

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ХАКАССКО-МИНУСИНСКОГО КРАЯ*)

Академик М. А. Усов

I. ВСТУПЛЕНИЕ

В течение I и в начале II пятилеток развития народного хозяйства Союза ССР в Хакасско-Минусинском крае были проведены крупные геолого-разведочные работы, выполненные почти исключительно Западно-Сибирским геолого-разведочным управлением (теперь геологическим трестом), преимущественно через Минусинскую базу управления. Эти работы развертывались для решения двух основных задач: выявить и уточнить минерально-сырьевые ресурсы края в связи с медной и черной металлургией, а также дать резервную базу Кузнецкому металлургическому заводу. Кузнецкстрой частью финансировал эти исследования.

Таким образом, геолого-разведочные работы, проводившиеся в Хакасско-Минусинском крае, охватили все известные точки железорудных месторождений и выявили целый ряд новых месторождений железных руд. Они имели комплексный характер, выразившись в геолого-поисковой и магнитометрической съемке, в поисково-разведочных исследованиях и в перспективной разведке, с применением колонкового бурения, а также в экспертных тяжелого типа работах на наиболее интересных месторождениях.

Геолого-поисковая и магнитометрическая съемка захватила наиболее доступные части горных районов, окружающих Минусинскую котловину. Поэтому нельзя утверждать, что все потенциальные возможности края в отношении запасов железных руд выявлены. Мало того, многие из открытых точек с рудами не подверглись более детальным исследованиям. Однако можно думать, что все основные типы железо-рудных месторождений края установлены проведенными исследованиями и почти все результаты исследований уже опубликованы, по крайней мере, в виде предварительных отчетов. Сводка этих результатов дана в томе 1 сборника „Полезные ископаемые Западно-Сибирского края“, который выпущен геологическим трестом в 1934 году (18). Несмотря на это, предлагаемый очерк содержит ряд новых данных, преимущественно-теоретического характера, ибо за истекшие три года изучение геологии Западной Сибири сделало значительные успехи, освещая геологические условия и Хакасско-Минусинских железорудных месторождений; кроме того, все время продолжается более детальная обработка материалов некоторых разведанных месторождений.

Основные достижения в познании геологии Западной Сибири заключаются в том, что путем надлежащего разделения толщ горных пород на

*) Настоящая работа акад. М. А. Усова написана в 1937—38 гг. и в части цифровых данных не может в настоящий момент считаться вполне точной. Дальнейшему уточнению подверглись также и вопросы стратиграфии. Так, например, формация железистых кварцитов Зап. Саяна, отнесенная в данной работе к S_1^a , имеет, вероятнее всего, протерозойский возраст (Редакция).

формации, с выделением соответствующих фаз тектогенеза, удалось установить возраст главных групп минеральных образований, т. е. установить конкретные геохимические эпохи страны, и вместе с тем показать, что действительно—каждая эпоха характеризовалась своим комплексом горных пород и связанных с ними полезных ископаемых (16). На таблице 1 приведены все установленные к настоящему времени в Западной Сибири формации, в которых имеются заметные скопления железорудных минералов.

Таблица I.

Железорудные формации Западной Сибири.

№ № п/п.	Формация	Возраст	Железорудные минералы
1	Кварцевые порфиры	T (?)	Серный колчедан
2	Угленосная толща	P	Сферосидериты
3	Гранодиориты	C_1^2	Магнетит
4	Адамеллиты	D_2^2	Магнетит, гематит
5	Габбро-сиениты	S_2^{ar}	Титано-магнетит
6	?	S_2^{ich}	Гематит
7	Песчано-глинистая метаморфическая	S_1^a	Гематит
8	Граносиениты	Cm^3	Магнетит
9	Трондземиты	Cm^t_2	Магнетит, серный колчедан
10	Кварцевые кератофиры	Cm^p_2	Серный колчедан
11	Кварцевые монзониты	Alg	Магнетит

Из этих формаций в Хакасско-Минусинском крае пока не обнаружены кварцевые порфиры нижнемезозойского и среднекембрийского возраста с их сульфидными месторождениями. Затем очень неясны контуры магнетитовых месторождений, генетически связанных с нижнекарбовыми гранодиоритами, наличие коих в этом крае только недавно стало намечаться; впрочем, и на Алтае, где гранодиориты нижнего карбона распространены и уже довольно хорошо изучены, не обнаружено серьезных магнетитовых залежей этого возраста. Наконец, пока неизвестны телемагматического происхождения сложные гематитовые руды верхнего силура, до сих пор известные пока на Салаире, где запасы их также незначительны. Из обзора железорудных месторождений мы можем исключить сферосидериты угленосных отложений Минусинского бассейна, так как эти рудные образования не подвергались здесь специальным исследованиям.

Ниже следующий обзор разведанных железорудных месторождений Хакасско-Минусинского края делается по группам или по отдельным месторождениям, в зависимости от их значения, в стратиграфическом порядке снизу вверх. В обзор войдут рудные точки как Минусинской котловины, так и склонов, окаймляющих ее горных районов.

II. ЧЕБАКОВСКАЯ ГРУППА ЗОЛОТОЖЕЛЕЗОРУДНЫХ М-НИЙ

Наиболее древний возраст имеют сложные железорудные месторождения, генетически связанные с интрузией кварцевых монзонитов, которые везде залегают только в верхнеальгонкских формациях и попали в гальку нижнекембрийских конгломератов, как это установлено детальными исследованиями К. В. Радугина в Горной Шории (12). Породы интрузии выходят

главным образом в СВ. части Кузнецкого Алатау, где они изучались в связи с разработкой золота, принадлежащего к комплексу полезных ископаемых этой формации. Особенно выделяются золотожелезородные месторождения Чебаковского района, давшие большое количество золота. В 1931 году на Калиостровском и Спасском месторождениях группы производились магнитометрические исследования с целью установления заключающихся в них запасов магнетита (18, 64 и 14, 49).

Инtruзия имеет сложный состав. В первую фазу образовались габбро-диориты и кварцево-авгитовые диориты. Они слагают крутоставленные тела, в сланцах имеющие форму небольших акмолитов и даек. Под влиянием последующих гидротерм, которые охотно распространялись вдоль этих тел, породы подверглись значительному зеленокаменному изменению, имея характер эпидиоритов.

В следующую фазу поднялась более кислая магма, давшая сравнительно немного довольно крупных тел гранитоидных пород, относящихся к кварцевым монцонитам. Темноцветные компоненты этих пород большей частью перешли в актинолит и хлорит, но сравнительно с диоритами монцониты сохранились довольно хорошо.

Последующие постмагматические истечения были обильны, произведя значительное изменение как инtruзивов, так и пород континента. Среди вторичных минералов преобладают эпидот, актинолит, хлорит, кварц, кальцит и сульфиды, в частности—пирротин. Местами образовались типичные скарны с гранатом, более охотно приурочивающиеся к известнякам, но иногда получившиеся и за счет замещения порфириров. Нужно отметить, что, например, в Калиостровском месторождении скарны находятся в контакте с диоритом, тогда как в Спасском гольце они слагают жилкообразные массы среди порфириров, на значительном расстоянии от инtruзивов. Таким образом, мы здесь еще раз убеждаемся в том положении, начинающем все более распространяться, что, так называемые, контактово-метаморфические или метасоматические месторождения образовались за счет эманаций, шедших из глубинного магматического очага после становления видимых магматических тел (14). Если такие метасоматические залежи очень часто находятся в контактах с инtruзивными телами, то лишь потому, что на границе между разнородными массами более охотно раскрываются швы в фазы расширения, и по этим путям поднимаются отдифференцировавшиеся растворы.

Скарны, иногда магнетитовые, и более или менее сплошные магнетитовые залежи относятся к первым, сравнительно высокотемпературным образованиям. Почти везде они подверглись разубоживанию более низкотемпературными минералами, особенно—кварцем и сульфидами. Таким образом, магнетитовые руды района, правда—по немногим имеющимся неполным анализам, содержат в среднем около 45% железа, будучи загрязнены такими вредными примесями, как кремнезем и сернистые соединения.

Вообще для данной формации более типично золотое оруденение, в виде кварцево-сульфидных жил и вкрапленности, причем среди сульфидов особенно характерным является висмутовый блеск, в других золоторудных формациях края не встречающийся. Интересно, что промышленные месторождения золота связываются главным образом с телами эпидиоритов. Таковы, например, Коммунарское месторождение, которое было представлено сложной богатой жилой, и Подлунное месторождение, представляющее собственно рудный эпидиорит с очень крупными запасами золота. Повидимому, диоритовые тела особенно охотно растрескивались перед поднятием соответствующих гидротерм, в связи с чем они и испытали сильную минерализацию (5,55).

Кварцево-сульфидные растворы легко проникали и в скарновые, и в магнетитовые залежи, которые то пересечены тонкой сеткой кварцевых

жилок, то прямо пропитаны кварцем и сульфидами. В частности, Калиостровское месторождение, будучи небольшим железорудным, оказалось очень богатым в золоторудном отношении.

Запасы железных руд в месторождениях группы незначительны. Руда имеет сложный состав, нуждаясь в обогащении. Очевидно, руды района будут использованы в первую очередь ради золота—тем более, что район имеет высокогорный характер.

III. МАИНСКАЯ ГРУППА СЕРНОКОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Небольшие залежи магнетита связываются генетически и с интрузией трондъемитов среднекембрийского возраста, давшей собственно сульфидное оруденение. Это оруденение было изучено при разведке Маинского месторождения, находящегося на левой стороне р. Енисей в 7 км выше выхода ее из Западного Саяна; но известно еще несколько рудных точек в пределах развития соответствующей формации, почему можно говорить о Маинской группе месторождений.

Маинское месторождение разведывалось в течение нескольких лет, до 1933 года включительно, оно довольно детально описано М. Е. Некипеловым (9). Однако возраст формации был установлен только при геолого-поисковой съемке Табатского планшета, выполненной в 1934 году О. К. Полетаевой и И. Е. Шатровым (11). Здесь им удалось показать, что осадочно-эффузивная толща с трондъемитами была дислоцирована и денудирована перед отложением арбатской свиты, которая начинается базальными конгломератами с галькой из пород подлежащей формации. С другой стороны, арбатская свита перекрывается западно-саянской формацией с гипербазитами, имеющей в своем составе известняки с трилобитами возраста, примерно, середины среднего кембрия. После этого путем корреляции с соответствующими формациями Салаира можно было показать, что осадочно-эффузивная формация с трондъемитами относится к низам среднего кембрия (16, 72).

Изученное Маинское месторождение залегает среди порфиритов зеленокаменной фазы и состоит из нескольких рудных зон, большею частью выявленных геофизической съемкой. Разведана лишь главная рудная зона, прослеженная по простиранию на 450 м. Согласно данным колонкового бурения, она выклинивается, вероятно, на глубине 250 м., причем руды окислены и большею частью выщелочены до глубины, примерно, в 100 м., так как месторождение приурочивается к вершине горы, имеющей абсолютную высоту в 634 м.

Главная рудная зона состоит из линз сплошных сульфидов и кое—где магнетита, перемежающихся с более или менее густо вкрапленностью сульфидов, а также с порфиритами, которые испытали значительный метасоматоз, при преимущественном развитии хлорита, и в послерудное время рассланцевались в хлоритовые сланцы. Если не считаться с магнетитовыми участками, сравнительно незначительными, то суммарная мощность сульфидных руд меняется в пределах зоны почти от 0 до 44,1 м. при преобладающей средней мощности в 7 м.

Рудные тела состоят существенно из пирита, который с небольшим количеством магнетита выделился среди других рудных минералов. После некоторого сжатия проникли эманации, внесшие халькопирит и сфалерит, при содержании в промышленных рудах меди от 0,31 до 2,10% и цинка—от 0,77 до 0,94%. Содержание железа в промышленных рудах колеблется от 30,40 до 36,34%, серы—от 28,96 до 33,85% и кремнезема от 11,53 до 20,40%.

Очевидно, это месторождение, как и вся группа, имеет значение лишь для серноокислотного производства, а также для цветной металлургии.

Однако железные огарки, которые будут при этом получаться, могут быть использованы и в черной металлургии.

Маинское месторождение интересно в генетическом отношении. Как было установлено еще в 1924 году И. К. Баженовым (1), парагенезис минералов рудной зоны местами весьма близок нормальным скарнам, которые обычно рассматривались, как контактово-метаморфические образования за счет известняков в контакте их с интрузивными породами. Но здесь непосредственного контакта рудных зон с интрузивным телом нет, и рудные тела залегают в измененных порфиритах. Тогда, на примере Маинского м-ния, мною стала проводиться идея о метасоматическом происхождении скарнов и связанных с ними рудных месторождений, вне зависимости от состава замещаемых пород. Эта мысль нашла полное подтверждение при последующем изучении железных руд Тельбесского района, относящихся к типу контактово-метасоматических и в то же время местами совершенно не связанных с контактовой зоной интрузивов (13).

Теперь я убеждаюсь в том, что форма проявления и состав эманационных месторождений зависят от двух основных факторов: во-первых, от состава материнской магмы и, во-вторых, от времени проявления фаз сжатия и расширения в данном магматическом цикле. Конечно, сложные руды могут образоваться лишь в гипабиссальной обстановке.

IV. ТУИМСКО-КАРЫШСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЛОЖНЫХ РУД

Скопления магнетита, на этот раз имеющие промышленное значение, связываются и с верхнекембрийской граносиенитовой интрузией, которая прекрасно представлена на восточном склоне Кузнецкого Алатау, где она хорошо изучена, так как оруденение, сопровождавшее эту интрузию, является сложным, характеризуясь наличием меди и редких тяжелых металлов. Нужно сказать, что точного доказательства верхнекембрийского возраста граносиенитовой интрузии нет, ибо везде она прорывает лишь альгонкий и нижний и средний кембрий. Высказывалось даже мнение о силурийском возрасте интрузии. Однако в конгломератах нижнего силура, изученных К. В. Радугиным в Горной Шории (12), галька частью состоит из рассматриваемых интрузивов.

Я думаю, что такое залегание граносиенитовых интрузивов обусловлено мощной денудацией во вторую половину верхнего кембрия, когда Западная Сибирь представляла сушу, завершившую салаирский цикл тектогенеза. Такое же отношение характерно для варисских гранитных интрузивов Саяно-Алтайской области: они залегают обычно среди силурийских формаций, хотя в немногих местах, где сохранились верхнепалеозойские отложения, последние прорваны этими интрузивными породами (16, 197).

Заметные скопления магнетита в скарнах контактового пояса интрузии выявлены в некоторых месторождениях Туимско-Карышской группы, находящейся в районе станции Сон, Ачинск-Минусинской железной дороги. Здесь за последнее время была проведена геолого-поисковая съемка в масштабе 1:100000, уточненная на участках месторождений в масштабах 1:25000 и 1:10000 Западно-Сибирским отделением Редметразведки. Такая же съемка выполнена в группах Уленьской и Камыштинской, причем всюду выявлена, примерно, одинаковая картина.

Итак, по данным И. С. Цейклина и Г. Л. Поспелова, еще не опубликованным, граносиенитовая интрузия внедрилась главным образом на горизонт между альгонкием и нижним кембрием, будучи очень сложной. В результате взаимного пересечения пород разных фаз получилась пестрая картина интрузивной тектоники. Первая фаза интрузии дала диориты, которые перед следующей фазой испытали местами раздробление. Такие

разбитые зоны подверглись затем ясному ороговикованию за счет тонкой сыпи биотита и амфибола. Главная фаза интрузии представлена граносиенитами, имеющими обычно состав кварцевых мангеритов.

Интрузия мангеритов сопровождалась весьма резким контактовым метаморфизмом: таких ярких горнфельзов, богатых биотитом и амфиболом, не образовалось в другие магматические циклы края. И в уже ороговикованные породы внедрились пегматиты. А затем пошли обильные эманационные струи, давшие целый ряд скарнов и рудных тел, причем обычно эти образования находятся в контактовом поясе интрузивов, но иногда и вдали от него, частью—в самом интрузиве. Период скарнообразования был также сложным: в нем можно выделить не менее трех фаз.

К первой фазе скарнообразования относятся пироксены, гранаты, магнетит и скаполит, приведенные в порядке их отложения. Вторая фаза, перед которой было раздробление предыдущих образований, характеризуется мусковитом, кварцем, эпидотом, пренитом, актинолитом и шеелитом. Наконец, к третьей фазе относятся серицит, кварц, кальцит, хлорит, серпентин и тремолит, а также ряд сульфидов: молибденит, пирротин, пирит, халькопирит и другие. Это—наиболее распространенные минералы мангеритовых эманаций; местами встречаются также минералы, как везувианы.

В связи с таким сложным составом граносиенитовой интрузии находится и разнообразие приурочивающихся к ней полезных ископаемых, а именно: асбест, доломит и руды меди, вольфрама, молибдена, железа и золота. Из них за последнее время вызывают наибольший интерес руды редких тяжелых металлов, перед которыми медь отступила на второй план. Что касается магнетитовых руд, то они не образуют особенно крупных скоплений.

Из месторождений группы, содержащих магнетит, хорошо изучено Киялых-узень, находящееся в 6 км от разъезда Туим Ачинск-Минусинской ж. д. линии. На нем проведена разведка тяжелого типа, сначала ради меди, а за последнее время—существенно из-за молибдена. Одним из методов оконтуривания рудных тел применялось магнитометрическая съемка. По данным отчета Д. Д. Староверова о работах 1934—35 г.г. состав и строение месторождения можно вкратце представить в следующем виде.

Месторождение приурочено к горе, которая представляет остров древней осадочно-метаморфической толщи, погруженный в граносиенитовый массив. Основу этого острова составляют мраморизованные известняки. Они образуют антиклинальную складку, замыкающуюся на севере, с крутым наклоном оси, и опрокинутую на восток. Восточное опрокинутое крыло сохранило еще налегающую осадочно-пирогенную метаморфизованную свиту.

Складчатую структуру этого останца древней толщи подчеркивают многочисленные силлы и мелкие акмолиты, по крайней мере, двух возрастов. Сюда относятся, во первых, габбро—и диоритпорфиры, испытавшие вместе с вмещающей толщей интенсивный метаморфизм. Нужно думать, что это интрузия скандинавской фазы тектогенеза, имевшей место в конце альгонкия (16, 61). Во-вторых, многочисленные дайки сложены аплитопегматитами и гранито-порфирами граносиенитового цикла интрузии. Структура толщи подчеркивается также различными метасоматическими образованиями, связанными с граносиенитовой интрузией, в том числе и рудными телами.

Все альгонкские и древнепалеозойские образования секутся ориентированными в СЗ—ЮВ направлении многочисленными дайками диабзопорфиритов, столь характерных для абрамовской фазы тектогенеза среднего девона (16, 132).

В результате контактового метаморфизма от граносиенитовой магмы,

известняки превратились в мраморы, а связанные с ними кремнистые породы—в кварциты, тогда как силикатовые породы перешли в амфиболовые и биотитовые горнфельзы. Что касается глубинных эманационных струй, то они прошли селективно по структурным линиям и дали различные скарны, образовавшиеся не только за счет мраморов, но и за счет силикатовых пород, в том числе и граносиенита. Выделяются скарны гранатовые, диолсидогранатовые, геденбергито-магнетитовые и диопсидизированные мраморы.

Небезинтересно остановиться на составе скарнированных граносиенитов. Мегаскопически это—среднезернистые розоватые породы, проникнутые кварцем и гранатом. Под микроскопом видно, что от первичного состава породы сохранились лишь неправильные зерна серицитизированных и эпидотизированных полевых шпатов, погруженные в аллотриоморфный агрегат эпидота, цоизита, кальцита и кварца с кучкообразными скоплениями бурого граната. Характерно наличие значительного количества вторичного сфена, а также сульфидов.

Рудные тела, имеющие жилу—и линзообразную форму, залегают по структуре осадочно-метаморфического блока. Их довольно много внутри тела мраморов, где они приурочиваются к прослоям и силлам силикатовых пород. Но основная рудная зона проходит по контакту между известняковой и силикатовой свитами, а так как в С. и СЗ. части блока силикатовая свита отсутствует, отломавшись вдоль этого спая по крутой трещине, то здесь рудная зона приурочена к контакту между граносиенитами и мраморами. Таким образом, в месторождении Киялых-узень прекрасно выявляется структурное происхождение „контактово“—метасоматических рудных зон.

Указанная рудная зона разделяется на три части. Западная прослежена на поверхности на 120 м; мощность ее колеблется от 0,8 до 4,6 м, при средней мощности в 2 м. Средняя часть, отвечающая замку складки, имеет длину около 116 м. Мощность ее колеблется на поверхности от 6 до 30 м, а на глубине 200 м, по данным колонкового бурения, в средней части тела достигает даже 80 м. Восточная часть зоны, находящаяся по спаяу между мраморами и горнфельзами, прослежена по простиранию на 322 м, и мощность ее колеблется от 2 до 32 м, будучи равна в среднем 13 м.

Рудная залежь имеет неправильно-полосчатое строение, состоя из полос и шточков различных скарнов, горнфельзов, амфиболитов и мраморов. В общем состав руд является очень пестрым. Для характеристики химического состава руды приведем результаты химического анализа (в процентах) секции кернов скважины № 1 длиной в 7,06 м с глубины 180 м, представленной магнетитовым скарном.

Кремнезем	43,73	Глинозем	3,41
Закись железа	6,73	Окись титана	0,44
Окись железа	19,76	Окись марганца	0,46
Окись кальция	13,71	Молибден	0,18
Окись магния	4,34	Медь	0,28
Окись натрия	2,07	Кобальт	0,03
Окись калия	следы.	Мышьяк	0,03
Ангидрид фосфор.кислоты	0,32	Ванадий	0,02
Сера	3,00	Висмут	следы.
Цинк	0,11		

Бария, свинца, селена, теллура, сурьмы, олова и вольфрама—нет.

Отметим еще, что в рудах месторождения имеются лишь следы золота и до 20 г/т серебра. Характерно, что здесь не обнаружено вольфрама, тогда как в соседних месторождениях группы, имеющих тот же возраст,

вольфрамовые руды явились главным объектом промышленной разведки.

Рудные минералы представлены в порядке выделения магнетитом, пиритом, молибденитом, сфалеритом, пирротинном и халькопиритом, при незначительном количестве арсенопирита и теннантита.

Магнетит является почти постоянным компонентом скарновых руд, но чистые скопления его встречаются очень редко. То, что по внешнему виду можно назвать железной рудой, содержит железа от 15 до 60%, при среднем содержании в 29%. В гранато-магнетитовых скарнах содержание железа в среднем равно 19%, а в оруденелых горнфельзах и амфиболитах—только 5%.

Таким образом, Киялых-узень с промышленной точки зрения не является железо-рудным месторождением, хотя в зоне окисления, которая распространяется на глубину всего 5 м. и которая почти освобождена от сульфидов, отдельные участки рудного тела представляются именно железо-рудными.

Как будто большее значение в железорудном отношении может иметь Спириновское месторождение, находящееся в 7 км от Ачинск-Минусинской жел. дор. линии. В 1932 году на нем была проведена магнитометрическая съемка. Нужно сказать, что руда в выходах является сильно лимонитизированной. Это указывает на сернистый состав первичных руд месторождения, которые могут быть похожими на руды Киялых-узенья. Следовательно, промышленное значение Спириновских руд еще не установлено, поскольку они не были опробованы и не подвергались опытному обогащению.

V. ИРДЖИНСКОЕ МАГНЕТИТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

В истории организации Сибирской черной металлургии это месторождение играло заметную роль. А именно, в 1925 году, когда в Сибревкоме был поднят вопрос о постройке в Сибирском крае металлургического завода, то было два направления в решении этого вопроса: одни считали необходимым восстановить проект Копикуза и организовать Кузнецкий завод на железных рудах Тельбесского района и на углях Кузбасса; другие, считаясь с небольшой величиной запасов железных руд, выявленных Копикузом в Тельбесском районе, предлагали обратиться к Минусинской котловине, где, по имевшимся данным, запасы железных руд более значительны, и, в частности, указывали на Ирджинскую группу месторождений, которая находится на правой стороне р. Енисея, против известной пристани Батени, вполне доступна для водного транспорта. Как известно, вопрос был решен в пользу Кузнецкого завода, в 1926 году было организовано для подготовки материалов Тельбесбюро, а в 1929 г. было уже приступлено к постройке Кузнецкого завода, который теперь работает полной мощностью, являясь гордостью черной металлургии СССР.

Вместе с тем, Ирджинский район был захвачен геологоразведочными работами I пятилетки, показавшими, что эта группа месторождений не имеет при современных условиях промышленного значения. Ввиду этого собранные при указанных разведочных работах материалы не подвергались детальной обработке, и только в последнее время при изучении этих материалов выяснилось, что основу строения Ирджинской группы составляют эффузивы среднекембрийского возраста. Они, правда, довольно сильно изменены и разбиты, но раньше полагали, что это—результат рудного метаморфизма и что эффузивы имеют девонский возраст, подобно тем породам, которые вскрываются в крутом правом берегу р. Енисея.

Пирогенная толща прорвана сложной интрузией, в состав которой входят и диориты и граносиениты. Характерно, что контактовый метаморфизм, вызванный интрузией, очень силен и своеобразен: даже в эффузивах появляется большое количество сыпи биотита и амфибола, в

разведочных выработках—впрочем сильно пострадавших от выветривания. Одним словом, перед нами довольно типичная картина верхнекембрийской граносиенитовой интрузии.

Уже после формирования интрузива и его контактового пояса, как и в описанной выше Туимско-Карышской группе, появились из недр эманационные дериваты глубинной магмы, которые, пройдя по трещинным путям в эффузивах, дали скарновые образования, а также залежи магнетита.

Страна была денудирована, примерно, до современного горизонта, возможно; с образованием значительной коры выветривания, когда проявился мощный наземный вулканизм, давший массовые покровы кислых пород с дайками лабрадоровых порфиров. Теперь, когда среднепалеозойские континентальные формации Западно-Сибирского края довольно хорошо выделены (16), нужно думать, что Ирджинские эффузивы не одного возраста: по всей вероятности, кислые породы относятся к верхнему силуру, тогда как лабрадоровые порфиры, несомненно, среднедевонские.

На Ирджинской горе с залежами руд денудация уже сняла эффузивную покрывку, и кембрий пересекается довольно густою сетью даек фельзитов, которые, соответственно своей фации, довольно сильно аутометасоматизированы, главным образом—окремнены. Но местами сохранились пятна и покровных фельзитов, которые при плохой обнаженности района было бы легко принять за дайковые образования, если бы эти фельзиты не отличались сравнительною свежестью. Интересно отметить, что дайки фельзитов стараются не пересекать рудных и скарновых тел, как сравнительно крепких образований.

Разведка Ирджинского месторождения проводилась в то время, когда возраст его был неизвестен, а также не была известна геохимия верхнекембрийской граносиенитовой интрузии Западной Сибири. Поэтому месторождение в зоне окисления, с которой были связаны разведочные выработки, казалось, подобно Киялых-узенью, именно железорудным, хотя, вероятно, оно может иметь значение, как месторождение руд редких металлов.

VI. ПАТЫНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ РУД

На границе Хакасии и Горной Шории, в глубине Кузнецкого Алатау, находится выдающаяся гора Патын, высшая точка которой достигает абсолютной высоты 1617 м. и которая представляет отпрепарированный лополит полосатых габбро-норитов, отдельными полосами руденелых. Этот лополит имеет площадь около 40 кв. км., являясь наиболее крупным из известных в Западной Сибири телом основных пород. Он залегает среди альгонкских мраморизированных известняков и микрокварцитов, но возраст его значительно более молодой. Так, в Амыльском районе Западного Саяна такие же полосатые габбронориты, но еще плохо изученные, находятся среди нижнесилурийской западноалтайской формации, а по другим данным можно думать, что они имеют арденнский возраст (16).

Лополит состоит из крупных как бы наслоенных зон пород различного состава. Так как породы этих зон перемежаются без особого дифференциационного порядка, то нужно признать их за результат последовательных интрузий, так что лополит имеет сложное строение. Зоны, в свою очередь, являются более или менее тонкополосатыми, что представляет уже результат дифференциации на месте габброноритовой магмы, вообще склонной к такому проявлению дифференциации. Вообще весь массив представляется тонконаслоенным, причем слоистость, соответственно форме лополита, образует одну широкую синклиналиную складку, замыкающуюся с СВ стороны, при падении крыльев не более 35°.

Основные породы лополита вообще богаты титанистым магнетитом. В некоторых зонах количество этой рудной примеси настолько увеличивается, что он становится существенным компонентом породы, получающей таким образом характер руды. Такие рудные габбро слагают четыре зоны мощностью в 50—70 м., как это установлено двухлетними разведочными работами, проводившимися И. П. Комаровым (6, 3,53). Поэтому запасы оруденелых пород здесь колоссальны.

Среди отдельных полос рудных габбро встречены сравнительно наибольшие слои рудных пироксенитов, в которых имеется апатит, при содержании ангидрида фосфорной кислоты до 3%.

Лополит в нескольких местах прорван небольшими штоками и дайками щелочных пород, представленных щелочными гранитами, нефелиновыми сиенитами и своеобразными псевдоволластонитовыми нефелинитами—патынитами. Это—самая поздняя и несколько стоящая обособленно фаза того же цикла вулканизма, ибо интрузии арденнского возраста всюду в пределах Западной Сибири отличаются таким сложным характером, имея габбро-сиенитовый состав.

За исключением немногих редких образцов, рудные габбро и пироксениты являются очень бедными рудами. Действительно, среднее содержание в них железа колеблется в пределах 15—20%, при 10—12% окиси титана и 0,3% ангидрида ванадиевой кислоты. Поэтому в настоящее время это—не руды. Но в будущем, после проведения через Кузнецкий Алатау железной дороги и по освоении этого высокогорного района, можно будет поднять вопрос о комплексном использовании патынских титано-магнетитовых руд, что потребует применения довольно сложного механического их обогащения.

VII. ЖЕЛЕЗИСТЫЕ КВАРЦИТЫ САЯН

Рассмотренные до сих пор альгонские и кембрийские, равно как и описываемые ниже, наиболее важные, девонские железорудные месторождения генетически связаны с интрузиями, имея контактово-метасоматический характер. Только в самых низах ордовикия, преимущественно Западного Саяна, встречены железорудные образования пластового типа, представленные железистыми кварцитами. Так как в мировой практике осадочные железные руды имеют особенное значение, то на эти образования было обращено большое внимание, и в 1929—30 гг. в Западном Саяне под общим руководством И. К. Баженова были проведены значительные поисково-разведочные работы, установившие, что железистые кварциты не имеют промышленной ценности. Общая их характеристика дается по отчету И. К. Баженова (2) с небольшими поправками на стратиграфические отношения, согласно новейшим геологическим исследованиям.

Западный Саян к ЮЗ от р. Енисея представляет широкий синклиниум, состоящий из кембрия и нижнего силура, которые представлены несколькими самостоятельными формациями, испытавшими по отдельности тектогенез и сложенными совместно в указанный синклиниум в западноалтайскую фазу тектогенеза (16). ЮВ крыло синклиниума усложнено довольно крупной антиклинальной складкой, благодаря чему нижние горизонты нижнего силура в общем образуют три более или менее параллельных полосы.

Железистые кварциты приурочены к нижнесилурийской метаморфической формации. Она состоит существенно из песчаноглинистых пород, которые образовались за счет размыва кембрийских эффузивов; впрочем, в ней имеются и свои эффузивы, главным образом—в силловой фации, сильно измененные и в этом случае с трудом отличимые от песчаников.

Вопрос о метаморфизме толщи очень интересен. Раньше, когда нижний палеозой Западного Саяна не был расчленен на самостоятельные формации, казалось, что метаморфизм обусловлен интрузиями гипербазитов, а также гранитов. Но теперь выяснилось, что гипербазиты древнее нижнесилурийской толщи (17). Что касается гранитов, то, будучи значительно моложе ее, они все же не могли вызвать метаморфизм всей толщи, так как обусловленный ими контактовый метаморфизм захватывает неширокий пояс и имеет роговиковый характер, тогда как толща пропитана актинолитом, эпидотом, хлоритом, серицитом, кварцем, кальцитом и пиритом. И нужно сказать, что во всех горных районах Западной Сибири она имеет, примерно, один и тот же облик.

Таким образом, нижнесилурийская толща, называемая обычно зеленофиолетовой, метасоматизирована эманациями, которые связаны с вулканизмом эпохи ее тектогенеза (15). Особенность этого вулканизма заключалась в том, что в связи с особым распределением фаз сжатия и расширения на видимый теперь горизонт земной коры поднялись лишь небольшие порции магмы, давшей изредка встречающиеся дайки кварцевых альбитопорфиров, и обильные газоводные эманации.

Из указанных трех полос железистых кварцитов, находящихся в нижней части формации, детальной разведке подверглась северная или Джойская полоса, протягивающаяся в верховьях левых притоков рч. Джой. Пропитанные железным блеском слои этой полосы имеют мощность от 0,35 до 3,4 м, и очень непостоянны, выклиниваясь и вновь появляясь, что нужно объяснить интенсивными послойными перемещениями, имевшими место как до метасоматоза, так и в более поздние фазы тектогенеза. В этой полосе рудные слои по минералогическому составу мало отличаются от обычных хлоритовых сланцев, состоящих из кварца, альбита, эпидота, хлорита, серицита, кальцита и других гидротермальных минералов в различных комбинациях, лишь с некоторым сгущением железного блеска и иногда магнетита.

Но в других полосах были констатированы и четкие полосатые железистые кварциты, с тонкими полосочками мостовой структуры кварца и преимущественно железного блеска, при сравнительно небольшом количестве других компонентов. Здесь видно также, что кроме первичного кварца в рудные образования попало немало и принесенного эманациями кварца, который слагает сетчатые жилки.

Таким образом, здесь несомненно наличие первичных слоев железистого кварцита. Но эманационные струи в значительной степени переработали его, переместивши вещества и внося новые элементы. Так, мне кажется, разрешается противоречие между осадочной основной и метасоматическими формами современных железистых кварцитов Западного Саяна, о генезисе которых мнения сильно расходились (18, 73).

Нужно отметить еще одну особенность рассматриваемых рудных образований: вместе с вмещающими сланцами они легко рассланцовывались при всех последовавших фазах тангенциального тектогенеза, и железный блеск размазался по поверхностям сланцеватости, придавая образцам рудных образований „богатый“ облик.

В действительности, железистые кварциты и связанные с ними рудные образования содержат немного железа. Самый богатый образец из южной полосы дал только 40% железа, обычно же содержание металла колеблется около 15—20%. Ясно, что это — не руда, и, несмотря на значительное количество запасов всех этих осадочно-метасоматических образований Западного Саяна, они пока не могут быть приняты во внимание, как промышленные объекты.

Несколько лучше проявляются железорудные месторождения данного типа в Восточном Саяне, где они несколько изучены по Сыдинскому место-

рождению, находящемуся в верховьях р. Сыды среди гористой густой тайги. Отсюда уже давно были известны „красные железняки“, и здесь в 1932 году работала специальная поисково-разведочная партия (18).

Район месторождения сложен существенно зелено-фиолетовой метаморфической толщей ордовики. В низах этой толщи, как и в Западном Саяне, имеется рудный горизонт мощностью до 200 м. Он прослежен по простиранию на 7 км. Впрочем, заметные скопления рудных минералов имеют вид отдельных линз среди этой зоны, будучи выявлены пока лишь на протяжении 2,4 км в количестве девяти, причем наибольшая линза имеет в выходах размеры 525 и 115 м.

Эти обогащенные рудные образования все же содержат достаточное количество альбита, хлорита и кварца. Рудные минералы представлены магнетитом и железным блеском, относительные количества которых изменяются в разных местах. Кроме того, почти всюду имеются сульфиды. Специальному опробованию руды месторождения не подвергались. Лишь по некоторым образцам среднее содержание рудного железа установлено в 33%. Ясно, что это—еще не руда, но возможно, что она может легко обогащаться.

VIII. АБАКАНСКОЕ МАГNETИТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Главнейшие железо-рудные месторождения Хакасско-Минусинского края, как и всей Западной Сибири, имеют средне-девонский возраст, будучи связаны генетически с интрузивной тельбесской формацией. Среди них резко выделяется Абаканское месторождение, равного которому по запасам железных руд в Западной Сибири еще не обнаружено.

Детальная геологическая съемка района месторождения была выполнена Ю. А. Кузнецовым в 1927 году (7). Если внести небольшие поправки стратиграфического порядка по данным позднейших исследований, то геологическое строение этого района можно представить в следующем виде.

Западная часть района сложена низами среднего кембрия, а именно печеркинской, анчешевской, новопросветовской и арбатской формациями, из коих первая и третья богаты кислыми и частью основными эффузивами. В них имеются и известняки с археоциатами, определяющими возраст толщи. Все эти формации сильно дислоцированы, но в общем образуют крутое ССЗ крыло какой то широкой синклинали.

Нижнепалеозойская денудированная структура с В и СВ перекрывается диагенетизированными порфиритами, которые по общей связи их с эффузивами ЮЗ части Минусинской котловины должны быть признаны за девонские. Теперь можно считать установленным среднедевонский возраст этой формации, синхронной с тельбесской формацией Горной Шории (16, 142).

В девонскую формацию, захватывая на современном горизонте денудации и цоколь нижнего палеозоя, вторглась гипабиссальная интрузия магмы, давшей кварцевый альбитит, переходящий в мангерит. Вероятно, более поздними, а именно—конца среднего девона являются довольно многочисленные дайки кварцевых альбититпорфиров и диабазафиритов.

Вблизи интрузии вмещающие породы, особенно—более разбитые кембрийские, испытали метасоматоз, с развитием амфибола, титанита, эпидота, хлорита, альбита, кальцита и частью кварца, а также магнетита, гематита и сульфидов, в частности—пирита и халькопирита. В некоторых трещинных зонах имеются и настоящие скарновые образования с участием граната. Однако вблизи видимых интрузивных тел не обнаружено рудных скоплений.

Рудные залежи находятся в 2 км от интрузива к ССЗ. Они приурочены к среднекембрийской новопросветовской осадочно-эффузивной толще, будучи подчинены ее структуре. Впрочем, несмотря на неоднократные

геологоразведочные работы, с 1930 по 1933 год, имевшие характер разведки тяжелого типа, детали этой структуры не могли быть восстановлены, так как породы толщи довольно сильно изменены. Кроме того, до настоящего времени материалы всех геологоразведочных работ, произведенных на месторождении, еще не обработаны полностью, и нижеследующее описание его дается по отчету К. С. Филатова (18).

Рудные тела протягиваются по верхней части крутого правого склона рч. Рудной Кени, всего в 5 км от р. Абакана и от с. Абаканский завод, на абсолютной высоте 800—900 м. I рудное тело представляет линзу, длиною на поверхности в 845 м и мощностью от 10 до 75 м. Она утолщается к СВ концу и утончается на ЮЗ, причем в последнем направлении наблюдается и склонение ее. В глубину мощность линзы в средней ее части увеличивается, по крайней мере, в пределах колонкового бурения, проведенного до глубины 300 м. Принято, что это рудное тело выклинивается на глубине 500 м.

II и III рудные тела находятся немного в стороне от СВ конца I линзы. Они представляют близкие неправильные выходы руды, размерами грубо 120×40 и 120×60 м. Это—„Абаканская Благодать“, разрабатывавшаяся, как и частью I тело, для существовавшего, при перерывах с 1867 до 1926 гг., Абаканского металлургического завода, производительностью в 1650 т чугуна в год.

Как показало бурение, II и III рудные тела в глубине, вероятно, соединяются, при общем склонении их на ЮЗ, и, согласно магнитометрическим профилям, подземное продолжение этих соединившихся тел протягивается вдоль лежащего бока I тела на небольшом от него расстоянии, но разведочными выработками это предположение не проверено.

Рудные тела довольно резко отделяются от вмещающих пород, которые вблизи них подверглись существенно хлоритизации и эпидотизации. Однако в состав руды входит довольно много жильных минералов, а именно: хлорита, амфибола, эпидота, кальцита, кварца и отчасти титанита и апатита. Рудные минералы—в порядке количественного убывания: магнетит, гематит и сидерит, при величине зерна магнетита от 0,007 до 0,5 мм. В верхах рудных тел магнетит перешел в мартит. Руды первичной зоны довольно богаты сульфидами, преимущественно—пиритом, пирротинном и халькопиритом; химические анализы показали присутствие и цинка. В зоне окисления сульфиды обычно выщелочены, но местами сохранились, почему во время работы завода руду предварительно обжигали для удаления серы. Содержание сульфидов неравномерное.

Химический состав первичных руд по пробам из скважин колеблется в следующих пределах (в процентах):

Кремнезем	10,04 — 23,84
Глинозем	1,90 — 10,84
Закись железа	19,60 — 26,66
Окись железа	24,79 — 62,57
Железо рудное	36,64 — 59,02
Железо скарновое	0,28 — 1,71
Железо общее	39,30 — 59,30
Окись кальция	0,56 — 8,00
Окись магния	0,89 — 3,01
Окись марганца	0,16 — 0,66
Сера	1,52 — 5,60
Ангидрид фосфорной кислоты	0,09 — 0,19
Медь	0,04 — 0,15
Цинк	0,10 — 0,25
Окись титана	0,02 — 0,27

Руды из зоны окисления несколько богаче, но сама зона имеет незначительную глубину. Впрочем, по отдельным трещинным зонам лимонитовые втеки были встречены скважинами на глубинах до 100 м.

Среднее содержание рудного железа, принятого при подсчете запасов руды, согласно данным многих сотен анализов, равно 43%, при среднем содержании серы в 2,4%.

По своим запасам Абаканское месторождение превышает все другие разведанные железо-рудные месторождения Западной Сибири. Но запасы месторождения в действительности еще более значительны, так как буровые скважины на средних частях рудных тел, проведенные до глубины 300 м., показали увеличение мощности тел. Особенно это касается тел II и III, которые вскрываются денудацией в самой верхней своей части; в одном участке „Абаканской Благодати“ хорошо видно, как рудное тело перекрывается вмещающей толщей пород. Кроме того, подземное продолжение этих тел вдоль тела I совсем не разведано и не введено в подсчет запасов руды.

Рудные тела месторождения в общем монолитны, хотя внутри их имеется немало мелких зон раздавливания и притирания, по которым создаются напорные воды. Опыт разработки аналогичного месторождения Темир-тау в Тельбесском районе показал, что это не мешает эксплуатации рудника.

IX. ИРБИНСКАЯ ГРУППА МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эта группа находится в Курягинском районе, на западном склоне Восточного Саяна, примерно—в 100 км к СВ от г. Минусинска, с которым она соединена хорошей колесной дорогой. Группа состоит из нескольких месторождений, расположенных на протяжении 4 км в один ряд меридионального простирания, вдоль западного контакта массива кварцевого монцонита с кембрийскими известняками и неопределенного возраста основными и кислыми эффузивами, захватывая и самый интрузив. Месторождение по составу является контактово-метасоматическим. Но из описания всех предыдущих месторождений этого типа явствует, что контактовое расположение данных рудных тел обусловлено структурой, а не влиянием тех эманаций, которые выходили в контактовую зону из видимого интрузивного массива.

А. И. Александров в своей кандидатской диссертации приводит общее мнение о том, что Ирбинское месторождение имеет тельбесский возраст. Действительно, сходство со строением типичных железорудных районов Горной Шории подтверждается тем, что указанная контактовая зона пересекается дайками альбититпорфиров и диабазофиритов абрамовской фазы тектогенеза.

Разведка группы была прервана в 1933 году, и результаты обработки собранных материалов уже опубликованы, хотя и в виде очень краткой статьи (18, 73). Разведка выразилась в геологической и магнитометрической съемке, в проведении поверхностных и неглубоких разведочных выработок и в колонковом бурении на одном месторождении группы, а именно на Железном. Всего в группе пять месторождений (с юга на север): Гранатовое, Рудное, Свинцовое, Железное и Безымянное. Из них значительными размерами обладают лишь месторождения Гранатовое, Железное и Свинцовое.

Рудные тела имеют форму линз и штоков, круто падающих на запад. В большинстве случаев они недавно были вскрыты денудацией, а на гранатовом месторождении в значительной степени еще закрыты гранатовыми скарнами, будучи выявлены только разведочными работами 1930 года, хотя группа известна давно, и на ее рудах с 1734 по 1829 г. работал

первый в Сибири маленький металлургический завод. Вместе с тем, размеры тел в выходах на поверхность довольно значительны. Так, главное рудное тело Гранатового месторождения измеряется 385×45 м при глубине распространения, согласно магнитометрическим данным, в средней части тела до 420 м, размеры главного рудного тела Железного месторождения равны 320×17 м при возможной глубине распространения не менее 225 м, вскрытой бурением только на 75 м.

Состав Ирбинских руд изучен еще не совсем полно, так как большая часть проб происходит из зоны окисления. На таблице 2 приведены результаты химического анализа средней пробы руды из кернов скважины № 1 на главном теле Железного месторождения и из поверхностных выработок на главном теле Гранатового месторождения.

Магнетит местами замещен железным блеском, который на месторождении Свинцовом был принят за свинцовый блеск. В зоне окисления, например—Рудного месторождения, магнетит частью перешел в мартит. Из сульфидов встречены пока пирит и немного марказита, халькопирита, арсенопирита и цинковой обманки. Скарновые минералы представлены андрадитом, эпидотом, актинолитом, кварцем и кальцитом. В общем минералогический и химический состав руд—тельбесского типа.

Таблица 2.

Химический состав средних проб руд Ирбинских м-ний.

№№ п/п.	Компонент	Месторождение	
		Железное	Гранатовое
1	Кремнезем	17,5	9,46
2	Закись железа	23,23	15,18
3	Окись железа	39,84	64,84
4	Железо рудное	45,93	57,17
5	Железо скарновое	4,41	0,14
6	Железо общее	50,34	57,31
7	Сера	2,2	0,16
8	Ангидрид фосфорной кислоты	нет	нет
9	Марганец	0,49	0,32
10	Окись кальция	6,68	3,61
11	Окись магния	0,54	0,10
12	Медь	0,07	следы
13	Цинк	0,12	0,10
14	Глинозем	0,16	2,17
15	Потеря при прокаливании	0,60	1,80

Вероятно, он окажется более разнообразным при изучении более глубоких горизонтов месторождений. Нужно думать также, что руда окажется более сернистой, чем это показано анализами.

Запасы руд в месторождениях группы подсчитаны существенно по данным поверхностных выработок и по магнитометрическим показателям, которые достаточно проверены на ряде хорошо изученных месторождений того же типа.

Основные запасы группы находятся в Гранатовом месторождении. Они квалифицированы только по категории С, так как здесь колонковое бурения не было. Возможно, что действительное содержание железа в первичной руде месторождений окажется ниже выявленного в зоне окисления, и тогда среднее содержание железа в рудах Ирбинских месторождений будет такое же, как и в Абаканском месторождении.

Х. ТЕЙСКАЯ ГРУППА МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Группа находится на водоразделе рр. Абакана и Томи, в верховьях рч. Теи, системы р. Абакана, и рч. Тузуксу, системы р. Томи, на абсолютной высоте порядка 1.000 м. Местность представляет гористую тайгу, имея только тропы. Группа лучше доступна со стороны Абаканской степи.

Руды группы были найдены И. К. Баженовым при геолого-поисковой съемке 1930 года. В последующие два года здесь были развернуты разведки, прерванные в 1933 г. Материалы геолого-разведочных работ обработаны и опубликованы И. В. Дербиковым (4) и А. А. Месяниновым (8). Но так как произведенных исследований было еще недостаточно—тем более, что водораздел плохо снабжен, то остался ряд спорных вопросов по геологии района. В свете позднейших достижений по изучению геологии Западной Сибири геологическое строение района группы можно представить в следующем виде.

Основу района составляют углеродистые известняки и доломиты, относящиеся, как можно теперь считать установленным, к альгонкию. Структуре этой формации подчинены акмолитовые тела габбро-диоритов и кварцево-авгитовых диоритов, в значительной степени амфиболизированных и сосюритизированных. Это нужно думать—интрузия конца альгонкия. С ней обычно связывается в Кузнецком Алатау золотооруденение. И нужно сказать, что россыпное золото, а также свалы золотоносного кварца встречены в районе.

Известняково-доломитовая толща с прослоями силицилитов перекрывается формацией зеленосерых песчанистых сланцев, за пределами района содержащей также эффузивы и известняки с археоциатами, повидимому—среднекембрийского возраста.

Повидимому, в конце кембрия эта древняя толща была интродирована магмой гранодиоритов и кварцевых мангеритов, произведшей довольно резкий контактовый метаморфизм вмещающих пород. В течение почти всего силура происходила денудация. В тувинский век готландия здесь были мощные экструзии кислой лавы, лежащей прямо на денудированной поверхности указанных интрузивных тел. Вероятно, к арденнской фазе каледонского тектогенеза нужно отнести интрузию нордмаркита, под влиянием которой кислые эффузивы в соответствующих местах испытали небольшой контактовый метаморфизм.

И. В. Дербиков считает, что интрузия нордмаркитовой магмы произошла после образования крупного разлома, вдоль которого располагаются месторождения группы, и что последние генетически связаны с данной интрузией, которой был придан тельбесский возраст. Однако теперь приходится изменить эту концепцию. Во-первых, нордмаркиты или вообще щелочные сиениты неизвестны для тельбесской фазы тектогенеза; правда, в абрамовскую фазу конца среднего девона были интрузии щелочных сиенитов, но они имеют другой состав и не сопровождались магнетитовыми эманациями. Во-вторых, как это видно из геологической карточки месторождения Ельгентаг Тейской группы, магнетитовые тела располагаются зоной, которая сечет нордмаркит, как и другие более древние породы. Наконец, как видно из общего разреза района, разлом и поднятие СЗ части района произошли после становления нордмаркитовой интрузии. Можно думать, что подвижки по зоне разлома были и после оруденения, ибо рудные тела приурочиваются преимущественно к лежащему ЮВ крылу нарушения; кроме того, только на этом крыле сохранились от денудации отложения конца среднего девона, охарактеризованные фаунистически и не испытавшие каких-либо изменений.

Таким образом, оруденение района было после верхнего силура и

до конца среднего девона, т. е. оно относится к тельбесской фазе тектогенеза. Интересно, что на участках месторождений не обнаружено видимых тел соответствующей интрузии. Но это и не обязательно, ибо, как мы видели на ряде примеров, рудоносные эманации связываются не с видимыми магматическими телами, а с глубинным магматическим очагом. Правда, скарнированные эффузивы II участка собственно Тейского месторождения пересекает дайка какого то порфировидного гранита, но возраст как этого гранита, так и эффузивов месторождения, залегающих среди доломитизированных известняков, является неясным.

Тейская группа состоит из месторождений Тейского, Тузухсинского, Ельгентагского и Хабзасского, расположенных в указанном порядке с юга на север по одной зоне на протяжении 8 км. Из них Хабзасское и Тузухсинское месторождения незначительны, а Ельгентаг изучен лишь магнитометрической съемкой и вскрыт редкой сетью канав. Главным объектом разведочных работ был II участок собственно Тейского месторождения, тогда как участки его I, III, IV, V и VI, будучи незначительными, разведаны совсем слабо. В свою очередь II участок состоит из Главного тела и тел А, В, С и D, причем почти все выработки приурочены к Главному телу, к которому мы и обратимся.

Главное тело имеет детальную магнитометрическую характеристику, просечено поперечными рядами сплошных или прерывистых канав через 25—50 м один от другого и вскрыто пятью колонковыми скважинами до наибольшей глубины 185 м. Оно вытянуто в меридиональном направлении, имея длину на поверхности в 1070 м, и разделяется на северную и южную части, будучи сильно пережато в средней части, которая сложена скарнами, чему вполне отвечает и магнитометрическая карта участка. Средняя видимая ширина тела равна 131 м. Общая площадь выхода его под наносы равняется 140.630 кв м, что почти отвечает площади, заключенной внутри контура изолинии вертикальной составляющей напряжения магнетизма в $0,5 H_0$.

Рудное тело падает довольно круто на запад. В лежащем боку его находятся преимущественно доломитизированные известняки, а в висячем—какие то эффузивы, сменяемые далее на запад опять древними известняками. Оно имеет очень пестрое сложение, причем отличить бледные скарны от руд мегаскопически почти нельзя, так как все забито серпентином, который сообщает всем образованиям темную и „рудную“ окраску, и только отдельные партии известняков и несильно измененных эффузивов можно выделить из общей однотонной массы тела. Поэтому потребовалось очень детальное опробование, чтобы составить надлежащее представление о составе и строении рудного тела. В общем оказалось возможным и необходимым выделить: оруденелые породы с содержанием железа ниже 25%, руды 25—30%, 30—35% и выше 35% железа, занимающие соответственно 35, 14, 9 и 42% площади выхода рудного тела под наносы. Примерно такое же соотношение имеется и по буровым скважинам.

Среднее взвешенное содержание рудного железа по разведанной части Главного тела равняется 30,84%. Для характеристики химического состава руд месторождения на таблице 3 приведены результаты анализа трех проб: № 1—проба по канавам X разведочной линии северного поля, № 2—тоже у южного поля и № 3—из скважины № 3. Нужно отметить, что тейские руды отличаются высоким содержанием окиси магния, отвечающей постоянному присутствию в них серпентина. Кроме того, минералогический анализ обнаруживает в рудах примесь халькопирита, а также сфалерита, галенита и сафлорита, элементы которых не уловлены химическим анализом.

И. В. Дербиков, изучивший халькографически руды месторождения, выделяет три стадии минералообразования, разделенные деформационными несогласиями. В первую, скарновую стадию отложились последовательно диопсид, геденбергит, гранат, эпидот, хлорит, пренит, тремолит и кварц. Вторая собственно рудная стадия характеризуется почти одновременным выделением магнетита двух видов и серпентина, а также флогопита и кальцита. В третью, карбонатно-сульфидную стадию отложились доломит, сидерит, кальцит, пирит и немного других сульфидов, гематит и гидрогематит.

Таблица 3

Химический состав средних руд главного тела II участка Тейского м-ния

№№ п/п.	Компоненты	№ 1	№ 2	№ 3
1	Кремнезем	20,03	22,85	18,35
2	Закись железа	8,77	12,08	15,16
3	Окись железа	36,95	29,99	28,31
4	Железо рудное	32,66	30,37	31,58
5	Железо общее	33,02	30,65	31,82
6	Железо скарновое	0,36	0,28	0,24
7	Окись магния	20,64	22,03	17,51
8	Скись кальция	3,71	2,47	7,48
9	Углекислота	1,08	0,25	1,40
10	Глинозем	5,79	—	5,88
11	Окись титана	0,36	0,28	0,30
12	Сера	0,30	0,08	0,94
13	Фосфор	следы	следы	0,11
14	Марганец	0,20	0,30	нет
15	Потеря при прокаливан.	7,44	8,33	8,42
16	Мышьяка, цинка, меди, хрома, никеля, кобальта, ванадия, вольфрама, свинца	нет	нет	нет

Особенный интерес представляют минеральные образования рудной стадии, являющиеся очень тонкою смесью магнетита и серпентина, которая по мнению И. В. Дербикова образовалась при взаимодействии коллоидных насыщенных растворов с доломитами, причем часть магнетита получила в твердый раствор окись магния и глинозем.

Очень тонкозернистая структура руды весьма затрудняет ее обогащение, как показали предварительные опыты Механобра. Выяснилось, что только руды с содержанием железа свыше 35% можно считать промышленными. Что касается более бедных руд, которые составляют главное содержание Тейских месторождений, то для выяснения возможности их использования необходимы большие дополнительные исследования.

При подсчете запасов руд нельзя было выделить особенно богатые участки. Поэтому, запасы руд, вычисленные по данным выработок и магнитометрии, можно будет использовать только по решению основного вопроса о возможности и пределах обогащения вообще бедных руд Тейской группы.

XI. ПРОЧИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

Кроме описанных месторождений, на которых проводилась комплексная разведка, за последние годы выявлено при геологопоисковых исследованиях немало рудных точек. Некоторые из них освещены магнитометрической съемкой и легкими разведочными работами. Ниже дается краткая их характеристика (18).

1. На водораздельном пространстве Кузнецкого Алатау, в районе уже описанной г. Патын и гольца Шор-тайга, открыто много точек со свалами магнетитовых руд или со значительными магнитными аномалиями. Из них только Каскыльское месторождение, находящееся у вершины гольца Шор-тайга на абсолютной высоте 1400 м, обследовано редкою сетью магнитометрической съемки и слегка вскрыто земляными работами.

Рудные участки месторождения, открытые в 1933 г., приурочиваются к контакту интрузивного тела с древней толщей, сложенной глинистыми сланцами, граувакками и известняками. Всего выявлено 5 участков. Из них только один имеет сравнительно значительные размеры, обладая в контуре $V_a = 0,5 N_0$ площадью в 67500 кв. м. Но и этот участок состоит из отдельных линз и шточков магнетитовой руды в скарнах.

Повидимому, интрузия имеет верхнекембрийский возраст, так как она представлена различными породами от габбродиоритов до гранитов. Если это так, то по аналогии с изученными месторождениями этого возраста можно думать, что и Таскыльское месторождение едва ли имеет промышленную ценность, как железорудное. Кроме того, оно находится на гольце, в трудных экономических условиях.

2. В 1932 г. была проведена магнитометрическая поисковая съемка на площади между рч. Камышты, Сыры и Узунджоя. Этот Камыштинско-Сырский район занимает выгодное географическое положение, и из него было известно несколько точек с магнетито-гематитовыми рудами. К сожалению, магнитометрическая съемка выявила лишь площади слабых магнитных возмущений. Высказывалось мнение, что это может быть обусловлено существенно гематитовым составом руд. Однако едва ли это так. За последнее время здесь была проведена во многих местах детальная геолого-поисковая съемка существенно на редкие тяжелые металлы и частью на барий. Этими съемками установлено, что всюду оруденение обусловлено верхнекембрийской интрузией. В частности, М. М. Рунин в 1934 году показал это в районе оз. Булан-Куль. Но мы уже видели, что серьезных запасов промышленных железных руд эта интрузия не дала.

3. Обращаясь к Восточному Саяну, мы находим несколько рудных точек в районе Ирбинских месторождений. Таково, например, Нижнекизырское месторождение. В 1931 году на нем была проведена детальная магнитометрическая съемка, а в следующем году—легкие разведочные работы. Оказалось, что это месторождение по строению и составу руд того же типа, как и Ирбинское месторождение.

4. В 30 км от Ирбы, на левом берегу р. Кизыр, вблизи тракта Минусинск-Артемовск, находится Мульгинское месторождение, открытое в 1932 году. Геологическая обстановка этого месторождения, примерно, такая же, как и в Ирбинской группе. На нем была проведена детальная магнитометрическая съемка. По аналогии с Ирбой, за рудную принята площадь, околтуренная изолинией $V_a = 0,5 N_0$, а глубина распространения руд принята в 100 м.

ХII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Сводка более или менее разведанных запасов железных руд Хакасско-Минусинских месторождений показывает, что дело обстоит не совсем благополучно.

Во-первых, что среднее содержание рудного железа в этих запасах равняется всего 38%. Отсюда видно, что руды подлежат сложному и, может быть, довольно дорогому обогащению, опыты которого в достаточном масштабе проведены только для руд Абаканского месторождения.

Во-вторых, и это главное, некоторые месторождения изучены еще так

слабо, что полагаться на имеющиеся подсчеты запасов руд нельзя. Такое замечание особенно касается Сыдинского месторождения, руды которого очень бедны и при наличии большого количества кремнезема, вероятно, трудно обогащаемы. Это нужно сделать и относительно Тейской группы месторождений, руды которых также очень бедны и, как показали первые опыты обогащения, почти не поддаются улучшению. Во всяком случае, использование Сыдинских и Тейских руд представляет проблему еще не разрешенную.

В-третьих, достаточно надежные запасы руд имеются лишь в Абаканском и Ирбинском месторождениях. Впрочем, запасы руд высоких категорий разведанности на Ирбинском месторождении составляют всего 7% от общих запасов.

Поэтому необходимо возобновить разведочные работы на Ирбинской группе, где буровых скважин было проведено мало и на небольшую глубину. И вообще, следовало бы возобновить поисково-разведочные исследования в железорудных районах края, ибо, как мы видели, степень разведанности большей части выявленных рудных точек невелика. Необходимо также поставить опыты по обогащению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов И. К.—Отчет о геологических исследованиях в районе Маинского медного месторождения Минусинского уезда.—Известия Сиб. отд. Геолкома IV-1, 1924.
2. Он же.—Новые железорудные месторождения Западного Саяна.—Вестник Зап. Сиб. ГРТ. 1932 г. № 2; 34—41.
3. Васильев, А. А.—Железные руды Западной Сибири. Полезные ископаемые Западно-Сибирского края, 1. Металлы—1934 г. 10—56.
4. Дербиков, И. В.—Тейско-Тузухинский железорудный район Кузнецкого Алатау.—Материалы по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 26. 1935, 1—III.
5. Каллиников, Д. И.—Подлунный галец—база Большого Коммунара.—Собрание трудов Всесоюзного треста Золоторазведка. Вып. 2, 1936 г. 45—68.
6. Комаров, И. П.—Патынское месторождение титаномагнетита.—Минерально-сырьевая база Кузнецкого металлургического комбината имени И. В. Сталина, Томск, 1933 г. 122—127.
7. Кузнецов, Ю. А.—Геологическое строение Абаканского железорудного месторождения.—Известия Сиб. отд. Геолкома VIII. 3—1929 г.
8. Месяников, А. А.—Главное тело Тейского железорудного месторождения.—Мат. по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 26, 1935; 113—145.
9. Некипелов, М. Е.—Маинское серно-колчеданное медно-цинковое мние.—Мат. по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 16, 1934 г.
10. Обручев, В. А.—Месторождения железных и марганцевых руд Сибири и их промышленное значение.—Труды комиссии по металлу при Госплане УССР. № 6, 1926; 27—54.
11. Полетаева, О. К. и Шатров, И. Е.—Геологическое строение северного склона Зап. Саяна в районе рр. Табат и Б. и М. Арбаты.—Мат. по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 33, 1936 г.
12. Радугин, К. В.—Элементы стратиграфии и тектоники Горной Шории.—Мат. по геологии Зап. Сиб. края. Вып. 37, 1937 г.
12. Усов, М. А.—Геологическое строение и запасы железных руд Тельбесского района.—Материалы по изучению Сибири. Томск, 1, 1930 г. 1—75.
14. Он же.—Геология рудных месторождений Западно-Сибирского края.—Томск, 1935 г.
15. Он же.—Источники метасоматических изменений нижнесилурийской толщи Западно-Сибирского края.—Статья в Изв. Академии Наук СССР за 1936 г.
16. Он же.—Фазы и циклы тектогенеза Западно-Сибирского края.—Томск. 1936 г.
17. Он же.—Гипербазитовая формация Западно-Сибирского края.—Статья в юбилейном сборнике акад. В. А. Обручева, 1937 г.
18. Филатов, К. С.—Хакасско-Минусинские железорудные месторождения.—Полезные ископаемые Западно-Сибирского края, 1. Металлы. 1934 г. 57—83.