

УЛЬВОШПИНЕЛЬ В ТИТАНОМАГНЕТИТАХ г. ПАТЫН

Т. А. НИКОЛЬСКАЯ

(Представлено научным семинаром кафедры полезных ископаемых)

Ульвошпинель ($\text{Fe}_2 \text{TiO}_4$) установлена Могенсоном [8] в 1946 г. Как самостоятельное образование этот минерал, видимо, не встречается, и известен лишь как продукт распада титанистого магнетита. Распознается он только при тысячекратном увеличении, отчего и обнаруживается и диагностируется с большим трудом, а возможно, часто и пропускается. Поэтому в литературе ульвошпинель упоминается крайне редко, в самых полных минералогических руководствах она лишь отмечается, но не описывается [1, 2, 8]. У Михеева [3] ульвошпинель отсутствует. Наиболее полная характеристика этого минерала приводится Рамдором [6, 7] на основании его исследований титаномagnetитовых руд Швеции, Германии, Африки и др. стран. Наиболее убедительные данные о реальности ульвошпинели находим у Щепочкиной [4], изучавшей искусственные соединения титанистого железа.

Нами ульвошпинель обнаружена в титаномagnetитовых рудах г. Патын (Горная Шория), в образцах, переданных для обработки С. С. Ильенком, которым, кстати сказать, ульвошпинель была ранее найдена в титаномagnetитовых рудах г. Культайги (устное сообщение).

Оруденение г. Патын приурочено к сложному дифференцированному комплексу основных интрузивных пород. Среди них ульвошпинель была встречена только в габбро, в котором имеется магнетит в количестве 6,9%, единичные зерна ильменита, находящиеся всегда в ассоциации с магнетитом, а также единичные охристые включения лимонита.

Магнетит и ильменит являются более поздними образованиями по отношению к основной массе силикатов, они цементируют их, выполняя интерстиции между зернами плагиоклазов и, главным образом, пироксена, нередко образуя цепь мелких зерен на контакте между ними. Размеры зерен магнетита колеблются в пределах 0,3—0,7 мм, зерна ильменита всегда несколько мельче.

Магнетит г. Патын по существу является титаномagnetитом, что подтверждается и химическим анализом и наличием характерных структур распада ильменита в магнетите. Размеры наиболее крупных зерен — пластин ильменита $0,15 \times 0,66$ мм. Кроме того, в наиболее крупных зернах магнетита наблюдается также в виде продуктов распада шпинель, которая изредка улавливается даже при сравнительно малых увеличениях. Располагается шпинель по граням (100) магнетита, образуя своеобразную решетку, сложенную редкими, резко удлиненными, выклинивающимися с обеих сторон, никогда не пересекающимися выделениями (рис. 1). Промежутки между этими иглообразными вы-

делениями оказываются покрытыми густой сеткой выделений ульвошпинели, которая проявляется в виде тонких, иногда взаимопересекающихся призматических кристаллов, ориентированных параллельно шпинели, т. е. по грани (100) магнетита.

Самые крупные зерна ульвошпинели всегда располагаются около шпинели, но не непосредственно примыкают к ней, а отделены от нее тонкой «полоской» магнетита, причем эти наиболее крупные выделения ульвошпинели всегда значительно мельче шпинели, не говоря уже о выделениях, которые расположены на некотором удалении от нее, всегда значительно более тонких и коротких. Непосредственному измерению зерна ульвошпинели не поддаются, но, видимо, отдельные зерна ее не превышают 0,01 мм по длинной оси. Так самые крупные зерна шпинели равны $0,02 \times 0,004$ мм (рис 1).

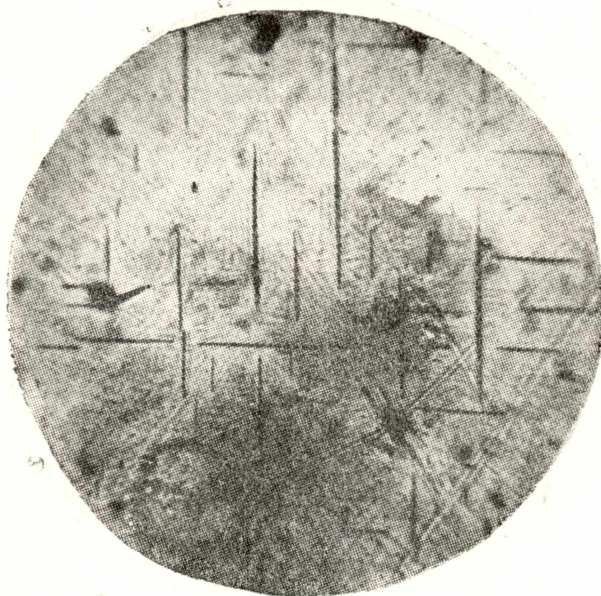


Рис. 1.

Описываемый минерал очень похож на ильменит. Сходство выражается в близкой отражательной способности, цвете, твердости и форме проявления. В отличие от ильменита ульвошпинель изотропна и приурочивается к граням куба (100) магнетита, тогда как ильменит располагается параллельно граням октаэдра [6, 7]. Кроме того, ульвошпинель никогда не образует выделений, секущих зерна магнетита от одного края до другого, что характерно для ильменита; для нее характерны более коротко призматические (рис. 3) выделения.

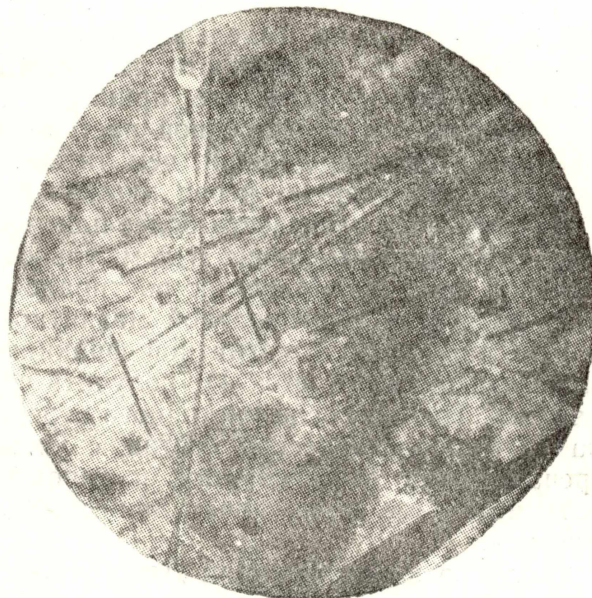


Рис. 2.

На рисунках 1—3 показана структура распада титаномagnetита. Черные «иглы» — шпинель на фоне светлого магнетита. Темно-серая сетка в нем — ульвошпинель. Белые пятна внизу около трещинки (рис. 2) — гематит. Ув. 1320 (с иммерсией).

Помимо описанных минералов, в магнетите при больших увеличениях иногда в значительном количестве встречается гематит, в виде белых кайм вдоль трещин и по периферии зерен магнетита, а также и вдоль контактов ильменита. Мелкие зерна титаномagnetита бывают поч-

ти нацело мартитизированы, продукты же распада — шпинель и ульвошпинель остаются неизменными.

Таким образом, описываемый титаномagnetит представляет собой сложную совокупность минералов: магнетита, ильменита, шпинели, ульвошпинели и гематита. Ко-

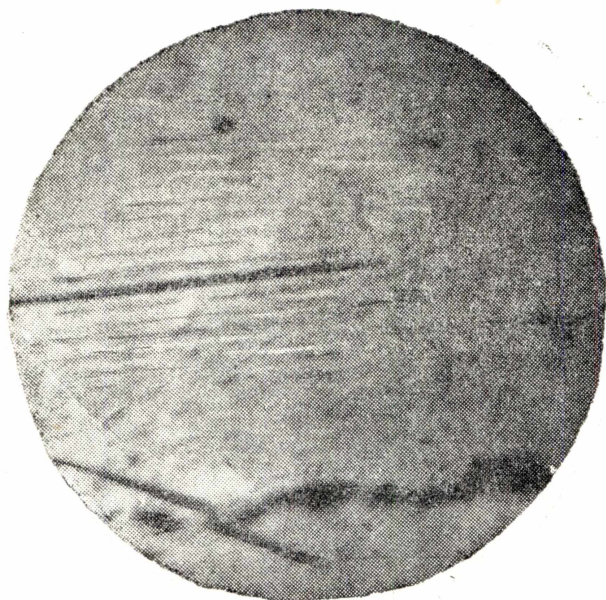


Рис. 3.

личественное содержание этих компонентов не поддается учету из-за их крайне ничтожных размеров. Только в участках с наибольшей концентрацией крупнозернистой шпинели удалось провести ее количественный подсчет (по фотоснимку) в пределах части зерна магнетита. Содержание шпинели в подобных участках равняется 4,2%, следовательно, ее среднее содержание в магнетите будет несколько ниже указанной цифры. Ульвошпинель, как это видно из рис. 1, присутствует в значительно больших количествах. Естественно, максимальное количество продуктов распада, а также

наиболее крупные их выделения приурочиваются к наиболее крупным зернам магнетита, в частности, их центральным частям. Обилие продуктов распада в магнетите приводит к тому, что поверхность его зерен оказывается испещренной настолько сильно, что создает впечатление плохо заполированной, чем титаномagnetит резко отличается от хорошо заполированных зерен ильменита.

Мы пытались произвести более или менее полное исследование титаномagnetита для выявления в нем ульвошпинели. Проводился анализ магнитной фракции. Магнетит растирался в тончайший порошок, после чего подвергался многократной магнитной сепарации, с целью получения возможно чистой магнитной фракции. Тем не менее, как показал химический анализ (табл. 1), получить чистую магнитную фракцию не удавалось. Только после частичного пересчета данных химического анализа на минералогический состав, с учетом удаления апатита, иногда встречающегося в магнетитах, и пироксена, часто встречающегося в сростании с ним, мы получаем данные, близко характеризующие состав магнетита.

Согласно классификации Дена [3], наш магнетит, с одной стороны, является безусловно титанистым, с другой, алюминистым. Повышенное содержание Fe_2O_3 объясняется значительной мартитизацией магнетита, а возможно, отчасти и тем, что химический анализ проводится без учета необходимой тщательности разделения окисного и закисного железа.

Спектральный анализ дает нам несколько более полную картину состава магнетита (табл. 2), которая не могла быть установлена химически из-за крайней ограниченности имевшегося в нашем распоряжении материала.

Проведенный термический анализ дал нам термограмму, на которой кривая нагревания показывает незначительный эндотермический эффект при температуре 500—700°, что соответствует температуре распада

ульвошпинели с переходом ее в ильменит и магнетит [4], а также потери магнитности.

Удельный вес титаномagnetитовой фракции очень низкий — 4,55, что может быть объяснено обилием включений и примесью силикатов.

Таблица 1

Данные химического анализа¹⁾

Компоненты	Весовые проценты	Молекуляр. количество	Весовые проц. после удаления апатита и пироксена, приведенные к 100
SiO ₂	10,56	167	—
Al ₂ O ₃	3,25	31	4,19
Fe ₂ O ₃	46,52	294	60,07
FeO	20,78	289	19,30
TiO ₂	11,55	145	14,91
CaO	2,60	46	—
MgO	1,60	40	—
MnO	0,76	10	0,98
P ₂ O ₅	0,28	2	—
Щелочи	нет	—	—
п.п.п.	2,34	—	—

Таблица 2

Данные спектрального анализа²⁾

Элементы	Количество в процентах
Cu, Ni	от 0,001 до 0,003
Ga	0,003—0,01
V	0,01—0,03
Al, Mn, Zn	0,03—0,1
Cr, Pt, Bi, Hf, Ge, As, Pb, Nb, La, In	не обнаружены

Рентгеноструктурный анализ проводился с порошком магнетита и с этим же порошком, но частично растворенным в HCl с целью обогащения его шпинелью. Съемка проводилась на различных рентгеновских установках при различных режимах. Диаметр камеры—57,3 мм; медный или железный антикатод; диаметр столбика пробы 0,5—1 мм; 35—40 mV; 18 mA; экспозиция от 2 до 12 часов; исправление дебаеграмм по особому снимку с NaCl. Полученные данные во всех случаях выявляют межплоскостные расстояния магнетита и ильменита, но ни в одной из дебаеграмм не фиксируются хотя бы наиболее характерные линии ульвошпинели, установленные для искусственной ульвошпинели Щепочкиной [4]. Возможно, что это является результатом того, что основные межплоскостные расстояния ульвошпинели оказываются очень близкими к таковым маг-

¹⁾ Выполнены в лаборатории Томской комплексной экспедиции.

²⁾ Выполнены в спектральной лаборатории Томского политехнического института Л. Симахиной.

нетита и ильменита, иногда даже в пределах допустимой погрешности (1,509 при $i=10$ для ильменита, 1,511 при $i=9$ для ульвошпинели) и происходит их наложение. У нас эти линии всегда получались широкими и несколько расплывчатыми. Имеющиеся в опубликованных работах данные относительно размеров элементарной ячейки разноречивы, они колеблются в широких пределах, а именно $a_0=8,47 \text{ \AA} - 8,53 \text{ \AA}$ (5,8); межплоскостные расстояния не приводятся.

На основании проведенных исследований мы приходим к выводу, что присутствие ульвошпинели в рудах может быть обнаружено только при микроскопическом исследовании с иммерсией при больших увеличениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винчелл А. Н. Оптическая минералогия. Изд. ин. лит. Москва, 1949.
2. Дена Дж. Д., Дена Э. С. и др. Система минералогии, т. 1 п/т 2. Изд. ин. лит. Москва, 1951.
3. Михеев В. И. Рентгенометрический определитель. Гостехгеоллиздат, 1957.
4. Щепочкина Н. И. Физико-химические исследования титанатов бария и железа. Тр. ин-та геол. руд. м-ний, петрогр., минер. и геохимии. вып. II Москва, 1958.
5. Chevallier R, Bolfa I. et Mathieu. Titanomagnetites et ilmenites ferromagnetiques. Bull. Soc. frans. Miner, Crist. LXXVIII 307—46 Paris, 1955.
6. Ramdor Paul. Ulvöspinel and its signification in Titaniferous iron ores. Econ. Geol. 48, 1953.
7. Ramdor Paul. Die Erzminerale und ihre verwachsungen. Drad. verlag. Berlin, 1955.
8. Ramdor Paul. Die bezeihungen von Fe-Ti Erzen ans Magmatischen Gesteinen. Bull. de la commis. geol de Tinlande N 173. Helsinki, 1956.