

Г. Б. МЕЖЛУМЯН

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД СВАРАНЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Одним из существенных пробелов в изучении Сваранцского железорудного месторождения являлось отсутствие его минералого-геохимического исследования. Поэтому, исходя из важного практического значения Сваранцкого железорудного месторождения, при геологических исследованиях особое внимание было уделено вопросам минерального и химического состава титаномagnetитовых руд, текстурно-структурным особенностям последних, условиям образования и закономерностям их размещения.

До наших исследований отрывочные данные, по некоторым минералам, главным образом описательного характера, приведены в работах Э. Х. Гуляна, П. Л. Епремяна, О. Т. Оганесяна, С. Н. Даниеляна, Г. Б. Межлумяна, С. Г. Машурыана, Р. А. Мкртчяна и других исследователей.

Титаномagnetитовое оруденение Сваранцкого месторождения характеризуется пространственной и генетической связью с интрузивными породами основного и ультраосновного состава, являющихся наиболее ранними образованиями Арамазского интрузива.

Указанный массив входит в состав Баргушатского интрузивного комплекса верхнеэоценового возраста. В формировании Арамазского интрузива выделяются три интрузивные фазы внедрения с изменением состава пород от основного к кислому. Первая фаза представлена породами ультраосновного-основного состава, вторая фаза — породами монцититового ряда, а для третьей фазы характерны умеренно кислые гранитоиды: кварцевые диориты и гранодиориты.

Породы первой интрузивной фазы внедрения магмы ультраосновного — основного состава характеризуются глубокой дифференциацией с образованием двух субфаз: ранней-основной и поздней-ультраосновной, слагающих единую полосу северо-западного простирания, шириной в среднем 1,5 и длиной около 6,0 км.

Титаномagnetитовые руды Сваранцкого месторождения относятся к собственно магматическому генетическому типу с переходом от раннемагматического к позднемагматическому (гистеромагматическому), причем крупные рудные концентрации образовались в позднемагматическом этапе рудообразовательного процесса.

Титаномagnetитовое оруденение представлено в основном редкой и густой вкрапленностью, а также жилами, неправильными полосками, струйками, линзочками, гнездами и шлировыми выделениями железорудных минералов среди оливинитов, перидотитов и пироксенитов*.

* Среди ультраосновных дифференциатов Сваранцкого месторождения перидотиты и пироксениты весьма ограниченно развиты по сравнению с оливинитом.

В минеральном составе титаномagnetитовых руд установлены следующие минералы: рудные—магнетит, ильменомagnetит, ильменит, вторичный магнетит, мартит, спорадически встречаются халькопирит, пирит, борнит и ковеллин; нерудные—оливин, серпентин, шпинель, в малом количестве моноклинный и ромбический пироксен, основной плагиоклаз, флогопит, биотит, тальк, реже вермикулит.

Магнетит—самый распространенный минерал титаномagnetитовых руд и рудовмещающих пород основного состава. Как главный рудообразующий минерал он постоянно присутствует в составе титаномagnetитовой руды ранне- и позднемагматического происхождения и по количеству уступает только оливину. Содержание магнетита в ранне- и позднемагматических типах руд колеблется в широких пределах—от 21,0 до 67,0%, реже достигает 93,0% от общего количества минералов руды. Представлен ангедральными зернами, размером от 0,001 до 1,4 мм, в среднем 0,15—0,60 мм, в массивном богатом типе титаномagnetитовых руд образует эгедральные кристаллы размером 0,5—3,2 мм.

В различных срезах аншлифа из редко- и густовкрапленных руд ангедральные индивиды магнетита часто имеют червеобразную и пламенивидную форму, обычно с неровными и извилистыми контурами. Между тем, в различных сечениях аншлифа массивных богатых руд зерна магнетита характеризуются правильными и прямолинейными очертаниями.

Преобладающими формами магнетита являются октаэдры, встречаются также ромбододекаэдры. При структурном травлении никаких признаков внутреннего строения магнетита не выявлено.

Магнетит один из наиболее устойчивых рудных минералов в зоне гипергенеза. Это подтверждается почти полным отсутствием мартита в титаномagnetитовых рудах.

Мартит в железных рудах и породах месторождения встречается редко. Представляет собой результат окисления магнетита. Как известно, образование мартита обусловлено изменением (повышением) кислородного режима при длительном воздействии богатых кислородом поверхностных вод на магнетит. Поскольку в титаномagnetитовых рудах Сваранского месторождения мартитизация выражена весьма слабо, то есть основания думать о незначительном изменении кислородного режима после образования первичного магнетита в послемагматических растворах, приводящих к аутометаморфическому процессу. Мартит встречается в поверхностных частях месторождения и развивается по периферии и в трещинах зерен магнетита в виде пятен и неправильных выделений, сохраняя первоначальную форму магнетита. Полное отсутствие мартита даже на небольших глубинах, незначительное и локальное развитие его в поверхностных частях месторождения позволяют рассматривать мартитизацию как гипергенный процесс. Такое резко ограниченное развитие мартита, по-видимому, объясняется отсутствием благоприятных условий на месторождении, как-то пористость пород и руд, длительное воздействие богатых кислородом нисходящих вод, умеренный рельеф, высокая температура и т. д.

Вторичный магнетит в отличие от магнетита собственно магматического происхождения в ультраосновных породах развит широко как продукт серпентинизации. Под микроскопом представлен тонкочешуйчатыми нитевидными прожилками, размером 0,0001—0,05 мм, а также «паукообразными», пылевидными и точечными выделениями с неправильными и разрозненными контурами среди серпентинизированных зерен оливина (фиг. 1).

При внимательном просмотре привлекает внимание то, что первичный магнетит имеет четкие и правильные контуры и представлен целыми сплошными ангедральными пламенивидными зернами, между тем, вторичные магнетиты представлены расплывчатыми и разрозненными выделениями среди серпентинитовой массы.



Фиг. 1. Прожилковые и пылевидные выделения вторичного магнетита среди серпентинитов. Прозр. шлиф, ув. $\times 70$.

Ильменомagnetит. Обычно под названием титаномagnetит подразумевают магнетит с пластинчатыми выделениями ильменита, с одной стороны, и магнетит с изоморфной примесью TiO_2 до нескольких процентов—с другой. Однако для четкого разграничения этих двух форм проявления «титаномagnetита» может быть было бы правильнее:

Ильменомagnetитом называть магнетит с пластинчатыми выделениями ильменита, являющегося результатом распада твердого раствора.

Титаномagnetитом называть магнетит с изоморфной примесью TiO_2 без образования минералов титана. В основе этого разделения лежит также генетический принцип, так как известно, что пластинчатые выделения ильменита в зернах магнетита (ильменомagnetит) образуются при медленном понижении температуры твердого раствора, а титаномagnetит без структуры распада, при резком понижении температуры (закалке).

В железных рудах собственно магматического происхождения среди рудных минералов по количеству и распространению второе место (после магнетита) занимает ильменомagnetит. Содержание его в различных типах титаномagnetитовых руд колеблется от 2 до 15%, реже от общего количества рудных минералов до 21%. Высокая концентрация (в среднем 8—14% от общего количества рудных минералов) ильменомagnetита установлена также в рудовмещающих оливиновых габбро и троктолитах, а несколько меньшая в амфиболитизированных габбро. В ильменомagnetите пластинки ильменита имеют размеры от 0,0008 до 0,06 мм в поперечнике.

По данным двух проб полуколичественного спектрального анализа ильменомagnetит отличается высоким содержанием ванадия и марганца (0,3—1,0%). Более обстоятельная характеристика и условия образования пластинчатого ильменита приводятся ниже, при описании ильменита.

Под влиянием автометаморфического процесса иногда ильменомagnetит изменяется, вследствие чего magnetит частично или полностью замещается силикатными минералами, а пластинки ильменита сохраняются.

Ильменит в небольшом количестве присутствует в титаномagnetитовых рудах и породах основного состава месторождения. В титаномagnetитовых рудах собственно магматического происхождения содержание ильменита варьирует в широких пределах: от десятых долей до 2—3%, реже достигая 5—7% общего количества рудных минералов. Наивысшее содержание ильменита характерно для массивной титаномagnetитовой руды ланидиоморфнозернистой структуры, где он образует неправильные выделения между зернами magnetита или ильменомagnetита.

В отраженном свете в интрузивных породах основного состава и титаномagnetитовых рудах месторождения устанавливаются две разновидности ильменита: а) тонкие пластинки (0,008—0,06 мм) в зернах magnetита—ильменомagnetит и б) свободные самостоятельные ангедральные ксеноморфные зерна (размером 0,01—0,8 мм) в межзерновых пространствах magnetита—ильменит.

Эти разновидности ильменита нами относятся к разным генерациям (ранняя и поздняя), так как отличаются не только по формам, но и по условиям образования и последовательности выделения.

К ранней генерации ильменита относятся пластинчатые его выделения, являющиеся результатом распада твердого раствора в magnetите. Пластинчатый ильменит образовался при более высоких температурах (при медленном и постепенном понижении температуры), чем самостоятельные ангедральные его выделения между зернами magnetита.

Ильменит второй генерации является сравнительно низкотемпературной разновидностью и образовался, по всей вероятности, путем перегруппировки (перекристаллизации) пластинчатых выделений ильменита.

Следует отметить, что ильменит первой генерации почти постоянно присутствует в титаномagnetитовых рудах и вмещающих габброидах, между тем как ильменит второй генерации часто отсутствует.

Этот факт позволяет допустить, что переход ильменита от первой генерации ко второй произошел в определенных геологических условиях, причем не весь ильменит первой генерации успел перегруппироваться в крупные зерна.

Сульфиды меди и железа (халькопирит, пирит, ковеллин, борнит) развиты весьма незначительно, от единичных зерен вплоть до их отсутствия. Встречаются в виде очень мелких и неправильных выделений среди нерудных минералов. Иногда пирит и халькопирит в серпентинизированной массе руды образуют чрезвычайно тонкие прожилки, сингенетичные с продуктами автометаморфического процесса.

Указанные сульфидные минералы в минералогическом и химическом отношении в составе титаномagnetитовой руды не играют никакой роли, поэтому нет смысла останавливаться на их подробном описании.

Из нерудных минералов в составе титаномagnetитовых руд постоянно присутствуют оливин, серпентин и шпинель, причем количество первых двух минералов в типах руд, бедных magnetитом, всегда преобладает над рудными минералами.

Оливин является самым распространенным и господствующим нерудным минералом титаномагнетитовой руды, количество которого варьирует от нескольких до 62% общей суммы минералов.

Оливин образует неправильные и округлые зерна с полигональными очертаниями, размером 0,045—2,1 мм, которые почти всегда в той или иной степени серпентинизированы. Зерна оливина рассеяны по всем направлениям серии трещин, заполненных серпентином и вторичным магнетитом. По оптическим константам оливин принадлежит к существенно магнезиальным—форстерит-хризолиту, причем содержание фаялитовой молекулы колеблется в пределах от 8 до 26%. В табл. 1 приводятся оптические свойства и содержание фаялитовой молекулы по данным А. П. Лебедева (1962).

Таблица 1

Оптические свойства и состав	О б р а з ц ы									
	101	110		112 ³		118		119		
2v ⁰	-86	-84	-86	+88	+90	+88	+90	-88	-88	
мол. % Fa	22	26	22	8	12	8	12	16	16	

Серпентин, как вторичный минерал, продукт автометаморфизма (серпентинизации) оливинов, почти постоянно присутствует во всех разновидностях титаномагнетитовой руды. Серпентин представлен антигоритом и развивается по трещинам и по периферии измененных зерен оливина. Образует пластинки, листочки, чешуйки и прожилки зеленовато-желтого, желтовато-бурого, коричневого, буровато-коричневого цветов. В свежих и слабо измененных титаномагнетитовых рудах содержание серпентина составляет 0,2—5,0%, а в сильно измененных редко- и густовкрапленных титаномагнетитовых рудах—45—57% общей суммы минералов.

Шпинель (плеонаст). Микроскопическое изучение полированных шлифов титаномагнетитовых руд и вмещающих габброндов, богатых рудными минералами, позволило установить чрезвычайно интересные сращения шпинели с магнетитом и ильменомagnetитом. Шпинель в этих минералах образует цепочковидные ромбы, квадратные, прямоугольные, шестигульные (часто с закругленными углами), дендритовидные и весьма разнообразные выделения. Размеры зерен шпинели чрезвычайно мелкие, от едва различимых при больших увеличениях микроскопа до 0,05 мм.

Несмотря на малое количество, шпинель широко распространена в зернах магнетита и ильменомagnetита и является результатом распада твердого раствора. Формы выделений и характер распределения шпинели в зернах магнетита и ильменомagnetита оказались необычными и интересными. Учитывая, что шпинель является постоянной частью титаномагнетитовой руды Сваранского месторождения, произведено ее специальное изучение (Междумян, 1960).

Исходя из количественного соотношения рудных вкрапленников и нерудных минералов, текстурно-структурных особенностей и среднего содержания железа, титана и ванадия, магнетитовые оливиниты еще в 1959 г. нами подразделены на три типа: а) бедная редковкрапленная титаномагнетитовая руда, б) средняя густовкрапленная титаномагнетитовая руда и в) богатая массивная титаномагнетитовая руда.

а) Бедная редковкрапленная титаномagnetитовая руда морфологически представлена жилами, неправильно-линзовидными и дайкообразными телами, мощностью от нескольких до 50—60 м; по простиранию они прослеживаются от 150 до 1100—1400 м.

В редковкрапленных титаномagnetитовых рудах количество magnetита, титаномagnetита и ильменомagnetита колеблется в пределах от 21,0 до 34,0% общей площади шлифа.

Среднее содержание железа варьирует в пределах 18—20%, TiO_2 —0,8—1,0% и V_2O_5 —0,03—0,07%.

б) Средняя густовкрапленная (прожилково-вкрапленная) титаномagnetитовая руда. На Сваранском месторождении обычны вкрапленные титаномagnetитовые руды, повсеместно неоднородные. Среди рудных тел редковкрапленных титаномagnetитовых оливинитов выделяются отдельные участки и ореолы сгущения рудных вкрапленников, поэтому в отличие от редковкрапленного типа следует выделить отдельный, так называемый густовкрапленный тип титаномagnetитовой руды. Переходы между редковкрапленными и густовкрапленными титаномagnetитовыми рудами постепенные. Выделенные участки густовкрапленных титаномagnetитовых руд измеряются от десятков сантиметров до нескольких метров. Количество рудных минералов в густовкрапленных титаномagnetитовых рудах в среднем составляет 35—45%. Среднее содержание главных компонентов колеблется в пределах: Fe—25—27%, TiO_2 —1,5—2,0%, V_2O_5 —0,1—0,2%.

Как редко-, так и густовкрапленные титаномagnetитовые руды характеризуются сидеронитовой структурой и вкрапленной текстурой.

в) Богатая массивная титаномagnetитовая руда. Среди вышеохарактеризованных двух типов титаномagnetитовых руд выделяются шпировые скопления, гнезда, линзочки, полосы, жилы и другие морфологические формы богатых массивных титаномagnetитовых руд, размером от 1,0 до 25—30 см. Количество нерудных минералов в этом типе незначительное. Количество ильменомagnetита достигает 10—16%, а свободного ильменита (вторая генерация) 3—5% общей суммы минералов руды. Поскольку в богатых массивных титаномagnetитовых рудах самостоятельные выделения ильменита постоянно присутствуют в количестве 3—5%, то целесообразнее их называть ильменит-мagnetитовыми. Среднее содержание железа и других главных компонентов в богатых массивных рудах варьирует в пределах: 38—55% Fe, 2,5—3,8% TiO_2 , 0,2—0,4% V_2O_5 . Соотношение содержания титана к железу для титаномagnetитовых руд—сравнительно постоянная величина и колеблется в пределах от 1 : 15 до 1 : 20, что позволяет относить их к «малотитанистому» типу железных руд.

Роль выделенных типов титаномagnetитовых руд весьма различна. В пределах всего месторождения доминирующую роль играет редковкрапленный тип, а густовкрапленный имеет подчиненное значение. Богатые массивные (или ильменит-мagnetитовые) руды пользуются довольно ограниченным распространением и составляют примерно 3—5% общего количества титаномagnetитовых руд месторождения.

Текстуры и структуры титаномagnetитовых руд

Нами выделены и описаны разнообразные структуры и текстуры, что дало возможность выяснить взаимоотношения между минеральными агрегатами и условиями минералообразования. Изучение и расшифровка текстур и структур титаномagnetитовых руд, а также познание их

генетических особенностей имели важное значение для выяснения условий образования месторождения.

1. **Текстуры.** Все текстуры титаномагнетитовых руд месторождения по генетическому принципу можно подразделить на два типа: собственно магматический и послемагматический—метаморфический, метасоматический.

А. **Собственно магматический тип.** Для титаномагнетитовых руд широко развитыми текстурами являются вкрапленные, при подчиненном значении прожилково-вкрапленных, массивных и шлирово-петельчатых или атакситово-шлировых текстур.

Таблица 2

Схема классификации структур титаномагнетитовых руд Сваранского месторождения

Генетические типы структур	Собственно магматический		Послемагматический
Типы руды	Структуры магматической кристаллизации	Структуры расплава и твердых растворов	Метасоматически-метаморфические структуры
Редко- и густовкрапленная титаномагнетитовая руда	Сидеронитовая	Пластинчатая, решетчатая, эмульсионная	Решетчатая, ячеистая, дробления
Массивная богатая титаномагнетитовая руда	Панидиоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая	Пластинчатая, решетчатая, эмульсионная	Петельчатая

а) **Вкрапленная текстура**—характерна для редко- и густовкрапленных титаномагнетитовых руд. Отличительной чертой этой текстуры является то, что вкрапленники магнетита, титаномагнетита и ильменомангнетита рассеяны среди оливинитов.

Основанием для разделения титаномагнетитовых оливинитов на редко и густовкрапленные служила степень густоты рассеянности этих рудных минералов. По степени равномерности распределения рудных вкрапленников среди редко- и густовкрапленных титаномагнетитовых оливинитов можно различить **равномерно вкрапленную и неравномерно-вкрапленную текстуры**, а по их размерам—равномерно зернисто-вкрапленные и неравномерно зернисто-вкрапленные разности.

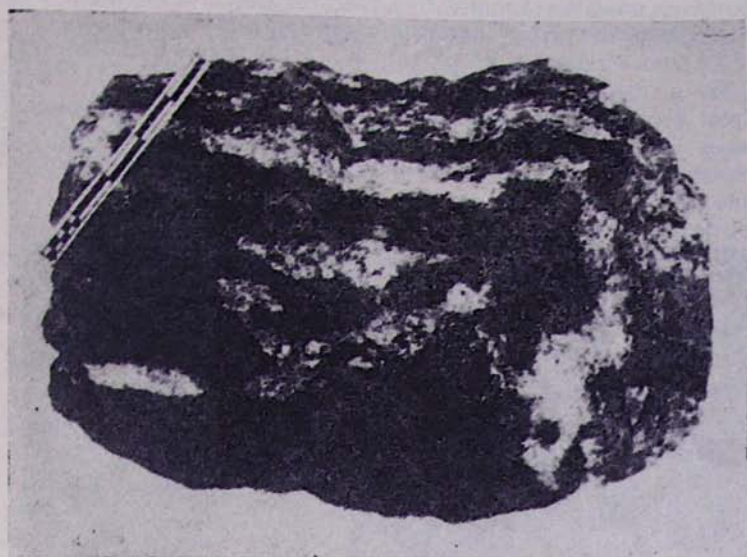
б) **Прожилково-вкрапленная текстура** встречается в густовкрапленных неравномерно зернистых титаномагнетитовых оливинитах. Если наряду с вкрапленниками магнетита и ильменомангнетита появляются прожилки этих же минералов, текстура становится прожилково-вкрапленной.

в) **Массивная текстура** типична для богатой массивной титаномагнетитовой руды, представленной небольшими линзовидными, жилкообразными и шлировыми выделениями магнетита и ильменомангнетита. Она имеет резко подчиненное распространение по сравнению с вкрапленной. Массивная текстура характеризуется гипидиоморфнозернистой или панидиоморфнозернистой структурой.

г) **Атакситово-шлировая или шлирово-петельчатая текстура** характеризуется своеобразным сложением и неправильным распределением рудных и нерудных составных минералов. Выделяются два типа атакситово-шлировых текстур:

а—образующаяся при инъекции титаномагнетитовых оливинитов в верхние, уже застывшие части вмещающих габброидов. При этом

Основным фоном служат титаномагнетитовые оливиниты, которые частично ассимилируют обломки вмещающих габброидов и имеют распыленные границы (фиг. 2);



Фиг. 2. Атаксито-шлировая текстура. Рудовмещающие габброиды и анортозиты—светло-серые полосы и шлиры; титаномагнетитовый оливинит—темно-серый (общий фон). Штуф.

б—образующаяся в результате магматической дифференциации материнской основной магмы на основную и ультраосновную. Здесь отсутствуют факты инъекции и ассимиляции вмещающих габброидов со стороны титаномагнетитовых оливинитов.

д) Пятнистая текстура часто встречается в титаномагнетитовых перидотитах (верлитах), где порфировые кристаллы (размером 1—3 мм) моноклинного пироксена серого цвета довольно отчетливо выделяются на черном фоне оливиновой массы.

Б. **Послемагматический тип.** К послемагматическим текстурам относятся метасоматические—метаморфические текстуры, которые часто встречаются в титаномагнетитовых оливинитах и имеют небольшое распространение. К числу метасоматически-метаморфических текстур относятся также полосчатые и жильные, приуроченные к участкам редковкрапленных титаномагнетитовых оливинитов, интенсивно подверженным послемагматическим аутометаморфическим процессам, в частности серпентинизации.

На общем фоне полосчатых титаномагнетитовых оливинитов отчетливо выделяется полосчатая текстура, представляющая собой ритмичное чередование прямолинейных прослоек (шириной менее 1,5—2,0 мм) вторичных магнетитов и серпентина. Состав полосок хорошо устанавливается под микроскопом.

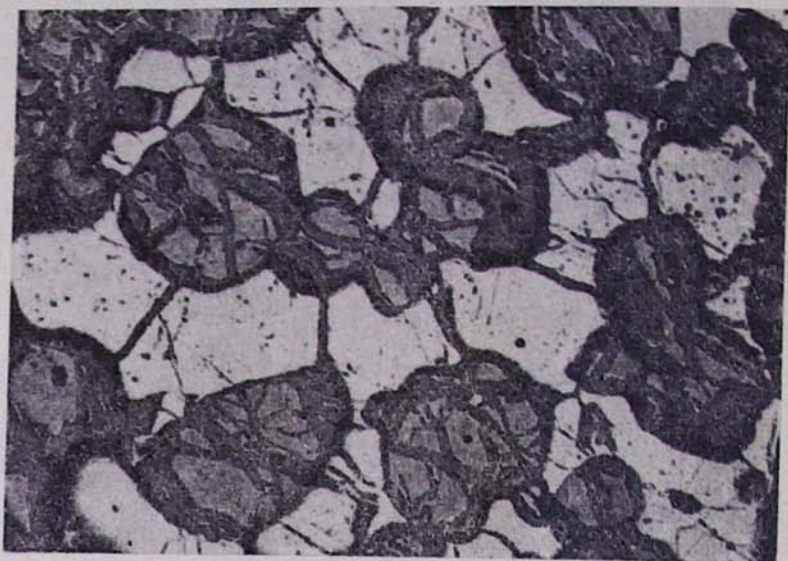
2. Структуры. В генетическом отношении структуры титаномагнетитовых руд тоже можно подразделить на собственно магматические и послемагматические.

Собственно магматические структуры являются наиболее широко развитыми и характерными для титаномагнетитовых руд место-

рождения. Здесь выделяются: а) структуры кристаллизации, б) структуры распада твердых растворов.

Структуры кристаллизации. Среди структур магматической кристаллизации титаномагнетитовых руд следует различать сидеронитовую, гипидиоморфнозернистую и панидиоморфнозернистую.

а) Сидеронитовая структура. При микроскопическом изучении редко- и густовкрапленных титаномагнетитовых руд постоянно наблюдается, что магнетит и ильменомagnetит всегда ксеноморфны в отношении к зернам оливина и располагаются в межзерновых промежутках последнего, образуя типичную сидеронитовую структуру (фиг. 3).



Фиг. 3. Сидеронитовая структура титаномагнетитовых руд. Магнетит и титаномагнетит—светло-серый, оливинит—серый, серпентин—темно-серый. Полиров. шлиф, ув. $\times 37$.

б) Панидиоморфнозернистая структура принадлежит к числу одной из наиболее распространенных структур магматической группы. В массивной богатой титаномагнетитовой руде эвгедральные кристаллы магнетита и ильменомagnetита тесно прилегают друг к другу, образуя панидиоморфнозернистую структуру.

в) Гипидиоморфнозернистая структура распространена шире предыдущей. Она также характерна для массивной богатой титаномагнетитовой руды месторождения. Гипидиоморфнозернистая структура характеризуется неполно развитыми несовершенными формами выделений ильменита, располагающимися между хорошо ограниченными кристаллами магнетита.

Б) Структуры распада твердых растворов широко развиты в редко- и густовкрапленных и массивных богатых титаномагнетитовых рудах месторождения. Под микроскопом при больших увеличениях в шлифах эти структуры представляют собой тончайшие и закономерные прорастания ильменита и шпинели в магнетите.

а) Пластинчатая структура представлена параллельным расположением тонких пластинчатых вросков ильменита только в одном кристаллографическом направлении магнетита.

б) Решетчатая структура отличается тем, что пластинки ильменита в магнетите развиваются вдоль двух взаимно пересекающихся направлений спайности магнетита. Шпинель характеризуется весьма разнообразными формами и различными типами структур распада твердых растворов.

в) Эмульсионные и эмульсионвидные структуры. Наряду с пластинчатыми, штриховидно-пластинчатыми и решетчатыми структурами распада шпинели среди зерен магнетита и ильменомagnetита широким развитием пользуются также эмульсионвидные структуры распада твердых растворов. Обычно шпинель в зернах магнетита и ильменомagnetита образует очень мелкие выделения, размеры которых колеблются в пределах от десятитысячных долей до 0,05 мм. По времени образования можно различать две генерации шпинели: раннюю и позднюю. К ранней генерации относятся мелкие выделения, а к поздней — крупные изометрические зерна.

2) Структуры послемагматического этапа объединяются в три группы: метасоматически-перекристаллизованную, гидротермальную и деформационную.

А. Метасоматически перекристаллизованные структуры образуются за счет замещения или перекристаллизации первичных минералов под воздействием того или иного послемагматического процесса. К этой группе структур относятся петельчатая и ячеистая.

а) Петельчатая структура встречается в массивных богатых титаномagnetитовых рудах и имеет наложенный характер. Она образуется в результате перекристаллизации пластинчатых ильменитов в анэдриальные самостоятельные зерна. При этом новообразованные ксеноморфные зерна ильменита располагаются в межзерновых пространствах магнетита, образуя петельчатую структуру.

В массивных богатых титаномagnetитовых рудах возникновение петельчатых структур свидетельствует о воздействии постлемуагматического автометаморфического процесса на титаномagnetитовую руду позднемагматического происхождения.

б) Решетчатая и ячеистая структуры характерны для редко- и густовкрапленных титаномagnetитовых руд, образующихся при автометаморфизме оливинов. Эти структуры тоже имеют вторичное происхождение и представлены серпентинизацией оливина в виде тонких прожилков по всевозможным направлениям.

В. К структурам раздробления относятся брекчиевидная и брекчиевая, образующиеся в результате раздробления зерен магнетита и оливина, сцементированных обычно серпентином.

Как видно из вышеизложенного, для титаномagnetитовых руд Сваранского месторождения характерно широкое развитие структур распада твердых растворов шпинели и ильменита в магнетите.

Поскольку экспериментальными исследованиями доказано, что распад твердых растворов ильменита и шпинели в магнетите происходит при известных геологических условиях и определенном интервале температур, то эти структуры распада могут служить критерием для установления температуры образования титаномagnetитовых руд месторождения.

На основании опыта П. Рамдор (1962) показал, что шпинель в магнетите растворяется при нагревании до 1000°C в течение 12 часов, а распад происходит примерно при температуре 800°C.

При микроскопическом изучении титаномagnetитовых руд на основании взаимоотношений структур распада магнетит+шпинель и магне-

тит+ильменит установлено более позднее выделение шпинели по сравнению с ильменитом (речь идет о его первой генерации). Что касается ильменита второй генерации, который представлен самостоятельными свободными крупными зернами, то он выделяется позднее шпинели.

П. Рамдором (1962) доказывается, что шпинель в магнетите расщепляется раньше, чем ильменит. Следовательно, исходя из возрастного взаимоотношения шпинели и ильменита, а также данных экспериментальных исследований, можно допустить следующий порядок последовательности выделения и температурные пределы образования минералов титаномагнетитовых руд месторождения: магнетит при температуре около 1000—900°C, ильменит первой генерации—800°C, шпинель (плеонаст)—700°C, ильменит второй генерации—600—500°C.

Наличие структур распада твердых растворов шпинели и ильменита в магнетите расценивается как свидетельство высоких температур кристаллизации титаномагнетитовых руд, что позволило нам отнести последние к собственно магматическим—позднемагматическим образованиям.

В заключение необходимо подчеркнуть основные положения:

1. На Сваранцком месторождении титаномагнетитовые руды представлены титаномагнетитовыми оливинитами, которые по количественному соотношению рудных и нерудных минералов, текстурно-структурным особенностям, среднему содержанию железа, титана и ванадия подразделяются на три типа: бедная редковкрапленная, средняя густовкрапленная и богатая массивная руды;

2. На основании химических, а также полуколичественных спектральных анализов, выяснено, что титаномагнетитовые руды наряду с титаном содержат сотые и десятые доли процентов примеси (V, Mn, Cr, Co), что намного повышает промышленное значение охарактеризованного типа руды. Ценность руды заключается в том, что при таком содержании указанных примесей она может служить сырьем для получения легированной стали;

3. Детальное минералого-геохимическое изучение показало, что титаномагнетитовые руды, содержащие в среднем 1,5—2,0% TiO_2 , следует отнести к «малотитанистым» ванадийсодержащим типам железных руд.

4. В минералогическом отношении титаномагнетитовые руды Сваранцкого месторождения характеризуются парагенезисом железорудных минералов (магнетит, ильменомангнетит, ильменит), с одной стороны, и нерудных—оливин, серпентин и шпинель—с другой.

5. В текстурно-структурном отношении редко- и густовкрапленные титаномагнетитовые руды характеризуются вкрапленной текстурой и сидеронитовой структурой, являющимися веским признаком для отнесения их к собственно магматическому генетическому типу (ранне- и позднемагматический) титаномагнетитовых руд.

6. Наряду с этим, генетическое значение сидеронитовой структуры заключается в том, что с ее помощью хорошо устанавливается позднее выделение рудных минералов—магнетита, титаномагнетита, ильменомангнетита и ильменита по сравнению с нерудными (оливин, пироксен и плагиоклаз).

7. Широко развитые структуры распада твердых растворов шпинели и ильменита в магнетите являются хорошими критериями для установления собственно магматических условий их образования. Эти структуры используются в качестве геологических термометров для установления температурного предела (700—1000°C) образования титаномагнетитовых руд.

8. На основании анализа фактического материала, полученного при изучении минерального состава, текстур и структур титаномагнетитовых оливинитов, а также учитывая факты взаимоотношения последних с вмещающими основными породами, напрашивается определенный вывод о том, что титаномагнетитовые руды образовались в позднемагматическом этапе рудообразовательного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. и др. Структуры и текстуры руд. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Гулян Э. Х. Сваранцское железорудное месторождение. Тр. УГ и ОН при СМ Арм. ССР, № 2, Ереван, 1959.
- Лебедев А. П. Рудные оливиниты Сваранцкого месторождения в Южной Армении как особый тип магматических железных руд. Геол. рудн. месторождений, № 6, 1962.
- Межлумян Г. Б. О находке шпинели в титаномагнетитовых рудах Сваранцкого месторождения. Изв. АН Арм. ССР, т. XIII, 3—4, 1960.
- Межлумян Г. Б. Некоторые особенности геохимии железа, титана и ванадия в магнетитовых рудах и вмещающих породах Сваранцкого месторождения. Вопросы мин. и петрогр. Арм. ССР. Зап. Арм. отд. Всес. мин. об-ва, вып. 3, Ереван, 1966.
- Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. М., ИЛ, 1962.