

**ГЕОХИМИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТА В ПОРОДАХ И РУДАХ  
МЕДВЕДЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Шагалов Е.С., Холоднов В.В.**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, shagalov@igg.uran.ru,  
holodnov@igg.uran.ru*

Медведевский габбровый массив и месторождение по особенностям минерального состава пород и руд и РТХ-условиям их формирования, вместе с Кусинским массивом и месторождением, отнесены к более глубокой (абиссальной) группе массивов и месторождений в составе среднерифейского рифтогенного Кусинско-Копанского габбро-гранитного комплекса [2, 3]. Принадлежность к этой фациальной группе, развитой в более северной части кувашской рифтовой структуры, определяет существенный рост в породах и рудах доли первично обособленного ильменита (до 20-40 %) при существенном снижении в сосуществующем титаномагнетите содержания  $TiO_2$  (< 10 мас.%). В южных малоглубинных массивах и месторождениях (Копанском и Маткальском) содержание  $TiO_2$  в титаномагнетитах возрастает до 15 мас.% и более, при снижении в породах и рудах количества первичного магматического ильменита.

На карьере «Передовом» Медведевского месторождения вскрыто несколько генетических типов оруденения: основные магматические титаномагнетитовые руды в стратифицированных габброидах и скарновые, связанные с ксенолитами вмещающих карбонатных пород. Магматические руды вкрапленные, до густовкрапленных в рудном меланогаббро; в анортозитах и дайковом комплексе титаномагнетит образует в основном акцессорную вкрапленность.

Распределение вкрапленных руд можно проследить в разрезе по врезке на юго-западном въезде на территорию карьера. Здесь сверху вниз чередуются субгоризонтальные слои (в отличие от Кусинской интрузии, где слоистость пород и руд в центральной ее части практически вертикальна) рудного габбро с переменным содержанием титаномагнетита и слои анортозита. Мощность слоя габброидов между двумя анортозитовыми слоями (мощностью до 0,7 м) составляет около 2,5 м. Породы средне-крупнозернистые с габбро-пегматитовыми обособлениями округлой формы. Габброиды амфиболизированные, а анортозиты интенсивно сосюритизированы. В габброидах проявлена ритмично-полосчатая магматическая слоистость с чередованием рудных меланократовых (с полным преобладанием титаномагнетита над плагиоклазом) и лейкократовых, безрудных слоев. В анортозитах лейкократовость увеличивается вверх по разрезу каждого слоя. Титаномагнетита в анортозитах менее 2 %. Разрез габброидов прорван крутопадающими дайками габбро-диабазов мощностью около 20 см.

Выходы массивных руд с содержанием рудных минералов более 50 % обнаружены также в южной части карьера в зоне тектонических нарушений, где породы и руды сильно деформированы и хлоритизированы. Титаномагнетит-хлоритовые руды здесь сильно гематитизированы. Видимый размер выхода этих руд в дне карьера составляет несколько квадратных метров. Второй выход массивных титаномагнетитовых руд связан с зоной контакта габбро и известковых скарнов Прасковье-Евгеньевской копи, находящейся в центральной части массива [4]. Мощность пластообразных выходов руды на контакте габброидов и скарнов по силикатным мраморам варьирует от 1 до 40 см. Эти пластовые рудные тела вытянуты параллельно контактам, где они перемежаются с прослоями габброидов мощностью в первые см. Руды сложены хлоритом и магнетитом, содержащим большое количество тонких (до 5 мкм) ламелл ильменита. Отмечаются отдельные более крупные зерна ильменита и мелкие (до 10 мкм) зерна сульфида меди, по соотношению основных компонентов соответствующего гириту ( $Cu_{7,71}Fe_{0,45}S_{8,16}S_5$ ), что является первой находкой его на Урале [1]. Габброиды на контакте со скарном резко обеднены рудными минералами. На удалении от контакта в мраморах копи отмечаются многочисленные скопления магнетита до 20 см в диаметре, а на контакте мраморов с дайкой диабазы, их прорывающей, развивается магнезиолюдовит [4].

С целью комплексного исследования химического состава выделенных генетических типов титаномагнетитового оруденения было проведено изучение микроэлементного состава основных типов пород и руд охарактеризованных выше разрезов и содержащихся в них титано-

магнетитов. Титаномагнетит для исследований выделялся методом многократной мокрой магнитной сепарации. Породы и минералы были проанализированы методом ICP-MS на 68 элементов без дополнительного концентрирования.

Содержание титана в титаномагнетитах достаточно выдержанное в разных типах магматических руд и составляет 37000 г/т (6,2 мас.%  $TiO_2$ ) в массивных рудах и до 48000 г/т (8,0 %) в рудных габброидах (густовкрапленные руды). В анортозитах магнетит обеднен титаном 8950 г/т (1,5 %). Титаномагнетит в околоскарновых габброидах наиболее обогащен титаном до 86000 г/т (14,4 %), а магнетит в мраморах на удалении от контакта содержит существенные концентрации Mn и Mg при практически полном отсутствии Ti – не более 200 г/т (0,03 %). Соотношение Ti/V в титаномагнетитах также нестабильно: в массивных рудах – около 10, в рудном габбро – 25-69, в анортозите – 10, в мраморе – 0,2-11.

Содержание элементов-примесей в титаномагнетитах основных типов руд непостоянное. Можно выделить руды с суммарным содержанием РЗЭ в титаномагнетите менее 2 г/т и более 4 г/т. Все образцы характеризуются при этом легким преобладанием ЛРЗЭ над ТРЗЭ и небольшими аномалиями Eu разного знака. Существенными примесями (от n до  $n \cdot 10^2$  г/т) кроме основных компонентов (Ti, V, Mg, Al, Mn, Cr) можно считать Li, Sc, Co, Cu, Ni, Zn, Co, As, Sr, Ba, Pb, Nb.

Магнетиты в мраморах копи существенно обеднены Cu и совсем не содержат Eu. Титаномагнетит анортозитов обогащен почти всеми элементами, в десятки и сотни раз по сравнению с образцами из других пород, особенно халькофильными элементами.

В скарновой колонке (габбро-руда-скарн-мрамор) к массивной руде на контакте с габбро в титаномагнетите нарастает содержание Sc, V, Co, Ni, Ga, падает Li, Be, Na, Y, несколько понижается концентрация Zn. Максимум концентраций несколько смещен в сторону габброидов для Ti, Rb, Sr Zr Nb, Mn, Ag, Sn, REE, Hf, Ta, W.

Сами габброиды на контакте с анортозитами содержат повышенные концентрации РЗЭ (23-52 г/т), в анортозитах их содержание возрастает до 42-78 г/т, а в центральных частях габброидных слоев резко уменьшается (0,8-27 г/т). Титаномагнетиты из этих пород повторяют эту тенденцию. Также можно отметить различное поведение Ba и Sr. Габброиды и содержащиеся в них рудные минералы обогащены барием (до 300 г/т) по сравнению с анортозитами (не более 80 г/т), по стронцию ситуация противоположна, в анортозитах зафиксированы максимальные содержания стронция (700 г/т).

*Работа выполнена при финансовой поддержке программ ОНЗ РАН №2 и №10 (проект 09-Т-5-1019).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Минералы Урала (минеральные виды и разновидности) / Кобяшев Ю.С., Никандров С.Н.; отв. ред. Вализер П.М.. УрО РАН, Ильменский гос. заповедник. Екатеринбург: КВАДРАТ, 2007. 312с.
2. Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Бородин Н.С. Условия формирования и генезис рифейских ильменит-титаномагнетитовых месторождений Урала // Геология рудных месторождений. 2001. Т.43. № 2. С.112-128.
3. Холоднов В. В., Ферштатер Г.Б., Бородин Н.С., Шардакова Г.Ю., Прибавкин С.В., Шагалов Е.С., Бочарникова Т.Д. Гранитоидный магматизм зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы (Южный Урал) // Литосфера. 2006. №3. С. 3-27.
4. Шагалов Е.С., Холоднов В.В. Многостадийное скарнообразование на Прасковье-Евгеньевской копи (Шишимские горы, Ю. Урал) // Петрогенезис и рудообразование (XIV Чтения памяти А.Н. Заварицкого). Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2009. С. 125-127.