

POTENTIAL DEVELOPMENT OF KOLA MINERAL SOURCES FOR CONCRETE PRODUCTION

O.N. Krasheninnikov

Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS

Ways of processing Kola natural minerals to produce various-purpose concrete are discussed. The sources include vermiculite, expanding shales, building and decorative stone, as well as such by-products of mining enterprises as overburden rocks, tailings and ash wastes.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНОВ

О.Н. Крашенинников, krash@chemy.kolasc.net.ru

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН

Кольский регион, занимая всего 0.85% территории России, располагает огромным природно-ресурсным потенциалом, где создан мощный горнодобывающий комплекс, обеспечивающий потребности страны в апатитовом концентрате (более 80%), флогопите и вермикулите (80-90%), цирконии (100%), а также железе, никеле, меди, кобальте, редкометальном, кварц-полевошпатовом, нефелиновом сырье и ряде других полезных ископаемых (Место ..., 2001). Из неметаллорудных природных ресурсов, пригодных для получения строительных материалов, в Мурманской области разведаны многие месторождения строительного и облицовочного камня, песчано-гравийных смесей, глин, огнеупорного сырья и вспучивающихся сланцев (Минерально-сырьевые ..., 2003).

В настоящем докладе рассматриваются возможности развития местной минерально-сырьевой базы для получения бетонов различного функционального назначения, резкое увеличение потребности в которых предусматривается в связи с решением проблем, стоящих перед строительным комплексом по реализации Стратегии экономического развития Мурманской области на период до 2015 года. При этом, наряду с проблемами рационального, комплексного использования местных природных ресурсов, особое внимание уделяется вопросам утилизации побочных продуктов предприятий Кольского горнопромышленного комплекса объемы которых по данным Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурманской области на 01.01.2004 года достигли 6.4 млрд т.

Вермикулит Ковдорского месторождения. На территории Кольского полуострова располагается крупнейшее на Евро-Азиатском континенте Ковдорское месторождение вермикулит-флогопитового сырья; силами ОАО «Ковдорслюда» осуществляется его добыча и обогащение, производятся вермикулитовый концентрат и вспученный вермикулит. Эти продукты преимущественно вывозятся за пределы региона, используя для получения теплоизоляционных материалов и в металлургии. Исключение составляет небольшое по мощности предприятие «Вермиплит» в г.Ковдоре, выпускающее прессованные тонкомерные огнезащитные плиты на основе вермикулита и жидкого стекла. По нашему мнению, объемы и области применения непосредственно в регионе этого местного уникального сырья явно недостаточны. С учетом результатов выполненных в лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН исследований (Теплоизоляция ..., 1990; Крашенинников и др., 2000; Прогрессивные ..., 2003), наиболее эффективными видами материалов и изделий на основе ковдорского вермикулита являются следующие:

- огнезащитные смеси и формованные изделия из конструкционно-теплоизоляционного вермикулитобетона для заделки проходок электрических кабелей через строительные конструкции с пределом огнестойкости не менее 1.5 часов;
- негорючий плитный утеплитель из вермикулитобетона с использованием пен повышенной стойкости;
- вермикулитсодержащие смеси для мастичной изоляции поверхностей высокотемпературного оборудования;
- изделия из жаростойкого вермикулитобетона (с тугоплавкими микронаполнителями из местных техногенных продуктов) с рабочей температурой применения до 1000°C.

Вспучивающиеся сланцы. В результате работ, проведенных на территории Кольского полуострова геологоразведочными экспедициями (МГРЭ, ЦКЭ), обнаружены крупные залежи вспучивающихся при нагревании сланцев: в районе Мончегорска (Вуручайвенч, Риж-Губа), на полуостровах Средний и Рыбачий (Кийский Рейд, Земляное, Б. Озерко, Цыпнаволоок); прогнозные ресурсы на выявленных проявлениях превышают 200 млн м³.

Выполненными исследованиями установлено влияние состава сланцев и технологических факторов на их вспучиваемость и показана возможность получения пористого заполнителя требуемого качества (Крашенинников, 2002). Так, основные свойства пористого заполнителя фракции 10-20 мм из сланцев проявления Цыпнаволока (восточная часть полуострова Рыбачий): средняя насыпная плотность 350 кг/м³, прочность при сдавливании в цилиндре 1.2 МПа, потери массы после 15 циклов испытаний на морозостойкость 1.2%, потери при кипячении 1.9%, стоек против силикатного и железистого распадов (0.6%), содержание SO₃ 0.02%, п.п.п. 0.1%. Испытания легкого бетона марок 50-75 на исследованных пористых заполнителях подтвердили их соответствие требованиям нормативной документации. Результаты проведенных работ позволяют ставить вопрос о постановке геологоразведочных работ, утверждении запасов и в дальнейшем об открытии карьера и обеспечении исходным сырьем имеющихся в регионе обжиговых установок.

Природный камень. В Мурманской области по состоянию на 01.01.2004 г. учтено 27 месторождений строительного камня с суммарными запасами 195.1 млн м³ (кат. А+В+С₁). К разведанным месторождениям горных пород, позволяющим получать щебень высшей категории качества, относятся Прихобинское метагаббродиабазов (Кировский р-н), Габбро-Монче метагаббро (Мончегорский р-н), Палоярви гранитов (Печенгский р-н) и ряд других (Крашенинников, 2003), за счет которых возможно изготавливать высокопрочные тяжелые бетоны, в том числе для гидротехнического, транспортного строительства и особо ответственных сооружений. Основная потребность в заполнителях для рядовых бетонов осуществляется за счет разработки месторождений песчано-гравийных материалов (37 месторождений с разведанными и утвержденными запасами 47.6 млн м³ по кат. А+В+С₁). Кроме того, в настоящее время разрабатывается 9 притрассовых карьеров.

Большие перспективы имеются в регионе по развитию минерально-сырьевой базы для получения щебня для строительных работ в связи с реализацией крупномасштабной программы дорожного строительства в России. В первую очередь, это может быть связано с возможностью существенного увеличения объемов переработки вскрышных пород горнообогатительными комбинатами региона на строительный щебень. Следует отметить, что Оленегорский ГОК уже достиг сравнительно высокого показателя (17% утилизации вскрышных пород, при средних 4% использования горнопромышленных отходов по Мурманской области), обеспечив выпуск в 2001 году 2 млн м³ щебня. Значительные резервы для получения качественного щебня имеются в использовании вскрышных пород Сопчеозерского хромитового месторождения (Возможность ..., 2002), а также вскрышных пород Хибинских апатито-нефелиновых месторождений (Крашенинников, 1995).

Кольский полуостров располагает разнообразными видами цветнокаменного сырья: белыми и пестроцветными доломитами, светло-зеленым амазонитом, розовым пегматитом, коричневым песчаником, темноцветными габброидами, оригинальными нефелинсодержащими породами и др.; при этом большинству из месторождений этих пород характерна мелкоблочность. Перспективным направлением рационального использования такого мелкоблочного сырья, а также отходов добычи и обработки кольского облицовочного камня (в настоящее время в Мурманской области разрабатывается 10 месторождений облицовочного камня, включая месторождения гранитов и габброноритов, пироксенита, диорита, гранодиорита и хибинита) является организация производства в регионе декоративных заполнителей и бетонов на их основе (Крашенинников, 1999). За счет таких высококачественных декоративных заполнителей может быть обеспечена потребность Москвы, Санкт-Петербурга и многих областей России, не располагающих такой разнообразной минерально-сырьевой базой.

Хвосты обогащения железорудного сырья. Оленегорский ГОК является одним из крупных горнообогатительных комбинатов страны, обеспечивающий добычу и переработку железистых кварцитов и получение железного концентрата. При обогащении сырья образуются мелкозернистые побочные продукты, которые в количестве более 6 млн т ежегодно сбрасываются в хвостохранилище. Отличительной особенностью этих хвостов является высокое содержание SiO₂ (60-75%) и наличие недоизвлеченных, находящихся в сростках, рудных минералов (гематита и магнетита), среднее содержание которых составляет 8.5%. Предыдущими исследованиями, выполненными в отделе технологии строительных материалов ИХТРЭМС КНЦ РАН, была установлена эффективность использования хвостов для получения силикатных материалов автоклавного твердения (Брянцева, 2003). Многолетняя практика подтвердила высокие эксплуатационные свойства силикатного кирпича на основе хвостов обогащения и местных карбонатитов. Результаты дальнейших исследований показали, что эти хвосты целесообразно применять и для получения других видов строительной продукции: из жестких вибропрессованных цементно-песчаных (тротуарная плитка, поребрик, изделия малых строительных форм и др.) и ячеистобетонных смесей (Крашенинников, 1997).

Золошлаковые смеси. Эти смеси, являющиеся отходом от сжигания каменноугольного топлива на теплоэлектростанциях, системой гидрозолоудаления сливаются в золоотвалы, после заполнения

которых могут быть использованы в качестве минеральной добавки в бетонах, если обоснована возможность их применения в строительстве. Наши исследования касались ЗШС наиболее крупной в Кольском регионе Апатитской ТЭЦ, работающей преимущественно на каменных углях Печорского бассейна и сбрасывающей ежегодно в золоотвал не менее 200 тыс. т ЗШС. Выполнены комплексные исследования золоотходов из отработанного золоотвала №1 (где накоплено их около 7 млн т) и показано, что они выполняют роль активной минеральной добавки, позволяя практически без снижения физико-механических показателей экономить до 15% цемента при получении легкого бетона (шунгизитобетона) марок 50-75 и до 25% цемента в тяжелых бетонах, а также получать на основе ЗШС эффективные виды газобетонных теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных изделий (Физико-химические ..., 1991; Пак и др., 2000).

Выводы. Кольский регион располагает необходимой минерально-сырьевой базой для получения бетонов различного функционального назначения: тяжелых, легких на пористых заполнителях, ячеистых, мелкозернистых, силикатных, декоративных, теплоизоляционных, огне- и жаростойких. Организация их производства в регионе на основе местного природного сырья и отходов горнопромышленного комплекса будет способствовать решению проблем рационального использования ресурсов, выпуска прогрессивных видов строительной продукции, отказа от завоза в регион ряда альтернативных строительных материалов и улучшения технико-экономической эффективности производства.

Литература

Брянцева Н.Ф., Крашенинников О.Н., Сухорукова Р.Н. Комплексное использование железорудного сырья ОАО «Оленегорский горнообогатительный комбинат». Отходы обогащения //Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Ч.1. – Апатиты, 2003. – С.170-190.

Возможность использования вскрышных пород и отходов обогащения хромитовых руд Сопчеозерского месторождения для получения строительного щебня и песка /О.Н.Крашенинников, А.А.Пак, Р.Н.Сухорукова и др. – Депонир. рукопись, №1322-В2002. – 34 с.

Крашенинников О.Н., Беляева Т.В. Минерально-сырьевая база Кольского полуострова для получения строительного щебня и песка //Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов. – Апатиты, 2003. – С.40-41.

Крашенинников О.Н. Вспучивающиеся сланцы Кольского полуострова – перспективное сырье для получения пористых заполнителей //Материалы всерос. научн. конф. «Природные ресурсы северных территорий: проблемы оценки, использования и воспроизводства». – Архангельск, 2002. – С.108-112.

Крашенинников О.Н. Декоративные бетоны на основе природнокаменного сырья Кольского полуострова. Препринт. - Апатиты, 1999. - 34 с.

Крашенинников О.Н., Журбенко Г.В., Бастрыгина С.В. Жаростойкий вермикулитозолобетон для футеровки ванн алюминиевых электролизеров //Цветные металлы. – 2000. - №5. – С.87-88.

Крашенинников О.Н., Журбенко Г.В. Вермикулитсодержащая мастичная изоляция водогрейных котлов //Сб. трудов междунар. экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». Т.1. – СПб, 2000. – С.181-182.

Крашенинников О.Н. Нефелиновые породы Хибинского массива и возможности их использования в строительстве. - Апатиты, 1995. - 66 с.

Крашенинников О.Н., Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Комплексное использование отходов обогащения железорудного сырья //Строительные материалы. - 1997. - №12. - С.28-30.

Минерально-сырьевые ресурсы Кольского полуострова и пути их рационального использования для получения строительных материалов /В.Т.Калинников, В.Н.Макаров, О.Н.Крашенинников, Н.Н.Гришин //Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов. – Апатиты, 2003. – С.8-10.

Место Мурманской области в хозяйственном комплексе Российской Федерации / В.В.Дидык и др. // Мурманская область: тенденции экономического и социального развития на рубеже тысячелетий. Ч.1. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – С.9-52.

Пак А.А., Крашенинников О.Н., Сухорукова Р.Н. Газобетон на основе техногенного сырья Кольского горнопромышленного комплекса. - Апатиты, 2000. - 84 с.

Прогрессивные вермикулитсодержащие огнезащитные материалы для заделки кабельных проходок /О.Н.Крашенинников, А.Д.Журбенко, С.В.Бастрыгина, Р.В.Конохов //Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов. – Апатиты, 2003. – С.191-193.

Теплоизоляция покрытий из вермикулитобетона /О.Н.Крашенинников, К.В.Зотова, Г.В.Журбенко и др. //Физико-химические основы переработки и применения минерального сырья. - Апатиты, 1990. - С.27-31.

Физико-химические аспекты комплексного использования золошлаковых смесей тепловых электростанций /В.Н.Макаров, А.А.Боброва, О.Н.Крашенинников и др. - Апатиты, 1991. - 117 с.

BINDING GYPSUM MATERIAL PREPARATION IN COURSE OF SPHENE CONCENTRATE PROCESSING

E.P. Lokshin, T.A. Sedneva

Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS

A technology of gypsum production for the building industry has been developed. It involves a treatment of spent calcium nitrate of nitric acid solutions by concentrated sulphuric acid. Simultaneous production of building materials in course of nitric acid technology of pure titanium dioxide, accompanied by nitric acid recuperation for repeat use, improves the process economy.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЯЖУЩЕГО ГИПСОВОГО МАТЕРИАЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СФЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Э.П. Локшин, Т.А. Седнева

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН, Sedneva@chemy.kolasc.net.ru

В мировой практике для получения титановой продукции используют концентраты с высоким содержанием титана: рутиловый, ильменитовый и ванадийсодержащий титаномагнетитовый, которые перерабатывают либо по серноокислотной технологии, либо хлорированием (Огурцов и др., 2001). Освоенных месторождений качественного титанового сырья в России нет. Предложена азотнокислотная технология вскрытия доступного в Северо-Западном регионе сфенового концентрата (СК) (Локшин и др., 2004; Патент России 2196736, 2219130), по которой первоначально выщелачивают кальций с получением твердого титанокремниевого остатка – источника получения чистого диоксида титана.

Азотнокислые растворы нитрата кальция, концентрируют в себе весь кальций из СК и до 97 % использованной HNO_3 .

С целью разработки технологии регенерации связанной с нитратом кальция азотной кислоты для повторного использования исследована возможность ее рекуперации путём серноокислотного осаждения малорастворимых сульфатов кальция.

Установлено, что в процессе стехиометрического серноокислотного осаждения кальция при температурах менее 50°C он формируется в основном в виде двуводного сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Высушенный при температурах более 100°C осадок представляет собой полугидрат состава $\text{CaSO}_4 \cdot 0.67\text{H}_2\text{O}$ или бассанит $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$, содержащий (мас.%): 36.3 CaO, 65.5 SO_4^{2-} , 0.85 NO_3^- , 0.06 F, н/о P_2O_5 , <0.04 Fe_2O_3 , <0.20 Al_2O_3 , 0.02-0.04 TR_2O_3 , <0.01 $\text{Nb}(\text{Ta})_2\text{O}_5$, <0.1 SiO_2 , 0.041 TiO_2 . (Локшин и др., 2004). Регенерированная азотная кислота содержит ($\text{г} \cdot \text{л}^{-1}$): 266÷346 HNO_3 , 3.6÷6.0 CaO, 6.0÷10.0 SO_4 , 2.5 Ln_2O_3 , <1.3 Fe_2O_3 , <1.0 F, <0.4 Al_2O_3 . При этом в ней концентрируются редкоземельные элементы, железо и фтор в количествах от исходного содержания в азотнокислом растворе до (%): 95-98 Ln_2O_3 , 96-99 Fe_2O_3 , 99.4 F, 47.3 $\text{A}_{\text{эфф}}$. Таким образом, процесс стехиометрического осаждения сульфатов кальция из растворов от вскрытия сфенового концентрата позволяет получать растворы (~25 мас% HNO_3) азотной кислоты, повторное использование которых на операции разложения сфенового концентрата достаточно эффективно и гипс.

Результаты испытания образцов сульфата кальция, полученного из технологических растворов с различной степенью промывки (Т:Ж), высушенные в сушильном шкафу в вакууме или при атмосферном давлении при температуре 100-104 $^\circ\text{C}$ и содержащие $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ с примесью NO_3^- , в соответствие требований ГОСТ 125 «Вяжущие гипсовые. Технические условия», представленные в таблице, показали, что исследуемые осадки (гипсы) относятся к группе быстротвердеющих (А) и нормально твердеющих (Б). При этом подтверждено согласно работам (Волженский и др., 1974; Гуревич, 1996), что повышение содержания нитрат-иона в исходном осадке способствует улучшению качества строительного гипса.