречаются довольно редко. В них в равновесии с ромбическим пироксеном ($f = 0,49$) и плагиоклазом (№ 50) сосуществует коричнево-бурая роговая обманка - $(Ca_{1,63} Na_{0,52} K_{0,16})_2 3I (Mg_{2,82} Fe^{2+}_{0,23} Al_{0,62} Ti_{0,21} Mn_{0,04})_5 4O (Si_{6,47} Al_{1,53})_2 O_{22} (OH_{1,49} O_{0,51})_2$.

На породы гранулитовой фации позднее наложился процесс регрессивного метаморфизма амфиболитовой фации, что нашло выражение в широко развитом замещении пироксенов обыкновенной роговой обманкой. Статистическое сравнение химических составов неизмененных основных кристаллических сланцев и диафоритов указывает в нашем случае на изохимизм процессов высокотемпературного диафореза.

Геологические и петрохимические особенности основных кристаллосланцев, включающих большую часть согласных рудных тел, довольно убедительно свидетельствуют о вулканогенной природе их до-метаморфических авалогов [8].

Вопросы генезиса месторождений Китойской группы нашли отражение в опубликованных работах [12, 13, 14], а также в производственных отчетах геолого-съемочных и разведочных партий. М.С. Учитель и В.В. Корабельникова [12] впервые показали несостоятельность идеи первых исследователей месторождений о гидротермально-метасоматическом происхождении руд и привели ряд доказательств в пользу осадочно-метаморфогенного генезиса. Полученные при дальнейших исследованиях материалы позволяют детализировать эти представления и отнести рассматриваемые месторождения к железисто-кремнисто-метабазитовой формации. В пользу этого свидетельствует харак-

терная для железистых кварцитов этой формации пространственная связь с метаморфическими породами основного состава (амфиболиты, основные кристаллические сланцы), реконструируемые как первично вулканогенные породы. Этот генетический признак является ведущим для отнесения железистых кварцитов к вулканогенно-осадочному типу.

Среди других признаков, указывающих на вулканогенно-осадочное происхождение [10, 6], необходимо отметить следующие:

1. Значительное количество рудных тел (более 100), небольшая их мощность (редко более 10 м), небольшая протяженность — от десятков до 2000 м, обычно же 400–500 м.

2. Рудные тела в толще основных кристаллосланцев занимают близкие, но неодинаковые стратиграфические уровни, нередко залегание их кулисообразное.

3. Преобладание в рудах массивных текстур, что не характерно для железистых кварцитов терригенно-осадочного происхождения.

4. Положительная корреляция содержаний титана в железистых кварцитах и в магнетите с содержанием пироксенов в руде.

Влияние метаморфизма на формирование промышленных руд месторождений увеличивается последовательно от Байкальского к месторождениям Сарамтинское, Китойский Жидой, Харабаровское.

На Байкальском месторождении роль метаморфических процессов сводится к перекристаллизации исходного железисто-кремнистого вещества с образованием руд и железистых пород, метаморфизованных в условиях гранулитовой фации, последующей затем частичной чарнокитизации железистых кварцитов с образованием наиболее бедных руд месторождения — полевошпат-пироксен-магнетитовых кварцитов. Высокотемпературный регрессивный метаморфизм, широко проявленный на Байкальском месторождении, также не привел к значительному переотложению и концентрации магнетита в железистых кварцитах.

На Харабаровском месторождении интенсивно проявленная разрывная тектоника, выразившаяся в многочисленных и достаточно мощных зонах дробления, способствовала активному воздействию метаморфических растворов на ранее сформированные железистые кварциты и меланократовые породы, что привело к перераспределению железа и образованию богатых силикатно-магнетитовых руд. Месторождения Сарамтинское, Китойский Жидой в этом отношении занимают промежуточное положение в рассмотренном ряду.

ЛИТЕРАТУРА

1. В и н к л е р Г. Генезис метаморфических пород. М., "Мир", 1969, 247 с.
2. Д э л и Р.О. Изверженные породы и глубины земли. М., ОНТИ, 1936.
3. З а в а р и ц к и й А.Н. Введение в петрохимию изверженных горных пород. М., Изд. АН СССР, 1950, 400 с.
4. З а к р у т к и н В.В. О петрохимии чарнокитовой формации. - "Геология и геофизика", 1970, № 8.
5. П е р ч у к Л.Л. Равновесия породообразующих минералов. М., "Наука", 1970, 391 с.
6. П л а к с е н к о Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии (на примере Курской магнитной аномалии). Воронеж, Изд. ун-та, 1966, 264 с.
7. С а р а е в С.В. Пироксены из пород и руд Байкальского железорудного месторождения. - В кн.: Проблемы геологии и методы геохимических и геофизических исследований. Новосибирск, "Наука", 1972, с.40-42.
8. С а р а е в С.В. Петрографическая характеристика и реконструкция первичного состава вмещающих пород архейских железистых кварцитов Юго-Западного Прибайкалья. - В кн.: Литолого-геохимические исследования палеозойских и докембрийских отложений Сибири. Новосибирск, Изд. Института геологии и геофизики СО АН СССР, 1975, с.176-189.
9. С о л о в ь е в С.П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии. Л., "Наука", 1970. 311 с.
10. С т р а х о в Н.М. Типы литогенезиса и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963. 535 с.
11. У р б а х В.Ю. Биометрические методы. "Наука", 1964.
12. У ч и т е л ь М.С., К о р а б е л ь н и к о в а В.В. Восточно-Саянская железорудная провинция Иркутской области. - "Труды Иркутского политехнического ин-та, серия геол.". Иркутск, 1966, вып.30.
13. У ч и т е л ь М.С. Генезис железорудных месторождений Китайской группы. - "Труды Иркутского политехн. ин-та, серия технич. наук". Ч.1. Иркутск, 1967, вып.37.
14. У ч и т е л ь М.С., П р о к о ф ь е в А.А. Метамор-

фогенные железные руды арлея Юго-Восточного Приаяня и особен-
ности их размещения. - В кн.: Эндогенное оруденение Прибайкалья.
М., "Наука", 1969.

ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

В Северном Прибайкалье известны Тыйская и Абчадская полосы линейных аэромагнитных аномалий интенсивностью от 1000–1200 до 5000 гамм.

Из них более изученной и экономически благоприятно расположенной является Тыйская полоса.

В геолого-структурном отношении последняя приурочена к юго-восточному крылу Олоkitского синклинория, одной из наиболее крупных структур региона, и прослеживается в северо-восточном направлении от северо-западного побережья оз. Байкал до среднего течения р. Нурлундукава на расстоянии около 70 км.

Комплексными геолого-геофизическими работами в пределах полосы установлена серия пластов и пропластков железистых кварцитов. Последние образуют горизонт среди зеленосланцевой пачки пород олоkitской свиты верхнепротерозойского возраста. Для продуктивной пачки характерно ритмичное переслаивание слагающих ее пород. В составе пачки наибольшим распространением пользуются зеленые хлоритовые сланцы и в меньшей степени – известняки, доломиты, кварциты, железистые кварциты, углисто-серицитовые и карбонатно-кварцевые сланцы. Зеленые сланцы отличаются довольно однородным строением. Минералогический состав их характеризуется различными количественными соотношениями кварца, хлорита, эпидота, плагиоклаза, серицита, карбоната, реже биотита, актинолита и в верхах разреза – углистого вещества.

В пределах пачки, общая мощность которой достигает 2-х км, четко устанавливается наличие двух стратиграфических уровней раз-

вития мраморизованных известняков и доломитов. Нижний уровень карбонатных пород подстилается пластами белых сахаровидных кварцитов, в которых содержание кремнезема колеблется от 95 до 99%. Железистые кварциты встречены только между указанными двумя уровнями карбонатных пород. Вне их пределов они не установлены. Поэтому горизонты карбонатных пород могут рассматриваться как стратиграфические границы вертикального распространения железистых кварцитов. Мощности разреза между двумя уровнями карбонатных пород на разных участках различны — на юго-западе в районе центри-клинального замыкания синклинальной структуры составляют 500 м, в центральной части — 1000 м и в северо-восточной части полосы — 800 м.

Продуктивная пачка, содержащая пласты железистых кварцитов, выходит на уровень эрозионного среза в местах резкого воздымания шарнира сингинали. В связи с этим она обнажается с отдельными перерывами по простиранию структуры на 4-х участках: Севиликон, Сеногда, Горбылак и Тяя-Кавынах.

По минеральному составу, структурно-текстурным особенностям и содержанию полезного компонента в Тыйской полосе выделяются следующие типы руд:

1) полосчатые или собственно железистые кварциты с содержанием магнетита 60–90%. По текстурным особенностям среди полосчатых руд различаются грубополосчатые с мощностью рудных прослоев более 1 см, тонкополосчатые — с мощностью рудных прослоев менее 1 см;

2) вкрапленные, среди которых выделяются густовкрапленные с содержанием магнетита от 20 до 60% и редковкрапленные с содержанием магнетита до 20%.

Выделенные типы руд встречаются как совместно, сменяя друг друга в разрезе и по простиранию, так и раздельно. Так, в междуречье Тяя-Горбылак пласты магнетитовых кварцитов, линзовидно выклинаясь на флангах, постепенно сменяются густовкрапленными, а те, в свою очередь, переходят во вкрапленные и далее по простиранию — в обычные зеленые сланцы.

Полосчатые руды по составу разделяются на три разновидности — магнетитовые, магнетит-гематитовые и гематитовые. Они встречаются обычно разобщенно, но в некоторых случаях между ними отмечаются взаимопереходы. Наибольшим распространением пользуются магнетитовые железистые кварциты. Полосчатая текстура обусловле-

на чередовании полосок, сложенных различными количественными соотношениями кварца, магнетита, гематита и хлорита. Мощность полосок колеблется от первых миллиметров до 10 см. Границы между полосками обычно резкие, четкие, прямолинейные, реже постепенные.

В рудах обычно наблюдаются текстуры: грубополосчатая, ширина полосок от 1 до 10 см, и тонкополосчатая - от 0,1 до 1 см и микрополосчатая - менее 1 мм. По характеру чередования полосок текстурные особенности меняются от ритмично полосчатых до неравномернополосчатых. Довольно часто в полосчатых железистых кварцитах встречаются участки со сланцеватой и пльчатой текстурой. Иногда отмечается линзовидная текстура, обусловленная постепенным выклиниванием по простиранию рудных пропластков.

Минералогический состав железистых кварцитов довольно однороден. Магнетитовый кварцит представлен (в %): кварцем 10-60, магнетитом 30-90 и хлоритом 1-30. Магнетит-гематитовые кварциты состоят в основном из гематита 50-60%, магнетита 25-30% и кварца 10-15%, а гематитовые - из кварца 30-40%, гематита 60-70% и магнетита 1-5%. В незначительных количествах (до 2%) присутствуют серицит, биотит и карбонат. В единичных знаках отмечены эпидот, амфиболы, полевой шпат, лимонит, мартит, пирит, пирротин, галенит, сфалерит, марказит, малахит, марганцевый минерал, сфен и апатит.

Железистые кварциты характеризуются довольно высоким содержанием железа: от 17-20 до 45-52%. Средние содержания на разных участках различны и, по данным бороздowego и кернового опробования, равны соответственно (%): 34,08; 28,88; 26,23 и 27,14. Из полезных примесей постоянно отмечаются марганец от 0,1-0,2 до 1,0-8,29%, ванадий 0,003-0,05% и титан до 0,5%. Вредные примеси присутствуют в незначительных количествах: сера - до 0,07% (чаще отсутствует), фосфор от 0,02-0,05 до 0,21-0,57% и мышьяк 0,0015-0,0035%. По данным спектрального анализа, в тысячных долях процента присутствуют никель, кобальт, медь, хром, свинец и цинк.

Проведенными поисковыми работами в пределах Тыйской долины выявлены серии сближенных пластов железистых кварцитов на всех четырех участках: Севиликон, Сеногда, Горбылак и Тья-Кавынах.

Морфологически тела железистых кварцитов представлены залежами пластообразной формы. Мощность их варьирует в широких пределах от долей метра до 37,5 м, и они разделены безрудными прослоями

от 1-2 до 25 м. Серия таких чередований рудных и нерудных пластов образует единый рудный горизонт.

Железорудные пласты залегают согласно с вмещающими зелеными сланцами, которые зачастую сами несут вкрапленность магнетита и содержат от 8,12 до 16,56% железа общего. Контакты между рудой и сланцами по визуальным наблюдениям и данным опробования характеризуются, как правило, наличием переходных зон, мощность которых варьирует от 0,5-1 до 3-4 м. Постепенность переходов от руды к вмещающим породам заключается, с одной стороны, в увеличении прослоев вкрапленных руд на границах рудного пласта и, с другой, - наличием отдельных рудных пропластков за пределами последних. Отмечаются случаи резких контактов, особенно для маломощных пропластков. Характер выклинивания рудных пластов по простиранию выражается в расщеплении рудного тела с одновременным сокращением мощности и появлением среди руд многочисленных линзовидных тел зеленых сланцев (Тя-Горбылакское междуречье). Далее, в направлении выклинивания, количество и мощность прослоев безрудных пород увеличивается, и руды переходят во вмещающие породы, сохраняющие вкрапленность магнетита. По простиранию рудного пласта иногда может появиться очередной пласт, таким образом подчеркивая прерывистое расположение пластов на одном стратиграфическом уровне. Однако этот фактор не обязателен, и руды могут появиться выше или ниже указанного интервала.

Рудный горизонт в целом представляет собой частое чередование пластов железистых кварцитов и вмещающих пород. При этом количество рудных пластов, находящихся в пределах одного горизонта, колеблется от 2-3 до 6-7. Суммарная мощность рудного горизонта также не постоянна и достигает 110 м в максимуме (уч. Горбылак). Отчетливо намечается тенденция к сокращению количества и мощности рудных пластов в юго-западном направлении, в сторону центриклинального замыкания синклинали. Данные опробования показывают более высокие содержания железа в низах рудного горизонта.

Нужно также подчеркнуть, что пласты гематитовых кварцитов в большинстве своем приурочены к низам рудоносного горизонта.

Лабораторно-технологические исследования показали, что руды Тийской полосы по минералого-петрографическому составу и характеру ассоциации минералов относятся к типу легкообогатимых.

В качестве оптимального технологического метода обогащения

предложена мокрая магнитная сепарация. При этом получен магнетитовый концентрат с содержанием железа – 63,63%, при выходе – 46,30% и извлечении 84% и отвальные хвосты с содержанием железа – 10,45%, при выходе 53,62% и извлечении – 16%.

В отношении происхождения железистых кварцитов Северного Прибайкалья в настоящее время существуют два мнения.

Одно из них, сформулированное в 1969 г. геологами Северо-Байкальской экспедиции В.П.Сафроновым и А.Г.Краливиным, объясняет происхождение железистых кварцитов исследованного района в связи с подводно-вулканическими процессами. Доказательством этого является тесная пространственная и генетическая связь железистых кварцитов с зелеными сланцами, первичная эффузивная природа которых установлена ими однозначно. Одним из авторов объясняется появление данных образований вспышками андезито-базальтового вулканизма в позднем протерозое.

Генетическая связь железистых кварцитов с вулканогенно-осадочными образованиями подчеркивается, кроме того, следующими данными:

- 1) наличием реликтов основных эффузивов среди пород средней пачки олокитской свиты;
- 2) тесной перемежаемостью в разрезе пластов известняков, доломитов, кварцитов, железистых кварцитов и различных сланцев;
- 3) четким стратиграфическим контролем – залеганием пластов железистых кварцитов между двумя горизонтами карбонатных пород.

В последнее время сотрудниками ВостСибНИИГТИМСа Ю.Г.Поповым и В.Д.Белогуровым доказывается, что формирование железистых кварцитов Северного Прибайкалья связано с процессами региональной ба-зификации (скарнирования). Основным аргументом для этого послужило наличие скарноидов в составе продуктивной средней пачки. Однако процессы скарнирования носят частный характер и не имеют широкого развития. Сотрудники лаборатории метаморфизма и метасоматизма Института геологии Бурятского филиала СО АН СССР В.Е.Руденко и В.У.Болонев в результате изучения метаморфизма пород рудоносной пачки обратили внимание на то, что размещение главных рудных залежей определяется их стратиграфическим положением и не зависит от метаморфической зональности, тектонических дислокаций и регрессивных преобразований. Исходя из наличия реликтов миндаля-каменных текстур, особенностей структуры и состава пород, эти ис-

следователи приходят к выводу о существенной роли основного вулканизма на начальных стадиях формирования продуктивной олокитской свиты.

Прогнозные запасы по Тыйской железорудной полосе оцениваются в I млрд. 100 тыс. т до глубины 300 м. По данным интерпретации геофизических аномалий, масса железосодержащих руд Тыйской полосы оценивается в 5 млрд. т. В Северном Прибайкалье, кроме Тыйской, известна Абчадская полоса аэромагнитных аномалий, параметры которой во многих случаях не уступают таковым Тыйской полосы. Абчадская полоса протяженностью около 100 км пространственно приурочена к северо-западному крылу Олокитского синклинория и удалена от трассы БАМа на 80–120 км. В пределах полосы специализированные поисковые работы на железо не проводились.

По данным геологосъемочных работ м-ба I:200000, здесь отмечены выходы магнетитовых кварцитов с содержанием железа (30–45%).

Из сказанного выше следует, что Северное Прибайкалье является одним из новых перспективных железорудных районов в Восточной Сибири и требует более детальной оценки. При этом следует учитывать, что строящаяся Байкало-Амурская магистраль пересекает Тыйскую железорудную полосу в ее центральной части.

Дальнейшие работы по оценке железистых кварцитов Северного Прибайкалья следует направить:

- 1) на поисково-разведочные работы в пределах Тыйской полосы с проходкой скважин по отдельным профилям;
- 2) на поисково-оценочные работы в пределах Абчадской полосы.

РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ АЛДАНСКОГО ШИТА

Первые находки железистых кварцитов на Алданском щите отмечены Д.С.Коржинским в 1931 г. на р.Тимптон и А.И.Куксом в 1938–1939 гг. в бассейнах рек Учур и Сутам. В последующие годы геологи трестов "Совззолото", "Сибгеолслюда", Всесоюзного аэрогеологического треста, Читинского и Якутского геологических управлений установили широкое распространение таких руд в центральной и особенно в западной частях щита. Это позволило нам выделить железистые кварциты в самостоятельный формационный тип железных руд, определить основные районы их развития и впервые обосновать необходимость поисковой оценки отдельных районов [8].

Прогнозно-тематические исследования и интенсивные поиски железных руд в западной части Алданского щита на протяжении последних пяти лет (Ималыкский, Чарский, Ханинский и Олекмо-Амгинский районы) позволили изучить геологию месторождений железистых кварцитов, а на примере наиболее детально опоскованного Ималыкского (Чаро-Токкинского) района впервые доказать их промышленное значение.

Основные типы и разновидности железистых кварцитов региона, их петрографическая номенклатура и некоторые черты характерных месторождений описаны ранее [8, 13, 3]. При этом было показано, что подавляющее большинство железистых кварцитов Алданского щита аналогично таким рудам на Украинском, Балтийском и Воронежском щитах в СССР и в других докембрийских регионах мира. Эти и новые материалы дают возможность рассмотреть железистые кварциты с позиций их рудоконтролирующих факторов и поисковых критериев, опу-

стив традиционно описательную сторону вопроса как известную либо освещенную в других статьях сборника.

Рудоконтролирующие факторы и поисковые критерии железных руд докембрийских железисто-кремнистых формаций определены давно и освещены в многочисленных публикациях [15, 1, 16, 9 и др.]. Однако в разных регионах месторождения железистых кварцитов отличаются своими особенностями. Поэтому конкретная роль каждого фактора неодинакова и требует специального изучения. Рассмотрим их от региональных к локальным.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Стратиграфический фактор выражается в приуроченности наиболее крупных месторождений магнетитовых железистых кварцитов к верхнеархейским образованиям субганского комплекса (борсалинская серия с возрастом метаморфизма более 2600 млн. лет). Железистые кварциты часто встречаются и в более древнем — иенгрском комплексе Аданского щита, притом на нескольких стратиграфических уровнях. Однако в иенгрском комплексе они представлены только мелкими месторождениями (Ягиндя, Холодникавское, Гематитовое и др.).

Значение фактора как поискового критерия, двойное. Во-первых, он указывает на локализацию потенциально-промышленных месторождений в западном (Чаро-Олекминском) блоке щита, где развит субганский комплекс. Поиски таких месторождений восточнее Амгинского структурного шва в смежном-центральной блоке (Алдано-Тимптонский) бесперспективны. В этом блоке господствующую роль играют железорудные месторождения карбонатной щелочноземельно-железистой формации Федоровской свиты — вероятного стратиграфического эквивалента железисто-кремнистой формации борсалинской серии.

Во-вторых, верхнеархейский возраст основной рудоносной серии обусловил ограниченные масштабы железоруднения по сравнению с мощными железисто-кремнистыми формациями нижнего протерозоя в других аналогичных регионах (Криворожская, Курская серии докембрия Русской платформы).

Геотектонический фактор влияет на закономерности размещения и распространения на глубину рудонос-

ных образований борсалинской серии. Его роль в размещении мелких месторождений железистых кварцитов иенгрского комплекса пока не изучена.

Значение фактора проявляется, прежде всего, в приуроченности самых крупных месторождений к субмеридиональным линейным структурам — палеоавлакогенам [12]. Такие структуры длиной более 200 и шириной 6–12 км входят в состав мощных зон глубинных разломов и расчленяют западный блок щита на тектонические блоки высшего порядка (Чаро–Токкинская, Токкинская и Тас–Миэляхская железорудные зоны). Внутреннее строение зон еще не исследовано.

Подобный контроль подтверждается не везде и даже опровергается примером Ханинского железорудного района с его изометричными контурами. Здесь развиты рудоносные структуры типа междупольных брахисинклиналей со сложными, амёбовидными в плане очертаниями (Тарагайское рудное поле).

По форме и размерам они соответствуют Верховцевскому, Сурскому и Чертомлыкскому синклиниориям конкско–верховцевской серии Украинского щита [6]. Как показали поисковые работы в Ханинском районе, в сложных брахисинклинальных структурах значительных по масштабам месторождений нет.

Другой особенностью геотектонического фактора является очень большая и неравномерная по простиранию глубина эрозийного среза основных рудоносных структур борсалинской серии, которая значительно превышает глубину вскрытия аналогичных структур на других щитах (на Украинском, например).

На опыте изучения наиболее мощной Чаро–Токкинской зоны к данному заключению приводят два обстоятельства:

- разобщенность в плане сравнительно маломощных (16–330 м) выходов рудоносных горизонтов широкими полосами подрудной толщи (не менее 500–2000 м);
- относительно малая глубина погружения горизонтов железистых кварцитов (800–2800 м) при неодинаковой величине эрозийного среза в смежных рудных полях — разница срезов превышает 500 м [14].

Значение этой особенности геотектонического фактора особенно велико. Так, большая общая глубина эрозийного среза объясняет высокую ступень метаморфизма пород и руд борсалинской серии (самостоятельный рудоконтролирующий фактор). С неравномерной глубиной эрозийного среза может быть связана прерывистость в рас-

пространении железорудных месторождений по простиранию отдельных зон. В частности, так можно объяснить их отсутствие между Ималькским и Чарским районами Чаро-Токкинской зоны. Та же причина может обусловить разные перспективы развития на глубину железных руд в смежных рудных полях.

Ф о р м а ц и о н н ы й ф а к т о р определяет масштабы и главные особенности геологии железистых кварцитов Адданского щита. Уверенно судить об их формационной принадлежности пока еще трудно из-за слабой изученности петрологии и состава пород железисто-кремнистых формаций. Наиболее распространенные породы - биотитовые и другие гнейсы - определенного ответа на рассматриваемый вопрос не дают.

В то же время обращает внимание устойчивая пространственная ассоциация подавляющего большинства месторождений железистых кварцитов с различными метабазами (ортоамфиболиты с мелкими телами ультраосновных пород, основные чарнокиты, метадиабазы и т.п.), которые занимают до 10% и более общего объема формаций. Как правило, метабазиты подстилают рудоносные горизонты, но, наряду с этим, часто замещают их по латерали либо залегают в кровле.

Это сближает месторождения Адданского щита с метабазитовым или киватинским типом железисто-кремнистых формаций, распространенных на Канадском, Балтийском и Украинском щитах (Чертомлыкское, Западно-Белозерское и др. месторождения [2, 11]).

В главном - Ималькском районе ассоциации рудных горизонтов с метабазами дополняются лептитам и лептитовыми гнейсами (преобладают лейкократовые кварц-плагноклазовые породы с содержанием суммы щелочей до 9-11%, как правило, перекристаллизованные). По количеству они не уступают метабазитам, но размещаются в кровле рудоносных горизонтов (Тарынахское, Кебектинское месторождения). Присутствие лептитов позволяет в первом приближении отождествить железорудную формацию Ималькского района со смешанным метабазит-лептитовым типом, который развит в восточной части Балтийского щита (Комсомольское, Костомукшское и др. месторождения [5, 17]).

Указанное сходство адданских месторождений с обоими типами формаций подтверждается также полным отсутствием карбонатных пород; литологическим составом рудных горизонтов (куммингтонит - магнетитовые и магнетитовые железистые кварциты, куммингтонито-

вые и слюдяные сланцы, кварциты); их многопластовым строением, фашиальной неустойчивостью и сравнительно небольшой мощностью.

Как известно, оба формационных типа отличаются относительной сложностью геологического строения железорудных месторождений. Хотя они и образуют крупные скопления легкообогатимых руд (более I млрд. т), но по масштабам явно уступают самым продуктивным формациям криворожского типа.

Кроме metabазитовой и metabазит-лептитовой формаций, на Алданском щите определен третий формационный тип труднообогатимых гематитовых железистых кварцитов-железисто-кремнисто-глиноземистый (Юс-Крельское, Тарагайское и Кабаханырское рудные поля в Ханинском районе, Гематитовое месторождение в Дес-Леглиерском районе). Для него характерно размещение рудных горизонтов среди высокоглиноземистых (силлиманитовых) гнейсов и гнейсо-кварцитов, а также переслаивание железистых кварцитов с железистыми литогенитами (гематит-силлиманитовые породы).

Месторождения третьей формации по размерам малы и являются спутниками основных формационных типов железных руд Алданского щита. В Ханинском и Дес-Леглиерском районах они образуют второй ярус оруденения над горизонтами магнетитовых руд. Судя по такой геологической позиции и особенностям минерального и химического состава железных руд (силлиманит, железная слюдка, спекулярит и мартит, при высоком содержании глинозема, двуокиси титана и окиси железа), третья железорудная формация представляет собой преотложенную и метаморфизированную древнюю кору выветривания железорудных формаций нижнего - основного яруса, что ограничило масштабы ее месторождений.

ЛОКАЛЬНЫЕ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Метаморфогенный фактор определил минеральный состав, структуру и обогатимость железистых кварцитов. Судя по довольно отрывочным сведениям, метаморфизм железистых кварцитов Алданского щита охватывает широкий диапазон фаций - от зеленосланцевой до гранулитовой. Однако истинная картина искажена диафорическими явлениями, как правило, еще не изученными. Без сомнения, резко преобладает прогрессивный метаморфизм амфиболитовой фации.

По данным А.А.Глаголева и др. [4], в Ималыкском районе господствуют минеральные ассоциации мусковит-силлиманитовой субфации амфиболитовой фации метаморфизма. Именно ей объясняется преимущественно кумингтонит-магнетитовый состав железистых кварцитов и железистых сланцев при полном отсутствии в них сингенетичных магнезиально-железистых карбонатов типа сидероплезита.

Равномерное распределение условий амфиболитовой фации обеспечило повсеместную чистоту и хорошую раскристаллизацию зерен магнетита (0,2-0,4 мм). Поэтому железистые кварциты относятся к легко и весьма легко обогатимым рудам и пригодны для производства суперконцентратов порошковой металлургии. Лабораторные испытания их обогатимости, выполненные институтом "Механобрчермет", показали возможность получения рядовых концентратов с содержанием железа 67-70%.

Магматогенный фактор проявился в изменении вещественного состава, структур и текстур рудовмещающих пород и железистых кварцитов под влиянием гранитизации и ультраметаморфизма. Его несомненно положительная роль заключается в усреднении состава вмещающих пород, которые повсеместно замещаются мигматитами и гранитами - наиболее контрастными по магнитности породами относительно железных руд. Благодаря этому оказалась весьма эффективной сухая магнитная сепарация рудной массы на стадии дробления 25-0 мм.

Интенсивная гранитизация сопровождалась также перекристаллизацией значительной части железистых кварцитов с ликвидацией их первоначально микрослоисто-полосчатой текстуры. В итоге сформировались гнезда и мелкие тела неяснополосчатых и массивных крупнозернистых скарноподобных руд. Им сопутствуют мелкие гнезда и жилы богатых руд, которые возникли вследствие метаморфической сегрегации магнетита.

Негативная роль ультраметаморфизма и глинистых инъекций мезозойских щелочноземельных интрузий выражается в частичной ассимиляции руд и механическом разубоживании рудных тел. По предварительным данным, этот процесс большого значения не имеет, но в отдельных случаях может обусловить уничтожение части рудных тел.

По всей вероятности, с такой ассимиляцией и последующим переотложением магнетита рудоносных горизонтов следует связывать по-

явление его мелких месторождений в контактовых ореолах палеозойских и мезозойских щелочных и щелочно-земельных интрузивов среди карбонатных кембрийских пород на северных склонах Алданского щита (рудопоявления гольца Мурун в Иматльском районе, на горе "Сопка" в г.Олекминске и других местах). Такие "регенерированные" рудопоявления могут послужить поисковым признаком погребенных под осадочным чехлом крупных месторождений железистых кварцитов и других докембрийских формационных типов железных руд.

Влияние рассматриваемого фактора выразилось также в диафорическом преобразовании силикатов руд в гидросиликаты под воздействием процессов регрессивной стадии гранитизации и постмагматических явлений мезозойского магматизма. В результате существенно изменилась первичная минералогическая зональность рудных тел.

Наконец, следует обратить внимание на пока еще проблематичную роль магматогенного фактора в первичном железнакоплении. Как и в других аналогичных Алданскому щиту регионах, она еще не обособлена, но проявляется в отчетливой парагенетической связи горизонтов железистых кварцитов с двумя группами магматических формаций: базитовой и гипербазитовой, подстилающих железные руды, и порфиристо-кератофировой или дацитито-риолитовой, обычно приуроченной к надрудной и междрудной частям разреза железисто-кремнистой формации.

Л и т о ф а ц и а л ь н ы й ф а к т о р обусловил внутреннее строение рудных тел и изменчивость их по простиранию. Именно с ним связано многократное переслаивание железистых кварцитов и несомненно кластогенных пород – слюдяных сланцев и кварцитов, которые не встречаются за пределами рудоносных горизонтов.

Широкое распространение в рудных телах куммингтонита, редкие проявления послынной железной слюдки и признаки их закономерного размещения на фоне магнетита в поперечном разрезе рудных пластов (аутигенно-минералогическая зональность) позволяют восстановить первоначальный фациальный состав железистых кварцитов и железистых сланцев: среди них резко преобладали магнизиально-железисто-карбонатная и карбонат-магнетитовая фации, при подчиненной роли окисной гематитовой фации.

На примерах слабо метаморфизованных месторождений железистых кварцитов metabазитовой формации (Чертомлыкское, Тепловское

месторождения Украинского щита) установлено, что карбонат-содержащие фации железистых кварцитов весьма неустойчивы. Это положение четко подтверждается в Ималыкском районе. Здесь явления выклинивания рудных пластов и сопутствующих им пород, изменчивость их мощности и общего числа на расстоянии 600–1200 м по простиранию – характерная особенность месторождений.

Гипергенный фактор выразился в окислении выходов железистых кварцитов на поверхность или под покров осадочных пород (мартитизация магнетита и замещение силикатов рыхлым дисперсным гематитом в гематитовой коре выветривания).

На открытых с поверхности месторождениях (подавляющее большинство) его влияние незначительно вследствие малой мощности или даже полного отсутствия площадной зоны окисления и дезинтеграции руд. Кора выветривания, вероятно, размыта. Окисление руд ощутимо лишь в зонах разрывных нарушений, пересекающих рудные тела (линейные карманы выветривания).

На месторождениях, перекрытых чехлом осадочных пород (Горкитское, Торгинское), значение гипергенного фактора может оказаться весьма большим вследствие лучшей сохранности площадной зоны окисления от размыва. С этим связано ухудшение технологических свойств железных руд вследствие потери магнитности, но, вероятно, и образование богатых окисленных руд.

Структурный фактор оказал решающее влияние на условия залегания рудных тел. Однако его конкретная роль в отношении складчатых деформаций и проявления структур будинажа еще не выяснена. Пока наиболее очевидной представляется большая роль разновозрастной системы разрывных нарушений, обусловивших мозаично-блоковую структуру рудных полей.

Все охарактеризованные рудоконтролирующие факторы одновременно являются и поисковыми критериями месторождений железистых кварцитов. Их перечень дополняют геофизические поисковые критерии, а также поисковые признаки в виде коренных обнажений и делювиально-обломочных россыпей железистых кварцитов.

Геофизические поисковые критерии обусловлены высокой или повышенной магнитностью и плотностью железистых кварцитов и сопутствующих им метабазитов, которые резко выделяются в этом отношении среди окружающих гранитизированных слабомагнитных пород (гнейсы, мигматиты и т.п.). Это

определяет высокую эффективность магниторазведки и гравиметрии при поисках месторождений железистых кварцитов Адданского щита, как правило, открытых и оконтуренных с помощью региональных аэромагнитных съемок.

КРИТЕРИИ И ПРЕДПОСЫЛКИ ПОИСКОВ БОГАТЫХ РУД

С железисто-кремнистыми формациями докембрия тесно связаны промышленные месторождения богатых руд. Их выявление на Адданском щите имело бы особо важное значение для перспективной оценки железорудных районов.

Среди железистых кварцитов Ималыкского, Ханинского, Олекминского и Дес-Леглиерского районов известны небольшие проявления богатых магнетитовых и марититовых руд метаморфогенного и гипергенного происхождения [8]. Наиболее крупное из них — в форме крутопадающей линзы магнетитовых руд мощностью до 19 м — обнаружено на Кебектинском месторождении в 1975 г. (скв. 17 и 18 на профиле 82).

В этой связи была предпринята попытка оценить предпосылки поисков богатых руд в крупнейшей Чаро-Токкинской зоне с помощью специальной системы поисковых критериев [9]. Новые материалы по геологии железисто-кремнистых формаций позволяют конкретизировать и уточнить эту оценку, а также в полной мере отнести ее ко всем районам распространения железистых кварцитов на Адданском щите.

Ранее было показано, что благоприятные предпосылки поисков существуют в отношении первомайского и белгородского геолого-промышленных типов месторождений богатых руд, которые представлены соответственно столбообразными телами магнетитовых и плащеобразными залежами остаточных марититовых руд. Такое заключение нуждалось в дополнительном изучении важнейших рудоконтролирующих факторов богатых руд — формационного и литофациального.

В свете новых, пока предварительных данных, оба фактора оказались неблагоприятными из-за малой нормальной и горизонтальной мощностей пластов железистых кварцитов, которые могут обеспечить появление только мелких залежей богатых руд. Подобные залежи самостоятельной ценности не имеют, их присутствие лишь способст-

Вует повышению содержания железа в бедных легкообогатимых рудах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предварительный обзор рудоконтролирующих факторов и поисковых критериев железистых кварцитов Алданского щита показал, что достоверность их неравноценна. Все они нуждаются в дальнейшем уточнении. Однако и в предложенном виде рассмотренные критерии приемлемы для решения практических задач.

Так, с помощью стратиграфического, геотектонического и геофизического региональных поисковых критериев возможно прогнозирование и оконтуривание перспективных железорудных зон и районов. Формационный, литофациальный и структурный критерии применимы для оценки масштабов месторождений, морфологии, внутреннего строения и условий залегания рудных тел. Тем самым они определяют методику поисковых и разведочных работ. Метаморфогенный, магматогенный и гипергенный критерии оказываются решающими в оценке качества и обогатимости железных руд. Геофизические критерии и поисковые признаки широко используются при поисках конкретных рудных тел.

Значительная часть рассмотренных критериев подтверждена практикой поисков железных руд, другие нуждаются в проверке. Во всех случаях важно использование комплекса поисковых критериев, так как ни один из них в отдельности не является решающим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б е л е в ц е в Я.Н. Поисковые критерии железных руд магнитных аномалий. Киев, Изд. АН УССР, 1954, 44 с. с ил.
2. Б о й к о В.Л. Геология осадочно-вулканогенных формаций Чертомлыкско-Соленовского района. - В кн.: Геология осадочно-вулканогенных формаций Украинского щита. Киев, "Наукова думка", 1967, с.82-231 с ил.
3. В о р о н а И.Д. и др. Железорудные формации докембрия Алданского щита. - В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972, с.258-266 с ил.
4. Г л а г о л е в А.А. и др. Минеральные типы и метамор-

физм железистых кварцитов Чаро-Токкинского района в западной части Алданского щита.- "Геология рудных месторождений", вып. I, М., 1977, с.51-62 с ил.

5. Гор я и н о в П.М. Геология и генезис железисто-кремнистых формаций Кольского полуострова.Л., "Наука", 1976, 147 с

6. Ка л я е в Г.И. Тектоника докембрия Украинской железорудной провинции. Киев, "Наукова думка", 1965, 190 с. с ил.

7. Ки с е л е в Г.Н., К р а в ч е н к о В.М. Сопоставление архейских железисто-кремнистой и карбонатной щелочно-земельно-железистой формаций Алданского щита. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. В настоящем сборнике.

8. К р а в ч е н к о В.М. Формации таконитов (дзеспилитов) докембрийского возраста Южной Якутии и их промышленные перспективы. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Якутск, книжн. изд-во, 1962, вып.8, с.3-16 с ил.

9. К р а в ч е н к о В.М. Сравнительное исследование докембрийских месторождений богатых железных руд Русской платформы и разработка их поисковых критериев. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра геол.-минерал. наук. М., ВИМС, 1973, 40 с.

10. К р а в ч е н к о В.М. Перспективы поисков богатых руд железисто-кремнистых формаций в Чарской железорудной зоне Алданского щита. - В кн.: Материалы по региональной геологии Сибири. Новосибирск, 1976, с.78-83 (Труды СНИИГТИМСа, вып.213).

11. Ла д и е в а В.Д. Геология осадочно-вулканогенных формаций Белозерского района. - В кн.: Геология осадочно-вулканогенных формаций Украинского щита. Киев, "Наукова думка", 1967, с.280-374 с ил.

12. Л е й т е с А.М., М у р а т о в М.В., Ф е д о р о в с к и й В.С. Палеоавлакогены и их место в развитии древних платформ. - "Докл. АН СССР", 1970, т.191, № 6. с. 1355-1358.

13. П е р в а г о В.А. Алданская железорудная провинция. М., "Недра", 1966, 116 с. с ил.

14. Са ф о н о в А.М., С т о г н и й В.В. Структура рудных полей и месторождений железистых кварцитов Имальского района. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. В настоящем сборнике.

15. С е м е н е н к о Н.П. Структура рудных полей Криво-

рожских железорудных месторождений. Том I, Киев, изд-во АН УССР, 1946, 264 с. с ил.

16. Т о х т у е в Г.В. Поисковые критерии железистых кварцитов и богатых железных руд Украинского щита. Киев. Изд. ИГФМ АН УССР, 1973, 74 с.

17. Ч е р н о в В.М. и др. Вулканогенные железисто-кремнистые формации Карелии. Петрозаводск, "Карелия", 1970, 285 с. с ил.

*В.А. БИЛАНЕНКО, И.Д. ВОРОНА, В.М. КРАВЧЕНКО,
А.М. САФОНОВ, ИМ. ФРУМКИН*

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ АЛДАНСКОГО ШИТА

В течение 1972–1976 гг. Якутским геологическим управлением проведены интенсивные поиски и оценка месторождений легкообогатимых железистых кварцитов в главных районах их распространения на Алданском щите. В итоге для этого региона было доказано промышленное значение главного в СССР формационного типа железных руд. Аналогичные перспективы месторождений магнезиально-силикатных магнетитовых руд карбонатной щелочноземельно-железистой формации (Таежное, Пионерское и др.) определились ранее в процессе разведочных работ 1951–1960 гг.

Проведенные исследования позволили разработать поисковые критерии железистых кварцитов Алданского щита и уточнить прежние схемы районирования Алданской железорудной провинции в части главных формационных типов железных руд [4, 5, 2, 3, 1]. Предлагаемая схема (см. рисунок) построена на основании региональных рудоконтролирующих факторов и поисковых критериев, а перспективы отдельных районов оценены с помощью локальных поисковых критериев.

Все практически интересные месторождения железных руд щита сформировались в две докембрийские металлогенические эпохи: раннеархейскую–ингерскую (более 3 млрд. лет) и позднеархейскую–субганскую (более 2,6 млрд. лет). Именно эти месторождения образуют железорудную провинцию.

В метаморфических толщах среднеархейского тимптоно-джелтулинского комплекса (тимптонская, джелтулинская серии) и олекминской серии заслуживающих внимания проявлений железных руд нет.

Поэтому обширные площади распространения этих образований на востоке и западе Адданского щита можно исключить из числа перспективных площадей железорудной провинции.

В соответствии с принятой схемой, Адданская железорудная провинция расчленена на десять железорудных зон (см. рисунок). По компактному расположению групп месторождений внутри некоторых зон выделены также железорудные районы.

Изученность провинции в целом для уверенного суждения о ее перспективах, явно недостаточна. Вся территория покрыта среднemasштабными геологической и аэромагнитной съемками. Более детальные геологические и геофизические съемки, а также специализированные на железо поиски, тем более разведочные работы, проведены лишь в отдельных районах. Перспективы конкретных районов неравноценны и нередко вследствие слабой изученности вовсе не выяснены. Рассмотрим их в отношении формаций железистых кварцитов по выделенным зонам и районам с запада на восток.

Ч а р о - Т о к к и н с к а я з о н а - крупнейшая в Адданской железорудной провинции: ее общая протяженность в контурах магнитных аномалий превышает 200 км. Она объединяет три железорудных района - основной - И мал ы к с к и й, вспомогательный - Су л у м а т с к и й (расположен в Читинской области и на рисунке не показан). Кроме того, сюда включен потенциально перспективный Т о к к и н с к и й район. Месторождения всех районов сложены образованиями борсалинской серии субганского комплекса.

И м а л ы к с к и й р а й о н располагается у сопряжения границ Якутской АССР, Иркутской и Читинской областей. Здесь выявлено 3 крупных (Тарыннахское, И мал ы к с к о е и Горкитское), 7 средних и мелких месторождений, которые образуют прерывистую полосу субмеридионального простирания протяженностью 50 и шириной 6-8 км.

Вся площадь района покрыта крупномасштабными геологической, гравиметрической и аэромагнитной съемками. С поверхности месторождения изучены наземной магниторазведкой масштаба 1:10000 и 1:2000, вскрыты и опробованы разведочными канавами через 600 м по простиранию, а на глубину до 300-600 м двадцать скважинами.

В результате установлено, что подавляющая часть руд представлена куммингтонит-магнетитовыми железистыми кварцитами смешанной метабазит-лаптитовой формации. Они содержат 20-25% желе-

за в форме магнетита (с учетом разубоживания прослоями пустых пород) и относятся к легко и весьма легко обогатимым рудам: на стадии дробления 25-0 мм эффективно обогащение сухой магнитной сепарацией, а при измельчении до 0,074 мм возможно извлечение магнетитовых концентратов с содержанием железа 66-70%. По предварительным данным, руды пригодны и для производства суперконцентратов порошковой металлургии.

Рудные тела имеют пластовую форму и крутое изменчивое падение под углами 60-90°. Их мощность составляет 11,8-208,3 м (110 м в среднем по Главной залежи Тарыннахского месторождения), протяженность по простиранию достигает 6-13 км, а глубина распространения, по данным магниторазведки, 800-2800 м. Морфология залежей усложнена складчатостью и разрывными смещениями с горизонтальной амплитудой до 100 м. Внутреннее строение рудных тел сложное за счет многочисленных прослоев пустых пород мощностью 1-14 м.

Прогнозные запасы легкообогатимых железных руд, пригодных для открытой разработки до глубины 300-500 м (неодинакова для разных месторождений), в целом по району составляют 4 млрд. т, в том числе на крупнейшем Тарыннахском месторождении 1,5 млрд. т. Для варианта комбинированной разработки открытым и подземным способом до глубины 1000 м прогнозные запасы оценены в 7 млрд. т.

Основная часть запасов сконцентрирована в месторождениях с весьма благоприятными горнотехническими условиями по гидрогеологической обстановке и условиями вскрыши (открыты с поверхности и расположены на водораздельном гребне плоскогорной местности). Сложными условиями отличаются Ималькское и Горкитское месторождения.

Благодаря близкому расположению к проектной трассе БАМа (110 и 160 км для крайних месторождений), крупным запасам руд и компактному расположению месторождений район может обеспечить сырьем мощный горнообогатительный комбинат с годовой производительностью по концентрату в объеме 9-11 млн. т.

С у л у м а т с к и й ж е л е з о р у д н ы й р а й - о н располагается в Читинской области вблизи от проектной трассы БАМа. По данным Читинского геологического управления, геология его месторождения и качественная характеристика руд аналогичны описанным для Ималькского района. Однако в отношении мощнос-

тей рудных тел и прогнозных запасов железных руд (1,5 млрд. т) он резко уступает Имальскому району.

Токкинский район находится в непосредственной близости (в 10–20 км к востоку) от Имальского района и потому рассматривается как часть Чаро-Токкинской зоны. Он также сложен комплексом рудоносных пород борсалинской серии. Никаких специальных поисков железных руд не проводилось, хотя в ходе геологосъемочных и тематических работ выявлены проявления железистых кварцитов, что подтверждает потенциальную перспективность района на железо.

Ханинская железорудная зона находится в основном на территории Амурской области и лишь незначительной северной частью – в пределах Южной Якутии. В целом она исследована слабо. Ее северная часть, именуемая собственно Ханинским районом, размещается непосредственно на трассе БАМа и изучена среднemasштабными аэромагнитной и геологической съемками с наземными поисками масштаба 1:10000 (профильная магнито-разведка и маршрутные поиски с проходкой разведочных канав).

Здесь выявлено множество рудопроявлений железистых кварцитов, богатых железных руд и железистых лтогенитов (гематит-силлиманитовые породы), группирующихся в четыре обособленных рудных поля – Кабаханьрское, Юс-Кюельское, Тарагайское и Чулангдинское. Именно они образуют Ханинский железорудный район.

Все рудопроявления связаны с борсалинской серией верхнего архея и приурочены к двум стратиграфическим горизонтам разного формационного состава. В нижнем горизонте (метабазитовая формация) выявлен один пласт магнетитовых железистых кварцитов мощностью 5–25 м. Верхний горизонт (железисто-кремнисто-глиноземистая формация) мощностью 50 м образован переслаивающимися пластами труднообогатимых железносподко-мартитовых железистых кварцитов и железистых лтогенитов с маломощными линзами мартитовых и магнетитовых богатых руд.

Протяженность горизонтов по простиранию в разных рудных полях составляет 8–19 км, а общие прогнозные запасы бедных руд района достигают 1 млрд. т. При этом подавляющая их часть приходится на долю труднообогатимых гематитовых руд, которые могут иметь промышленную ценность только при условии их комплексной переработки с извлечением сопутствующих компонентов (глинозем, титан и др.).

Общие перспективы Ханинского района определяются после проведения комплексных технологических испытаний железных руд и наземной оценки крупной магнитной аномалии, которая выявлена в 1976 г. южнее детально опоскованной площади Тарагайского рудного поля.

Т а с м и э л и н с к а я ж е л е з о р у д н а я з о н а , как и предыдущая, сформирована метаморфическим комплексом пород борсалинской серии и на всем протяжении совершенно не изучена в отношении железных руд. Здесь установлены разрозненные проявления магнетитовых железистых кварцитов и, вероятно, сопряженные с ними интенсивные магнитные аномалии. Наиболее перспективной представляется центральная часть зоны, где следует провести общие поиски железных руд. При современной изученности судить о перспективах зоны по железу преждевременно.

О л е к м о - А м г и н с к а я ж е л е з о р у д н а я з о н а является последней крупной структурой борсалинской серии, которая ограничивает с востока площадь распространения перспективных месторождений железистых кварцитов субганского комплекса. Далее на восток они встречаются только эпизодически.

В рассматриваемой зоне известно два месторождения (Нелюкинское и Желтуктатское), восемь рудопроявлений железистых кварцитов и ряд магнитных аномалий, предположительно связанных с такими рудами. Главные из них опоскованы аэромагнитной съемкой, отчасти наземной профильной магнито- и гравиразведкой. Рудные тела Нелюкинского и Желтуктатского месторождений вскрыты разведочными канавами и опробованы. Полнее изучено Нелюкинское месторождение. Здесь выявлено два крутопадающих рудных пласта мощностью 15-20 м, прослеженных по простиранию на 12 км. Вместе с рудовмещающими кварц-биотитовыми кристаллическими сланцами они входят в состав толщи биотитовых (преобладают) и роговообманковых гнейсов, амфиболитов с маломощными прослоями силлиманитовых и полевошпатовых кварцитов. Формационная принадлежность железистых кварцитов точно не установлена, но в первом приближении аналогична месторождениям Ималыкского района.

Суммарные прогнозные запасы легкообогатимых железных руд в обоих месторождениях оцениваются в 1,5 млрд. т. Однако их территориальная разобщенность и малая мощность рудных тел существенно ограничивают перспективы Олекмо-Амгинской зоны по железу.

Ярогинская зона представляет собой узкий клиновидный грабен, в котором известны проявления магнетитовых железистых кварцитов борсалинской серии среди ортоамфиболитов. Перспективы этой структуры не выяснены, но явно незначительны.

Сагарская зона в верховьях р.Алдан охватывает восточную окраину выходов древнейших образований иенгрского комплекса – верхнеалданской (кварцитовой) свиты. В этом районе известны многочисленные проявления весьма бедных по содержанию железа гематитовых железистых кварцитов. Они залегают в виде линз мощностью 5–30 м и длиной по простиранию до 1–3 км среди мощных горизонтов кварцитов, высокоглиноземистых пород (силлиманит–кордиеритовые и кварцито–гнейсы) и амфиболитов. Низкое содержание железа (5–10%), трудная обогатимость железистых кварцитов и невыдержанный характер оруденения указывают на бесперспективность Сагарской зоны в отношении железных руд.

Холодниканская и Сутамо–Гонамская железорудные зоны характеризуются пространственной приуроченностью месторождений и проявлений магнетитовых железистых кварцитов к образованиям курультинской серии иенгрского комплекса раннего архея.

Железорудные месторождения и проявления изучены здесь лишь маршрутными исследованиями по их выходам на поверхность. Специальных работ по железу в зонах не проводилось, за исключением Холодниканского месторождения, которое вскрыто несколькими канавами.

Во всех районах железистые кварциты представлены легкообогатимыми магнетитовыми разновидностями. Они ассоциируют с кварцитами, графитовыми и высокоглиноземистыми гнейсами, а в Сутамском районе – с чарнокитами основного состава, т.е. также близки к метабазитовому типу железисто–кремнистых формаций.

По обилию рудопоявлений выделяется Сутамо–Гонамская зона, которая включает Усмунский и Сутамский районы. Однако все рудопоявления незначительны по масштабам: прогнозные запасы руд не превышают 10–40 млн.т в каждом, а в главном месторождении Ягиндя – 140 млн.т. Общие перспективы зоны оцениваются запасами 500 млн.т.

Мелкие размеры месторождений и расположение их в труднодоступной горной местности – причины нецелесообразности проведения

специализированных поисков железных руд. Лишь на отдельных объектах имеет смысл провести наземную профильную магниторазведку для уточнения размеров рудных тел.

Для полноты обзора районов распространения железистых кварцитов Алданского щита необходимо упомянуть своеобразное месторождение этих руд - Гематитовое, которое располагается в Дес-Леглиерской железорудной зоне среди месторождений главной по значению - карбонатной щелочноземельно-железистой формации.

Месторождение представлено труднообогатимыми спекуляритовыми и мартитовыми железистыми кварцитами с обильной примесью барита. Во многих отношениях оно напоминает бедные руды верхнего горизонта Хавинского района. В результате поисковой оценки буровыми скважинами прогнозные запасы руды здесь оцениваются в 50 млн. тонн.

Особое место в перспективной оценке районов развития железистых кварцитов занимает богатые руды. Их проявления установлены в Имальском, Хавинском и Олекмс-Амгинском районах, а также на месторождении Гематитовое. Они представлены метаморфогенными либо гипергенными типами оруденения.

Судя по неблагоприятным рудоконтролирующим факторам (формационный, литофациальный, гипергенный), а также незначительным размерам обнаруженных рудопоявлений, в основном богатые руды не имеют самостоятельного промышленного значения и в лучшем случае повышают ценность месторождений бедных легкообогатимых руд.

Таким образом, на современной стадии изученности Алданской железорудной провинции можно считать вполне определившимся промышленное значение ее железисто-кремнистых формаций. Общие прогнозные запасы связанных с ними бедных железных руд, в основном легкообогатимых, ныне оцениваются в 11,5 млрд. т.

Подавляющая часть запасов - 7 млрд. т (в том числе 4 млрд. т доступных открытой разработке до глубины 300-500 м) сосредоточена в Имальском железорудном районе Чаро-Токкянской зоны. Совместно с разведанными месторождениями магнезиально-силикатных магнетитовых руд Дес-Леглиерской железорудной зоны этот район рассматривается как надежная сырьевая база для сооружения в зоне строительства БАМа крупного Дальневосточного металлургического завода.

Общая слабая геологическая изученность всех зон и районов

распространения железистых кварцитов настоятельно требует постановки специализированных по железу, комплексных поисковых работ. Основная их часть должна концентрироваться в западных районах Алданского щита и решать различные задачи.

Так, в Имальском районе необходимо провести предварительную разведку крупнейших месторождений – Тарыннахского, Горкитского, Имальского и Кебектинского. В Ханинском районе следует завершить детальные поиски гематитовых руд верхнего рудного горизонта и оценить возможность их использования как комплексного сырья. В Токкинском районе и Тасмиэлинской зоне должны быть проведены общие поиски железных руд.

В пределах всего Чаро–Олекминского междуречья следует осуществить прогнозные исследования с составлением прогнозных карт по железу. При этом первоочередной комплекс прогнозно–поисковых методов должен объединять региональные геофизические съемки со специализированной оценкой выявленных рудопроявлений и магнитных аномалий горными работами.

В результате решения поставленных задач общие перспективы Алданской железорудной провинции могут существенно возрасти.

ЛИТЕРАТУРА

1. В о р о н а И.Д., К р а в ч е н к о В.М. и др. Железорудные формации докембрия Алданского щита. – В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто–кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев, "Наукова думка", 1972, с.258–266.

2. К р а в ч е н к о В.М. Формации таконитов (джеспилитов) докембрийского возраста Южной Якутии и их промышленные перспективы. – В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Вып.8, Якутск, Книжн. изд-во, 1962, с.3–16 с ил.

3. К р а в ч е н к о В.М., В о р о н а И.Д. Чарско–Алданская железорудная провинция. – В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Вып.18, Якутск, Книжн. изд-во, 1968, с.211–224 с ил.

4. П е р в а г о В.А. Алданская железорудная провинция (районирование и перспективы). – "Советская геология", 1958, № 8.

5. П е р в а г о В.А. Алданская железорудная провинция. М., "Недра", 1966, 116 с. с ил.

СТРУКТУРА РУДНЫХ ПОЛЕЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИМАЛЫКСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО РАЙОНА

Ималыкский железорудный район расположен в зоне сочленения Чарского и Олекминского тектонических блоков первого порядка западной части Алданского щита. Граница между блоками проходит по Дербегеляхской зоне глубинных разломов шириной до 20 км, представленной серией сближенных разрывов субмеридионального и северо-северо-восточного направлений с мощными зонами катаклаза и милонитизации. Она контролирует положение рудоносных толщ борсалинской серии верхнего архея – нижнего протерозоя.

Вдоль Дербегеляхской зоны разломов проходит полоса положительных магнитных аномалий большой интенсивности, соответствующая выходам железистых кварцитов. Общая длина аномальной зоны порядка 200 км при ширине 10–15 км. По характеру магнитного поля, его интенсивности и особенностям геологического строения ее можно разделить на две части. Южная часть зоны от Токкинской впадины до р.Торго представлена приповерхностными аномалиями, лишь на отдельных участках перекрытых платформенными отложениями относительно небольшой мощности (до 100 м). Эта ее часть выделена в Ималыкский железорудный район. К северу от р.Торго на протяжении 150 км аномальная зона перекрыта платформенными отложениями мощностью свыше 300 м, не изучена и может рассматриваться как самостоятельный железорудный район.

Вопрос об общей складчатой структуре Ималыкского района однозначно не решен. Существует целый ряд представлений о его строении, нередко почти полностью исключавших друг друга и совершенно по-разному определяющих основные параметры его перспективной оценки.

Одна группа исследователей считает, что породами борсалинской серии сложена крупная синклиналильная структура (Кебектинская синклиналиль) с размахом крыльев до 10–15 км и глубиной погружения рудных образований свыше 3–5 км. Торгинское, Тарынахское, Кебектинское, Горкитское, Нижне-Горкитское месторождения расположены в пределах восточного крыла структуры, характеризующегося моноклинальным строением, по крайней мере, до глубин 500–1000 м. В разрезе серии здесь выделяются три рудных горизонта мощностью 50–400 м, разделенных горизонтами гнейсов и кристаллических сланцев мощностью 600–900 м. Падение пород устойчивое на запад под углами 75–85°, пликвативная складчатость существенной роли в строении месторождений не играет. Частые и очень резкие колебания мощности рудных горизонтов связываются с фаціальными изменениями и невидержанностью рудных пачек по простиранию. Мощность борсалинской серии превышает 3 км. Западное крыло структуры срезано разломом и прослеживается фрагментарно (месторождения Снежное, Ималыкское, Михайловское, Эксачинское).

Другая группа геологов рассматривает район как сложную складчатую структуру, эродированную на значительную глубину. Для нее характерно развитие узких, относительно неглубоко погруженных линейных складок, выполненных породами одного, редко двух рудных горизонтов истинной мощностью до 100–150 м.

Метаморфизованные толщи терригенно-вулканогенных образований верхнего архея-нижнего протерозоя и ассоциирующихся с ними метаморфизованных основных и ультраосновных пород выделены геологами ВАГТа в троговый комплекс, к которому относятся и метаморфические образования борсалинской серии Ималыкского района. По их представлениям, породы комплекса локализуются в узких синклиналильных структурах, ограниченных разломами, названных палеоавлакогенами [12]. Они отличаются большой длиной (до 150–200 км), малой шириной (от 0,8–2-х км до 3–4-х км) и очень сложным строением. Слагающие их толщи максимальной мощностью до 3–4-х км смяты в узкие линейные синклиналильные складки, осложненные дополнительной гофрировкой. Части запрокинутые складки со срезанными по продольным разломам крыльями.

Общим в представлениях рассмотренных двух основных групп геологов является положение района в пределах глубинной зоны разломов, широкое развитие дизъюнктивных нарушений. Наиболее существен-

ные расхождения во взглядах заключаются в различном понимании характера складчатости и степени преобразований вмещающих пород гранитизацией. Эти два фактора приводят к разным представлениям об истинной мощности рудных горизонтов, глубине их залегания и степени устойчивости их состава и строения по простиранию, а также к неодинаковым оценкам возможности литологического расчленения вмещающих пород. При современной изученности месторождений решить вопрос их складчатой структуры однозначно невозможно. Однако анализ имеющихся по Ималыкскому району материалов и сопоставление его с другими аналогичными железорудными районами СССР дает возможность говорить о том, что более достоверными и перспективными являются взгляды геологов второй группы. Основные материалы, подтверждающие эту точку зрения, следующие.

1. Характер аэромагнитного поля и данные повисотных залезов показывают, что значительных рудных масс на глубине до 2-3-х км западнее рудных горизонтов Тарнакского и Кебектинского месторождений нет. Разные уровни магнитного поля объясняются различной намагниченностью пород. Из этого следует, что рудные залежи восточного и западного крыла предполагаемой Кебектинской синклинали структуры или образуют замок на глубине (свыше 5-10 км), либо они не связаны между собой. Второй вариант представляется более достоверным, так как по данным моделирования глубина залегания нижней границы возмущающих объектов на основных месторождениях невелика и приближается в среднем к 1,5 км. Этот же вариант хорошо объясняет малую интенсивность магнитных аномалий над магнетитовыми кварцитами месторождения Снежное, как следствие незначительного объема магнитных масс в пределах мелких синклиналиных складок. Такие складки довольно уверенно фиксируются по элементам залегания пластов в разведочных канавах.

2. Наблюдается несовместимость разрезов и мощности борсалинской серии с таковыми в соседних железорудных районах (Ханинский, Олекмо-Амгинский) при моноклиналином падении пород в крыльях основной структуры. Мощность серии превышает таковую в соседних районах, но из верхней части разреза исчезает 1000-1200 м толща слюдяных и глиноземистых гнейсов и кристаллических сланцев с мономинеральными кварцитами. Последняя устойчива во всех смежных районах (Тяньская свита) [4].

3. Необъяснимость позиции моноклиналильного залегания пород в крыльях таких особенностей структуры основных месторождений, как отчетливо выраженные по выходам железистых кварцитов замки складок; часто встречающееся восточное падение пород, широкое развитие складчатости высших порядков; резкие изменения мощности рудных горизонтов и рудных пачек на протяжении 200–600 м; еще более контрастные изменения в положении нижней границы рудных тел в смежных блоках от 0,4–до 2,0 км.

4. Особенности структуры аналогичных районов распространения железистых кварцитов в Кривом Роге, ЮМА, на Кольском п-ове и других [1,3,5]. В большинстве случаев им присущи узкие линейные, часто запрокинутые синклинальные складки.

На картах магнитного поля Ималькского железорудного района по перерывам основных аномалий четко фиксируются разломы северо-западного направления с расстоянием между ними 12–18 км. Они делят аномальную зону на три части. Совмещение их с геологическими картами, схемами дешифрирования и контурами основных морфоструктур показывает, что в каждой из них объединены площади, обладающие общими, наиболее существенными элементами геологического строения (характер и интенсивность магнитного поля, основное направление складчатых структур, наличие платформенного чехла и его мощность, состав слагающих его пород). В то же время каждому из таких участков присущ индивидуальный набор перечисленных выше особенностей, отличающий их друг от друга. Именно это обстоятельство позволяет считать их самостоятельными тектоническими блоками-рудными полями, которым даны названия по основным месторождениям, входящим в них: Тарнах-Кебектинское, Имальк-Горкитское, Кудуми-Эксачинское.

Тарнах-Кебектинское рудное поле расположено в северной части района и ограничено зонами разломов, проходящими по долинам р.Торго (на севере) и р.Кебекте (на юге). Длина рудного поля по выходам рудных горизонтов 22 км, ширина 9–11 км (ширина выхода пород борсалинской серии).

В морфологическом отношении поле расположено в пределах Мурун-Тарнахского поднятия, в зоне перехода от него к Кебектинской морфоструктуре стабильного режима (на юге) и Лено-Алданскому плато (на севере). В пределах последнего отметки водоразделов колеблются от 600 до 720 м, относительное превышение их над дни-

щами долин 30–200 м. В зоне Мурун–Тарнахского поднятия абсолютные отметки достигают 1200–1400 м, а относительные превышения 250–400 м. В полосе перехода к Лено–Алданскому плато хорошо прослеживается серия ступеней рельефа преимущественно широтного направления, которые обусловлены взбросовыми смещениями с амплитудой 80–120 м. Суммарная амплитуда смещения в пределах рудного поля, судя по отметкам его водораздельных участков, достигает 500–600 м. В пределах рудного поля располагаются Торгинское, Тарнахское, Кебектинское и Снежное месторождения.

Торгинское месторождение закрыто с поверхности рифейскими осадочными породами. Его южная граница проходит между профилями 390–397 по разлому северо–восточного направления, южнее которого на дневную поверхность выходят рудные горизонты Тарнахского месторождения. Месторождение представлено крутопадающими рудными зонами мощностью до 200 м. Разрывная тектоника развита широко и привела к подвижкам рудных горизонтов в вертикальном и горизонтальном направлениях до нескольких сот метров. В целом же Торгинское месторождение является естественным продолжением Тарнахского.

Тарнахское месторождение расположено южнее Торгинского и состоит из двух основных рудных залежей – Западной и Восточной. Южная граница месторождения проводится по разлому северо–западного направления между профилями 89–92, где западная рудная залежь прорвана интрузией мезозойских сиенит–порфириров. Площадь месторождения сложена архейскими метаморфогенными образованиями, перекрытыми чехлом четвертичных отложений мощностью I–10 м. В западной части месторождения выделяется серия изометричных отрицательных аномалий, связанных с мезозойскими интрузиями. До 90% этой части месторождения сложено порфирировидными гнейсовидными гранитами, среди которых отмечаются поля биотитовых гнейсов и их мигматитов.

По системе разнонаправленных нарушений месторождение разбито на отдельные блоки. Амплитуды вертикальных перемещений по ним достигают 100 и более метров. Суммарная амплитуда смещений южной части по отношению к северной составляет 400–600 м.

Развиты разломы диагональной системы северо–западного и северо–восточного простираний и ортогональной системы – субширотного и субмеридионального простираний. Последние наиболее древ-

ние, часто сопровождаются дайковыми телами ультраосновных пород, зонами катаклаза.

Вопрос о складчатой структуре месторождения однозначно не решен. Предполагается, что в пределах Западной залежи породы сложены в узкую синклиналичную складку с шириной размаха крыльев от 100 до 900-1000 м. Падение пород на крыльях крутое (60-90°) с частой сменой его направления. Крылья осложнены продольной и поперечной складчатостью более высоких порядков. Основная и осложняющие ее складки нередко запрокинуты на восток. В зависимости от направления вертикального перемещения блоков изменяются уровни среза складки. С увеличением уровня среза увеличивается видимая мощность рудных тел и общий коэффициент рудоносности, что связано, по-видимому, с более широким развитием мелкой складчатости по мере приближения к замку основной складки.

Структурное положение пород в пределах Восточной залежи точно не решено. Возможны два варианта.

По первому из них залежь сложена нижним рудным горизонтом с моногинальным падением на запад под Западную залежь. Относительно небольшая глубина залегания нижней границы при этом объясняется разрывом горизонта по субмеридиональной зоне разломов со значительной амплитудой перемещения. Основным аргументом в пользу такого строения является преобладающее западное падение в элементах залегания, разница в составе и текстуре руд Восточной и Западной залежи, различный состав пород в лежащем и висящем блоках.

По второму варианту Восточная залежь сложена теми же породами, что и Западная, смятыми в узкую синклиналичную складку. При этом находят наиболее достоверное объяснение выклинивание рудной залежи на флангах за счет замыкания складки; относительно малая глубина нижней границы магнитовозмущающих объектов и резкие изменения ее положения в отдельных блоках; наличие двух рудных пачек в центральной и северной части складки, часто сходящихся по простиранию; обратные элементы залегания и широкое развитие мелкой складчатости. В этом случае общая структура месторождения характеризуется наличием двух синклиналичных складок, разделенных антиклиналью.

Кебектинское месторождение расположено южнее Тарнахского. Северная его граница совпадает с вж-

ной границей Тарынахского месторождения, а южная проходит по разлому северо-западного направления в долине р. Кебекте. Месторождение также состоит из двух залежей – Западной и Восточной (продолжение Западной залежи Тарынахского месторождения). Большая часть месторождения сложена довольно однообразной по составу толщей в различной степени гранитизированных биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов и кристаллосланцев, перекрытых чехлом четвертичных отложений мощностью 3–6 м. В пределах залежей породами рудного горизонта сложены узкие синклиналильные складки с максимальной шириной размаха крыльев до 550 м.

Как Восточная, так и Западная залежь разбиты сетью разломов северо-восточного и северо-западного направлений на отдельные блоки со значительным вертикальным и горизонтальным смещениями между собой. Максимальный размер блоков, в пределах которых залежь характеризуется относительно устойчивым строением, не превышает 1000–1200 м, что в сочетании с широким развитием мелкой складчатости обусловило сложность геологического строения.

Мощность зоны окисления месторождения, по данным магнито-разведки, колеблется от первых метров до 50–70 м, достигая в пределах зон разломов 100 м.

Ималык – Горкитское рудное поле расположено к югу от Тарынах-Кебектинского. Южная граница его проходит по зоне разломов северо-западного направления (долина левого истока р. Ималык). Длина поля 16 км, ширина 9 км. Оно расположено в пределах Кебектинской морфоструктуры стабильного режима, для которой характерна сохранность древней поверхности выравнивания. Абсолютные отметки здесь колеблются в интервале 1000–1200 м, относительные превышения в пределах 20–100 м.

Покровные верхнепротерозойские отложения в пределах Ималык-Горкитского рудного поля распространены наиболее широко и имеют значительную мощность. Резкие колебания мощности и отсутствие их на отдельных участках свидетельствуют о широком развитии блоковой тектоники.

Общее направление складчатых структур субмеридиональное. Для поля в целом характерно сочетание линейных складок со сложными формами типа брахисинклиналей. В его пределах выделены Ималыкское, Горкитское и Нижне-Горкитское месторождения.

Ималыкское месторождение ограниче-

но с севера разломом, проходящим вдоль долины р. Кебекте, на юге — разломом северо-восточного направления. На флангах месторождение перекрыто верхнепротерозойскими отложениями мощностью до 50 м, центральная часть — четвертичными отложениями мощностью до 6—8 м. Отличительной особенностью его является широкое развитие складчатости в сочетании со сбросо-сдвиговой тектоникой, переместившей отдельные блоки на 200—400 м. По данным горных и геофизических работ, породами борсалинской серии сложены две сближенных синклинальных складки с размахом крыльев до 1 км, длиной до 3-х км. Падение пород в крыльях крутое на восток и запад под углами 75—85°. В северной части, по данным магниторазведки, намечается замок восточной синклинали.

Горкитское месторождение ограничено с севера зоной разломов северо-западного простирания, проходящего по долине р. Кебекте, а с юга разломом аналогичного направления оно отделено от Нижне-Горкитского месторождения. На всем протяжении площадь месторождения перекрыта верхнепротерозойскими песчаниками и доломитами, мощностью от 30 м на севере до 100 м на юге. По данным магниторазведки, в его пределах прослежено две рудные залежи. Глубина залегания нижней границы изменяется от 800 до 1800 м, верхней границы магнитных руд от 50 до 300 м. Резкие изменения положения нижней и верхней границ обусловлено интенсивной дизъюнктивной тектоникой, участками хорошо проявляющейся в магнитном поле. Относительно небольшая глубина залегания нижней границы магнитовозмущающих объектов подтверждает вывод, что рудоносные толщи на месторождении составляют узкие линейные складки.

Нижне-Горкитское месторождение расположено к югу от Горкитского и является естественным его продолжением, отличается лишь отсутствием платформенного чехла. Оно расположено в приподнятом блоке, глубина залегания нижней границы здесь небольшая — в среднем 500 м. Породами рудного горизонта сложена узкая синклинальная складка. Мощность рудного горизонта достигает 150 м при коэффициенте рудоносности 0,8—1,0. Площадь месторождения расположена в пределах Кебекте-Аляткитской зоны разломов, что обусловило здесь широкое развитие дизъюнктивной тектоники.

Эксачи — Кудуминское рудное поле

расположено южнее Имальк-Горкитского и ограничено разломами северо-западного направления. Длина его 26 км, ширина 11 км. Расположено рудное поле в пределах морфоструктуры средних поднятий. Для него характерно сочетание линейных складок (Михайловское и Эксачинское месторождения) со сложными формами типа брахисинклиналей. Покровные отложения для этого рудного поля не характерны.

В пределах Эксачи-Кудуминского рудного поля, по данным аэромагнитной съемки масштаба 1:25000, выделены Михайловское, Кудуминское и Эксачинское месторождения. В их пределах среди поля гранитов маршрутами прослежена толща амфиболовых кристаллических сланцев и амфиболитов с пластами биотит-гранатовых гнейсов, а на отдельных участках железистых кварцитов - характерный разрез для низов борсалинской серии. Предположительно они слагают мелкие синклинальные складки с размахом крыльев до 300-400 м и небольшой глубиной погружения.

Анализ материалов по рудным полям позволяет говорить о различных уровнях эрозионного среза. По степени нарастания среза рудные поля следуют в порядке: Имальк-Горкитское, Тарнах-Кебектинское и Эксачи-Кудуминское. Уровень среза во многом определяет ширину размаха крыльев и глубину залегания нижней границы.

Изложенные выше материалы позволяют говорить о том, что структура месторождений Ималькского района характеризуется широким развитием пликативной и дизъюнктивной тектоники, обусловившим их сложное строение. Последнее должно учитываться уже на стадии поисково-оценочных работ при выборе оптимальной сети разведочных выработок [1]. Основной целью поисково-разведочных работ должно быть изучение структуры месторождений, что во многом определит перспективы и затраты на разведку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г е д о в и у с Е.А. Геологическое обоснование методики разведки железистых кварцитов в северо-западных районах СССР. В кн.: Вопросы геологии Кольского полуострова. Л., Изд-во АН СССР, 1962.

2. Д е й т е с А.М., М у р а т о в М.В., Ф е д о р о в с к и й В.С. Палеоавлакогены и их место в развитии древних платформ. - "Докл. АН СССР", т.191, 1970, № 6, с.1365-1368.

3. Лейтес А.М., Федоровский В.С. Тектоника запада Алданского щита (Олекмо-Витимская горная страна). - "Геотектоника", 1972, № 2, с. 46-60.

4. Миронюк Е.П. и др. Геология западной части Алданского щита. М., "Недра", 1971, 238 с.

5. Петров Б.М. Нижнепротерозойская структура территории КМА и некоторые черты ее развития. - "Геотектоника", 1973, № I, с. 42-54.

РЕФЕРАТЫ

УДК 553.31

Железистые кварциты как сырьевая база черной металлургии и перспективы ее расширения в районах Сибири и Дальнего Востока. Шербаков Б.Д. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 6-11.

Запасы железистых кварцитов в настоящее время по категориям А+В+С_I составляют 51% от общих запасов железных руд в стране и будут неуклонно возрастать в последующие годы. Приводится краткая геолого-промышленная характеристика наиболее перспективных районов на выявление крупных месторождений в восточных районах СССР: Якутской и Бурятской АССР, Хабаровском крае.

УДК 553.31

Состояние железорудной базы и обзор геолого-промышленных типов железных руд Сибири. Иванов В.И., Кадутин А.С., Кассандров Э.Г. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 12-24.

Охарактеризованы важнейшие геолого-промышленные типы железных руд Западно-Сибирской плиты, Сибирской платформы и складчатых областей Сибири. Отмечается, что наиболее подготовленную для промышленного освоения и достаточную по запасам и возможной годовой добыче железорудную базу действующих и проектируемых металлургических заводов Сибири составляют средние и крупные месторождения скарвово-магнетитовых руд юга Сибири, пространственно тяготеющие к главным бассейнам коксующихся углей - Кузнецкому и Южно-Якутскому. Вероятным крупным резервом первой очереди освоения с этих позиций могут рассматриваться легкообогатимые и, возможно, бо-

гатые железистые кварциты Восточной Сибири, в первую очередь, Алданского щита. Табл. I.

УДК 553.31

Формационная принадлежность железистых кварцитов. Момджи Г.С. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 25-36.

Выделены четыре эволюционных ряда формаций железистых кварцитов, отвечающих основным типам прогибов в древних геосинклиналях. Признается возможным наличие кварцитов и в пределах кратонных ядер древних платформ. С позиций формационного анализа оцениваются перспективы Алданского щита. Библ. назв. 12.

УДК 550.8

Критерии поисков богатых руд формации железистых кварцитов. Тохтуев Г.В. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 37-46.

Рассмотрены особенности и значение главнейших поисковых критериев богатых руд в железистых кварцитах (геофизические, формационные, стратиграфические, литолого-фациальные, структурные, метаморфические, метасоматические, гипергенные). Дается их краткая характеристика и значение для повышения эффективности геолого-съемочных и поисково-разведочных работ. Библ. назв. 17.

УДК 551.24:551.72:553.31(571.51-II)

Тектоническая природа, распространенность и формации докембрийских железосодержащих образований восточной части Сибирской платформы. Мокшанцев К.Б., Петров А.Ф. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 47-51.

Рассматривается строение железосодержащих докембрийских формаций восточной части Сибирской платформы. На Алданском щите выделяются провинции, рудные зоны и районы. Основные перспективы на железо связываются с верхнеархейскими орогенными образованиями борсаянской серии и ее аналогами. Ил. I, библ. назв. 10.

УДК 553.31

Железистые кварциты Красноярского края и Тувинской АССР. Андреев О.В., Курцерайте Ш.Д. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 58-63.

Краткий обзор геологических особенностей слабоизученных месторождений железистых кварцитов Красноярского края, приуроченных к вулканогенно-кремнистым, кремнисто-сланцевым формациям верхнего протерозоя и туфо-сланцевой формации нижнего кембрия дает основание сделать вывод о перспективах Красноярского края и Тувинской АССР в отношении нового для этих регионов типа месторождений - легкообогатимых железистых кварцитов. Даны рекомендации по направлению поисковых работ.

УДК 553.319(571,5-13)

Особенности геологического строения месторождений железистых кварцитов Восточного Саяна и Прибайкалья. Шафеев А.А., Барышев А.С., Тигунов Л.И. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 64-73.

В докембрии региона по степени метаморфизма выделяются две группы железисто-кремнистых образований: архейские, связанные с гранулитовыми комплексами, и протерозойские, метаморфизованные в зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фациях. Приводятся главные особенности строения железорудных проявлений выделяемых групп и оценка их перспектив. В качестве первоочередных объектов, подлежащих дальнейшей разведке, предлагаются Ты́йско-Нюрундуканская, на севере оз. Байкал (по трассе БАМа) и Байкальское - в Южном Прибайкалье. Генезис месторождений железистых кварцитов региона, независимо от их возраста и степени метаморфизма, - вулканогенно-осадочный.

УДК 553.21/553.31

Формация железистых кварцитов Юг-Западного Прибайкалья. Дымкин А.М., Сараев С.В. - В кн.: Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 74-87.

Характеризуются месторождения железистых кварцитов Прибайкалья, причисленные к Шарышалгайскому выступу Сибирской платформы. Подробно освещается метаморфический комплекс архея, особенности его петрохимического состава. Доказывается принадлежность вмещающих руденение пород к граулитовой фации метаморфизма. Описаны типы руд, их минеральный и химический состав. Сделан вывод о первично вулканогенно-осадочном накоплении железистого вещества, глубоко преобразованном при метаморфизме. Табл. 3, библиогр. назв. 14.

УДК 550.812:553.31/571.54/

Железистые кварциты Северного Прибайкалья. Шобого-ров П.Ч., Ларижапов А.Д., Земашиков М.Е. - В кн.: **Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока.** Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 88-93.

В Северном Прибайкалье железистые кварциты пространственно и генетически связаны с зеленосланцевой пачкой олоkitской свиты верхнепротерозойского возраста. Продуктивная толща залегает в грабен-синклинали, осложняющей юго-восточное крыло Олоkitского синклинория. Тела железистых кварцитов представлены серией оближенных пластов. По минеральному составу, структурно-текстурным особенностям и содержанию полезного компонента выделены полосчатые и крапчатые магнетитовые, гематитовые и магнетит-гематитовые кварциты. Содержание железа в них колеблется от 17 до 52%. Источником железа послужили подводно-вулканические процессы, имевшие место в данном регионе в позднем протерозое. Рекомендуется продолжить поисково-оценочные работы в пределах известных Тыйской и Абчадской полос железистых кварцитов.

УДК 553.311.2

Рудоконтролирующие факторы и поисковые критерии железистых кварцитов Алданского щита. Кравченко В.М., Кассандров Э.Г. - В кн.: **Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока.** Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 94-105.

На основании результатов поисков и изучения месторождений железистых кварцитов Алданского щита впервые систематизированы и охарактеризованы их главные рудоконтролирующие факторы. При этом установлено, что решающую роль в размещении и оценке масштабов

месторождений играют стратиграфический, геотектонический и формационный факторы; метаморфогенный, магматогенный и гипергенный факторы определяют качество и обогатимость руд, а литофациальный и структурный – условия залегания, морфологию и внутреннее строение рудных тел. Библ.назв.17.

УДК 553.311.2

Перспективная оценка месторождений железистых кварцитов Алданского щита. Ежланенко В.А., Ворона И.Д., Кравченко В.М., Сафонов А.М., Фрумкив И.М. – В кн.: **Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока.** Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 106–114.

В результате интенсивных поисков легкообогатимых магнетитовых железистых кварцитов в Западной части Алданского щита определено промышленное значение его железисто-кремнистых формаций. Главные запасы таких руд сосредоточены в Имальском районе Чаро-Токкинский железорудной зоны (7 из 11,5 млрд.т в целом по Алданскому щиту). В докладе приведено районирование железорудной провинции, рассмотрены перспективы отдельных зон и районов и намечены основные задачи их изучения. Ил.1, библ.назв.5.

УДК 553.311.2

Структура рудных полей и месторождений Имальского железорудного района. Сафонов А.М., Стогний В.В. – В кн.: **Формации железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока.** Новосибирск, изд.ИГиГ СО АН СССР, 1977, с. 115–124.

В статье на основе обобщения геолого-геофизических материалов сделан анализ различных вариантов структуры Имальского железорудного района, месторождений и дано сопоставление их со структурами некоторых аналогичных районов. Доказывается широкое развитие плектаивной и дизъюнктивной тектоники, изучение которой является основной задачей на стадии поисково-оценочных работ. Библ.назв.5.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Ш е р б а к о в Б.Д. Железистые кварциты как сырьевая база черной металлургии и перспективы ее расширения в районах Сибири и Дальнего Востока.....	6
И в а н о в В.И., К а л у г и н А.С., К а с с а н д р о в Э.Г. Состояние железорудной базы и обзор геолого-промышленных типов железных руд Сибири.....	12
М о м д ж и Г.С. Формационная принадлежность железистых кварцитов.....	25
Т о х т у е в Г.В. Критерии поисков богатых руд формации железистых кварцитов.....	37
М о к ш а н ц е в К.Б., П е т р о в А.Ф. Тектоническая природа, распространенность и формации докембрийских железосодержащих образований восточной части Сибирской платформы.....	47
А н д р е е в О.В., К у р ц е р а й т е Ш.Д. Железистые кварциты Красноярского края и Тувинской АССР.....	58
Ш а ф е е в А.А., Б а р ы ш е в А.С., Т и г у н о в Л.И. Особенности геологического строения месторождений железистых кварцитов Восточного Саяна и Прибайкалья....	64
Д ы м к и н А.М., С а р а е в С.В. Формация железистых кварцитов Юго-Западного Прибайкалья.....	74
Ш о б о г о р о в П.Ч., Д а р и ж а п о в А.Д., З а м а щ и к о в М.Е. Железистые кварциты Северного Прибайкалья.....	88
К р а в ч е н к о В.М., К а с с а н д р о в Э.Г. Рудоконтролирующие факторы и поисковые критерии железистых кварцитов Алданского шита.....	94

Бшланенко В.А., Ворона И.Д., Кравченко В.М., Сафонов А.М., Фрумки И.М. Перспективная оценка месторождений железис- тых кварцитов Адданского щита.....	106
Сафонов А.М., Стогний В.В. Структу- ра рудных полей и месторождений Ималыкского железорудного района.....	115
Рефераты.....	125

Технический редактор Т.И.Велигур

Подписано к печати 22.XI.1977 г. МН03078 Формат
бумаги 60x84 I/16. Печ.л. 8,2. Уч.-изд.л. 7,9. Тираж 500
Заказ 377. Цена 60 коп.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90. Ротапринт