

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУДАХ КАМАКАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2005 г. Г. Б. Межлумян

Институт геологических наук НАН РА  
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 23.10.2000 г.

Рассматриваются некоторые особенности распределения и формы нахождения наиболее характерных элементов-примесей в титаномагнетитовых рудах Камакарского железорудного месторождения, находящегося в Мегринском рудном районе Сюникской области Республики Армения. Данное месторождение является одним из наиболее интересных и перспективных железорудных объектов нашей республики в отношении промышленной концентрации железа и содержания элементов его группы – Ti, V, Mn, Cr, Ni, Co и некоторых других компонентов.

При прогнозно-металлогенетическом исследовании железных руд Зангезурской рудоносной области РА нами проводилось детальное изучение вопросов геологии, минералогии, геохимии, типов руд и их текстурно-структурных особенностей, а также геолого-генетических условий образования Камакарского месторождения. Полученные данные позволили детализировать и дополнить прежние представления относительно генезиса и оценки перспектив месторождения. При сравнительной характеристике Камакарского и Сваранцского железорудных месторождений выяснилась их полная аналогичность и принадлежность к формации титаномагнетитовых руд собственно магматического (гистеромагматического) происхождения (Межлумян, 1973).

Камакарское (Каладашское) железорудное месторождение находится примерно в 12 км к север-северо-востоку от гор. Мегри, в районе горы Каладаш в пределах Мегринского плутона. На основании полученных новых данных, анализа фондовых материалов (А.И. Адамян, Л.С. Габриелян, Л.Г. Тер-Габриелян, Г.М. Ванцян, В.Н. Сехниашвили и др.) и литературных источников (Арапов, 1944; Грушевой, 1940; Магакьян, Ароян-Иашвили, 1946; Межлумян, 1970, 1973 и ряд др. исследователей) выяснилось, что среди железорудных месторождений и проявлений Мегринского рудного района наибольший практический интерес имеет Камакарское месторождение. По данным предварительных поисково-разведочных работ ГРП АрмГУ (1959-1960 гг.), геологические и прогнозные запасы железных руд оцениваются порядка 300 млн. тонн.

В геологическом строении района Камакарского месторождения принимают участие интрузивные породы Мегринского плутона умереннокислого, основного и ультраосновного составов, которые представлены диоритами, сиенито-диоритами, монцонитами, габбро-сиенитами, габбро, габбро-амфиболитами, амфиболитами, плагиоклазитами, плагиоклазовыми пироксенитами, пироксенитами и оливинитами.

Титаномагнетитовые руды Камакарского месторождения пространственно приурочены к по-

родам ультраосновного-основного комплекса и генетически связаны с ними. В пределах месторождения названные ультраосновные рудные дифференциаты с вмещающими габброидами образуют несколько вытянутые мощные линзовидные, штоко- и гнездообразные тела. Они пространственно обособляются на трёх участках – Центральном, Северном и Восточном. Эти участки образуют общее близмеридиональное простирание протяженностью 1500 м при ширине 400-500 м. На Северном участке оруденелые ультраосновные породы имеют северо-западное направление и прослеживаются на расстоянии 1000 м, шириной 450-480 м, а на Центральном участке – на расстоянии 1200 м при ширине, в среднем, 280 м. Выходы рудных залежей на поверхности имеют жило-дайкообразные и линзовидные формы.

Подобно Сваранцским титаномагнетитовые руды Камакарского месторождения представляют собой ультраосновные породы – оливиниты, пироксениты и амфиболиты, богатые магнетитом и титаномагнетитом, в меньших количествах ильменомagnetитом и ильменитом. Исходя из минерального состава руд и их количественных соотношений, правильнее их назвать титаномагнетитовыми рудами.

В ультраосновных рудных дифференциатах Камакарского месторождения титаномагнетитовое оруденение представлено, в основном, вкрапленностью, а также в виде небольших линз, гнезд, шлиров и других форм рудных выделений размерами от одного сантиметра до 25-38 см. Полевые наблюдения установили, что отмеченные формы рудных выделений на небольшом расстоянии (1.0-1.5 м) постепенно переходят в густую, а дальше – в редкую вкрапленность. Текстура бедных руд вкрапленная, а сплошных богатых – массивная. Для последних характерны пан- и гипидиоморфнозернистые структуры. Как в титаномагнетитовых оливинитах, так и в пироксенитах и амфиболитах довольно отчетливо проявляется ксеноморфность рудных минералов по отношению к зернам оливина, пироксена и амфибола, что присуще сидеронитовым структу-

рам, свидетельствующим о собственно магматической природе титаномагнетитового оруденения этого формационного типа железных руд.

*Собственно титаномагнетитовые пироксениты.* Макроскопически они представляют собой полнокристаллические средне- и крупнозернистые пегматоидные породы темно-серого, зеленовато-серого и почти черного цветов, состоящие, главным образом, из короткопризматических и таблитчатых зерен пироксена (60-85%). В небольшом количестве присутствуют плагиоклаз, биотит, актинолит, апатит, серпентин, эпидот и хлорит.

По данным трех химических анализов, в собственно титаномагнетитовых пироксенитах среднее содержание  $Fe_2O_3$  составляет 16.24%;  $FeO$  — 8.26%;  $TiO_2$  — 1.98%;  $V_2O_5$  — 0.037%;  $MnO$  — 0.02%. Полуколичественными спектральными анализами в пироксенитах установлены Si, Al, Mg, Ca и Fe. В пироксенитах полуколичественными спектральными анализами шести проб среднее содержание Si, Al, Mg, Ca и Fe составляет 10% и больше каждого, Ti — 0.56%; V — 0.075%; Mn — 0.32%; Cr — н. о.; Ni — 0.007%; Co — 0.003%; Zr — 0.0032%; Cu — 0.018%; Zn — 0.01%; Pb — 0.00042%; Ga — 0.0024%; Sr — 0.042%; Ba — 0.013%; Li — 0.0018%; P — 1.3%; Sc — 0.0032%.

В магнитных концентратах, полученных из пироксенитов полуколичественными спектральными анализами, в четырех пробах среднее содержание Si составляет 3.2%; Al — 5.6%; Mg — 5.6%; Ca — 1.3%; Fe — свыше 10.0%; Ti — 2.4%; V — 0.32%; Mn — 1.80%; Cr — 0.12%; Ni — 0.042%; Co — 0.042%; Cu — 0.01%; Zn — 0.001%; Ba — 0.01%; P — 0.6%; Li — 0.00075%. Наличие Pb, Sr и Sc не обнаружено.

В биотитах, отобранных из пироксенитов, содержание (среднее из двух химических анализов) Si, Fe, Al, Ca и Mg составляет по 10% каждого; Ti — 7.5%; V — 0.056%; Mn — 0.1%; Co — 0.018%; Ni — 0.032%; Zr — 0.013%; Cu — 0.032%; Zn — 0.0042%; Pb — 0.0056%; Ga — 0.0013%; Sr — 0.013%; Ba — 1.3%; Li — 0.013%; P, Sc, Cr не обнаружены.

Из результатов вышеприведенных анализов пироксенитов, магнитного концентрата и биотита следует: а) при магнитной сепарации элементы группы железа (Ti, V, Mn, Cr, Ni и Co) переходят в магнитный концентрат, что, определенным образом, свидетельствует о родственной геохимической связи этих элементов с железом; б) в исходных рудных пироксенитах отмечается высокое содержание марганца — 0.32%, а в магнитном концентрате — 1.80%; в) высокое содержание фосфора в рудных концентратах (0.6%) и пироксенах (1.3%) обусловлено наличием мельчайших включений апатита. При магнитной сепарации апатит переходит в немагнитную фракцию, вследствие чего в магнитном концентрате количество фосфора резко уменьшается.

*Апатитоносные амфиболиты.* На Центральном участке в контактовых и приконтактных частях сие-нито-диоритов и габбро-монзонитов пироксе-

ниты в разной степени подверглись амфиболитизации, местами так интенсивно, что породы почти полностью превратились в амфиболиты, в которых присутствует также актинолит. Амфиболит представлен обыкновенной роговой обманкой.

Апатитоносные амфиболиты и амфиболитизированные пироксениты прослеживаются на расстоянии 200-300 м по простиранию и 40-50 м по ширине. Эти измененные породы содержат обильную тонкую вкрапленность апатита в количестве от 0.5 до 5-7% от общей массы породы. Апатит образует идиоморфные короткопризматические и таблитчатые зерна светло-серого и желтовато-серого цветов, отчетливо выделяющиеся на общем темно-сером фоне оруденелых амфиболитов.

Поскольку вопросам обнаружения апатита в пироксенитах и амфиболитах на Камакарском месторождении и его минералого-геохимической характеристике посвящена специальная статья (Межлумян, 1970), то ограничимся приведением лишь некоторых новых данных. По химическому составу и соотношению фтора и хлора изученный апатит относится к фтор-хлор-apatиту. По данным полуколичественных спектральных анализов двух проб мономинеральных апатитов, отобранных из апатитоносных амфиболитов, среднее содержание составляет: Si — 0.6%, Al — 0.3%, Mg — 1.0%; Ca > 10%, Fe — 0.8%, Mn — 0.02, Ti — 0.7%, V — 0.002%, Ni — 0.0003%, Cu — 0.025, Pb — 0.003%, Zn — 0.003%, Ga — 0.003%, Yt — 0.04%, Yb — 0.006%; La — 0.02%; Ce — 0.8%, Ba — 0.05%; Li — 0.001%, P > 10.0%, Be — 0.0001%, Ag — 0.001%.

При сравнении результатов химических анализов апатитов различных железорудных месторождений республики (Ахавнадзорского, Абовянского, Камакарского) выяснилось, что апатиты Камакарского и Абовянского месторождений очень близки по содержанию суммы редких земель (соответственно 2.69% и 2.79%). Между тем, содержание суммы редких земель в камакарских апатитах в два с лишним раза больше, чем в апатитах Ахавнадзорского месторождения контактово-метасоматического (скарнового) происхождения.

Обнаружение апатитоносных амфиболитов на рассматриваемом месторождении еще раз свидетельствует о том, что апатит является широко развитым и характерным типоморфным минералом этих железорудных месторождений и проявлений различных формационно-генетических типов Республики Армения.

*Титаномагнетитовые оливиниты.* Макроскопически эти породы довольно четко отличаются от титаномагнетитовых пироксенитов и апатитоносных амфиболитов Камакарского месторождения. Здесь подобно сваранцским титаномагнетитовым оливинитам подразделяются на три разновидности: бедная редковкрапленная, средняя густовкрапленная и богатая прожилково-шлировая, сплошная. Редко- и густовкрапленные оливиниты состоят, в основном, из оливина и рудных вкрапленников; при серпентинизации в значительном количестве принимают участие серпен-

тин и вторичный магнетит. В сплошных богатых титаномагнетитовых рудах количество магнетита и титаномагнетита достигает 80-95% от общей массы руды. Нерудные минералы в них почти отсутствуют.

В редковкрапленных титаномагнетитовых оливинитах содержание рудных вкрапленников колеблется от 18.0 до 27.0%, а в густовкрапленных типах – от 28.0 до 36.0%. Размеры рудных вкрапленников варьируют от 0.01 до 1.0 мм.

По данным двух химических анализов, в средних по богатству титаномагнетитовых оливинитах среднее содержание  $\text{SiO}_2$  составляет 15.37%;  $\text{TiO}_2$  – 2.71%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3.07%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 36.00%;  $\text{FeO}$  – 20.33%;  $\text{MnO}$  – 0.33%;  $\text{MgO}$  – 16.77%;  $\text{CaO}$  – 0.49%;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0.12%;  $\text{K}_2\text{O}$  – 0.14%; потери при прокаливании пробы – 3.97%;  $\text{H}_2\text{O}$  – 0.28%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0.04%;  $\text{V}_2\text{O}_5$  – 0.095%;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 0.07%.

В сплошных богатых рудах среднее содержание (среднее из шести химических определений)  $\text{NiO}$  составляет 0.03%, а  $\text{CoO}$  – 0.02%.

По сравнению с пироксенитами оливиниты отличаются высоким, почти в два раза, содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ , а п.п.п. (потерь при прокаливании пробы) – в 10 раз. Так, по данным пяти химических анализов, в оливинитах среднее содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  составляет 26.32%,  $\text{FeO}$  – 13.94%,  $\text{MgO}$  – 24.04%, п.п.п. – 6.34%, между тем в пироксенитах их среднее содержание соответственно составляет 12.68%; 7.75%; 11.17%; 10.04%.

**Железо** в титаномагнетитовых рудах месторождения представлено магнетитом и титаномагнетитом, являющимися главными железорудными минералами. Они образуют ксеноморфные зерна размером 0.1-2.0 мм, заполняющие промежутки между зернами силикатных минералов – оливина и пироксена и продуктов их изменений.

В рядовых рудах содержание железа в среднем составляет 18.0-22.0%, в магнитных концентратах, полученных методом мокрой магнитной сепарации из рудных оливинитов, – 53.0-55.0%, а полученных из рудных пироксенитов и амфиболитов – 61.0-62.0%. При комплексной разработке титаномагнетитовые руды пригодны для промышленного освоения после обогащения.

**Титан** является характерным и постоянно присутствующим ценным элементом в рудовмещающих габброидах и титаномагнетитовых рудах месторождения. В них он присутствует в двух формах: в виде изоморфной примеси в магнетитах (титаномагнетита) и в виде собственного минерала – ильменита.

При микроскопическом изучении выяснилось, что в зернах магнетита титаномагнетитовых руд ильменит образует как тонкие пластинчатые вроски толщиной до 0.1 мм, образовавшиеся в результате распада твердого раствора, так и самостоятельные обособленные неправильные зерна в межзерновых пространствах размером до 0.9 мм. Содержание двуокиси титана ( $\text{TiO}_2$ ) в бедных редковкрапленных оливинитах и пироксенитах близкое и составляет соответственно 1.74% и 1.62%. Начиная от средних густовкрапленных типов, содержание титана резко повы-

шается и в сплошных богатых титаномагнетитовых рудах достигает в среднем 4.70%  $\text{TiO}_2$ , реже – до 7.46%.

**Ванадий** – характерный и важный легирующий элемент титаномагнетитовых руд месторождения. В них ванадий присутствует в более повышенном количестве, чем в железных рудах других генетических и формационных типов железорудных месторождений республики.

По данным пяти химических анализов, среднее содержание ванадия в бедных титаномагнетитовых рудах составляет 0.08%  $\text{V}_2\text{O}_5$ ; богатых сплошных типах – 0.62%  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Высокое содержание ванадия характерно богатым сплошным рудам и магнитным концентратам. Оно в них довольно близкое и соответственно составляет 0.46 и 0.53%  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

Ванадий и некоторая часть титана не образуют собственных минералов. Они входят в решетки окислов и силикатов железа, изоморфно замещая в них трехвалентное железо и четырехвалентный титан, которые имеют близкие размеры ионных радиусов (для  $\text{Fe}^{3+}$  – 0.67 Å;  $\text{V}^{3+}$  – 0.65 Å;  $\text{Ti}^{4+}$  – 0.64 Å).

**Марганец** относится к числу полезной и широко распространенной примеси в различных типах железных руд республики. Содержание марганца в титаномагнетитовых рудах Камакарского месторождения в 2-3 раза больше по сравнению с его кларком по А.П.Виноградову (1962). По данным химических анализов двух проб, в бедных титаномагнетитовых рудах среднее содержание двуокиси марганца составляет 0.31%, в средних густовкрапленных рудах – 0.36% и в богатых сплошных типах – 0.54%. В отдельных пробах богатых сплошных руд  $\text{MnO}$  достигает 0.82%. Результаты химических определений подтверждаются данными спектральных и полуколичественных спектральных анализов. В одной пробе богатых титаномагнетитовых руд полуколичественными спектральными анализами установлено содержание  $\text{Mn}$  до 1.8%.

**Хром.** Этот легирующий элемент постоянно присутствует в титаномагнетитовых рудах месторождения. В сплошных богатых титаномагнетитовых рудах среднее содержание хрома (среднее из шести полуколичественных спектральных определений) составляет 0.04%, а в средних по богатству типах руд хрома – 0.032%. Химические анализы двух проб свидетельствуют о почти одинаковых содержаниях  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (0.12-0.15%) в бедных, средних и богатых титаномагнетитовых рудах.

**Никель и кобальт** относятся к ценным элементам, постоянно присутствующим в титаномагнетитовых рудах и рудовмещающих габброидах месторождения. По данным восьми полуколичественных спектральных анализов, в бедных разновидностях руд среднее содержание никеля составляет 0.004%, кобальта – 0.003%, а в средних и богатых типах руд содержание никеля составляет 0.044%, кобальта – 0.045%. В двух пробах магнетита среднее содержание кобальта составляет 0.057%. Из-за отсутствия собственных минералов рассматриваемых эле-

ментов в рудах и рудовмещающих габброидах можно предположить изоморфное замещение железа никелем и кобальтом в магнетите и магнетитом – в оливине и пироксене.

В заключение следует подчеркнуть:

1. По вещественному составу титаномагнетитовые руды Камакарского месторождения комплексные. Наряду с главным металлом – железом в них присутствуют такие полезные элементы-примеси, какими являются титан, ванадий, марганец, хром, никель и кобальт, которые значительно повышают ценность рассматриваемого типа железных руд, повышая рентабельность разработки данного объекта..

2. Железо и элементы его группы Ti, V, Mn, Cr, Ni и Co в титаномагнетитовых рудах в основном подчиняются общим закономерностям распределения. В рудообразовательном процессе концентрация и характер миграции титана, ванадия, марганца, хрома и кобальта связаны с геохимическим поведением железа.

3. В титаномагнетитовых рудах и рудовмещающих породах месторождения факты отсутствия собственных минералов ванадия, марганца, хрома, никеля и кобальта позволяют предположить, что эти элементы входят в состав титаномагнетита, пироксена и оливина в виде изоморфной примеси.

Работа выполнена в рамках темы 98-168, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Арапов Ю.А. К петрографии сиенито-диоритов в районе горы Каладаш. Изв. АН АрмССР, серия естеств. наук, 1944, N5-6, с.103-124.
- Борисенко Л. Ф., Степанов И.В., Куриленко Н.М. О рудных пироксенитах Велиховского месторождения титаномагнетита на Южном Урале. Геология рудных месторождений, 1974, т. XVI, N1, с.93-97.
- Виноградов А.П. Закономерности распределения химических элементов в земной коре. Геохимия, 1962, N7, с.6-53.
- Грушевой В.Г. Интрузивные породы юго-восточной части Армянской ССР и восточной части Нахичеванской АССР. В Тр.: "Интрузивы Закавказья", Грузин. ГГУ, 1940, вып. 2, Тбилиси, с.62-91.
- Гулян Э.Х., Татевосян Т.Ш. Баргушатская группа интрузивов. В кн.: "Геология СССР", т. XLIII, Армянская ССР, Геологическое описание, М.: Недра, 1970, 463 с.
- Магакьян И.Г., Ароян-Иашвили В.Х. Новые данные по геологии и рудоносности Баргушатского хребта. Изв. АН АрмССР, серия естеств. наук, 1946, N10, с.3-22.
- Межлумян Г.Б. Об обнаружении апатитоносных амфиболитов на Камакарском железорудном месторождении. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1970, т. XXIII, N5, с.82-86.
- Межлумян Г.Б. Сравнительная характеристика титаномагнетитовых руд Сваранцского и Камакарского месторождений. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1973, т. XXVI, N2, с.24-33.

## ԿԱՄԱՔԱՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՏԻՏԱՆԱՄԱԳՆԵՏԻՏԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՒՄ ԲՆՈՐՈՇ ԽԱՌՆՈՒՐԴ – ՏԱՐՐԵՐԻ ՏԵՂԱՔԱՇԽՄԱՆ ՈՐՈՇ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Գ. Բ. Մեժլումյան

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Դիտարկվում են Սյունիքի մարզի Մեղրու հանքային շրջանում գտնվող Կամաքարի հանքավայրի տիտանամագնետիտային հանքանյութերում ամենաբնորոշ խառնուրդ-տարրերի տեղաբաշխման օրինաչափությունները և նրանց հանդես գալու ձևերը: Երկաթի արդյունաբերական կուտակման և նրա խմբի խառնուրդ քիմիական տարրերի տիտանի, վանադիումի, մանգանի, քրոմի, նիկելի, կոբալտի և որոշ այլ կոմպոնենտների պարունակության տեսակետից, Կամաքարի հանքավայրը հանդիսանում է մեր հանրապետության ամենահետաքրքիր և հեռանկարային երկաթահանքային օբյեկտներից մեկը:

## ABOUT SOME PECULIARITIES OF DISTRIBUTION OF CHARACTERISTIC ADMIXTURE ELEMENTS OF TITANOMAGNETIC ORES OF KAMACAR DEPOSIT

G. B. Mezhlumyan

Abstract

Some peculiarities of distribution and forms of existence of more characteristic admixture elements in titanomagnetic ores of Kamacar iron ore deposit in Meghri ore region of Syunic district of Republic of Armenia are observed. The deposit mentioned is one of the most interesting and promising iron ore objects of our Republic regarding the industrial concentration of iron and content of the elements of its group – Ti, V, Mn, Cr, Ni, Co as well as some other components.