

ленность первого типа образовалась в магматическую стадию в результате сульфидно-силикатного разделения (ликвации). На это обстоятельство указывает присутствие сульфидов в виде мелких каплевидных включений в породообразующих минералах, таких как оливин. Второй тип минерализации, более интенсивный, связан, по-видимому, с более поздней стадией, чем магматическая. Такой вывод подтверждается наличием мелких жилок и прожилков сульфидов в серпентинизированных дунитах и плагиодунитах. Локализация подобного оруденения контролируется линейными зонами брекчирования и трещиноватости.

По данным Территориального агентства по недропользованию по Республике Бурятия, породы дунит-плагиодунитового ядра Маринкинского массива содержат Pt до 0,5 г/т; Pd до 0,65 г/т. Результаты выполненных нами анализов не превышают 210 мг/т Pt. Этот вопрос нуждается в дальнейшем исследовании.

Таким образом, массив несет существенное сульфидное медно-никелевое оруденение, сосредоточенное в ультраосновном ядре площадью 2 км<sup>2</sup>. Оруденение опробовано в водораздельной части массива на высоте 1 км над уровнем долины р. Тулдуень. В то же время руч. Маринкин вскрывает вмещающие массив породы нижнего контакта. Из этого можно заключить, что богатые сульфидные медно-никелевые руды можно ожидать в придонной части ультраосновного ядра. Такие руды могут быть доступны штольневим способом из долин рек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балыкин П.А., Петрова Т.Е., Майорова О.Н. Коронарные структуры пород дунит-троктолит-габбровой формации Восточной Сибири // Петрология и рудоносность магматических формаций Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. С. 157-182.
2. Балыкин П.А., Поляков Г.В., Богнибов В.И., Петрова Т.Е. Протерозойские ультрабазит-базитовые формации Байкало-Становой области. Новосибирск: Наука, 1986. 200 с.
3. Грудинин М.И. Базит-гипербазитовый магматизм Байкальской горной области. Новосибирск: Наука, 1979. 156 с.
4. Изох А.Э., Гибшер А.С., Журавлев Д.З. и др. Sm-Nd данные о возрасте ультрабазит-базитовых массивов восточной ветви Байкало-Муйского офиолитового пояса // Докл. АН. 1998. Т. 360. № 1. С. 88-92.
5. Конников Э.Г. Дифференцированные гипербазит-базитовые комплексы докембрия Забайкалья (петрология и рудообразование). Новосибирск: Наука, 1986. 127 с.
6. Прудовский Э.Л., Грудинин М.И. Особенности геологического строения и вещественного состава дунит-троктолитового массива Маринкин (Средне-Витимская горная страна) // Геологические формации Прибайкалья и Забайкалья. Чита, 1972. С. 13-14.
7. Цыганков А.А. Магматическая эволюция Байкало-Муйского вулканоплутонического пояса в позднем докембрии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 306 с.

### ТИТАНОНОСНОСНЫЕ ГАББРОИДНЫЕ МАССИВЫ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

**Кислов Е.В., Орсов Д.А., Бадмацыренова Р.А.**  
Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия  
e-mail: evg-kislov@ya.ru

### TITANIUM-BEARING GABBRO COMPLEXES, WESTERN TRANSBAIKALIA

**Kislov E.V., Orsoev D.A., Badmatsyrenova R.A.**  
Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia  
e-mail: evg-kislov@ya.ru

An ilmenite-titanomagnetite mineralization in gabbro massifs of the Western Transbaikalia is described. The Vitimkon, Arsentyev, Khail, Khaaktyg-oy deposits are the most economical interesting.

Несмотря на развитую в РФ металлургию титана, его месторождения не разрабатываются. В Западном Забайкалье есть ряд перспективных ильменит-титаномагнетитовых рудопроявлений и месторождений.

В *Северо-Байкальском районе* титановая минерализация была отмечена в Нюрундуканском массиве А.П. Рихвановым, Бираканском – Н.М. Ивченко и В.А. Гомоновым в 1958 г. В.Н. Руденко в 1964 г. открыл ее в Слюдинском и Орколиканском интрузивах. Позднее оруденение найдено в Левомамском, Правомамском, Бирамбинском плутонах. Оценка Слюдинского интрузива проведена А.И. Трепалиным в 1967 г. В.П. Сафроновым в 1967-1968 гг., А.Г. Крапивинным и В.А. Митрохиным в 1977 г. Но Северо-Байкальский район не перспективен. В пределах Слюдинского интрузива зафиксировано лишь одно тело богатых ильменит-титаномагнетитовых руд: среднее содержание  $TiO_2$  в сплошных и сидеронитовых рудах – 19,06%, густовкрапленных – 10,8% [4]. Этот небольшой ( $10 \times 2,5$  км) массив находится в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории, где запрещена добыча полезных ископаемых, близ Слюдинских озер и берега Байкала. Остальные интрузивы небольшие по размерам, массивные ильменит-титаномагнетитовые руды в них не зафиксированы. Часть их также расположена в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории.

В *Южно-Муйском районе* ильменит-титаномагнетитовое оруденение обнаружено в Витимконском массиве Г.А. Кибановым и В.И. Давыдовым в 1962 г. Ими положительно оценены перспективы на титановое оруденение Ирокиндинского и Кедровского габброидных плутонов.

*Витимконский габброидный массив* находится в 30 км юго-восточнее пос. Ирокинда. Он залегает в кремнисто-карбонатных отложениях и метаморфизованных вулканитах рифея. Оруденение изучали Н.П. Андреев в 1964 г. и Э.Л. Прудовский в 1968 г. Наиболее полно описан М.И. Грудининым [2], Э.Г. Конниковым [6], Ю.П. Козловым в 2003 г. Интрузив имеет овальную форму, площадь около 90 км<sup>2</sup> при максимальной длине 14 и ширине 7 км. Юго-западный эндоконтакт представлен мелано- и мезократовыми габброидами. В левобережной части р. Витимкон присутствуют мезократовые габброиды с обособлениями мелано- и лейкократовых разностей. В центральной части преобладают мезократовые габброиды, ядро сложено лейкократовыми разностями с габбро-анортозитами и анортозитами. Развита габбро-пегматиты. Плагиперидиты и горнблендиты редки. В Витимконском массиве установлены вкрапленные и сплошные ильменит-титаномагнетитовые руды. Последние не обнаруживают тесной связи с зонами разрывных нарушений, располагаются на флангах зоны вкрапленного оруденения либо за ее пределами. Массивные руды, сложенные в основном ильменитом и содержащие 12-14% и более  $TiO_2$ , образуют линзовидные тела субмеридионального направления, согласно с направлением полосчатости интрузива и вытянутостью зоны вкрапленного оруденения. Две северные линзы прослеживаются по простиранию на 1000 и 1200 м каждая, а южная, обнажающаяся в левом борту руч. Новая Якша, имеет длину 1700 м. Мощность тел колеблется от 3 до 10 м, в раздувах – десятки метров. По падению рудные тела согласны с внутренней структурой вмещающих габброноритов. Границы рудных тел с габброидами резкие, но иногда устанавливаются только по опробованию. Прогнозная оценка Витимконского массива выполнена ФГУП «Бурятгеоцентр» в 1999 г. Выделено 7 проявлений ильменитовых и ильменит-титаномагнетитовых руд с содержанием  $TiO_2$  от 3 до 14%. Оруденение комплексное – железо-ванадий-титановое с небольшим количеством сульфидных минералов. Прогнозные ресурсы только одного Магнитного рудопроявления, посчитанные до глубины 300 м, превышают 1,5 млрд. т руды, а до глубины 200 м – 1 млрд. т. Содержание  $P_2O_5$  в рудах Витимконской группы проявлений не превышает 0,14%.

*Кедровский анортозит-габбровый массив* расположен на границе архейской Муйской глыбы с протерозойскими терригенно-карбонатными образованиями кедровской свиты [4], площадь около 160 км<sup>2</sup>. Выделяются две пластины. Северная сложена мелко- и среднезернистыми преимущественно лейко- и мезократовыми габбро, габбро-диоритами и диоритами. Южная часть представлена сложной дифференцированной серией: габбро, габбронориты, анортозиты, ильменит-титаномагнетитовые анортозиты и габбро-анортозиты. Встречаются оливиновые габбро, троктолиты, габбро-пегматиты и пироксениты. Анортозиты, габбро-анортозиты и рудные анортозиты встречаются преимущественно в западной части массива, для них характерны плавные переходы одних разновидностей в другие и неравномерное такситовое распределение темноцветных

минералов. Содержание ильменита и титаномагнетита в рудных анортозитах достигает 15 об.%. Сульфидные минералы встречаются реже, в габбро-анортозитах встречаются шарообразные гнезда 5-10 см в диаметре пирротина и халькопирита с незначительным количеством пентландита. Отмечены золотоносные кварцевые жилы.

*Ирокиндинский массив* расположен в Южно-Муйском хребте по правобережью одноименной реки, образуя крупный останец в поле гранитоидов позднего рифея [3, 10]. Протягивается в северо-западном направлении почти на 40 км. Площадь примерно 150 км<sup>2</sup>. Большую часть составляют офитовые амфиболовые габбронориты, габбро и габбро-диабазы. Среди титанистых высокожелезистых габброидов на восточном фланге встречаются мелкие расслоенные тела, сложенные плагиоцерцолитами, оливинowymi габброноритами, троктолитами, габбро, габброноритами и норитами. Обрабатываются золотоносные кварцевые жилы.

В Селенгинском рудном районе титановое оруденение связано с габбро-сиенитовыми массивами моностойского комплекса (предгорья хр. Хамар-Дабан юго-западнее г. Улан-Удэ). Оруденение отметил В.А. Обручев в 1885-1895 гг., указавший на шпильеры магнитного железняка в габброноритах Арсентьевского интрузива. В 1956-1958 гг. Д.Д. Сагалуев провел геологическую съемку масштаба 1:200 000, поисково-разведочные работы выполнили Е.С. Пинчук в 1956 г., К.Б. Булнаев в 1957 г., В.Н. Гусельников в 1957 г., Н.М. Ивченко и Л.Г. Извеков в 1959 г. В 1967 г. поисково-оценочные работы проведены Э.Л. Прудовским. Массивам и оруденению посвящены работы С.М. Смирнова и А.И. Перельгиной [8], О.А. Богатикова [1] и других исследователей.

Арсентьевский массив расположен на юго-восточном склоне центральной части хребта Моностой, в 4-5 км к западу и северо-западу от сел Арсентьевка и Сутой. Занимает площадь около 20 км<sup>2</sup>, сложен породами габброидной и сиенитовой серий (см. тезисы Р.А. Бадмацыреновой в этом сборнике). Выделяются 3 типа титаномагнетит-ильменитовых руд: вкрапленные, густовкрапленные и массивные (сливные). Количество рудных минералов в массивных рудах достигает 80-90%, густовкрапленных – 50-60%, во вкрапленных не превышает 40% (обычно в пределах 15-20%). Основная масса вкрапленных руд приурочена к безапатитовым феррогаббро, развитым среди наиболее сильно дифференцированных участков с чередованием лейкогаббро и габбро, переходами к феррогаббро. Густовкрапленные руды локализуются в апатитовых феррогаббро, апатитовых косвитах и казанскитах, рудных оливинитах. Тела массивных руд с резкими контактами приурочены к участкам развития косвитов и казанскитов, нередко окружены ореолом вкрапленных руд. Преобладающая форма тел массивных и густовкрапленных руд – линзовидная и жилообразная, реже изометричная или угловатая с многочисленными апофизами. Длина колеблется от нескольких метров до 50-60 м, мощность – от десятков сантиметров до 3-10 м. Руды относятся к железо-титан-ванадиевым с повышенным количеством фосфора. Главные рудные минералы – ильменит и титаномагнетит. Во вкрапленных рудах титаномагнетит и ильменит присутствуют примерно в равных количествах, в густовкрапленных и массивных рудах титаномагнетит в 2-3 раза преобладает над ильменитом. Количество сульфидов не превышает 2% и лишь в единичных случаях доходит до 8-10% от общей суммы рудных минералов.

*Оронгойский массив* расположен в крайней северо-западной части хребта в 2 км к востоку от пос. Нижний Убукун. Занимает площадь около 20 км<sup>2</sup>. Сходен с Арсентьевским, но преобладают лейкократовые габброиды (см. тезисы Р.А. Бадмацыреновой в этом сборнике). Все разновидности габброидов в том или ином количестве содержат вкрапленность и гнезда титаномагнетита и ильменита. Отмечены линзовидные тела густовкрапленных и небольшие по мощности жилы сплошных руд среди роговообманково-пироксеновых габбро.

*Зуйский массив* расположен в центральной части хребта Моностой. Обнаженная габброидная часть интрузива занимает площадь около 8 км<sup>2</sup>. Преобладают сильно дифференцированные габбро с отчетливо выраженной трахитоидностью и полосчатостью. Наиболее распространены оливиновые габбро с послынным обогащением титаномагнетит-ильменитовой минерализацией, переходящие в феррогаббро. Для центральной части массива характерно грубополосчатое строение и наличие участков, обогащенных рудным компонентом. Содержание TiO<sub>2</sub> в мелкокрапленной руде от 7 до 11%.

*Иройский массив* – крупный габбро-сиенитовый интрузив с рассеянной вкрапленностью ильменита и титаномагнетита. Наиболее обогащены отдельные мелкие тела пироксенитов, иногда

переходящие в сплошные ильменит-титаномагнетитовые руды. Отмечена незначительная примесь ванадия.

В **Курбинском рудном узле** (предгорья хр. Улан-Бургасы северо-восточнее г. Улан-Удэ) наибольший интерес представляет *Хаильский массив* [7] предположительно позднепротерозойского возраста. Он находится в южных отрогах хр. Улан-Бургасы, в районе р. Хаил, левого притока р. Курбы. Изучен на стадии общих поисков масштаба 1 : 50000. Первое упоминание также принадлежит В.А. Обручеву, оценившему проявление в 1885-1895 гг. как непромышленное. В 1927 г. П.Н. Бутырин оконтурил выходы титаномагнетитовых пород горными выработками. Детальные поисково-разведочные работы в комплексе с магнитометрией выполнены В.Н. Антипиным в 1952-1953 гг., А.Ф. Китайником в 1955 г. Площадь изометричного интрузива около 6 км<sup>2</sup>. Центральная часть сложена габбро, габбро-норитами и оливиновыми габбро, а периферическая – амфиболизированными габброидами и пироксеновыми диоритами. Рудные габбро представлены габбро-норитами и габбро с повышенной (до 20-30%) вкрапленностью титаномагнетита, иногда переходящей в сидеронитовые руды. Ильменит-титаномагнетитовые руды образуют пластообразную залежь. Основными рудными минералами являются магнетит и ильменит; характерно повышенное содержание ванадия. В массивных рудах содержание железа 40%, TiO<sub>2</sub> – 7%. Установлены повышенные концентрации ильменита в аллювиальных отложениях бассейнов рек Курбы, Хаила, Абаги и Нельги. Подсчитаны запасы TiO<sub>2</sub> категории С<sub>2</sub> в рыхлых отложениях долины р. Хаила и оконтурены 5 участков, перспективных для поисков ильменитсодержащих россыпей. Содержания ильменита выше 10 кг/м<sup>3</sup>, есть попутный циркон.

Определенный интерес представляет *Атарханский массив* [7] на левобережье одноименного правого притока р. Абаги. Интрузивное тело сложной конфигурации площадью 2,8 км<sup>2</sup> сложено в основном амфиболизированными габбро и габбро-норитами. Меньше габброноритов, норитов, оливиновых и рудных габбро; плагиоперидотиты редки. Рудные габбро (габбро и габбронориты с повышенной до 20-30% вкрапленностью титаномагнетита) отмечены в западной части массива. Судя по данным магниторазведки, они, по-видимому, слагают несколько маломощных горизонтов северо-восточного простираения.

В **Восточноаянском рудном районе** ильменит-титаномагнетитовые руды обнаружены в Хаактыг-Ойском и Жомболокском массивах. *Хаактыг-Ойский массив* находится в верховье р. Хаактыг-Ой (правый приток р. Ии), обнаружен при проверке аэромагнитной аномалии в 1963 г. А.С. Барышевым и А.В. Суворовым. Располагается в зоне сочленения Бирюсинской глыбы и Утхумского грабена [9]. Концентрически-зональный интрузив с преобладанием оливиновых габбро с повышенным содержанием титаномагнетита и ильменита. Рудная вкрапленность свойственна также габбро-пироксенитам, габбро-перидотитам, титаномагнетитовым габбро. Ильменит-титаномагнетитовые руды, содержащие 30-80% рудных минералов, участвуют в магматической расслоенности. Выявлено шесть линзовидных рудных тел широтной ориентировки. Протяженность рудных тел 100-850 м (суммарная 2700 м), средняя мощность – 47 м. Содержания железа 21,2-34,5% (среднее – 29,5%), TiO<sub>2</sub> – 5-9% (среднее – 7%), V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,2-0,25 (в среднем 0,36%). Количество апатита в оливиновых габбро достигает 6%, в титановых рудах его значительно меньше. Прогнозные ресурсы составляют 5940 млн. т руды. Сходные массивы с ильменит-титаномагнетитовым оруденением отмечены в верховьях рек Пелиг-Хем и Большой Дажан (правые притоки р. Ии) и на левобережье р. Хойто-Ока.

*Жомболокский массив* [5] располагается в верховьях р. Жом-Болок, по ее левым притокам – рр. Бурсук и Кадыр-Ос и далее к северу в истоки р. Хойто-Ока. Его площадь не менее 50 км<sup>2</sup>. Это останец среди гранитоидов. Характерны «слои» и «линзы» габброидов, содержащие до 20-25% ильменита и титаномагнетита, а также незначительное количество сульфидов. Содержания TiO<sub>2</sub> до 6,8%. Апатит менее распространен, но иногда его концентрации достигают 16,6%.

Титаноносные объекты расположены в ряде районов Западного Забайкалья, отличающихся хозяйственной освоенностью либо перспективами экономического развития. Первоочередной интерес представляют Витимконский, Арсентьевский, Хаильский и Хаактыг-Ойский массивы. Их специализированное изучение может привести к созданию новой крупной базы титановой промышленности на востоке страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатилов О.А. Петрология и металлогения габбро-сиенитовых комплексов Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1966. 240 с.
2. Грудинин М.И. Базит-гипербазитовый магматизм Байкальской горной области. Новосибирск: Наука, 1979. 156 с.
3. Грудинин М.И., Меньшагин Ю.В. Ультраосновные и основные породы Южно-Муйской глыбы и ее обрамления (Северное Прибайкалье) // Геология и геофизика. 1989. № 9. С. 32-38.
4. Грудинин М.И., Мазукабзов А.М., Демин И.А. Ультрабазит-базитовый магматизм обрамления Муйской глыбы (Средневитимская горная область) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2002. Т. 77. № 4. С. 77-86.
5. Ковалевский В.Е., Богнибов В.И., Глотов А.И., Прусевич А.А., Руднев С.Н. Жомболокский массив – новое проявление титаноносных габброидов в Восточном Саяне // Базитовые комплексы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1983. С. 26-56.
6. Конников Э.Г. Титаноносные габброиды докембрия Северного Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1978. 118 с.
7. Прудовский Э.Л., Летягин В.С., Грудинин М.И. Габброидная формация Центральной Бурятии // Палеозойские магматические формации Байкальской горной области. Улан-Удэ, 1972. С. 109-125.
8. Смирнов С.М., Перельгина А.И. О некоторых основных чертах строения и рудоносности массивов основных и средних пород в хребте Моностой (Бурятская АССР) // Изв. высш. учебн. завед. Геология и разведка. 1959. № 6. С. 3-12.
9. Шабалин Л.И. Дифференцированный титаноносный габброидный массив Хаактыг-Ой // Магматические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 80-89.
10. Цыганков А.А., Конников Э.Г. Геохимические типы и геодинамические условия становления габброидных комплексов восточной ветви Байкало-Муйского офиолитового комплекса // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 1. С. 19-30.

**МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИЛЬНЫХ ДУНИТОВ  
И СВЯЗАННОГО С НИМИ ОРУДЕНЕНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ МАССИВОВ КРАКА, ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**Ковалев С.Г.**

*Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, Россия*

*e-mail: kovalev@anrb.ru*

**THE MECHANISM OF THE VENOUS DUNITE  
AND RELATED CHROMITE ORE FORMATION  
(THE KRAKA MASSIF IN THE SOUTHERN URALS BY EXAMPLE)**

**Kovalev S.G.**

*Institute of Geology USC RAS, Ufa, Russia*

*e-mail: kovalev@anrb.ru*

The detailed study of the venous dunites and related chromite ores, spread in the Kraka massif, shows that their formation mechanism can be explained by the model of tectonic unloading in the local zones, where the incongruent melting of the orthopyroxene is realized. It is proved, that the mechanism of these zones of pressure unloading formation in mantle conditions is similar (but not identical) to the process of shear deformations in combination with break cracks in ductile-brittle systems.

Эволюция взглядов на происхождение дунитов и приуроченную к ним хромитовую минерализацию в целом определялась развитием учения о генезисе ультраосновных пород на основе разработки теоретических моделей, подтверждаемых экспериментальными исследованиями. В последние 10-15 лет, в процессе детального изучения хромитовых объектов южноуральских гипербазитовых массивов (Крака, Нурали, Миндяк) нами были получены материалы, позволяю-