

А. И. АЛЕКСАНДРОВ.

К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ И ГЕНЕЗИСЕ РУД КАЙЛАНСКОГО, ДИТУРСКОГО И КИМКАНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДАЛЬНЕ-ВОСТОЧНОГО КРАЯ.

1. Введение.

Микроскопическое исследование является частью той работы по изучению железных руд Дальне-Восточного края, которую Сибирский Институт Металлов проводил в 1933 году. Материалом для исследования послужили образцы руд и вмещающих пород, отобранные из проб Кайланского, Дитурского и Кимканского месторождений ДВК. Пробы, из которых взяты образцы, доставлены в Сиб. Институт Металлов летом 1933 года студентом IV курса Сибирского Горного Института С. И. Голосовым, объехавшим по заданию Института Металлов все упомянутые месторождения.

Микроскопическое исследование проводилось с целью определения минералогического состава, текстуры и структуры руды и вмещающих пород, парагенезиса рудных минералов и возможного выяснения генезиса месторождений. Необходимо отметить, что в нашем распоряжении не было систематически собранных коллекций, большей частью образцы для исследования отбирались из проб, в которых наряду с рудой встречались и боковые породы. Лучше подобранная коллекция имелась только с Кайланского месторождения, где ее собрал прораб Кайланской геолого-разведочной партии А. Владимиров. В этой коллекции имелись образцы руд лежащего, висячего и середины каждого рудного пласта месторождения и, кроме того, образцы вмещающих пород—кремнистых сланцев и оруденелых и безрудных брекчий.

Работа выполнялась в кабинете рудных месторождений Сибирского Горного Института. Заведующему кафедрой полезных ископаемых Ф. Н. Шахову за ряд ценных советов выражаю свою искреннюю благодарность.

2. Краткие сведения о геологии района.

Согласно отчета С. М. Ткалич¹⁾, район северной части Малого Хингана сложен преимущественно докембрийскими и девонскими породами.

1) С. М. Ткалич. Кайланское железорудное месторождение в северной части Малого Хингана в ДВК. Рукопись. Отчет о геолого-разведочных работах 1932 года, стр. 29.

Докембрийские породы представлены (снизу вверх) биотитовыми ортогнейсами, двухслюдистыми ортогнейсами, кристаллически—биотитовыми сланцами, графитовыми сланцами, известняками, магнетитом, доломитом, кристаллическими парасланцами, пирротиновыми кварцитами и кварцитами. Внутри докембрийских отложений приводится четыре несогласия. Мощность этих отложений не менее 1000 м.

На докембрийских породах несогласно залегают девонские отложения, в состав которых входят оталькованные сланцы, известняки, кремнистые сланцы, рудоносная толща, хлоритовые сланцы, брекчии, темные оталькованные сланцы, серые и белые известняки и кремнистые сланцы. Мощность девонских отложений равна около 1200 м. На девонских отложениях несогласно залегает вельдская угленосная свита (Кайланская).

Интрузивные породы района представлены докембрийским биотитовым гранитом, верхнедевонским (?) порфиroidным гранитом и порфиритами и гранитами третичного периода и этого же периода кварцевыми порфирами и базальтами.

С интрузией гранита третичного возраста связывается контактовый метаморфизм железных руд Кимканского месторождения.

3. Руды и вмещающие породы Кайланского м-ния.

Кайланское железорудное месторождение расположено в северной части хребта Малый Хинган ДВК. Оно является наиболее крупным и изученным среди других железорудных месторождений Малого Хингана ¹⁾.

Работами 1932 года в Кайланском месторождении выявлено четыре рудных тела—„пласта“ руды: Верхний—мощностью от 0,14 до 0,7 м, Надежный—мощностью от 0,7 до 1,6 м, Тонкий—мощностью от 0,4 до 0,7 м, Сложный—суммарной мощностью в среднем до 2,4 м.

Руда перечисленных пластов идентична; поэтому в дальнейшем при описании отдельные пласты по составу и строению не выделяются.

Макроскопически руда красноватобурого цвета, полосчатой текстуры. По окраске слои один от другого отличаются незначительно (бурые, красноватобурые). Толщина слоев колеблется в пределах от 0,3 до 10 мм, но преимущественно встречаются слои толщиной 0,3—2 м. Руда очень тонкозерниста. При ударе молотком дает полиэдрической формы обломки с относительно ровными плоскостями, но иногда более плотные разности дают раковистый излом.

В шлифах руда состоит из гематита, магнетита, лимонита, нерудных минералов, и в ничтожных количествах встречается золото.

Гематит в этих рудах является преобладающим рудным минералом и составляет по приблизительной оценке около 55—60%, что отвечает содержанию Fe_2O_3 , приведенному в отчете С. М. Тка-

¹⁾ Там же, стр. 89.

лич. Часть железа, вероятно, содержится и в карбонатах. Fe_2O_3 распределяется по всей руде в виде очень мелких иголок, имеющих в длину от 0,001 мм и в ширину до 0,0002 мм. Наиболее характерные по размерам зерна гематита имеют длину 0,002—0,004 мм. Эти зерна беспорядочно разбросаны по всей руде, но чаще они скопляются в виде слоев, в которых намечается параллельное расположение иголочек, что придает руде полосчатый вид. Чередование гематита с нерудными минералами наблюдается во всех рудах Кайланского месторождения. Иногда слои гематита проходят не выклиниваясь через весь шлиф, но обычно переслаивание имеет форму линзочек; кое-где нерудные участки имеют неправильную угловатую форму. Макроскопически однородные слои при микроскопическом изучении оказываются состоящими из чередующихся между собою гематитовых и нерудных участков. При этом отдельные слои имеют, например, следующие размеры: гематитовый—0,005, нерудный—0,023, гематитовый—0,008, нерудный—0,010, гематитовый—0,006, нерудный—0,03 мм.

Такое чередование для Кайланских руд является наиболее характерным. Если чередование гематита и нерудных имеет форму линзочек, то последние имеют в шлифе размер от $0,07 \times 0,03$ до $0,3 \times 0,05$ мм. В участках скопления нерудного вещества всегда имеются включения мелких иголочек гематита (фот. 1), которые обуславливают в этих участках красный внутренний рефлекс.

Магнетит в рудах Кайланского месторождения наблюдается очень редко. Он встречается в виде отдельных зерен размером от $0,02 \times 0,015$ до $0,002 \times 0,002$ мм; средний и наиболее преобладающий размер зерен $0,01 \times 0,008$ мм.

Зерна магнетита имеют угловатую форму. Некоторые из них слабо мартизированы. Структурно травятся дымящей HCl в течение 30 сек.

Лимонит встречается в каждом шлифе, то в виде очень тонких (0,02 мм) жилок, то в неправильной формы скоплениях. Как увидим ниже, лимонит образовался в две генерации; имеющий форму скоплений образовался, в первую очередь, еще до развития гематита, а лимонит, встречающийся в форме жилок—после формирования рудного месторождения, при чем жилки лимонита секут руду под различными углами к слоистости.

Гидрогематит присутствует в немногих шлифах. Он встречается всегда с лимонитом, но от последнего отличается следующими свойствами в отраженном свете: окраска несколько светлее, более ясно заметен плеохроизм отражения, при погружении в кедровое масло сереет (лимонит темнеет), в скрещенных николях анизотропен. Внутренний рефлекс краснее, чем у лимонита.

Золото в рудах Кайланского месторождения встречается в незначительном количестве. Оно всегда пространственно связано с лимонитом второй стадии ¹⁾. Размер зерен золота колеблется в преде-

¹⁾ С. М. Ткалич указывает, что согласно полевых химических анализов, произведенных инженером Пресич, в Кайланских рудах обнаружены признаки золота.

лах от 0,002 до 0,008 \times 0,004 мм. Травление AgNO_3 дало отрицательные результаты, а от действия KCN слабо темнеет.

В шлифах, приготовленных из руд пластов Тонкого и Надежного, встречено несколько зерен пирита с диаметром от 0,009 до 0,004 мм.

Нерудные минералы представлены кварцем, карбонатами, титанитом и хлоритом.

Кварц расположен в очень мелких зернах по всей руде. Он часто встречается отдельными скоплениями, в поперечном сечении имеющими чаще форму линзочек и реже неправильную угловатую форму. Вследствие загрязнения лимонитом, кварц в этих агрегатах имеет желтовато-бурую окраску как макроскопически, так и микроскопически. Наконец, встречается кварц в форме отдельных жилочек, которые секут всю породу под различными углами к слоистости. Среди этого кварца скоплений лимонита не наблюдалось.

Карбонаты в руде встречаются реже, чем кварц. Они представлены отдельными мелкими зернами, иногда агрегатами, имеющими угловатую форму (рудная брекчия), и очень редко наблюдаются в форме жилок. По краям агрегатов карбоната почти всегда заметна узкая каемка, состоящая из гематита и лимонита, которые указывают, что железо охотнее концентрировалось около карбонатов, или возможно, что частично получалось за их счет.

Титанит присутствует в породе в небольшом количестве; он всегда приурочен к участкам скопления кварца.

Хлорит развит слабо; он так же, как и титанит, расположен около кварца и карбонатов.

Из вмещающих пород Кайланского месторождения в нашем распоряжении имеются только брекчии и кремнистые сланцы, как их определяет С. М. Ткалич¹⁾.

Брекчия макроскопически серого цвета с зеленоватым оттенком, при выветривании приобретает желтую окраску. Обломки представлены карбонатными породами, чаще имеют форму окатанной гальки и реже—угловатую.

При микроскопическом изучении определено, что галька и обломки, входящие в состав брекчии, состоят из карбонатов и кварца, а в состав цемента входят лимонит, хлорит и в небольшом количестве гематит. Карбонаты составляют большую часть породы и расположены то в виде отдельных зерен размером от 0,07 до 0,01 мм, то в виде окатанной, имеющей овальные формы гальки, размером в среднем 1,68 \times 1,05 мм и реже в форме угловатых обломков (фот. 2).

Кварц встречается в небольшом количестве в форме отдельных зерен, частью окатанных, частью угловатых. Он расположен среди известково-мергелистого материала.

Хлорит наблюдается по всему шлифу, он располагается среди

¹⁾ С. М. Ткалич. Кайланское железорудное месторождение в северной части Малого Хингана в ДВК. (Отчет о геолого-разведочных работах 1912 г.). Рукопись.

цемента и иногда замещает нацело какой-то минерал. Около хлорита часто встречается лимонит.

Лимонит и гематит, главным образом, входят в состав цемента и, кроме того, почти вокруг каждой гальки карбоната в более измененном конгломерате они образуют каемку шириною до 0,07 мм (ф. 3).

В некоторых конгломератах скопления лимонита и гематита вокруг гальки карбонатов не наблюдается, а они распределены по всему цементу равномерно. Главную массу составляет лимонит, гематит же встречается в небольшом количестве. По степени окатанности гальки карбоната, настоящую породу по нашему правильнее назвать конгломеративной породой.

Силицит красноватобурого цвета, с слабо заметной полосчатой текстурой. Порода очень тонкозерниста. Тонкие жилки кварца (0,1—0,3 мм) секут породу в различных направлениях. В шлифе порода состоит из кварца, лимонита, титанита и хлорита.

Кварц является преобладающим минералом; он встречается, главным образом, в виде очень тонкозернистых (микросталлических) агрегатов, в поперечном сечении имеющих форму линзочек, эллипсов, изогнутую веретенообразную и, наконец, угловатую. К периферической части скоплений кварца приурочена гидроокись железа. Правда, этот минерал иногда расположен и внутри агрегатов кварца, хотя в небольших количествах. Кроме того, кварц образует очень тонкие жилки, секущие породу под различными углами к слоистости (фог. 4).

Лимонит встречается во всех шлифах так же, как и в руде. В шлифах, приготовленных из образцов с глубины 80 м., он образует хлопья и пятна, а в поверхностных условиях (глуб. 1,1 м) он, кроме хлопьев, встречается в форме жилок и пронизывает породу, придавая ей бурый цвет. Лимонит, составляющий жилки, образовался, видимо, за счет разложения пирита и карбонатов при выветривании. Иногда встречаются отдельные овальной формы обломки карбоната, в которых мелкие включения лимонита имеют линейную форму и пересекаются под некоторым углом, напоминающим спайность кальцита. Возможно, что при выветривании карбонатов выделяется лимонит, который и образуется в первую очередь по плоскостям спайности их. При метасоматическом замещении кварцем гидроокись превращается в гематит.

В шлифах встречается небольшое количество титанита и хлорита. Титанит расположен среди агрегатов кварца, а хлорит около гематита и лимонита.

По распределению кварца и других минералов, порода может быть отнесена к конгломерату, измененному последующими процессами, при которых содержащийся в конгломерате карбонат метасоматически замещался кварцем, а гидроокись железа по периферии кварца превращалась в гематит (ф. 4).

Таким образом, среди боковых пород встречаются как конгломеративные породы, в которых мы наблюдаем окатанную и угловатую гальку (ф. 2 и 3) с железистым цементом (существенно ли-

монит), так и окремненные породы—силилиты (ф. 4), в цементе которых рудные минералы представлены, главным образом, гематитом. Галька в этих последних породах сплющена и имеет неправильные формы, но все же в этом случае еще хорошо видно, что силилиты образовались из конгломеративной породы. На ф. 1 мы имеем гематитовую руду, в которой включения нерудных минералов имеют форму линзочек, обломков и т. д.

Обращаясь к вопросу о первичной структуре руд, мы должны отметить следующее: 1. Конгломеративная порода с небольшим развитием гематита (ф. 3) ничем не отличается по структуре от породы (ф. 2), в которой гематита не встречается. 2. Руды существенно гематитовые (ф. 1) имеют совершенно аналогичные морфологические черты структур, как и сильно окремненные породы (ф. 4). Агрегаты гематита развиваются за счет цемента кластической породы, обломки которой были впоследствии деформированы и частично замещены кремнеземом. Несомненно, что кремнезем осаждался и вместе с гидроокисью железа.

Поэтому мы считаем возможным руды этого месторождения трактовать, как первично осадочные породы, в которых присутствовали обломки известковистых пород и реже кварца, цементом являлись лимонит, а также кремнезем.

4. Руды Дитурского месторождения.

Макроскопически руды Дитурского месторождения имеют окраску от красноватобурой до темнобурой. Руда, имеющая темнобурую окраску, состоит преимущественно из тонкозернистого магнетита. Так же, как и Кайланские руды, она имеет полосчатую текстуру, обусловленную чередованием рудных прослоек с нерудными.

В шлифах наблюдаются магнетит, гематит, лимонит, гидрогематит и нерудные минералы, в небольшом количестве встречаются пирит, халькопирит и золото.

Магнетит в отдельных участках месторождения развит неравномерно. В пробе с VII разведочной линии магнетит преобладает, а в других пробах он по отношению к гематиту занимает подчиненное положение. Он расположен в виде отдельных зерен размером от $0,22 \times 0,07$ до $0,002 \times 0,002$ мм. Все зерна магнетита мартитизированы; иногда мартитизация развита до такой степени, что вокруг зерен Fe_3O_4 образуется каемка гематита, по форме напоминающая ореол. Некоторые зерна магнетита корродированы (ф. 5). Структурно травится дымящей HCl в течение 1,0—1,5 минут.

Гематит разбросан по всей руде в виде отдельных зерен, имеющих форму мелких иголок, размером от 0,001 до 0,003 мм в длину. В участках скопления нерудного вещества гематит содержится в небольшом количестве, примерно 10—15%, при чем и здесь он расположен в форме иголок такого же размера. При больших увеличениях (особенно с иммерсией) наблюдается очень сильный буроватокрасный внутренний рефлекс, который забивает весь шлиф.

Содержание гематита в пробах не одинаково; например, в пробе № 1 гематит является преобладающим, в пробе № 7 содержится в количестве, примерно, равном магнетиту, и в пробе с VII разведочной линии в подчиненном по отношению к магнетиту количестве.

Лимонит встречается, главным образом, в форме очень тонких жилок, расположенных то параллельно слоистости пород, то секущих ее под различными углами к слоистости. Иногда лимонит расположен в контактах кварцевых жилок с породой и, наконец, в виде неправильной формы скоплений.

В этих скоплениях иногда наблюдается игольчатой формы гематит.

Гидрогематит присутствует во всех шлифах, хотя в незначительном количестве. Он развивается, главным образом, около жилок лимонита и реже около лимонита, расположенного в виде неправильной формы скоплений.

Пирит и халькопирит встречены по несколько зерен каждого. Размер зерен этих минералов колеблется от $0,01 \times 0,004$ до $0,006 \times 0,004$ мм.

Золото присутствует в рудах в незначительном количестве. Оно расположено всегда около лимонита, в форме мелких зерен размером до 0,004 мм.

Нерудные минералы представлены кварцем и хлоритом. Микросталлический кварц распределен по всей руде, то в виде отдельных скоплений, то составляет в ней прослойки. Эти участки пропитаны лимонитом, в результате чего в проходящем свете кварц кажется окрашенным в желтоватые, буроватые и красноватые цвета. Кроме этого, кварц образует шестоватые агрегаты, выполняя отдельные пустотки, или зерна его встречаются среди руды. Некоторые зерна кварца прорезываются жилками лимонита. И, наконец, кварц образует очень тонкие жилки, которые заполняют трещинки в руде, эти жилки секут всю породу. Часто в контактах жилок появляются лимонит и хлорит (ф. 6).

Хлорит расположен в виде отдельных участков около лимонита и метасоматического кварца, иногда образует тоненькие жилки, где зерна хлорита ориентированы перпендикулярно к стенкам. Некоторые участки хлорита, вследствие пропитывания его окислами железа, имеют желтоватую окраску. Нерудные образования имеют форму прослоек, линзочек и встречаются в отдельных зернах. Линзочки и слои имеют ширину от 0,012 до 0,4 мм. В этих участках также содержится в небольших количествах гематит и магнетит.

Порода очень разбита трещинами в различных направлениях, при чем эти нарушения произошли после образования кварцевых жилок, так как последние около трещин смещены.

В рудах Дитурского месторождения магнетит содержится в большем количестве, чем в рудах Кайланского месторождения. Также больше содержится и хлорита. Следовательно, месторождение подверглось более сильному метаморфизму, во время которого был привнесен кварц, образовался хлорит, а гидрокись железа превращена в гематит и в меньшем количестве в магнетит.

5. Кимканское месторождение.

а) Руды.

Руды Кимканского месторождения очень тонкозернисты. Они имеют полосчатую текстуру. Окраска руды неоднородна: прослойки, состоящие из магнетита, имеют темносерый цвет, а прослойки, состоящие из нетрудных минералов—светлосерый; мощность этих прослоек колеблется в пределах: нерудных от 0,3 до 5,0 мм, рудных от 0,8 до 20,0 мм.

Иногда включения нерудных минералов имеют неправильную форму.

Считаю необходимым еще раз указать, что руды и вмещающие породы для изучения взяты из валовой пробы месторождения.

При микроскопическом изучении в Кимканских рудах встречены магнетит, гематит, нерудные минералы и в небольших количествах лимонит и халькопирит.

Магнетит в Кимканских рудах является преобладающим минералом, а в некоторых шлифах из рудных минералов присутствует только магнетит. Он светлосерого цвета, с буроватым оттенком, дымящейся HCl и HF структурно травится в течение 3 секунд, при чем с периферии зерна магнетита травятся сильнее, а к центру слабее. От мелких зерен после травления часто остаются только следы. Размер зерен колеблется от $0,2 \times 0,008$ до $0,05 \times 0,04$ мм. Несмотря на то, что образцы руд взяты из мелких выработок, мартитизации не наблюдалось. Зерна неправильной формы, часто образуют гранобластическую и скелетную структуры (ф. 7).

Гематит в Кимканских рудах встречается в виде отдельных зерен, расположенных между зерен магнетита. Зерна Fe_2O_3 чаще имеют неправильные формы и реже можно заметить форму вытянутых пластинок, имеющих размеры от $0,012 \times 0,005$ до $0,03 \times 0,01$ мм. Он составляет в рудах, примерно, до 5%.

В одном шлифе встречено несколько мелких зерен халькопирита. В отраженном свете он имеет желтую окраску. От $AgNO_3$ зерна его потемнели. В руде также встречается в незначительном количестве пирит.

Лимонит наблюдался очень редко. Он был найден в немногих шлифах, в форме небольших неправильной формы участков. В Кимканских рудах лимонит по количеству не заслуживает внимания.

Нерудные минералы в рудах Кимканского месторождения представлены кварцем, лучистым амфибором, биотитом, мусковитом, хлоритом, гранатом и турмалином. Они составляют отдельные прослойки, которые чередуются с рудными. Для примера здесь приводится характерное чередование этих прослоек, которые имеют ширину: рудный—3,0, нерудный—0,1, рудный—0,6, нерудный—2,4, рудный—0,84, нерудный—1,8 мм. Кроме того, среди нерудных минералов содержится очень немного зерен магнетита и наоборот. Все прослойки нерудных имеют гранобластическую структуру.

Кварц из нерудных минералов является наиболее распростра-

ненным. Он расположен в виде отдельных зерен среди руды. Большинство нерудных прослоек состоит почти исключительно из кварца, где он имеет роговиковую структуру. В некоторых участках кварц имеет настолько большое количество мельчайших включений магнетита, что в проходящем свете становится мутным.

Лучистый амфибол в рудах встречается в небольшом количестве. Он образует мелкие шестоватые зерна, часто почти бесцветные, иногда они имеют зеленоватую окраску. В последнем случае заметен слабый плеохроизм в желтовато-зеленоватых тонах. Лучистый амфибол преимущественно встречается вблизи магнетита и редко вдали от него. Он образует на границах магнетита и кварца прослойки шириною от 0,43 до 0,65 мм (ф. 8).

Биотит встречается сравнительно редко. Он расположен в форме мелких зерен среди кварца и зерна его имеют роговиковую структуру.

Мусковит встречается кое-где среди нерудных прослоек, но кроме этого, он образует тонкие жилочки в магнетите, при чем эти жилки расположены параллельно слоистости породы. Около жилок мусковита присутствует хлорит. Хлорит, кроме того, встречается и среди магнетита и среди нерудных участков, развиваясь, главным образом, около лучистого амфибола, а иногда по краям линзочек кварца, граничащих с магнетитом.

Среди нерудных минералов в небольшом количестве встречается турмалин. Он расположен в виде призмочек размером от $0,08 \times 0,05$ до $0,05 \times 0,02$ мм. Плеохроизм в отдельных участках зерна от бесцветного до мутнозеленого, в других от бесцветного до буроватого. Интерференционная окраска пятнистая и проявляется в цветах от сероватых до розоватых, желтоватых и синих.

б) Боковые породы.

Коллекция боковых пород Кимканского месторождения представлена немногими типами.

Например, в ней имеются адамеллит, актинолито-гранатовый роговик, биотитовый роговик и ороговикованный песчаник.

Адамеллит имеет светлосерую окраску. Массивной текстуры, среднезернистый. Состоит из кварца, полевых шпатов белого цвета. Темноцветные компоненты представлены биотитом.

В шлифе встречается кварц, плагиоклаз, биотит, мусковит, хлорит, магнетит, цоизит, апатит и сфен. Структура адамеллита—гипидиоморфная.

Кварц в виде неправильной формы зерен заполняет промежутки между зернами плагиоклаза.

Плагиоклаз встречается в виде идиоморфных кристаллов призматической формы. Центральные части зерен подверглись большому изменению; они имеют в проходящем свете сероватый цвет, а краевые зоны более свежие, в них мутные тона отсутствуют. Большая часть плагиоклаза имеет зонарное строение; измерение двух-трех зерен плагиоклаза по методу Федорова показало, что

имеющийся в породе плагиоклаз средней кислотности, а именно №№ 36—38. По трещинам спайности в нем появляются удлиненные кристаллы мусковита (серицита). Развитие зерен мусковита чаще встречается в центральных частях зерен плагиоклаза, где он, как было указано, сильнее разложился. Мусковит изредка встречается и отдельными чешуйками.

Биотит в шлифе встречается в виде листочков в интерстициях плагиоклаза, иногда встречается и среди зерен кварца. Края зерен биотита изъедены, кое-где сохранились небольшие участки. Плеохроизм от бесцветного до бурого.

Цоизит присутствует в породе в небольшом количестве. Зерна его изометричной формы, располагаются среди плагиоклаза. В проходящем свете бесцветный или зеленоватый, интерференционные цвета аномальные. Иногда он встречается рядом с биотитом, образуя мелкие призматические зерна; всегда вторичный.

Хлорит почти всегда образуется за счет биотита; он также наблюдается и в местах развития мусковита. Кроме того, в породе в небольших количествах присутствуют магнетит, апатит и сфен.

Присутствие в составе породы андезина и совершенно незначительного количества ортоклаза определяют ее как адамеллит. В нашем распоряжении имеется только один образец и, вероятно, из периферической части интрузивного тела, где возможен более основной дифференциат магмы, повидимому, богатой летучими компонентами. Как следствие этого, мы имеем образование мусковита, серицита и цоизита как в боковых породах (роговики), так и в рудном теле (тонкие жилочки в руде).

Актинолито-гранатовые роговики макроскопически серозеленоватого цвета, очень тонкозернисты. Среди этой тонкозернистой массы находятся включения известковистого материала, имеющие форму сплюснутой гальки размером 2×7 мм. Среди карбонатов присутствует кальцит (от HCl вскипает). Кроме того, есть небольшие пустотки, стенки которых покрыты охрой желтого цвета.

В шлифах порода состоит из актинолита, кварца, граната, биотита, хлорита и магнетита, представляя собою пятнистый актинолито-гранатовый роговик.

Актинолит в породе является преобладающим минералом, он встречается в виде мелких зерен, имеющих удлиненную форму, часто зерна изометричны. Кроме этого, в отдельных участках наблюдаются лучистые агрегаты. Иногда актинолит составляет жилку с неровными краями, где он является более свежим, тогда как в других участках он разлагается с образованием хлорита.

Кварц в этих роговиках присутствует в небольшом количестве. Он состоит из мелких зерен с волнистым погасанием.

Гранат имеет буроватую окраску, изотропен. Он образует отдельные узлы, которые обуславливают порфиробластическую структуру породы. Вокруг узлов граната наблюдается биотит, которой редко образует листочки, он чаще встречается в неправильной формы скоплениях. Имеет коричневый цвет, плеохроизм от бесцветного до буроватого.

Хлорит распространен по всему шлифу, при чем он часто развивается по актинолиту, а около зерен магнетита располагается в виде небольших скоплений. В отдельных участках порода сохранила форму структуры конгломерата, при чем здесь хлорит особенно развит в цементе, тогда как в участках, где была расположена галька конгломерата, развивается частично серицит и актинолит. Эти участки в проходящем свете являются бесцветными. Агрегаты актинолита и серицита образуют в сечении формы чаще овальные (формы гальки) и реже угловатые.

Магнетит встречается в форме неправильных зерен, которые разбросаны по всему шлифу.

Биотитовый роговик в коллекции из Кимканского месторождения имеет темнобурю окраску, очень мелкозернист, со слабо выраженной полосчатой текстурой. В. А. Перваго, исследовавший это месторождение в 1932 году, вероятно, его называет кремнистым сланцем, но в отчете описания породы не приводит ¹⁾.

Микроскопические исследования показали, что порода состоит из гранобластической смеси кварца, биотита, актинолита, титанита и эпидота.

Кварц составляет большую часть породы. Зерна его имеют изометричную форму и образуют роговиковую структуру. Большая часть зерен имеет очень много включений магнетита, которые в проходящем свете обуславливают мутную их окраску. Кроме этого имеется кварц, в котором нет совершенно включений.

Биотит содержится в очень большом количестве. Он встречается, главным образом, в форме листочков, реже имеет неправильные лапчатые формы. Плеохроизм от бесцветного до бурого, интерференционные цвета второго и третьего порядков. Часто по периферии зерен биотита (иногда проникает к центру) начинает образовываться эпидот, который дает очень мелкие зерна.

Актинолит располагается, главным образом, около кварца и не играет существенной роли в образовании породы. Он всегда встречается в виде вытянутых кристаллов; наряду с ним встречаются зерна титанита.

Кроме описанных минералов в биотитовом роговике встречаются пирротин и „мельниковит“ — марказит.

Пирротин присутствует в небольшом количестве. Он встречается в форме мелких зерен, имеющих чаще призматическую форму и реже изометричную. В отраженном свете имеет розоватую окраску. Отражательный плеохроизм в воздухе почти не заметен, в масле окраска изменяется от светлорозовой до розоватобурой. В скрещенных николях ясно анизатропен.

Большую часть рудного минерала в породе составляет мельниковит-марказит. Он имеет неоднородную окраску в центре зерен темносерую, сажистую, с хорошо заметной штриховкой, а по периферии зерен белую. В центральных частях заметен плео-

¹⁾ В. А. Перваго. Предварительный отчет по предварительной разведке Кимканского ж. р. м-ния в 1932 г. Рукопись.

хроизм отражения, а по периферии плеохроизма не наблюдается. Точно также и в скрещенных николях центральные части зерен поляризуют в цветах от синего до зеленоватого, а края не поляризуют. Отношение к химическим реактивам различно. Если центр зерен от HNO_3 быстро вскипает, то на периферии кислота оставляет только черное пятно. От KCN и FeCl_3 в центре зерен появляется налет, а на периферии никаких изменений не происходит. Этот минерал образует коллоформные структуры (ф. 9). В некоторых агрегатах мельниквит-марказита еще видны сохранившиеся остатки пирротина. Таким образом, мы имеем экзогенные изменения пирротина в марказит-мельниквит.

Наконец, в породе присутствует в очень небольшом количестве лимонит.

Следующим представителем боковых пород является ороговикованный песчаник, который имеет массивную текстуру. Окраска его сероватожелтая, пятнистый. Пятна размером от 2 до 3 мм представлены кварцем.

При микроскопическом изучении в породе определены кварц, микроклин, плагиоклаз, биотит, мусковит и лимонит. Кварц образует неправильной формы зерна, дающие гранобластическую структуру. Он составляет большую часть породы. Среди зерен кварца в небольшом количестве встречаются микроклин и плагиоклаз (альбит); они также образуют зерна, по форме сходные с зернами кварца. Биотит расположен между зерен кварца, он образует небольшие листочки, содержащие много включений непрозрачного вещества и цоизита. Также много включений содержит и мусковит, зерна которого имеют лапчатую форму. Кроме этого, в породе содержится небольшое количество лимонита. Вероятно, эту породу В. А. Перваго называет аплит-гранитом. Он пишет: „встречается гранит, дающий жилы от 0,5 до 1 м мощностью. Эти жилы идут согласно напластованию метаморфических пород“¹⁾. По нашему мнению, это будет ороговикованный песчаник, в котором под действием пневматолита гранитной интрузии образовались биотит, мусковит, микроклин и альбит (?) с перекристаллизацией песчаника и с образованием гранобластической структуры.

6. Генезис руд.

Вопрос о генезисе Кайланского, Дитурского и Кимканского месторождений района Малый Хингаи ДВК до последнего времени не решен. Исследователи о генезисе этих месторождений высказывают различные мнения. Геолог Константинов²⁾, открывший в 1912—15 г.г. Кайланское месторождение, считает его экзогенным—осадочным. Геолог Семенов, исследовавший Кайланское месторождение в 1931 году, пришел к следующему выводу: „Вероятно, в

1) В. А. Перваго. Предварительный отчет по предварительной разведке Кимканского железорудного м-ния, в 1932 году. Рукопись, стр. 5.

2) Э. Э. Анерт. Богатства недр Дальнего Востока. Акц. О-во „Книжное дело“. Хабаровск—Владивосток, 1928 г., стр. 284—285.

нижнепалеозойское время этот участок представлял какой то мелководный бассейн, повидимому, береговую полосу моря. На дне этого моря, т. е. береговой его полосы или залива, осаждались из коллоидных растворов гидраты окиси железа (+) и гидраты кремнезема (-). Эти гидраты, различно заряженные, взаимно осаждали друг друга и дали чередующиеся между собою скопления железа и кремния¹⁾. Далее инженер-геолог С. М. Ткалич²⁾, руководивший разведкой Кайланского месторождения, примыкает также к гипотезе осадочного генезиса. В защиту этой гипотезы он приводит: „1) Рудные тела в районе Малого Хингана подчинены первоначально осадочным и впоследствии слабо регионально метаморфизованным отложениям. 2) Минералогия месторождения Кайлана, Дитура говорит за метаморфизм пород в эпизоне. 3) Кимканское месторождение является контактово метаморфизованным. 4) Наиболее значительные по размерам рудные тела приближаются по виду к настоящим пластам. 5) Хлорито-доломито-известковые брекчии по своей структуре ближе всего напоминают типичные брекчии и конгломераты обваливания или затопления“.

Противоположный взгляд на генезис месторождения высказывает геолог Н. Н. Павлов³⁾, который говорит, что руды Малого Хингана по отношению к вмещающим породам являются эпигенетическими (метатетическими—А.) и произошли за счет разложения импренъировавшего породы пирита, превратившегося при выветривании в красную гидроокись железа.

Произведенное микроскопическое исследование руд и части пород месторождения показывает, что входящие в состав боковых пород конгломеративные породы имеют слабо окатанную гальку и реже обломки, состоящие из известковистых пород. В состав цемента этих пород входит лимонит, хлорит и гематит.

В рудах этих месторождений при большом содержании гематита (в проходящем свете шлиф непрозрачен) кое-где удается наблюдать структуру вмещающих пород, при чем в состав реликтов входит преимущественно кварц, забитый лимонитом. Кое-где в рудах Кайланского и Дитурского месторождений наблюдаются хлопьевидные включения лимонита, который отложился из коллоидных растворов одновременно с вмещающими руду боковыми породами.

Источником железа, повидимому, являлись породы континента вообще, в частности доломиты, в которых содержание Fe_2O_3 , согласно анализов, приведенных в отчете С. М. Ткалич, равно 0,10%, и пирротиновые сланцы, на которых трансгрессивно залегают девонские отложения.

Руды исследованных месторождений имеют полосчатую текстуру: рудные слои чередуются с нерудными, при чем макроскопически однородные слои, под микроскопом, оказывается, состоят из чере-

1) С. М. Ткалич. Кайланское железорудное месторождение в северной части Малого Хингана в ДВК (Отчет о геолого-разведочных работах 1932 г.). Владивосток. Рукопись, стр. 120—121.

2) Там же, стр. 127—128.

3) Там же, стр. 122.

дования более тонких прослоек, мощность которых колеблется в пределах от 0,03 до 0,006 мм. Образование микрослоистости может произойти, как показали опыты E. S. Moor'a и J. S. Maunard'a¹⁾, вследствие неодинаковой скорости коагуляции водной окиси железа и кремнезема, при осаждении их из коллоидных растворов. Формирование месторождения происходило, видимо, в прибрежной полосе водного бассейна, куда приносились гальки и обломки карбонатных пород, которые способствовали коагуляции гидроокиси железа и кремнезема из коллоидных растворов. На отложение в прибрежной полосе указывают и кластические структуры руд.

Возможно, что отдельные участки водного бассейна по условиям приближались к лагуне или замкнутому водному бассейну.

После формирования всей рудоносной свиты, месторождения подверглись диагенезису и метаморфизму (региональному и контактовому), под действием которых большинство гидроокиси железа превратилось в магнетит и гематит. Последний образует очень мелкие (0,002—0,004 мм) зерна, расположенные преимущественно параллельно слоистости пород, и только кое-где сохранились хлопьевидные формы скоплений гидроокиси. Кроме того, во время этих процессов часть гидроокиси группировалась около гальки и обломков карбонатных пород, образуя вокруг них узенькие каемки лимонита и гематита.

Воздействие метаморфизма на породы и руды исследованных месторождений было не одинаково. Кайланское месторождение метаморфизовано наиболее слабо, вследствие чего в нем сохранилось больше лимонита хлопьевидной формы и образовалось совершенно незначительное количество магнетита. Дитурское месторождение испытывало уже более сильный метаморфизм. В некоторых образцах этого месторождения руда состоит наполовину из магнетита (в пробе с VII развед. линии), который последующими процессами выветривания сильно мартитизирован. В этих месторождениях главным рудным минералом является гематит.

Кимканское месторождение испытало наиболее сильный контактовый метаморфизм, вызванный гипабиссальной интрузией адамеллита, под действием которой боковые породы превращены в роговики, а рудные минералы в магнетит; содержание гематита, также перекристаллизованного, незначительно. Интересно отметить, что руда имеет гранобластическую структуру, а иногда и скелетную. Между прочим, микроскопическое исследование аггломератов железных руд Гороблагодатского и Керченского месторождений, произведенное А. И. Александровым²⁾, показало, что при перекристаллизации в соответствующей обстановке получается, главным образом, магнетит, независимо от того, в каких соединениях (лимонит, гематит и др.) содержалось железо в исходном материале. Например, аггломерат, полученный из бурых железняков Керчен-

1) E. S. Moor and J. S. Maunard. Solution, Transportation and precipitation of iron and silica.—Econ. Geol., Vol. XXIV, 1929, №№ 3—5.

2) Александров, А. Состав некоторых аггломератов железных руд. Томск. 1933, рукопись.

ского месторождения, содержит преимущественно магнетит, с развивающейся в нем скелетной структурой. Таким образом, и в естественной обстановке, при сильном контактовом метаморфизме, возможно образование магнетита за счет перекристаллизации лимонита, гематита и др. железистых соединений.

Согласно отчета С. М. Ткалич (стр. 126—127), в Кайланском месторождении содержится пирит, который образует в породе включения отдельных зерен или даже составляет прожилки, секущие и руду и боковые породы. При исследовании образцов руд и пород описанных месторождений, пирит встречен в небольшом количестве. За то в породе и руде встречаются жилки лимонита, образовавшегося, видимо, за счет пирита. Кроме того, этот лимонит участвует в образовании каемок вокруг гальки конгломератов. Встречающиеся жилки лимонита являются вторичными и образовались после того, как первоначально отложившаяся гидроокись железа частично была уже превращена в гематит. Развитие этого лимонита, повидимому, нужно связывать с современными процессами выветривания.

7. Заключение.

В настоящей работе изложены результаты микроскопического исследования железных руд и части боковых пород Кайланского, Дитурского и Кимканского месторождений ДВК. На основании исследований можно прийти к следующим выводам.

1. Руды Кайланского месторождения представлены, главным образом, гематитом, а Кимканского—магнетитом. Руды Дитурского месторождения занимают среднее между ними положение; содержание магнетита в пробах этого месторождения колеблется от незначительного количества в одних пробах до 50% в других. Таким образом, в месторождениях ясно намечается изменение руд от гематитовых к магнетитовым.

2. Руды исследованных месторождений имеют полосчатую текстуру; ширина отдельных слоев колеблется от 0,3 до 20 мм. Рудные прослойки в рудах Кайланского и Дитурского месторождений состоят из гематита, образующего очень мелкие (0,002—0,004 мм) иголки, расположенные в общем параллельно слоистости пород. Магнетит в Дитурском месторождении расположен отдельными зернами, сосредоточенными в отдельных местах—„узлах“.

В рудах Кайланского и Дитурского месторождений, как упоминалось выше, часто встречаются реликтовые кластические структуры, а руды Кимканские образуют гранобластические.

3. В рудах Кайланского и Дитурского месторождений имеется две генерации лимонита: а) отложившегося из коллоидных растворов и имеющего хлопьевидную форму и б) образовавшегося в результате разложения пирита и части карбонатных пород и встречающегося, главным образом, в форме жилок, которые секут руду и боковые породы.

4. Контактный метаморфизм руд и пород в месторождениях

выражен не одинаково—более слабо в Кайланском месторождении и наиболее сильно в Кимканском.

5. Процесс образования руд можно представить следующей схемой.

Схема образования железных руд Хинганских месторождений.

Эпохи Материалы	1. Образование богатых железом осадков	2. (?) Диагенезис	3. Метаморфизм	4. Экзогенные процессы
Лимонит				
Гематит				
Магнетит				
Кварц				
Хлорит	(?)	(?)		
Карбонаты				
Мартит				
Золото				
Сульфиды (пирит, халькопирит и пирротин).	(?)			

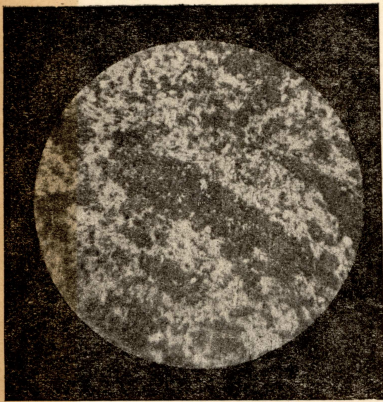
I. Эпоха. Галька из обломков карбонатных пород и кварца с железистым и возможно хлоритовым цементом. В эту же эпоху происходит привнос и осаждение гидроокиси железа и кремнезема. Не исключена возможность развития в эту эпоху некоторого количества сульфидов.

II. Диагенезис (?). В эту эпоху возможны образование гематита за счет лимонита и развитие хлорита (?).

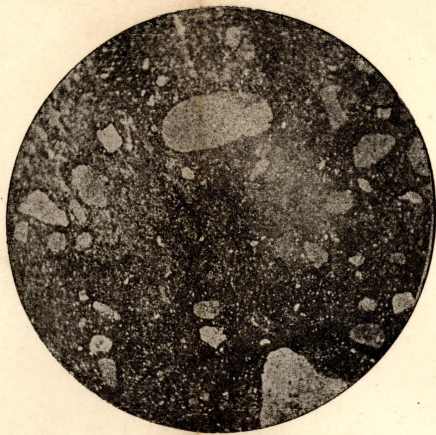
III. Метаморфизм обусловил образование магнетита и гематита за счет лимонита. В эту же эпоху привнесен дополнительно кремнезем (жилки кварца, секущие породы и руду), привнесены сульфиды, небольшое количество золота и образовался хлорит.

IV. Экзогенные процессы характеризуются развитием лимонита за счет сульфидов и возможно частично карбонатов, образованием мартита и миграцией золота.

Микрофотографии руд и пород месторождений Малого Хингана ДВК.



Фиг. 1.



Фиг. 2.



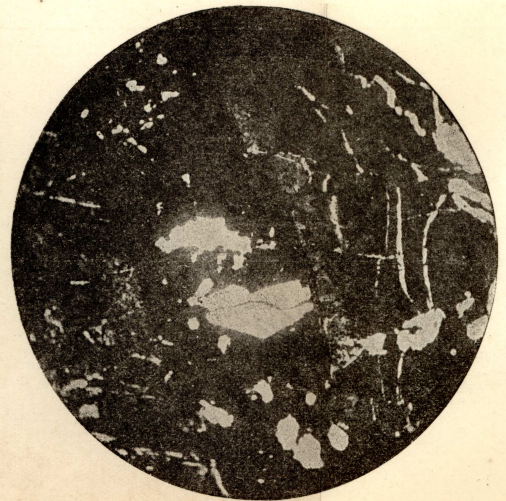
Фиг. 3.



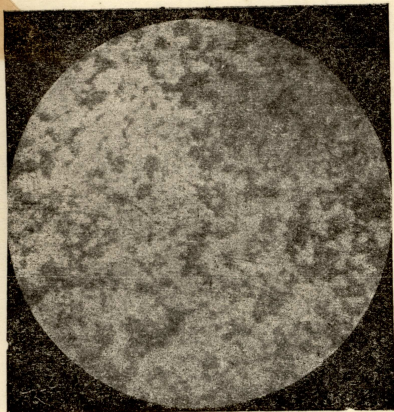
Фиг. 4.



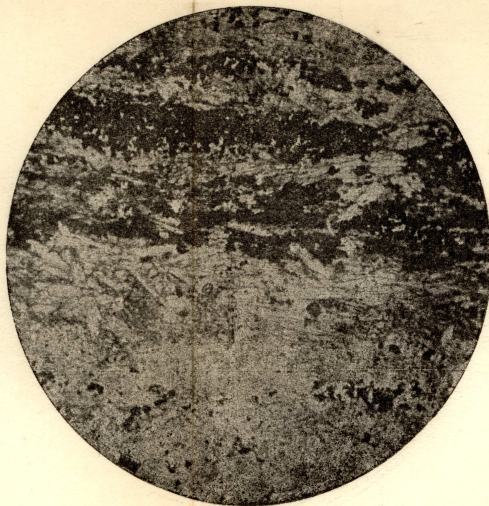
Фиг. 5.



Фиг. 6.



Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

Объяснение фотографий.

Фот. 1. Структура Кайланских руд. Мелкозернистый гематит (белый) с нерудными участками, имеющими линзообразную форму (черное). Среди нерудных минералов видны очень мелкие иголки гематита.

Кайланское месторождение, ув. 300 (отражен. свет).

Фот. 2. Конгломеративная порода. Галька, состоящая из карбонатов (белое и светлосерое), цемент хлоритово-железистый (серое).

Кайланское месторождение, ув. 12 (проходящий свет).

Фот. 3. То же. Вокруг гальки, состоящей из карбонатов (белое), видна узкая полоска из лимонита и гематита (черное). В отдельных местах шлифа видны дыры.

Кайланское месторождение, ув. 32 (проходящий свет).

Фот. 4. Структура силицилита. Кварц (белое), рудные минералы—гематит и лимонит (черное).

Кайланское месторождение, ув. 34 (проход. свет).

Фот. 5. Среди мелкозернистого гематита (белое) встречаются мартитизированные зерна магнетита (м), вокруг которых видны каемки гематита, нерудные минералы (черное).

Дитурское месторождение, ув. 350 (отражен. свет).

Фот. 6. Раздробленная гематитовая руда. Трещинки заполнены кварцем (белое), нерудные участки очень загрязнены лимонитом (серое), отдельными полосами проходит руда (черное).

Дитурское месторождение, ув. 12 (проход. свет).

Фот. 7. Гранобластическая структура руды, состоящей из магнетита (белое) и кварца (темносерое).

Кимканское месторождение, ув. 350 (отражен. свет).

Фот. 8. Полосчатая текстура руды. Около магнетита (черное) образуется актинолит (удлиненные кристаллы серого цвета), за актинолитом виден кварц гранобластической структуры (Qu).

Кимканское месторождение, ув. 40 (проход. свет).

Фот. 9. Коллоформная структура „мельниковит“—марказита (белое, в центрах зерен серое) в биотито-актинолитовом роговике.

Кимканское месторождение, ув. 200 (отражен. свет).

SUMMARY.

The results of a microscopic study of iron-ores and partly of rocks from the Kaylansky, Ditursky and Kimkansky deposits of the Far-Eastern Region are given in this paper. The study allows to draw the following conclusions.

1. The ores of the Kaylansky deposit are represented by hematite, those of the Kimkansky deposit—by magnetite. The ores of the Ditursky deposit occupy a medial position between the first two: the tenor of magnetite in the samples of this deposit ranges from an inconsiderable amount to 50 p. c. The alteration of ores from hematite to magnetite is thus obviously marked.

2. The ores of the investigated deposits have a banded texture, the width of separate layers varies from 0.3 to 20 mm. Ore streaks in ores of the Kaylansky and Ditursky deposits consist of hematite, forming very fine needles (0,002—0,004 mm), disposed generally upon the stratification of rocks. Magnetite in the Ditursky deposit is disposed as separate grains concentrated in certain places—„knots“. In ores of the Kaylansky and Ditursky residual clastic structures are often met with and the Kimkansky ores form granoblastic structures.

3. Two generations of limonite are presented in ores of Kaylansky and Ditursky deposits: a) limonite deposited from colloidal solutions and possessing the form of flakes and b) limonite resulting from decomposition of pyrite and of a part of carbonate rocks, occurring mainly as small veins which intersect the ores and the wallrocks.

4. The contact-metamorphism of ores and rocks in these deposits is expressed differently, being the strongest in the Kimkansky deposit.

5. The process of formation of ores may be represented by the scheme of the table in page 18.

I epoch. Pebble from carbonate rocks and quartz with a ferruginous and possibly chloritic cement. The introduction and the precipitation of hydroxide of iron and of silica occurred at the same epoch. The possibility of development of a certain amount of sulphides at that epoch is not excluded.

II. Diagenesis (?). The formation of hematite from the limonite and the development of chlorite (?) is probable at this epoch.

III. The metamorphism caused the formation of magnetite and hematite at the expense of limonite. At the same epoch silica (veins of quartz intersecting the rocks and the ores) as well as sulphides, a small amount of gold are introduced and chlorite is formed.

IV. The exogenic processes are characterized by the development of limonite at the expense of sulphides and possibly of carbonates too, by the formation of martite with a migration of gold.

Translated by B. Gootovskaya.