

Д. О. ОНТОВ

О КОЛЛОМОРФНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ МАГНЕТИТА И О СВОЕОБРАЗНЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ И ТАБЛИТЧАТЫХ ВЫДЕЛЕНИЯХ ПИРИТА В МАГНЕТИТОВЫХ РУДАХ

При изучении минерального состава магнетитовых руд Куржункульского контактово-метасоматического месторождения железа Куставайской области автором были обнаружены необычные колломорфные образования магнетита, а также своеобразные пластинчатые выделения пирита в рудах. Так как подобные образования встречаются редко и в литературе почти не освещены, то фактические данные и соображения об условиях их образования могут представлять определенный интерес для читателей.

Исследованное месторождение залегает в эндоконтактовой зоне массива пироксенового диорит-порфирита, прорывающего нижнекарбоневые известняки. Последние в виде линзообразных ксенолитов встречаются в эндоконтактовой зоне интрузивного массива.

Рудоносная полоса, локализованная вдоль юго-восточной эндоконтактовой зоны массива, прослеживается на протяжении 1000—1200 м при ширине 500—600 м. В пределах указанной полосы разведочными работами вскрыты крупные и многочисленные мелкие рудные тела магнетитовых руд, залегающие в самих диорит-порфиритах, а также на контакте их с известняками или близ контакта. Условия залегания и морфология рудных тел в значительной степени зависят от характера контактовой поверхности интрузива с известняками, от формы и условий залегания ксенолитов известняков и от дорудных тектонических нарушений. Преобладают круто- и пологопадающие на запад линзообразные и плосколинзообразные рудные тела, которые по простиранию, а также на глубину разветвляются и затем выклиниваются.

По минеральному составу и текстурным особенностям выделяются два типа руд: а) массивные магнетитовые, б) вкрапленные и брекчиевидные пироксен-магнетитовые. Резко преобладают массивные магнетитовые руды, слагающие основную массу рудных тел, тогда как вкрапленные руды имеют подчиненное значение и локализованы преимущественно в залбандах и на флангах рудных тел.

Так как интересующие нас колломорфные образования магнетита, а также пластинчатые и таблитчатые обособления пирита преимущественно встречаются в массивных рудах, то остановимся более подробно на характеристике последних.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАССИВНЫХ МАГНЕТИТОВЫХ РУД

Как уже отмечалось, эти руды залегают или в самих диорит-порфири-тах или на контакте их с массивными известняками. В тех случаях, когда массивные руды залегают в диорит-порфири-тах, контакт между ними не-правильный, нечеткий и в контактовой зоне часто наблюдаются постепен-ные переходы от массивных руд через вкрапленные, нередко брекчиро-ванные пироксен-магнетитовые руды, к безрудным пироксеновым скар-нам и скарнированным диорит-порфири-там. Здесь пироксеновые скарны и вкрапленные пироксен-магнетитовые руды образуются преимущественно за счет диорит-порфирита и локализируются в зальбандах массивных руд.



Рис. 1. Кристаллически-зональное строение магнетитовых зерен среди незональных разностей. Полированный шлиф, $\times 44$

Наоборот, контакт последних с мраморизованными известняками всегда оказывается резким: изредка наблюдаются вкрапленники, гнезда и прожилки магнетита в известняках. Ни в одном случае на контакте описываемых руд с известняками не наблюдались собственно скарны (пироксеновые или гранатовые), хотя отмечались хлоритовые и альбит-кальцит-хлоритовые оторочки. Иногда в массивных рудах, особенно близ контакта с известняками, наблюдаются многочисленные мелкие гнезда и неправильные обособления крупнокристаллического кальцита, образовавшегося, по-видимому, за счет гидротермальной перекристаллизации исходного известняка.

Все сказанное выше позволяет считать, что массивные магнетитовые руды образовались в основном за счет замещения известняков.

Макроскопически описываемые руды обладают в большинстве случаев плотной массивной текстурой, изредка наблюдается пятнистая текстура, обусловленная присутствием мелких гнезд, пятен и неправильных обособлений кальцита, а также полосчатая текстура, характеризующаяся чередованием тонких полос пирита с магнетитовыми. В некоторых случаях, как будет показано ниже, встречается колломорфная текстура руд.

Минеральный состав этих руд более или менее однообразен: кристаллы магнетита, как основного минерала, в них присутствуют пироксен, пирит, кальцит и хлорит; изредка встречаются гематит, анкерит, скаполит (мелкозернистый), апатит, тальк, кварц и альбит. Пироксен встречается в рудах в виде мелких гнезд и рассеянных вкрапленников. Кальцит образует мелкие ксеноморфные зерна в интерстициях между зернами магнетита, а также отдельные прожилки и гнезда.

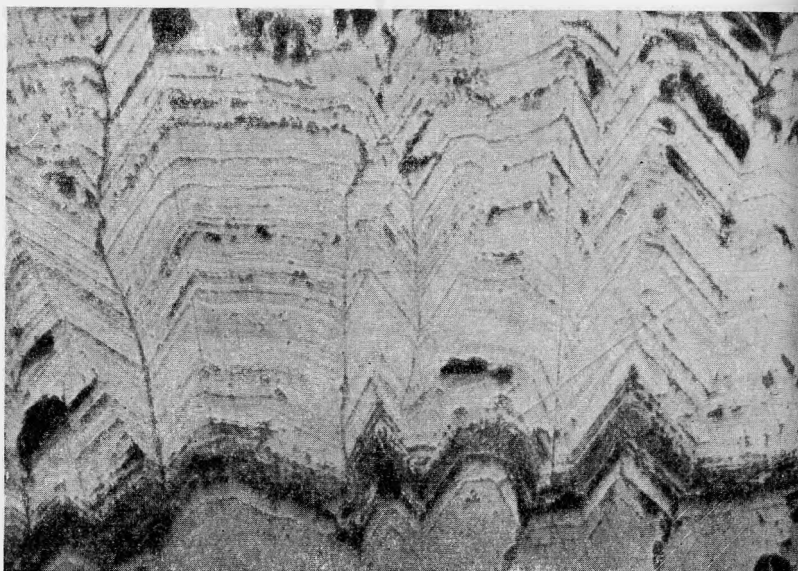


Рис. 2. Зональное строение магнетита, обусловленное включением зерен пироксена в зонах роста и перемежаемостью магнетитовых (светло-серое) и магномагнетитовых (?) темно-серое) полос. Полированный шлиф, $\times 210$

Пирит в рудах развит повсеместно, иногда наблюдается в значительном количестве и встречается в виде мелких вкрапленников и гнезд, а также в форме своеобразных пластинчатых и таблитчатых выделений.

Для рассматриваемых массивных руд характерна равномернозернистая структура и в меньшей степени наблюдается неравномернозернистая структура. Магнетит часто обнаруживает кристаллически-зональное строение, причем участки зонального и незонального магнетита чередуются без какой-либо закономерности (рис. 1). Зональность обусловлена как микровключением пироксена по зонам роста, так и тонким чередованием магнетитовых и возможно магномагнетитовых¹(?) полос (рис. 2).

О КОЛЛОМОРФНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ МАГНЕТИТА

Среди массивных магнетитовых руд, обогащенных кальцитовыми гнездами различных размеров, наблюдается почковидная форма магнетитовых агрегатов с фестончатыми и полусферическими очертаниями.

¹ Магномагнетит (?) в полированных шлифах обладает несколько пониженной отражательной способностью, в сравнении с обычным магнетитом. В остальном свойства их почти одинаковы.

характерными для метаколлоидных образований (рис. 3). Иногда наблюдаются неправильно-сферические формы с овальными и неправильно-эллиптическими сечениями (рис. 4).

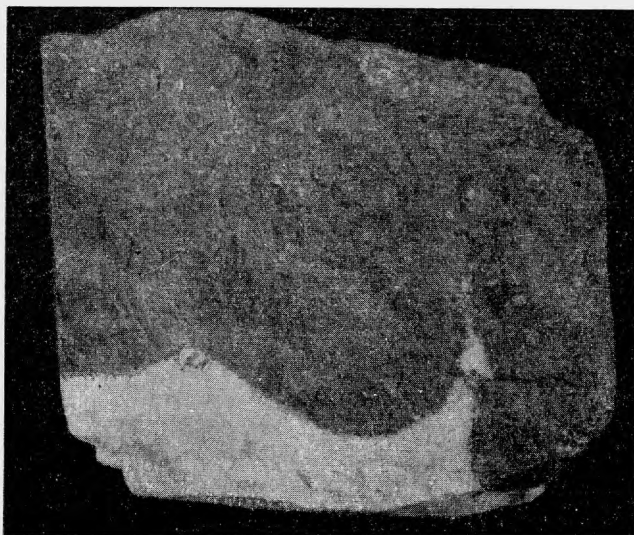


Рис. 3. Фестончатые почковидные формы агрегата магнетита с гnezдами кальцита (белое). Полированный штуф, 3/4 натур. величины



Рис. 4. Почковидные образования магнетита с кальцитом (белое). В магнетите видны мелкие удлиненные пластинчатые выделения пирита (серое). Полированный штуф, натуральная величина

Детальное изучение внутреннего строения этих почковидных образований показало, что в них часто наблюдается концентрически-зональная структура, обусловленная чередованием зон, обладающих различными структурными особенностями магнетитовых агрегатов и содер-

жащих включения других минералов. Так, например, в строении одного из таких колломорфных образований магнетита (рис. 5) видно, что периферическая часть характеризуется очень тонкозернистой почти скрытокристаллической структурой и содержит обильные точечные включения нерудных минералов и мелкие пластинчатые выделения пирита, а также таблитчатые и неправильной формы выделения кальцита в ассоциации с пиритом. Далее отчетливо наблюдается зона мелкозернистого магнетита, фестончато огибающая предыдущую зону и лишенная каких-либо включений нерудных минералов, но содержащая удлиненные выделения

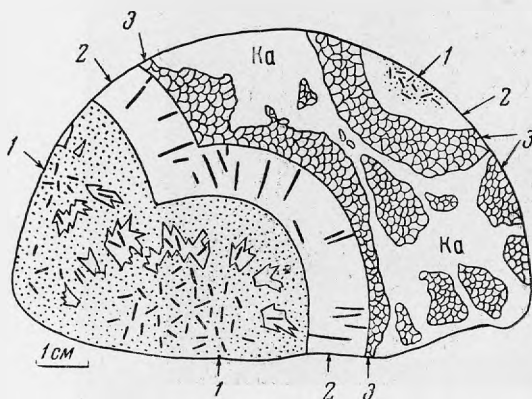


Рис. 5. Почковидное образование магнетита с концентрически-зональным внутренним строением. Зарисовка полированного штуфа, натур. величина

1 — скрыто- и тонкокристаллический магнетит с обильными мелкими включениями нерудных минералов (точечки), пластинчатыми выделениями пирита (черточка) и неправильными обособлениями кальцита; 2 — мелкозернистый магнетит, лишенный включений нерудных минералов, но содержащий удлиненные пластинчатые выделения пирита (черное); 3 — кристаллический аллотриоморфный среднезернистый магнетит, не содержащий посторонних включений; Ka — кальцит

образований магнетита явно кристаллическими его разностями.

Сравнительно редко встречается радиально-лучистая и шестоватая структура почковидных образований магнетита, отчетливо наблюдаемая на свежих изломах и при травлении концентрированной соляной кислотой полированной поверхности штуфов. При этом удлиненные пластинчатые выделения пирита нередко располагаются параллельно шестоватой и лучистой индивидуам магнетита.

Рассматриваемые скрытокристаллические, мелкозернистые, радиально-лучистые и другие структуры колломорфных образований магнетита можно рассматривать как результат раскристаллизации первичного коллоидного вещества в раннюю стадию их диагенеза.

Касаясь условий образования описываемых колломорфных или метакристаллических образований магнетита, необходимо отметить, что они пространственно тесно связаны с массивными магнетитовыми рудами, локально проявляясь в местах обильного развития кальцитовых гнейсов. Несомненно, они образовались одновременно с массивными рудами. Однако детали процесса еще не ясны. Можно предполагать, что при интенсивном дорудном дроблении рудоотложение происходило в условиях резкого падения давления. Это в свою очередь привело к локальному

пирита, приуроченные к трещинам усыхания геля. На юго-западном конце, периферическая часть этих образований сложена аллотриоморфным среднезернистым магнетитом, представляющим первично-кристаллические образования этого минерала.

Приведенные данные указывают на последовательное «послойное» отложение магнетита в виде гидрогелей, сильно обогащенного в начальной стадии образования другими минеральными компонентами. Однако к концу процесса рудообразования по мере уменьшения концентрации железа в растворе, отложение магнетита происходит в виде кристаллических зерен из истинных растворов. Таким образом здесь мы имеем отчетливый пример смены коллоидных

пересыщению растворов и выпадению магнетита в виде гидрогелей с образованием в ряде случаев концентрически-зонального строения коллоидных образований, позднее перекристаллизовавшихся в скрытокристаллические, мелкозернистые и радиально-лучистые метаколлоидные агрегаты.

Следует отметить, что колломорфные образования магнетита в контактово-метасоматических месторождениях до сих пор не отмечались. Своеобразные оолитовые колломорфные образования магнетита отмечены в гидротермальных Ангаро-Илимских месторождениях.

Между тем детальные исследования последних лет показали ошибочность представления о том, что коллоидные образования будто бы возникают только при низкотемпературных процессах, протекающих на поверхности земли или близ нее. А. Г. Бетехтин (1953) показал, что «коллоиды могут образоваться при самых различных температурах и давлениях и в самых разнообразных условиях». Тот же автор (1949) отмечает, что в некоторых жильных медно-никелевых сульфидных месторождениях, генетически связанных с основными породами, среди сплошной сульфидной массы были встречены, как ранние образования, скопления магнетита концентрически-зонального строения с общей почковидной поверхностью. О. Д. Левицкий (1953) показал определенную роль коллоидных растворов при формировании относительно высокотемпературных месторождений кварц-касситеритовой формации как на малых, так и на значительных глубинах.

Таким образом, описываемые колломорфные образования магнетита в контактово-метасоматическом месторождении являются не случайным, а вполне закономерным явлением. Редкость обнаружения подобных метаколлоидных образований магнетита, видимо, обусловлена последующей перекристаллизацией гидрогелей и явлениями метаморфизма руд.

О ПЛАСТИНЧАТЫХ И ТАБЛИТЧАТЫХ ФОРМАХ ПИРИТА В МАГНЕТИТОВЫХ РУДАХ

Как уже указывалось, в богатых магнетитовых рудах массивной и метаколлоидной текстуры наблюдались своеобразные пластинчатые и таблитчатые образования пирита, не обычные для этого минерала. Реже подобные образования отмечались во вкрапленных рудах, в участках развития кальцитовых гнезд.

В большинстве случаев наблюдается более или менее равномерное распределение пластинчатых и таблитчатых обособлений пирита в массе руды (рис. 6), обладающих размерами от десятых долей миллиметра до 5—7, реже до 10 мм в длину при ширине от сотых долей до 1 мм. Микроскопическое изучение показывает, что форма этих обособлений пирита меняется и часто имеет утолщения, иногда они на концах как бы разветвляются и местами тупо прерываются.

Однако нередко на продолжении пиритовых образований наблюдаются выделения зерен магнетита более поздней генерации (рис. 7) и иногда зерен кальцита.

Наряду с описываемыми пластинчатыми и таблитчатыми формами встречаются также неправильные гнездовые и ливзообразные обособления пирита и реже идиоморфные его зерна и кристаллы в пустотках вместе с кальцитом.

Во вкрапленных рудах иногда наблюдались своеобразные таблитчатые и удлиненно-таблитчатые обособления пирита и магнетита в кальцитовом гнезде вокруг оруденелого скарна. При этом центральная часть

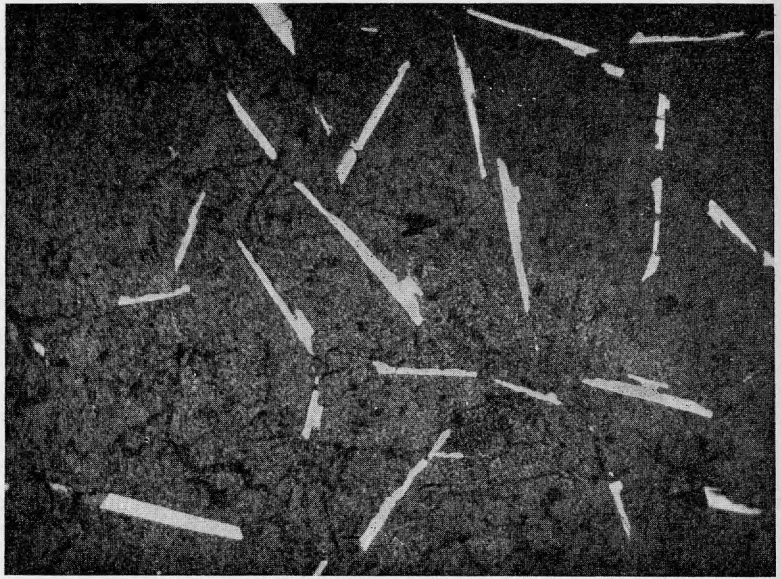


Рис. 6. Пластинчатые включения пирита в массивной магнетитовой руде. Полированный штупф, $\times 17$

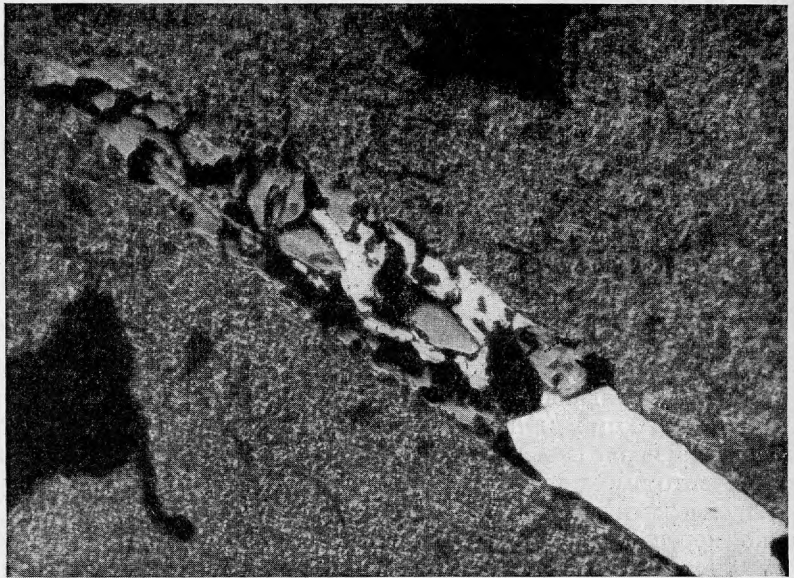


Рис. 7. На продолжении пластинчатого включения пирита (белое) в руде видны выделения зерен магнетита поздней генерации. Полированный шлиф, $\times 50$

этих обособлений сложена пиритом, который окаймляется по периферии зональным магнетитом ранней генерации (рис. 8). Последний здесь как бы нарастает на таблитчатый пирит.

Аналогичную картину можно заметить и в богатых массивных рудах, где микрозональность магнетита ранней генерации как бы повторяет контуры отдельных удлиненно-пластинчатых и неправильных обособлений пирита (рис. 9). Вместе с тем мелкие прожилки пирита отчетливо пересекают микрозональный магнетит ранней генерации, что указывает на более позднее их образование.

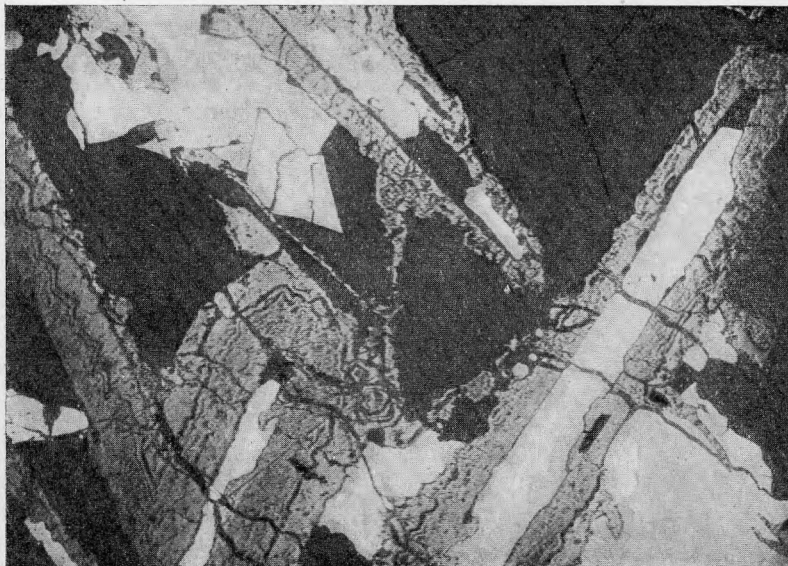
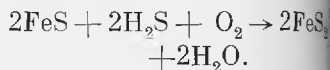


Рис. 8. Удлиненно-таблитчатые обособления магнетита (серое) и пирита (белое; черное—кальцит). Полированный шлиф, $\times 17$

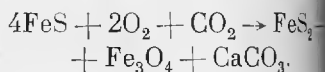
Пирит описываемых таблитчатых и пластинчатых обособлений состоит, как это выявлено структурным травлением, из агрегатов отдельных более мелких его зерен. Следовательно, пирит здесь замещает какой-то другой минерал пластинчатой формы. Эти данные, а также наличие идиоморфных зерен и кристаллов пирита в «пустотках» руд, в ассоциации с кальцитом, вполне определенно свидетельствуют о том, что пирит в рудах образовался значительно позднее основной массы магнетита ранней генерации, а наблюдаемая таблитчатая и пластинчатая форма пирита является следствием замещения им более ранних минералов подобной формы. Естественно возникает вопрос, за счет замещения каких первичных минералов образуются рассматриваемые таблитчатые и пластинчатые обособления пирита.

Более детальное изучение указанных обособлений пирита позволило обнаружить в них мельчайшие реликтовые включения пирротина размерами от тысячных долей миллиметра до 0,02 мм в поперечнике, имеющие часто неправильные и изометричные формы. Нередко они имеют удлиненную форму и вытягиваются в мелкие цепочки, местами образуя очень узкие полоски.

Эти факты, а также наличие агрегатов зерен магнетита более поздней генерации на продолжении пиритовых обособлений позволяет утверждать, что подавляющая часть пирита пластинчатой и таблитчатой формы образовалась путем замещения пирротина, в частности путем дисульфидизации пирротина в условиях повышенной концентрации серы (Беттин, 1949) в более поздних растворах по схеме:



Резко подчиненную роль играл процесс разложения пирротина в условиях более окислительной обстановки по схеме:



Можно предполагать, что пирротин, очевидно, был широко распространен в магнетитовых рудах исследованного месторождения, но в более поздние стадии минерализации, в условиях более окислительной обстановки при некотором повышении концентрации серы и кислорода в растворах, он оказался неустойчивым и был замещен агрегатами зерен пирита и реже магнетита.

Высказанные выше соображения подтверждаются наличием пластинчатых и таблитчатых форм пирротина в магнетитовых рудах другого исследованного месторождения (Адаевское), залегающего в таких же геологических условиях, что и Куржункульское.

Подобные обособления пирита, аналогичные вышеописанным, а также своеобразные перистые и лучистые образования пиритовых агрегатов (рис. 10 и 11) встречались нами и в рудах других магнетитовых месторождений района (Сарбайское и др.), однако наряду с пиритом в них часто встречается пирротин в виде вкрапленников, гнезд и неправильных обособлений.

Наблюдаемая реликтовая пластинчатая и таблитчатая форма пирротиновых индивидов и их взаимоотношение с магнетитом ранней генерации показывают, что пирротин в рудах образовался раньше магнетита, что зональные различия последнего нарастают на таблитчатые и пластинчатые обособления пирротина, часто окаймляя их. Раннее отложение пирротина в рудах указывает, с одной стороны, на относительно вы-



Рис. 9. Неправильные и пластинчатые выделения пирита (белое) в пустотках, выполненных магнетитом зонального строения. Мелкий прожилок пирита сетчат магнетит. Аншлиф, $\times 46$

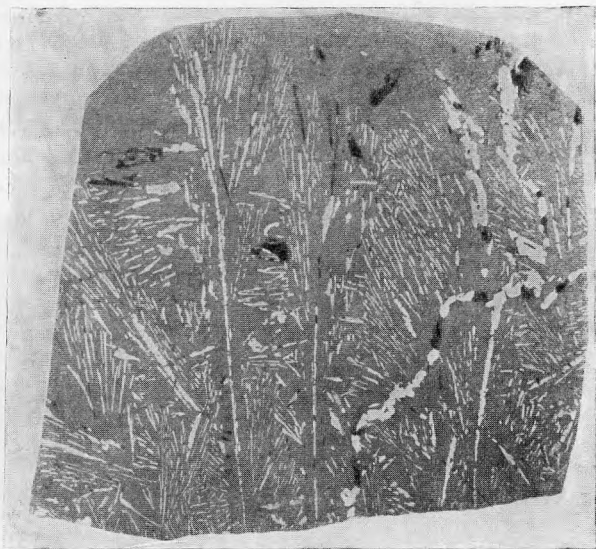


Рис. 10. Перистые образования пирита (белое) в массивной магнетитовой руде (серое). Полированный шлиф, натур. величина

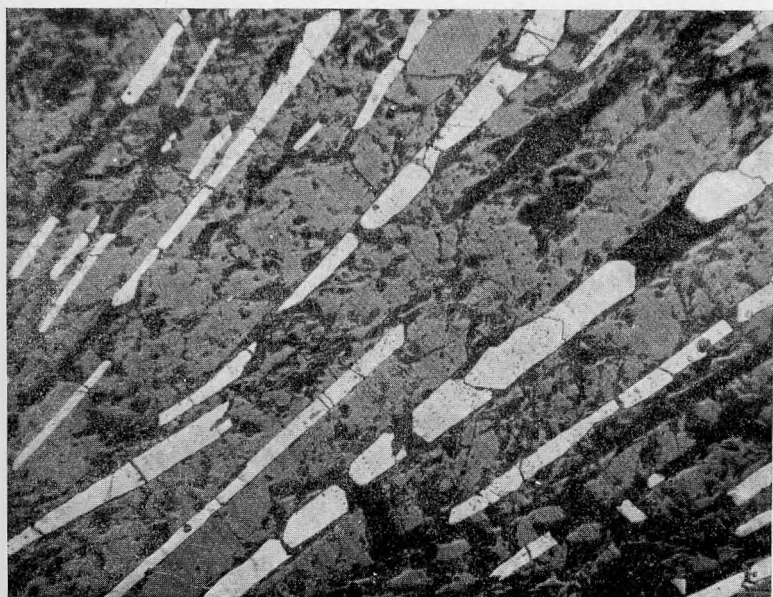


Рис. 11. Пирит (белое) в удлиненных пустотках представлен отдельными вытянутыми зернами (деталь рис. 10). Полированный шлиф, $\times 46$

кую температуру его образования и, с другой — на восстановительные условия среды в момент образования магнетитовых руд.

Имеющиеся фактические данные показывают, что часть пластинчатых и таблитчатых выделений пирита могла образоваться не за счет пирротина, а на месте разложившихся и выщелоченных нерудных минералов. Последние в массивной руде часто образуют шестоватые удлиненные призматические и таблитчатые выделения, которые в большинстве случаев

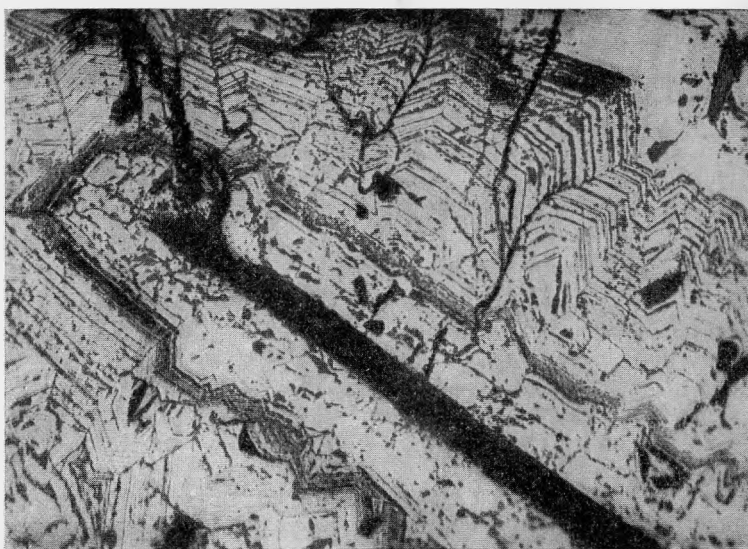


Рис. 12. Пластинчатое выделение нерудного минерала (черное), окаймленное симметрично-зональным магнетитом (серое). Полированный шлиф, $\times 46$

оказываются карбонатизированными. Чрезвычайно характерно, что одиночные и крестообразные удлиненные обособления нерудного минерала часто окаймлены зональным магнетитом, при этом зоны магнетита располагаются симметрично относительно нерудного минерала (рис. 12). Иногда заметно, что зоны магнетита частично замещены пиритом.

Местами описываемые нерудные минералы были полностью разложены и выщелочены, а в удлиненных таблитчатых пустотках, образовавшихся на месте их, происходило отложение отдельных идиоморфных зерен пирита и кальцита. Пирит в них часто кристаллизуется в стесненных условиях, благодаря чему рост его происходит в одном направлении — вдоль удлинения пустотки.

В карбонатизированных удлиненных и таблитчатых обособлениях нерудных минералов иногда наблюдались мелкие реликты щелочного амфибола и очень редко скаполита. На этом основании можно полагать, что незначительная часть пластинчатых и таблитчатых выделений пирита в рудах возникла на месте подобных обособлений щелочного амфибола и скаполита. Последние образовались в раннюю стадию минерализации до отложения зонального магнетита и выделялись, вероятно, почти одновременно с пирротинном. Однако в условиях более низкой температуры указанные нерудные минералы оказались неустойчивыми и подверглись разложению и последующему выщелачиванию.

ВЫВОДЫ

Произведенные нами исследования показали:

1. В богатых магнетитовых рудах месторождения наряду с массивной текстурой отчетливо устанавливается колломорфная или метаколлоидная текстура. Отдельные колломорфные выделения магнетитовых агрегатов обладают концентрически-зональной внутренней структурой, обусловленной последовательным отложением гидрогеля магнетита с последующей перекристаллизацией гелевого вещества в скрытокристаллические, мелкозернистые и радиально-лучистые метаколлоидные образования.

2. Описываемые колломорфные разности магнетита возникают одновременно с образованием массивных магнетитовых руд в результате замещения массивных известняков, но в некоторых специфических условиях, связанных вероятно с пересыщением рудоносных растворов в участках резкого падения давления.

3. Своеобразные и довольно обильные пластинчатые и таблитчатые обособления пирита в одинаковой степени наблюдаются как в массивных магнетитовых рудах, так и в колломорфных образованиях магнетита. Преобладающая часть этих выделений пирита образовалась в результате замещения пирротина и лишь сравнительно небольшая часть — на месте разложенных и выщелоченных удлиненных и таблитчатых выделений целочного амфибола и, возможно, скаполита.

4. Установленные пластинчатые и таблитчатые выделения пирротина в рудах представляют наиболее ранние и вероятно относительно высокотемпературные образования этого минерала, так как они обычно окаймляются зональным магнетитом, являющимся нередко более ранним, чем незональные его разности. Этот вывод находится в противоречии с тем положением, что гексагональная модификация пирротина устойчива только ниже 138° (Бетехтин, 1950). Учитывая наблюдаемый парагенезис минералов, едва ли можно допустить столь низкую температуру образования пирротина в описываемом месторождении. В связи с этим было бы целесообразно более детально изучить структурные особенности пирротина и его модификации из месторождений различных генетических типов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Бетехтин А. Г. О влиянии режима серы и кислорода на парагенетические соотношения минералов в рудах. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1949.
- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеолиздат, 1950.
- Бетехтин А. Г. О процессах формирования руд в жильных гидротермальных месторождениях. В кн.: «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1953.
- Левцкий О. Д. К вопросу о значении коллоидных растворов при рудоотложении. В кн.: «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1953.