

УЛЬТРАОСНОВНЫЕ И ОСНОВНЫЕ ПОРОДЫ БУРЯТИИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ

Кислов Е. В.¹, Худякова Л. И.², Малышев А. В.¹, Гаркушева Н. М.²

¹ Геологический институт им. Н. Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ

² Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

В настоящее время в условиях экологических и экономических ограничений пристальное внимание уделяется развитию минерально-сырьевой базы нашей страны, в частности, комплексному использованию минерального сырья. Многие виды остродефицитного и высоколиквидного сырья (Cu, Ni, ЭПГ, Au, Cr, Ti, алмазы, асбест, слюды, камнесамоцветное сырье) образуют месторождения в ультрамафит-мафитовых комплексах. Ультраосновные и основные породы нередко залегают в районе месторождений других полезных ископаемых. Их массивы зачастую расположены в экономически освоенных районах и имеют огромные запасы. Но ультраосновные и основные породы используются в лучшем случае как щебень. Вместе с тем, эти породы – перспективное сырье для получения многих видов материалов (удобрений, сорбентов). Но наиболее целесообразно и экономически выгодно их использование в отраслях строительной индустрии. Рассмотрим вопросы комплексного использования ультраосновных и основных пород на примере дунитов Йоко-Довыренского плутона и габбро интрузивов Метешихинский и Острая сопка.

Йоко-Довыренский массив входит в состав Северо-Байкальской ЭПГ-Cu-Ni провинции. Она расположена в юго-восточной части складчатого обрамления Сибирской платформы. В Северо-Байкальском районе Бурятии находятся рифейские ультрамафит-мафитовые массивы с ЭПГ-Cu-Ni оруденением: в пределах западной части Байкало-Муйской островной дуги Чайский, Гасан-Дякитский и Нюрундуканский синколизонные массивы, а в осевой части Сыннырской рифтогенной структуры – Йоко-Довыренский и Авкитский рифтогенные интрузивы [3, 7].

Йоко-Довыренский дунит-троктолит-габбровый массив (Байкальское месторождение) находится в 60 км к северу от оз. Байкал. Базиты и ультрабазиты водораздела рр. Тья и Ондоко описал М.М. Тетяев в 1915 г. Сведения об их никеленосности получены А.С. Кульчицким в 1949 г. В 1959 г. Ф.К. Чинакаев обнаружил жилы Cu-Ni руд в северо-восточном контакте. Поисково-разведочные работы проведены в 1960–1963 гг. Л.М. Бабуриным. Прогнозные ресурсы пересчитаны А.Г. Степиным в 1989–1993 гг.: Ni – 147 тыс. т, Cu – 51.01 тыс. т, Co – 9.47 тыс. т.

Линзовидное тело размером 26×3.5 км субсогласно залегает в карбонатно-терригенных отложениях. Краевая зона и отходящие от нее силлы сложены плагиолерцолитами. Выше зоны: ультрамафитовая (дуниты, в нижней части плагиоклазсодержащие, в верхней – с обособлениями верлитов, диопсидитов и хромититов); ритмичного чередования плагиодунитов и троктолитов; троктолитов и оливиновых габбро; массивных оливиновых габбро; оливиновых габброноритов. Габбронориты слагают тела дополнительного внедрения в подошву и кровлю массива. Ультрамафитовая зона сложена почти полностью свежим дунитом мощностью до 1 км и протяженностью до 10 км. По ее нижней части проходит дорога для автомобилей повышенной проходимости.

Намеченный на 2007 г. аукцион на право геологического изучения (поиски, разведка) и добычу на участке «Довырен» был отменен, поскольку по нему прошла граница Центральной экологической зоны Байкальской природной территории. Но наиболее богатый уч. Озерный находится за ее пределами в бассейне р. Лена, что оставляет возможность освоения месторождения. Байкальское месторождение и сам Йоко-Довыренский массив изучены недостаточно. Открытая в 1960-х годах зона Cu-Ni оруденения протяженностью около 20 км исследована фрагментарно на нескольких рудопроявлениях с поверхности и на глубину 200–750 м редкими скважинами. Геофизические данные позволяют прогнозировать продолжение интрузива на глубину и северо-западном направлении, наличие в глубинных ультрамафитах богатых сульфидных руд [4, 6]. Чайское Cu-Ni месторождение и наиболее богатый участок Озерный Байкальского месторождения находятся вне пределов Байкальской природной области на расстоянии 30 км друг от друга в районе Холоднинского Pb-Zn месторождения между Байкало-Амурской железнодорожной магистралью и Калюмным K-Al, Нюрундинским Au-рудным месторождениями. К этим месторождениям планируется построить железную дорогу. Территория между Чайским и Байкальским месторождениями лицензирована для поиска новых Cu-Ni объектов. Все это делает актуальным попутное использование магнезиально-силикатных пород для строительных целей.

В бассейне нижнего течения реки Селенги известен ряд позднепротерозойских интрузивов. Несколько ультрамафит-мафитовых интрузивов, наиболее крупные из которых Метешихинский, Оймурский, Острая Сопка, объединяются в «мете-

шихинскую группу» икатского комплекса. Они были закартированы в процессе геолого-съёмочных работ Г. М. Яценко и Р. А. Назаревичем [8], включившим их в атарханский раннепалеозойский комплекс. Э. Л. Прудовский [5] при проведении тематических исследований отнес их в верхнепротерозойский довыренский базит-гипербазитовый комплекс. Позднее в этом районе проводились тематические работы, которые включали и прогнозную оценку на рудную Ti-Mt и Ni-Cu специализацию [2].

Метешихинский массив расположен в правобережье р. Селенга, ниже устья р. Итанца в междуречье рр. Метешиха и Большая, примерно в 80 км от оз. Байкал и г. Улан-Удэ. Массив вытянут в северо-восточном направлении на 8 км при максимальной ширине 2.5 км. Вмещающие породы – эффузивы, сланцы, метапесчаники, известняки, амфиболиты и кварциты селенгинской серии [1]. Прорывают различные граниты.

Внутреннее строение сложное, на 80% состоит из разнообразных габброидов. В центральной части развиты в основном оливиновые габбро и габбронориты с мелкими телами дунитов, перидотитов, амфиболовых перидотитов и пироксенитов, к контактам они сменяются амфиболовыми и амфиболизированными габбро, а непосредственно на контактах с гранитами отмечаются почти нацело амфиболизированные габбро. В юго-западной части массива меланократовые разности габбро сменяются на более мезократовые, которые зачастую переходят в лейкократовые и вновь сменяются на меланократовые. Здесь наблюдается перемежаемость маломощных (1–30 см) жильчатых обособлений пироксенитов (горнблендитов) с мелано- и мезократовыми габбро. Выше к водоразделу наблюдается перемежаемость габброидов с перидотитами. Кроме того, ультраосновные породы наиболее развиты в северо-западной части массива: здесь распространены прослои плагиолерцолитов постепенно переходящие в пироксениты. По простирацию массива от юго-западного фланга на северо-восток доля ультраосновных пород постепенно падает, а среди габбро начинают преобладать мезо- и лейкократовые разности и габбронориты. Иногда в габброидах выделяются участки неоднородного такситового строения, а также пегматоидного облика. Контакты между основными и ультраосновными породами постепенные, что свидетельствует о принадлежности их к единой дифференцированной серии интрузива.

Массив Острая Сопка образует вытянутое в субширотном направлении тело площадью около 3 км² в районе г. Острая Сопка хребта Черная грива. Массив в плане имеет серповидную форму. Западный и восточный контакты тектонические. На севере массив прорывают верхнепротерозойские (?) гнейсы и амфиболиты, в остальных местах интрузив прорывается верхнепротерозойскими гранодиоритами, гнейсо- и плагиогранитами баргузинского комплекса. Первой фазе соответствуют амфиболовые перидотиты, плагиоперидотиты, лерцолиты, гарцбургиты и пироксениты. Вторая фаза сложена габбро и габбро-норитами. На контакте фаз развиты такситовые пироксениты. Преобладают габброиды, составляющие порядка 70% площади массива. В центральной части плутона развиты ультрамафиты, слагающие тела до 400 м в поперечнике, а также окружающие их пироксениты, оливковые габбро и габбро-нориты, затем следует зона мощностью порядка 300 м амфиболовых габбро, сменяющихся к контакту амфиболитизированными и циозитизированными габброидами. Дайковая серия представлена оливковыми долеритами и пегматоидными амфиболовыми габбро.

Таким образом, Йоко-Довыренский массив несет высоколиквидную минерализацию и находится в развивающемся горнорудном районе. Интрузивы Метешихинский и Острая сопка расположены в обжитом и экономически развитом районе между Улан-Удэнской агломерацией и Тимлюйским цементным заводом в п. Каменск Кабанского района. У подножия Метешихи проходит асфальтированная автомобильная дорога Турунтаево – Острог – Покровка – Шергино.

Определены качественные показатели пород и направления их использования. Работы проводились в соответствии с требованиями технической документации: ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». Породы были издроблены в щебень.

Исследованный щебень имеет высокое качество, не содержит зерен слабых пород и глины в комках, а также устойчив против всех видов распада. Форма зерен щебня у дунитов кубовидная, у габбро наблюдается присутствие незначительного количества зерен пластинчатой и иглово-й формы. На основании полученных данных и требований технической документации уста-

новлено, что щебень из изученных пород ультраосновного и основного состава можно использовать для производства тяжелых бетонов, асфальтобетонных смесей, ведения дорожных и других строительных работ.

Кроме того, эти породы могут найти применение в керамической промышленности. Один из широко распространенных материалов, применяемых в промышленном и гражданском строительстве – кирпич керамический. Его производство материалоемкое и энергозатратное. Кроме того, наблюдается дефицит высококачественных глин, что требует изменения технологических режимов его получения. Решение этой задачи возможно за счет использования новых видов сырьевых материалов, способных заменить глину в процессе формования изделий. Поэтому, использование ультраосновных и основных пород в керамическом производстве перспективно и актуально.

При проведении исследований пробы пород истирали в стержневом вибрационном измельчителе типа 75Т-ДрМ в течение 5 минут и использовали в качестве минеральной добавки, позволяющей заменить глинистое сырье. Был выполнен ситовой анализ и определен гранулометрический состав сырьевых материалов, включая глину Оймурского месторождения. Наиболее крупные фракции измельченной породы наблюдаются у габбро Метешихинского массива – частицы размером более 0.315 мм составляют 85.5%. Далее следует габбро интрузива Острая Сопка с 77.7%. У дунита соответствующий показатель находится в пределах 63.3%. Самые мелкие частицы имеет глина, где содержание фракций менее 0.315 мм составляет 51.1%.

Для установления влияния вида добавки, ее количества и температуры обжига на механическую прочность керамики готовили образцы – кубы с размером ребра 20 мм. После сушки образцы обжигали в лабораторной муфельной печи с изотермической выдержкой 3 часа при различных температурах. Образцы охлаждались естественным образом после отключения печи. Количество вводимой в смесь с глиной минеральной добавки варьировали от 10 до 50%. Температура обжига изменялась от 950 °С до 1100 °С.

С повышением температуры обжига механическая прочность образцов увеличивается. Обожженные образцы с добавкой дунита имеют прочность выше обожженной глины без добавки на всем промежутке обжига, а с добавкой габбро

превышение соответствующего показателя наступает после 1050 °С. Наибольшие показатели имеют образцы с минеральной добавкой, обожженные при температуре 1100 °С.

Наибольшую прочность имеют образцы с содержанием минеральной добавки 10%. Дальнейшее увеличение добавки приводит к снижению механических показателей образцов. Наилучшие значения получены при введении в состав глины габбро, худшие – дунита. С увеличением количества минеральной добавки габбро прочностные показатели образцов снижаются

ступенчато, ультраосновного состава – практически линейно. Тем не менее, прочность образцов с долей минеральной добавки до 50%, полученных при всех температурах обжига, удовлетворяют требованиям технической документации.

Физико-механические показатели образцов керамики, полученных пластическим способом формования из 70% глины и 30% породы, обожженных при температуре 1100 °С, соответствуют требованиями ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» (табл.).

Физико-механические показатели образцов керамики с добавкой горных пород

Показатели	ГОСТ 530-2012	Керамика с добавкой		
		дунита Йоко-Довырен	габбро Метешиха	габбро Острая сопка
Водопоглощение, %	не менее 6	9.5	9.7	10.2
Предел прочности при сжатии, МПа	не менее 2.5	40.8	67	50.6
Морозостойкость, цикл	не менее 25	150	150	150
Средняя плотность, кг/м ³	не более 2400	2230	1990	2110

В целом, образцы керамики с добавкой основных и ультраосновных пород, полученные пластическим способом формования, имеют показатели прочности, водопоглощения и морозостойкости, удовлетворяющие требованиям технической документации, могут применяться для кладки и облицовки наружных и внутренних стен зданий и сооружений, а также для кладки фундамента из полнотелого кирпича.

Таким образом, проведенные исследования показали, что ультраосновные и основные породы – перспективное сырье для получения различных видов строительных материалов. Массивы этих

пород находятся в выгодной экономико-географической ситуации. Щебень из таких пород имеет высокое качество и может использоваться для получения бетонов и асфальтобетонов повышенной прочности и долговечности. Использование ультраосновных и основных пород в качестве минеральной добавки позволит получать керамический кирпич, не уступающий по своим характеристикам традиционным аналогам.

Исследование проведено в рамках государственных заданий ГИН СО РАН ААА-А21-121011890029-4 и БИП СО РАН ААА-А21-121011890003-4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грудинин М.И., Беличенко В.Г., Гилев А.Ю., Бараш И.Г. Ультрабазит-базитовые комплексы района нижнего течения р. Селенги (Юго-Восточное Прибайкалье) // Доклады академии наук. 1999. Т. 366, № 1. С. 84–87.

2. Дарижапов А.Д., Петров Н.Я., Крылов Б.В. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые ю.-з. части Морского хребта. Листы № 48-119-Г; 130-Г, 131-А, Б, В и Г; 142-Б; 143-А. Отчет Прибрежной ПСП за 1981–83 гг. Улан-Удэ, 1984.

3. Кислов Е.В. Северо-Байкальская платинометалльно-медь-никеленосная провинция: геодинамика, петрология, рудообразование // Металлогения

древних и современных океанов-2023. Минералогия и геохимия рудных месторождений: от теории к практике. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2023. С. 40–44.

4. Нефедьев М.А. Моделирование и оценка перспектив Северо-Байкальского рудного района по геофизическим данным (Северное Прибайкалье). Новосибирск: Из-во «Гео», 2011. 208 с.

5. Прудовский Э. Л. Геологическое строение и никеленосность Метешихинской группы массивов гипербазит-базитовых пород, Южное Прибайкалье. Отчет о работах Оймурского поисково-ревизионного отряда за 1966 г. Улан-Удэ, 1967. 171 с.

6. Турутанов Е. Х., Степаненко А. В., Буянтогтох Б. Объемная модель Йоко-Довыренского габбро-перидотитового массива (Северное Прибайкалье) по гравиметрическим данным // Вестник ИрГТУ. 2013. № 2. С. 88–95.
7. Цыганков А. А. Магматическая эволюция Байкало-Муйского вулканоплутонического пояса в позднем докембрии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 306 с.
8. Яценко Г. М., Назарович Р. А. Геологическая карта СССР среднего масштаба. Серия Прибайкальская. Лист N-48-XXXVI. Объяснительная записка. Улан-Удэ, 1966. 70 с.