

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ
БАРЕНЦЕВА РЕГИОНА В ТЕХНОЛОГИИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Материалы Второй Международной научной конференции
(12–16 сентября 2005)



**PROBLEMS IN THE RATIONAL USE
OF NATURAL AND TECHNOGENIC RAW MATERIALS
FROM THE BARENTS REGION IN CONSTRUCTION
AND TECHNICAL MATERIAL TECHNOLOGY**

Proceedings of Second International Conference
(12–16 September, 2005)

R U S S I A N A C A D E M Y O F S C I E N C E S

Karelian Research Centre

Institute of Geology

**PROBLEMS IN THE RATIONAL USE OF NATURAL
AND TECHNOGENIC RAW MATERIALS FROM THE
BARENTS REGION IN CONSTRUCTION AND
TECHNICAL MATERIAL TECHNOLOGY**

Proceedings of Second International Conference

12-16 September, 2005

Petrozavodsk
2005

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Карельский научный центр РАН

Институт геологии

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО И
ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ БАРЕНЦЕВА РЕГИОНА
В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И
ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Материалы Второй Международной научной конференции

(12-16 сентября 2005)

Петрозаводск

2005

Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. Материалы Второй международной научной конференции. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. Илл. 35 ,Табл. 71 .с.230

В сборник включены материалы научной и практической значимости по четырем основным проблемам, в основном, российской части Баренцева региона:

- 1) минерально-сырьевой потенциал Баренцева региона и возможности его рационального использования;
- 2) проблемы переработки минерального сырья и утилизации техногенных продуктов промышленных компонентов Баренцева региона;
- 3) современные проблемы строительного материаловедения, технологии строительных и технических материалов;
- 4) экологические проблемы недропользования.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов естественнонаучного профиля.

Редакторы: д.г.-м.н. *В.В.Щипцов* и к.г.-м.н. *О.Н.Крашенинников*

Печатается по решению Ученого совета Института геологии КарНЦ РАН

Problems in the rational use of natural and technogenic raw materials from the Barents region in construction and technical material technology. Proceedings of Second International Conference. Petrozavodsk: Karelian Research Centre, 2005. Ill. 35 . Tabl..71 p. 230

Four main problems are considered in this book:

- 1) mineral resources potential of Barents region and possibilities of rational use;
- 2) problems of raw materials treatment and utilization of technogenic products for industry components (Barents region);
- 3) contemporary problems of material authority, construction technology and technical materials technology;
- 4) ecological problems of the mineral resource sector.

This book is meant for specialists of natural-scientific profile.

Editors: *Vladimir Shchiptsov & Oleg Krasheninnikov*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	13
<i>А.В. Бархатов.</i> О составляющих элементах инвестиционных рисков	14
<i>С.В. Бастрыгина, А.Д. Журбенко, Р.В. Конохов.</i> Снижение усадочных деформаций жаростойкого вермикулитобетона	17
<i>О.А. Белогурова, Н.Н. Гришин.</i> Термостойкие форстеритовые огнеупоры из магнезиальносиликатного сырья Кольского полуострова	19
<i>О.А. Белогурова, О.Н. Крашенинников.</i> Исследование контактной зоны «нефелинсодержащий заполнитель - цементный камень» методом микрозондового анализа	21
<i>В.В. Беляев.</i> Маложелезистые белочетные бокситы Тимана – природное сырье для разноотраслевых производств	23
<i>Т.П. Бубнова, Ю.Л. Войтеховский, А.В. Гаранжа.</i> Сравнительный анализ свойств абразивных гранатов месторождения Макзапахк (Кольский п-ов) и проявления Высота (Северная Карелия)	26
<i>Т.П. Бубнова, Л.С. Скамницкая, В.В. Щипцов.</i> О путях многоцелевого использования карбонатитов Тикшеозерского массива	27
<i>И.Н. Бурцев, И.Г. Бурцева, В.А. Илларионов, В.М. Капитанов.</i> Геолого-экономическая оценка ресурсов бентонитовых глин в южных районах Республики Коми	30
<i>В.И. Быков, П. В. Фролов, В.К. Решетников.</i> Возможности использования позднеархейских высокомагнезиальных пород Вожемского участка для получения строительных материалов (Медвежьегорский район, Республика Карелия)	32
<i>Р. Вартиайнен.</i> Региональный проект по разведке новых ресурсов природного камня на севере Финляндии	33
<i>Л.И. Ганина, О.Н. Крашенинников, Ф.Д. Ларичкин.</i> Техничко-экономические аспекты использования отходов горнопромышленного производства Мурманской области в строительной индустрии	34
<i>А.В. Гаранжа, А.С. Завёрткин.</i> Кианитовые породы Карело-Кольского региона и пути их применения	36
<i>Л.Г. Герасимова, А.И. Николаев, М.В. Маслова, С.П. Шишкин.</i> Техногенные отходы обогащения апатито-нефелиновых руд - перспективная сырьевая база для производства строительных материалов	39
<i>А.Н. Голов, Г.П. Мироевский, Н.Н. Гришин, А.И. Ракаев, О.Н. Крашенинников.</i> Комплексное использование сырьевых ресурсов Сопчеозерского месторождения хромитов	40
<i>Н.Н. Гришин, А.И. Ракаев, О.А. Белогурова, Т.А. Морозова.</i> Утилизация отходов первичной переработки хромитовых руд	43
<i>М.Г. Губайдуллин, А.М. Ворона, И.Э. Комиссарова.</i> Территориальная информационная модель геологических ресурсов строительного сырья Архангельской области	46
<i>Б.И. Гуревич, В.В. Тюкавкина.</i> К вопросу о производстве цемента из вторичного сырья	48
<i>Б.В. Гусев, Т.П. Щерблыкина.</i> Использование методов экологического менеджмента в области обращения с отходами для повышения эффективности их применения в строительной индустрии	51
<i>Л.А. Данилевская, Л.С. Скамницкая.</i> Возможности использование кварца Карелии в строительстве и технических материалах	54
<i>И.Н. Демидов, В.П. Ильина, Т.С. Шелехова, Б.З. Белашев, И.С. Инина.</i> Перспективы использования диатомитов Карелии	55
<i>Д.В. Жиров, В.В. Лащук.</i> Ресурсы и рынок темноцветного облицовочного камня восточной части Балтийского щита (Северо-Западный Федеральный округ РФ)	57

<i>А.С. Завёрткин. Противопригарные покрытия для форм и стержней</i>	61
<i>А.С. Завёрткин. Взаимодействие кислой футеровки с расплавом жидкого металла и шлака при индукционной плавке чугуна</i>	64
<i>А.С. Завёрткин, А.И. Савицкий. Геохимические и радиометрические исследования проматходов литейного производства</i>	66
<i>А.С.Заверткин, А.Н.Сафронов. Влияние различных добавок на свойства кварцитных футеровочных масс</i>	68
<i>А.С. Заверткин, В.И. Тяганова, А.Г. Туполев. Применение реагентов и техногенного сырья для обогащения шунгитовых пород</i>	71
<i>А.П. Зосин, В.К. Самохвалов, В.А. Маслобоев, В.А. Григорьев. Технические адсорбенты на основе отходов обогащения апатит-нефелиновых руд для решения задач комплексной переработки сложных по минеральному составу руд</i>	73
<i>А.А. Зубков, З.М. Шуленина, Г.Б. Мелентьев. Новое направление использования продуктов переработки вермикулита</i>	76
<i>А.А. Иванов, С.Я. Соколов, В.А. Шеков. Прогноз блочности на месторождении гранитов «Пувашвара»</i>	78
<i>В.П. Ильина, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, И. С. Инина. Талько-хлоритовые сланцы как сырьё для получения керамической плитки</i>	80
<i>В.П. Ильина, П.А. Лозовик, Н.А. Ефременко. Исследование высолов на кирпичной кладке строящихся жилых домов и определение причины их возникновения</i>	82
<i>В.П. Ильина, Л.С. Скамницкая. Использование горных пород Карелии для производства керамики и строительных материалов</i>	85
<i>Е.П. Калинин. Минерально-сырьевые ресурсы стройматериалов Республики Коми</i>	87
<i>А.М. Калинин, Б.И. Гуревич, Е.В. Калинин, В.В. Тюкавкина. Структурно-химические изменения нерудных минералов при измельчении и их влияние на вяжущие свойства</i>	90
<i>Е.Е. Каменева, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, Е.В. Робонен. Нетрадиционное использование талько-хлоритовых пород Карелии</i>	93
<i>А.Г. Касиков. Использование отходов медно-никелевого производства для получения технических реагентов и материалов</i>	95
<i>В.И. Кевлич. О некоторых типоморфных свойствах при разработке методики выделения кордиерита из гнейсов Лейвойва и озера Широное</i>	98
<i>П. Керанен, М.Н.Юринов, В.В.Щипцов. Создание модели камнедобывающей промышленности в Еврорегионе Карелия (район Костомукши, Россия)</i>	99
<i>В.А. Киселев, В.И. Ноздря, В.Д. Саморукова, Ю.В. Рябов, В.В. Щипцов, Л.С. Скамницкая. Опыт обогащения нефелинсодержащих сиенитов в качестве сырья для изготовления керамо-гранитной плитки на сепараторах с постоянными магнитами</i>	100
<i>О.Н. Крашенинников. Перспективы развития минерально-сырьевой базы Кольского региона для получения бетонов</i>	103
<i>Э.П. Локшин, Т.А. Седнева. Получение вяжущего гипсового материала в технологии переработки сфенового концентрата</i>	106
<i>Х. Луодес, Х. Сютинен. Трёхмерная диаграмма проникновения волн при зондировании месторождений природного камня</i>	107
<u>В.Н. Макаров</u> , В.В. Лащук, И.С. Кожина, Т.Т. Усачева. Оценка вскрышных пород Ковдорского месторождения комплексных руд в качестве сырья для производства строительного щебня	108
<i>Д.В. Макаров, О.В. Суворова. Геоэкологические исследования в Институте химии Кольского научного центра РАН под руководством профессора В.Н. Макаров</i>	111

<i>Н.К. Манакова, В.Н. Макаров, Н.В. Лукина. Применение мелиорантов на основе горнопромышленных отходов для восстановления лесов, подверженных влиянию «кислотных» дождей</i>	114
<i>В.А. Матвеев, И.П. Кременецкая, Т.В. Кочеткова, О.В. Суворова, И.С. Кожина. Мертели на основе фосфата алюминия</i>	117
<i>В.А. Матвеев, Д.В. Майоров, К.В. Захаров. Об использовании аморфного кремнезема – продукта кислотной переработки нефелина в производстве строительных и технических материалов</i>	119
<i>Г.Б. Мелентьев. Детальное минералого-геохимическое картирование объектов недропользования и отходов производства как способ их комплексной ресурсно-экологической инвентаризации и оценки в целях рационального использования</i>	122
<i>Г.Б. Мелентьев, Л.М. Делицын, А.А. Зубков, В.В. Скиба. Природные минеральные сорбенты и компоненты удобрений как высоколиквидное местное и экспортное сырье для развития инновационного ресурсно-экологического предпринимательства</i>	125
<i>Г.Б. Мелентьев, Л.М. Делицын, О.Н. Крашенинников. Техногенное сырье и инновационное предпринимательство в Карело-Кольском регионе как резерв развития производств декоративно-отделочных, керамических и новых неорганических материалов</i>	130
<i>Н.А. Мельник, Т.П. Белогурова, О.Н. Крашенинников. Радиационно-технические основы использования сланцев Кольского полуострова для получения пористых заполнителей</i>	136
<i>Н.А. Мельник, В.В. Лащук, Т.Т. Усачева. Радиационно-экологическая оценка промышленных отходов ФГУП «Кандалакшский морской торговый порт»</i>	139
<i>Т.А. Морозова, Е.Д. Рухленко, А.И. Ракаев, А.И. Николаев. Минералого-технологические исследования магний-силикатного сырья Хабозерского месторождения Кольского полуострова с целью получения на их основе огнеупорных, строительных и технических материалов</i>	141
<i>О.В. Мясникова, В.А. Шеков. Закономерности вариаций прочностных свойств щебня Карелии</i>	144
<i>О.В. Мясникова, В.А. Шеков. Методологические вопросы оценки долговечности облицовочного камня</i>	146
<i>А.И. Николаев, Л.Г. Герасимова, В.Г. Майоров. Новые продукты в технологии титано-ниобатов Кольского полуострова</i>	148
<i>А.И. Николаев, Ю.В. Плешаков, Ю.Д. Брусницын, В.Б. Петров. Компоненты электродных покрытий и флюсов из сырья Карело-Кольского Региона</i>	150
<i>А.И. Николаев, А.И. Ракаев, Т.А. Морозова, Л.Г. Герасимова, К.Э. Шамов. Рациональное использование отходов обогащения оливинитовых руд Хабозерского месторождения</i>	152
<i>А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова. Конструктивные особенности полуцилиндров из ячеистого бетона для теплоизоляции труб теплопроводов</i>	153
<i>А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова. Технология и свойства композиционных материалов для ограждающих конструкций зданий</i>	155
<i>Т.М. Петрова, В.Н. Афанасьев. Прогрессивные методы утилизации аминокислотсодержащих отходов</i>	158
<i>Т.М. Петрова, Н.А. Джаши. К вопросу о комплексном использовании сырья из Кольских апатитов для получения фосфогипса</i>	161
<i>В.И. Петрова, В.А. Матвеев, К.В. Захаров, Д.В. Майоров. Нефелин как источник получения реагентов для очистки сточных вод строительных предприятий</i>	163
<i>Х. Пиринен, С. Лейнонен. Тальковый камень и его свойства</i>	166
<i>Х. Пихл. Требования покупателей – основной критерий при добыче известняка и в производстве извести</i>	168
<i>А.К. Полин, А.С. Скворцова. Применение ГИС и Интернет технологий для информационного обеспечения процессов рационального природопользования Республики Карелия</i>	170

<i>А.И. Савицкий, А.В. Бархатов.</i> Радиационно – гигиеническая оценка строительных материалов с учетом радоноопасности	172
<i>О. Селонен.</i> Экономически выгодные применения сырья, добытого в карьерах природного камня ...	175
<i>Л.С. Скамницкая, А.Ф. Брецких, О.К. Фомин.</i> Селективное разрушение кварца методом ЭГД	176
<i>В.В. Строкова, Р.В. Лесовик, М.С. Ворсина, В.Г. Голиков.</i> Вяжущие низкой водопотребности с использованием активированного наполнителя	178
<i>А.В. Тюрменов, Е.К. Копкова, П.Б. Громов, Е.А. Щелокова.</i> Регенерация технических минеральных кислот из технологических растворов медно-никелевого производства	181
<i>М. М. Филиппов, В. И. Кевлич, П. В. Медведев.</i> Битумолитовые породы онежской структуры – перспективное сырье для получения концентратов шунгитового вещества	183
<i>П. Харма, Х. Луодес, О. Селонен.</i> Региональная разведка природного камня в Финляндии	185
<i>Е.М. Чернышов, Н.Д. Потамошинева, О.Р. Сергуткина.</i> Опыт фундаментально-прикладных исследований потенциала техногенных продуктов (на примере ЦЧР)	186
<i>В.А. Шеков.</i> Новые методические подходы при оценке месторождений блочного камня	189
<i>В.А. Шеков.</i> Каменная промышленность Республики Карелия	192
<i>Н.Ф. Щербина, Т.В. Беляева, Т.В. Кочеткова.</i> Керамические изделия из природного и техногенного сырья Кольского полуострова	195
<i>В.В. Щипцов.</i> Природные строительные материалы Республики Карелия	197
<i>В.В. Щипцов, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, В.П. Ильина.</i> О возможностях создания минерально-сырьевой базы цементного производства в республике Карелия	201
<i>Н.П. Юшкин, Ш.Т. Бурцев.</i> Геологические и регионально-экономические факторы формирования новых минерально-сырьевых потоков на Европейском севере	203

CONTENTS

Introduction	13
<i>A.B. Barkhatov.</i> On component elements of the system of investments' risks	14
<i>S.V. Bastrygina, A.D. Zhurbenko, R.V. Konokhov.</i> A way of decreasing the shrinking deformations of heat-resistant vermiculite-based concrete	17
<i>O.A. Belogurova, N.N. Grishin.</i> Heat resistant forsterite refractories made of magnesian-silicate materials from Kola Peninsula	19
<i>O.A. Belogurova, O.N. Krasheninnikov.</i> Microprobe analysis of the nepheline-bearing filler -cement stone contact zone	21
<i>V.V. Beljaev.</i> Low-iron white bauxites of Timan mountains – mineral raw material for various industries ...	23
<i>T.P. Bubnova, Y.L. Voitehovski, A.V. Garanzha.</i> Comparative analysis of properties of abrasive garnets from Makzapahk deposit (Kola Peninsula) and occurrence Vysota (Northern Karelia)	26
<i>T.P. Bubnova, L.S. Skamnitskaya, V.V. Shchiptsov.</i> Multi-purpose applications of carbonatites of Tiksheozerski rock formation	27
<i>I.N. Burtsev, I.G. Burtseva, V.A. Illarionov, V.M. Kapitanov.</i> Geological and economic evaluation of resources of bentonite clays in the southern regions of Komi Republic	30
<i>V.I. Bykov, P.V. Frolov, V.K. Reshetnikov.</i> Possibility of use of the late-Archean high-magnesia rocks of Vozhenskaya location in manufacture of construction materials (Medvezhjegorski region, republic of Karelia)	32
<i>R. Vartiainen.</i> New natural stones from Northern Finland through a Regional exploration project	33
<i>L.I. Ganina, O.N. Krasheninnikov, F.D. Larichkin.</i> Technological and economic aspects of the mining waste management for the building construction in the Murmansk region	34
<i>A.V. Garanzha, A.S. Zavertkin.</i> Kyanite rocks in Karelia-Kola region and their applications	36
<i>L.G. Gerasimova, A.I. Nikolaev, M.V. Maslova, S.P. Shishkin.</i> Technogenic wastes of apatite-nepheline ore concentration – a promising source for the production of building materials	39
<i>A.N. Golov, G.P. Miroyevsky, N.N. Grishin, A.I. Rakaev, O.N. Krasheninnikov.</i> Complex use of resources Sopcheozero chromite deposit	40
<i>N.N. Grishin, A.I. Rakaev, O.A. Belogurova, T.A. Morozova.</i> Utilization of wastes from primary treatment of chromite ore	43
<i>M.G. Gubaidullin, A.M. Vorona, I.E. Komissarova.</i> Territorial information model geological resources of building raw material the Arkhangelsk area	46
<i>B.I. Gurevich, V.V. Tyukavkina.</i> More about cement production from secondary raw materials	48
<i>B.V. Gusev, T.P. Shcheblykina.</i> Ecological management of industrial wastes for improving their use in building industry	51
<i>L.A. Danilevskaya, L.S. Skamnitskaya.</i> Possibilities of application of Karelian quartz in construction and technical materials	54
<i>I.N. Demidov, V.P. Iljina, T.S. Shelekhova, B.Z. Belashev, I.S. Inina.</i> Possibilities of application of Karelian diatomites	55
<i>D.V. Zhirov, V.V. Laschuk.</i> The resources and demand for dark-colour dimension stone in the eastern part of the Baltic shield (Northwest Federal district of the Russian Federation)	57
<i>A.S. Zavertkin.</i> Parting lining of moulds and rods	61
<i>A.S. Zavertkin.</i> Interaction of acidic refractory lining with molten metal and slag during induction iron smelting	64
<i>A.S. Zavertkin, A.I. Savitski.</i> Geochemical and radiometric analysis of foundry industrial waste	66
<i>A.S. Zavertkin, A.N. Safronov.</i> Influence of different additives on the properties of quartzite refractory masses	68

<i>A.S. Zaverkin, V.I. Tjaganova, A.G. Tupolev.</i> Application of chemicals and technological materials in pretreatment of shungite rock	71
<i>A.P. Zosin, V.K. Samohvalov, V.A. Masloboev, V.A. Grigorjev.</i> Application of technological adsorbents based on wastes from dressing of apatite-nepheline ores in deep processing of ores of complex mineral composition	73
<i>A.A. Zubkov, Z.M. Shulenina, G.B. Melentjev.</i> New applications of products of processing of vermiculate ...	76
<i>A.A. Ivanov, S.Y. Sokolov, V.A. Shekov.</i> Forecast of block stone availability at Puvashvara granite deposit ..	78
<i>V.P. Iljina, G.A. Lebedeva, G.P. Ozerova, I.S. Inina.</i> Talc-chlorite schists as raw material for production of ceramic tiles	80
<i>V.P. Iljina, P.A. Lozovik, N.A. Efremenko.</i> Analysis of salt patches on brickwork of constructed buildings and identification of causes of their appearance	82
<i>V.P. Iljina, L.S. Skamnitskaya.</i> Use of Karelian rocks for manufacture of ceramics and construction materials	85
<i>E.P. Kalinin.</i> Mineral resources of construction materials in Komi republic	87
<i>A.M. Kalinkin, B.I. Gurevich, E.V. Kalinkina, V.V. Tyukavkina.</i> Structural and chemical changes of gangue minerals during grinding and their influence on binding properties	90
<i>E.E. Kameneva, G.A. Lebedeva, G.P. Ozerova, E.V. Robonen.</i> Non-traditional use of soapstone in Karelia	93
<i>A.G. Kasikov.</i> Copper-nickel process wastes for the production of technical reagents and materials	95
<i>V.I. Kevlich.</i> On some typical-morphological properties in working out of methodology for separation of cordierite from gneisses of Leivoiva and lake Shirotnoye	98
<i>P. Keranen, M. Yurinov, V. Shchiptsov.</i> Model of stone industry co-operation in the region of Euregio Karelia (Kostomuksha district, Russia)	99
<i>V.A. Kiselev, V.I. Nozdrja, V.D. Samorukova, Y.V. Rjabov, V.V. Schiptsov, L.S. Skamnitskaya.</i> Experience of separation of nepheline syenites in separators with permanent magnets to get raw material for production of ceramic-granite tiles	100
<i>O.N. Krashennnikov.</i> Potential development of Kola mineral sources for concrete production	103
<i>E.P. Lokshin, T.A. Sedneva.</i> Biding gypsum material preparation in course of sphene concentrate processing	106
<i>H. Luodes, H. Sutinen.</i> 3D Visualisation of ground penetrating radar data in natural stone deposits	107
<i>V.N. Makarov †, V.V. Lashchuk., I.S. Kozhina, T.T. Usacheva.</i> Assessment of the possibility of involving overburden rock of the Kovdor complex ore deposit in crushed stone production	108
<i>D.V. Makarov, O.V. Suvorova.</i> Geoecological research conducted at the Institute of Chemistry, Kola Science Centre RAS under the direction of professor V. Makarov	111
<i>N.K. Manakova, V.N. Makarov †, N.V. Lukina.</i> Use of ameliorating materials based on waste from ore mining and processing plants for recuperation of forests affected by acid rains	114
<i>V.A. Matveev, I.P. Kremenetskaya, T.V. Kochetkova, O.V. Suvorova, I.S. Kozhina.</i> Mortar on the basis of aluminium phosphate	117
<i>V.A. Matveev, D.V. Mayorov, K.V. Zakharov.</i> On the use of amorphous silica (a product of nepheline digestion by acid) in production of building and technical materials	119
<i>G.B. Melentjev.</i> Detailed mineralogical-and-geochemical mapping of objects of mining and industrial waste as a means of their comprehensive resource-ecological inventory and evaluation for the benefit of their more effective utilization	122
<i>G.B. Melentjev, L.M. Delitsyn, A.A. Zubkov, V.V. Skiba.</i> Natural mineral sorbents and components of fertilizers as a competitive local and export raw material for development of innovative business in the sphere of resources and ecology	125

<i>G.B. Melentjev, L.M. Delitsyn, O.N. Krashenninnikov. Technogenic materials and innovative entrepreneurship in the Karelia-Kola region as a reserve of development of production of decorative, facing, ceramic and new non-organic materials</i>	130
<i>N.A. Melnik, T.P. Belogurova, O.N. Krashenninnikov. Radiation-technical basements of using of shale of the Kola Peninsula in the porous aggregates manufacture</i>	136
<i>N.A. Melnik, V.V. Lashchuk, T.T. Usacheva. Radiation - ecological evaluation industrial wastes FSUO «Kandalaksha marine commercial PORT»</i>	139
<i>T.A. Morozova, E.D. Rukhlenko, A.I. Rakaev, A.I. Nikolaev. Mineral processing investigations of magnezium – silicate material from the Khabozersky deposit of the Kola Peninsula aimed at production of fire-resistant, building and engineering materials</i>	141
<i>O.V. Mjasnikova, V.A. Shekov. Pattern of strength variations of crushed stone of Karelia</i>	144
<i>O.V. Mjasnikova, V.A. Shekov. Methodological aspects of estimation of durability of facing stone</i>	146
<i>A.I. Nikolaev, L.G. Gerasimova, V.G. Mayorov. New products obtainable by the technology of titanium-niobates of the Kola Peninsula</i>	148
<i>A.I. Nikolaev, Yu.V. Pleshakov, Yu.D. Brusnitsin, V.B. Petrov. Welding materials and fluxes from minerals of the Kola Peninsula and Republic of Karelia</i>	150
<i>A.I. Nikolaev, A.I. Rakaev, T.A. Morozova, L.G. Gerasimova, K.E. Shamov. Utilization of waste products of Khabozero olivinite ore dressing</i>	152
<i>A.A. Pak, R.N. Sukhorukova. Structural features of semi-cylinders from cellular concrete for insulation of heat pipelines</i>	153
<i>A.A. Pak, R.N. Sukhorukova. Technology and features of composite materials for fencing structures of buildings</i>	155
<i>T.M. Petrova, V.N. Afanasiev. Progressive methods of utilization of amino-compound wastes</i>	158
<i>T.M. Petrova, N.A. Dzhashi. Referring to comprehensive use of raw material from apatites of Kola Peninsula in manufacture of phosphogypsum</i>	161
<i>V.I. Petrova, V.A. Matveev, K.V. Zakharov, D.V. Mayorov. Nepheline as a source of reagents for effluent treating of building materials plants</i>	163
<i>H. Pirinen, S. Leinonen. Soapstone and its properties</i>	166
<i>H. Pihl. Customer based requirements as ruling limestone and lime production</i>	168
<i>A.K. Polin, A.S. Skovrtsova. Use of geo-information system and Internet technologies for information support of processes of effective nature resources utilization in the Republic of Karelia</i>	170
<i>A.I. Savitsky, A.V. Barkhatov. Radiohygienic assessment of construction materials taking into account to radon emission</i>	172
<i>O. Selonen. Eco-efficient use of stone material from natural stone quarries</i>	175
<i>L.S. Skamnitskaya, A.F. Bretskih, O.K. Fomin. Selective crushing of quartz by EHD method</i>	176
<i>V.V. Strokova., R.V. Lesovik. M.S. Vorsina, V.G. Golikovt. Low water consumption binder on the base of activated filler</i>	178
<i>A.V. Tyuremnov, E.K. Kopkova, P.B. Gromov, E.A. Shchelokova. Recovery of technical-grade mineral acids from copper-nickel process solutions</i>	181
<i>M.M. Filippov, V.I. Kevlich, P.V. Medvedev. Bitumolite rocks of Onezhskaya structure – perspective raw material for manufacture of shungite concentrate</i>	183
<i>P. Härmä, H. Luodes, O. Selonen. Regional explorations of natural stone in Finland</i>	185
<i>Y.M. Chernychov, N.D. Potamoshneva, O.R. Sergutkina. Experience is fundamental-applied of potential technogenic products</i>	186
<i>V.A. Shekov. New methodological approaches in evaluating of block stone deposits</i>	189

<i>V.A. Shekov.</i> Stone industry in Republic of Karelia	192
<i>N.F. Shcherbina, T.V. Belyaeva, T.V. Kochetkova.</i> Ceramic hardware from natural and technogenic sources of the Kola Peninsula	195
<i>V.V. Schiptsov.</i> Natural construction materials (Republic of Karelia)	197
<i>V.V. Schiptsov, G.A. Lebedeva, G.P. Ozerova, V.P. Iljina.</i> Potential raw materials base for organization of cement production in Karelia	201
<i>N.P. Yuskin, I.N. Burtsev.</i> Geological and regional-economical factors for creation of new mineral raw materials flows in the european north	203

ПРЕДИСЛОВИЕ

Чуть более 2 лет тому назад в г. Апатиты в ИХТРЭМС им. И.В.Тананаева КНЦ РАН прошла Первая международная конференция, посвященная рассмотрению актуальных проблем рационального природопользования, комплексному применению природных ресурсов и промышленных отходов стран-участниц Баренцева региона и получения на их основе эффективных видов строительных материалов. Перед Вами фото участников конференции (1-4 апреля 2003 г., ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты).



Решено было следующую конференцию созвать в г. Петрозаводске в Институте геологии КарНЦ РАН. Организаторами данной конференции являются ИГ КарНЦ и ИХТРЭМС КНЦ РАН.

Перед открытием Второй международной конференции опубликованы ее материалы. В книге, которую держите в руках, вы найдете актуальные и интересные материалы научной и практической значимости по четырем основным проблемам, в основном, российской части Баренц-региона: 1) минерально-сырьевой потенциал Баренцева региона и возможности его рационального использования; 2) проблемы переработки минерального сырья и утилизации техногенных продуктов промышленных компонентов Баренцева региона; 3) современные проблемы строительного материаловедения, технологии строительных и технических материалов; 4) экологические проблемы недропользования.

Значение конференции велико, так как новые результаты научных исследований физических и физико-химических свойств, разработка новых технологий по созданию строительных и технических материалов отражают и открывают возможности рентабельного использования различных видов минерального сырья, в первую очередь, территорий Мурманской и Архангельской областей, Коми Республики и Республики Карелия. На этой конференции весьма активно участвуют специалисты Финляндии. Промышленность строительных материалов по объемам добываемого минерального сырья занимает ведущее место, а в перспективе будут возрастать запросы производителей строительных материалов на полезные ископаемые с нетрадиционными свойствами. Особое внимание уделяется возможностям развития местной минерально-сырьевой базы для получения цемента и бетонов различного назначения как важных компонентов стратегии экономического развития Северо-Запада России. В связи с этим огромное внимание привлекают техногенные минеральные образования Кольского полуострова.

Эта конференция проходит без участия недавно ушедшего из жизни замечательного ученого и скромного человека проф. Виктора Николаевича Макарова, но в материалах вы найдете статью его учеников как благодарную память о нем и о его многогранной научной деятельности по тем направлениям, которые обсуждаются на конференции.

Перед началом конференции публиковалась информация о планируемой научной встрече в г. Петрозаводске в авторитетных журналах - «Строительные материалы» и «Минеральные ресурсы России». Конференция имеет финансовую поддержку со стороны Министерства государственности и природных ресурсов Республики Карелия, а также частной компании «Органикс ММ».

Оргкомитет выражает свою признательность за поддержку и понимание важности подобного форума.

ON COMPONENT ELEMENTS OF THE SYSTEM OF INVESTMENTS' RISKS

A.B. Barkhatov

Ministry of economic development of republic of Karelia

Elements of investments' risks (geological, technological and economic) connected with exploitation of mining objects of the construction industry are discussed in the report. Special attention is given to production of crushed stone and block stone.

О СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ В СИСТЕМЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ

А.В. Бархатов

Министерство экономического развития Республики Карелия

В экономической литературе риск обычно оценивается как мера неопределенности в оценке конечного результата. При оценке рисков, связанных с разработкой полезных ископаемых, помимо собственно экономического риска, большое значение имеют геологические и технологические риски. Целью данной публикации является попытка соединить все виды рисков воедино и показать потенциальному инвестору многофакторную проблематику, связанную с освоением природных ресурсов, в частности строительных материалов.

Схема инвестиционных рисков может быть представлена следующим образом (рисунок):

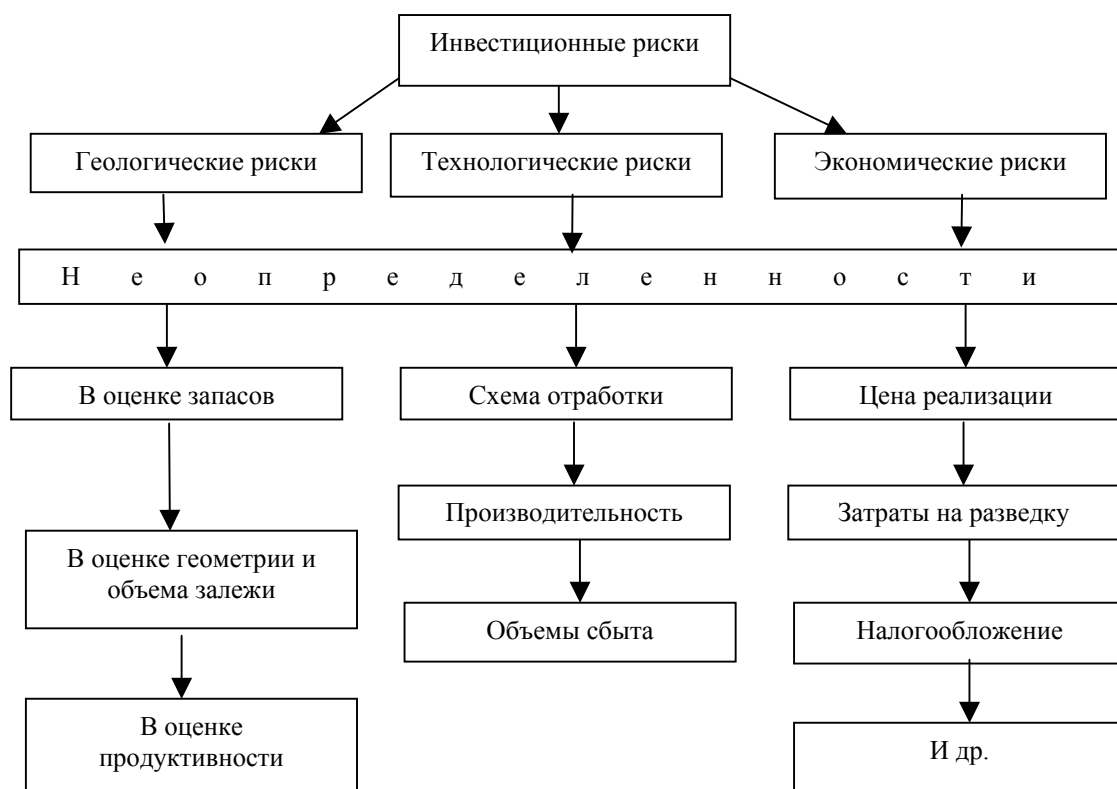


Рис. Инвестиционные риски при недропользовании

Прежде чем подробнее рассмотреть структуру инвестиционных рисков, связанных с разработкой объектов минерального сырья, используемого в строительной отрасли, обозначим тот перечень промышленно значимых видов, которые имеют место в Карельском регионе. К таким видам (по классификации МПР) в первую очередь относятся: облицовочные камни, строительные камни и заполнители бетона, минеральные краски, карбонатное сырье, доломиты, диатомиты, а также некоторые виды горнотехнического сырья - асбест, глины, кварциты, магнезиальное и полевошпатовое сырье, слюды, тальк и шунгитовые породы (Бархатов, 2002).

Из данного перечня на сегодняшний день разрабатываются щебеночные материалы, блочный камень, шунгит, карбонатное сырье и полевые шпаты. Лишь первые два наименования минеральной строительной продукции имеют значительную тенденцию к увеличению объема производства. На три десятка действующих горных предприятия приходится более сотни выданных лицензий на объекты под разведку и добычу горных пород строительного профиля. Однако, практика показывает, что далеко не все лицензируемые объекты оказываются пригодными для рентабельной отработки месторождений. Предпринимательские риски порой оказываются неоправданными.

Геологические риски в первую очередь надо связывать с оценкой кондиционного уровня запасов. В оценке блочного камня важнейшим показателем является «блочность» массива, т.е. процент горной массы, определяющий уровень выхода блоков производственных параметров. Для обычных гранитов и габбро-диабазов хорошей считается «блочность» в пределах 10-20%. Для эксклюзивных расцветок и высокодекоративных пород успешной может быть «блочность» от 1 до 5 %, т.к. цена на такие камни достаточно высока. Примерами могут служить шокшинский малиновый кварцит и гранит м. Сюскюянсаари. Нередко случается, что традиционные методы геологической оценки «блочности» при разведке дают неправильные показатели, что приводит в итоге к разорению предприятия. Сегодня важнейшим вопросом в оценке пород под блочный камень стоит вопрос правильной оценки трещиноватости. Использование новых геофизических методов и программного обеспечения могут создать более совершенные методики оценки трещиноватости.

В оценке геологических рисков связанных с определением объемов запасов блочного камня, геометрии залежи, однородности и др. показателей важным элементом является тщательность работы, которая напрямую связывается с уровнем затрат на геологическую разведку. Здесь, как нигде, в будущем может сработать поговорка: - Скупой платит дважды».

При разведке горных пород на щебень рисковыми моментами могут явиться сложные горнотехнические условия, ожидаемая экологическая ущербность отработки, недостаточность определенных запасов под планируемые мощности дробильного оборудования, неоднородность физико-механических свойств разных частей массива, высокая радиоактивность и т.д. Эти показатели напрямую связываются с бизнес-планом будущего производства.

Технологические риски на современном этапе щебеночного производства практически отсутствуют. В карьеры Карелии приходит новая скандинавская технология производства щебня. Дробильные установки являются мобильными, работают прямо у «стенки» карьера, надежны и высокопроизводительны, дают щебень заданной формы и размера с высокой степенью кубовидности. Старая технология производства, с перевозкой горной массы из карьера на стационарный щебеночный завод, оказывается неэффективной и нерентабельной. В настоящее время наблюдается бум перевооружения действующих щебеночных предприятий. Скандинавские фирмы «Нордберг», «Сандвик», «Санда», «Роксон», «Локомо» предлагают и устанавливают свою технику на щебеночных карьерах. Риски сбыта щебеночной продукции из прочных пород определяются как транспортными условиями доставки на места массовой отгрузки (железнодорожным и водным путями), так и дальностью доставки в Российские регионы, сезонностью спроса в дорожном и жилищном строительстве, а, иногда, фактором конкурентности со стороны других регионов и государств СНГ.

Схема добычи блочного камня на большинстве карьеров Карелии несовершенна и малопродуктивна. В основном добываемые блоки не соответствуют международным стандартам. Причины кроются в отсутствии механизированных дорогостоящих станков строчного бурения, погрузчиков большой грузоподъемности типа «Катарпиллер», несовершенстве технологии взрыва и сдвига блоков и отсутствием опытных горных мастеров и высококвалифицированных рабочих. Все это определяет в целом, как правило, низкую культуру производства блочного камня. В отработке блоков, в сравнении со щебеночным производством, большое значение играют технологический и человеческий факторы.

Экономические риски определяют вероятность получения убытков, напрямую связанных с формированием цены на продукцию, налоговым бременем, затратами на геологоразведочные работы, осуществляемым менеджментом и проч.

При оценке рыночной стоимости права пользования недрами - месторождениями полезных ископаемых или участками недр, как правило, используют метод доходного подхода. Доходный метод заключается в «приведении» будущих проектируемых доходов и затрат к текущему моменту времени (Ампилов, 2003). Стоимость объекта по нему определяется исключительно на основе тех доходов, которые он способен в будущем принести своему владельцу. Другие методы оценки - затратного и сравнительного подходов имеют ограниченное применение для получения промежуточных результатов в стоимостной оценке. Согласно стандартам оценки, доходный подход – это «... совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении ожидаемых доходов от объекта оценки». (Астафьева и др., 2003). При оценке предприятия с позиций доходного подхода во главу ставится доход как основной фактор,

определяющий величину стоимости объекта. Чем больше доход, приносимый объектом, тем больше величина его рыночной стоимости при прочих равных условиях. При этом имеет значение продолжительность периода получения возможного дохода, степень и вид риска, сопровождающих данный процесс. Изучение соответствующей рыночной информации позволяет пересчитать эти выгоды в единую сумму текущей стоимости.

Применение доходного подхода предусматривает:

- определение времени получения дохода;
- составление прогноза будущих доходов;
- оценку риска, связанного с получением доходов;
- определение суммы текущей стоимости.

Оценка рыночной стоимости объекта доходным подходом может проводиться с использованием следующих методов:

- капитализации (прямой и по расчетным моделям);
- дисконтированных денежных потоков.

Простейшими параметрами оценки инвестиционных (экономических) рисков являются показатели внутренней нормы доходности (ВНД), чистого дисконтированного дохода (ЧДД) и рентабельности. Естественно, чем они выше, тем больше вероятность горного предприятия быть прибыльным.

ВНД представляет собой ту норму дисконта, при которой величина приведенных доходов равна приведенным капитальным вложениям. Расчет ВНД может быть представлен следующей формулой:

$$\text{ВНД} = (\text{€ Дм} / \text{€ Зм})^{1/(\text{тд}-\text{тз})} - 1,$$

где: Д-доходы;

З-затраты;

т-количество лет получения дохода;

тд, тз- средние сроки платежей для доходов и расходов.

Чем больше ВНД (%) превышает дисконтную ставку кредитора (%), тем больше шансов у проекта стать безубыточным.

ЧДД определяется как сумма доходов за весь расчетный период:

$$\text{ЧДД} = -\text{К}_0 + (\text{Дм} - \text{Зм}) / (1 + \text{Е}^{\text{т}}) \text{ где,}$$

К₀- начальные капвложения;

Е-ставка дисконтирования

Чем больше положительное значение ЧДД, тем более существенной будет прибыльность предприятия.

Рентабельность разработки месторождения определяют как отношение годового дохода к стоимости производственных фондов или к годовым эксплуатационным затратам. Второй показатель представляется более емким. Поэтому формулу рентабельности представим так:

$$\text{Р} = \text{Д}_r / \text{З}_r \times 100\%$$

Некоторые современные горные предприятия строительной отрасли имеют рентабельность сто и более %.

Таким образом, приведенный учет инвестиционных рисков в бизнес-планах планируемых к разработке месторождений строительной отрасли может обеспечить вероятность доходности предприятия и уверенность инвестора в своем замысле.

Литература

- Ампилов Ю.П. Стоимостная оценка недр.М., «Геоинформцентр», 2003, 274 с.
- Астафьева М.П., Мелехин Е.С., Порохня Е.А., Астафьева О.М. Оценка стоимости объектов недвижимости. М.: МЦФЭР, 2003, 288 с.
- Бархатов А.В., Шеков В.А. Основы стоимостной оценки минеральных ресурсов Карелии. Петрозаводск, КарНЦ РАН, 2002, 334 с.

A WAY OF DECREASING THE SHRINKING DEFORMATIONS OF HEAT-RESISTANT VERMICULITE-BASED CONCRETE

S.V. Bastrygina, A.D. Zhurbenko, R.V. Konokhov

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

A study of the effect produced by addition of vermiculite concentrate and preliminary drying at temperatures exceeding 100°C to reduce the shrinking deformations of vermiculite-concrete is presented. It is found that vermiculite concentrate added in amounts of 20% of the cement mass, as well as preliminary drying at 200°C, reduce the shrinking deformations of vermiculite-concrete more than 2 fold in comparison with reference compositions.

СНИЖЕНИЕ УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА

С.В. Бастрьгина, А.Д. Журбенко, Р.В. Конохов

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

Как известно, жаростойкие бетоны подвергаются нагреванию до высоких температур непосредственно в тепловом агрегате и при этом испытывают деформации, состоящие из усадки при высушивании (воздушной) и усадки после нагревания (огневой). Высокие значения усадочных деформаций отмечаются у вермикулитобетона, что объясняется в основном высокой пористостью вспученного вермикулита и необходимостью введения значительного количества воды для приготовления удобоукладываемой смеси.

Снизить усадочные деформации предполагалось введением в сырьевую смесь вспучивающихся при обжиге материалов. В качестве компенсатора огневой усадки был использован вермикулитовый концентрат, (ВК) Ковдорского месторождения, который под действием высоких температур способен многократно увеличиваться в размерах. Помимо снижения усадочных деформаций, вспучивающаяся добавка должна способствовать снижению средней плотности изделий и повышению их теплотехнических свойств. В качестве микронаполнителя, который должен связывать свободный оксид кальция и быть устойчив к воздействию высокой температуры, использовали шамот, полученный из лома шамотного кирпича, пропущенного через щековую дробилку и размолотого в шаровой мельнице. Насыпная плотность тонкомолотой шамотной добавки 1245 кг/м³, удельная поверхность 260 м²/кг. Химический состав шамота (мас.%): SiO₂ - 51.73, Al₂O₃ - 34.0, MgO - 3.9, Fe₂O₃ - 1.9, CaO - 0.80, TiO₂ - 2.09. Выбор этой добавки обусловлен тем, что тонкомолотый шамот снижает температурные усадочные деформации цементного камня на 0.4-0.5% (Ремнев, 1995), является общедоступным и сравнительно дешевым продуктом.

Для исследований использовался вермикулитовый концентрат фракции 0.315-0.63 мм насыпной плотностью 782 кг/м³ в количестве до 25 % от массы цемента. Введение более мелких фракций вермикулита и небольшое их количество (до 10.0%) не приводит к заметному снижению усадки. Для получения бетона необходимой марки по прочности В1 расход цемента принимали равным 400 кг на 1 м³ бетона, добавка тонкодисперсного шамота составляла 30% от массы цемента. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние содержания ВК на усадочные деформации вермикулитобетона

№/№	Исследуемые составы		Усадка, %		Плотность бетона, кг/м ³	R _{сж.} , МПа
			воздушная	огневая		
1	Вермикулитобетон с	0	0.14	3.39	675	2.05
2	добавкой ВК,	10	0.47	3.48	663	2.18
3	% от массы цемента	15	0.42	3.44	651	1.62
4		20	0.47	3.27	645	1.54
5		25	0.42	3.13	636	1.42

Исследованиями установлено, что при увеличении содержания ВК до 25% величина усадки снижается на 8 % по сравнению с бездобавочным вариантом и на 10% по сравнению с добавкой 10 % ВК. Отмечается также снижение плотности и прочности бетона.

Так как при сушке изделий при 100°C за счет использования ВК не удалось существенно снизить огневую усадку, доведя ее до нормируемого показателя в 1.5% для данного класса жаростойкого бетона были проведены исследования по снижению усадочных деформаций вермикулитобетона путем проведения предварительной сушки при различных температурах.

Для проведения этих экспериментов образцы вермикулитобетона после режимов твердения и сушки помещались в муфельную печь и нагревались до 150, 200 и 250°C, соответственно, где выдерживались 4 часа, после чего замерялась их усадка. Затем образцы обжигались в силитовой печи до максимально возможной температуры эксплуатации (1000°C). Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние температуры сушки на свойства вермикулитобетона (обжиг при 1000°C)

№ сост.	Свойства	Температура сушки, °C			
		100	150	200	250
1	Усадка, %:				
	воздушная	0.14	0.65	0.70	0.71
	огневая	3.39	2.72	2.65	2.44
	общая	3.53	3.37	3.35	3.15
2	Усадка, %:				
	воздушная	0.47	0.56	0.98	0.85
	огневая	3.48	2.57	1.72	2.00
	общая	3.95	3.13	2.70	2.85
3	Усадка, %:				
	воздушная	0.42	0.84	0.99	0.85
	огневая	3.44	2.00	1.86	2.00
	общая	3.86	2.84	2.85	2.85
4	Усадка, %:				
	воздушная	0.47	0.70	0.85	0.99
	огневая	3.27	2.28	1.43	1.59
	общая	3.74	2.98	2.28	2.58
5	Усадка, %:				
	воздушная	0.42	0.57	0.84	0.85
	огневая	3.13	2.27	1.57	2.14
	общая	3.55	2.84	2.41	2.99

Большое влияние на сушку жаростойкого бетона оказывают явления, протекающие при выделении свободной и межслоевой воды. Зона интенсивного испарения появляется в бетоне при его нагреве свыше 100°C. По мере подъема температуры и сушки материала она перемещается вглубь бетона. При этом влага в зоне испарения превращается в пар, который перемещается к нагревательной поверхности.

С дальнейшим углублением фронта испарения в бетон возрастает гидродинамическое сопротивление материала перемещению пара, и при большой скорости фазового превращения, по сравнению со скоростью переноса массы вещества, возникает перепад давления. Наибольшим он будет у фронта испарения со стороны потока тепла, и величина его зависит от структуры материала, т.е. от его пористости. Кроме того, на величину градиента давления влияет вид связи воды. Наибольшее давление в вермикулитобетоне на портландцементе наблюдается при нагревании его до 200°C. При этой температуре (170-200°C) образуется первый эндотермический эффект у вермикулита, связанный с удалением межслоевой воды. Кроме того, к общему количеству влаги присоединяется вода, выделяющаяся при нагревании гидратированных клинкерных минералов цемента. По-видимому, вышеуказанное и является причиной наибольшего снижения усадки при 200°C.

Таким образом, За счет предварительной сушки вермикулитобетона при 200°C и введения более 10% ВК удастся снизить огневую усадку до показателей менее 2%, а при введении ВК в количестве 20% - до 1.43%, что соответствует требованиям стандарта для жаростойкого бетона заданного класса по плотности.

Литература

Ремнев В.В. Эффективные жаростойкие вяжущие и бетоны на их основе для строительства и ремонта тепловых агрегатов//Строительные материалы. - 1995. - № 5. - С.22-23.

HEAT RESISTANT FORSTERITE REFRACTORIES MADE OF MAGNESIAL-SILICATE MATERIALS FROM KOLA PENINSULA

O.A. Belogurova, N.N. Grishin

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

Some forsterite-carbon refractories with thermal resistance 50 thermal changes (1300°C- water) are obtained on the base of silicate magnesia from deposits of Kola Peninsula. Dependences of thermal resistance from quantity of carbon and antioxidant are investigated.

ТЕРМОСТОЙКИЕ ФОРСТЕРИТОВЫЕ ОГНЕУПОРЫ ИЗ МАГНЕЗИАЛЬНОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

О.А. Белогурова, Н.Н. Гришин

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

В настоящее время магнетитовые месторождения частично отработаны, и рациональное использование этого высококачественного сырья обуславливает целесообразность его экономии. Существует реальная необходимость вовлечения в производство менее дефицитного оливинового сырья, продукт переработки которого будет обладать похожими или близкими к высокомагнезиальным огнеупорам свойствами.

Перспективное промышленное направление получения огнеупоров из магнезиальносиликатного сырья сдерживается основным недостатком форстеритовых огнеупоров – низкой устойчивостью к резким перепадам температур (низкой термостойкостью). В существующей практике термостойкость огнеупоров оценивают на основании критериальных уравнений, ключевую роль в которых играет теплопроводность. Именно через нее реализуется механизм взаимодействия теплового потока с футеровкой. Теоретические вопросы термостойкости и теплопроводности, несмотря на их важность, недостаточно разработаны, а многочисленные полуэмпирические подходы не учитывают конкретных условий службы огнеупорных футеровок.

Основными объектами настоящего исследования являются месторождения Кольского полуострова. Цель - расширение сырьевой базы огнеупорной промышленности северо-западного региона России путем вовлечения отходов первичной переработки руд цветных металлов в производство термостойких материалов на основе силиката магния.

В результате работы получено аналитическое выражение для критерия термостойкости при деформации огнеупорных футеровок под воздействием градиента температур, исходя из неравновесного характера процесса, которое адекватно описывает разрушение в службе. Установленная температурная зависимость коэффициента теплопроводности и критерия термостойкости позволяет прогнозировать и обосновывать подбор модифицирующих добавок, повышающих термостойкость (Белогурова и др., 2003).

На основании разработанной теоретической модели термостойкости огнеупорных материалов показана возможность повышения показателя термостойкости форстеритовых огнеупоров при использовании углеродсодержащей шихты, так как введение углерода снижает коэффициент линейного расширения, повышает теплопроводность, тем самым, увеличивая термостойкость.

Износоустойчивость форстеритоуглеродистых огнеупоров в процессе эксплуатации определяется в основном скоростью окисления углерода, которая в значительной степени зависит как от фазового, химического состава и структуры углерода, так и от микроструктуры огнеупора. Выгорание углерода в окислительной атмосфере является основным недостатком огнеупоров этого вида.

Интенсивное окисление углерода, имеющее решающее влияние на износ подобных огнеупоров можно преодолеть, используя в составе шихты антиоксидант, окисляющийся легче, чем углерод, например, металлические порошки алюминия, кремния, титана, циркония, железа, карбида кремния или их композиции.

Углерод в составы шихты для получения форстеритоуглеродистого огнеупора был введен в виде боя электродов и жидкого лигносульфоната (ЛСТ). Особое внимание уделялось перемешиванию шихты. Разная плотность огнеупорного заполнителя и графита вызывает так называемое «всплывание» последнего. Пластичность графита уменьшает внутреннее трение частиц шихты, что способствует получению сырья хорошего качества. Хотя возможен некоторый рост пористости из-за его упругой деформации. Частично эти проблемы решались путем организации вылеживания массы для равномерного распределения связующего. Хранение массы не превышало 6 часов. Обжиг форстеритоуглеродистых материалов реализуют в восстановительной среде, в данном случае в засыпке из коксика.

Опробован ряд антиоксидантов для получения термостойкого форстеритоуглеродистого материала.

Содержание антиоксиданта существенно влияет на показатель термостойкости. Так если с повышением количества углерода в шихте антиоксидант отсутствовал термостойкость падала от 5 до 0 теплосмен (1300° С – вода). Установлена необходимость выдерживания определенного соотношения углерод: антиоксидант, например, при содержании углерода 10% антиоксиданта не должно быть более 7%. В противном случае термостойкость падает.

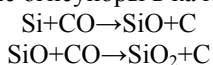
С повышением содержания углерода в шихте необходимо увеличивать количество антиоксиданта. Например, при использовании 20-30% графита в шихте, количество алюминия - 15%. Следует отметить, что показатели термостойкости и прочности возрастают при содержании углерода более 20%.

С увеличением количества углерода и антиоксиданта в шихте можно уменьшить содержание вибромолотого оливинита, в некоторых случаях до нулевого значения, при этом показатель термостойкости остается стабильно высоким.

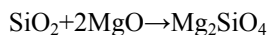
Самая высокая термостойкость (до 56 теплосмен) была получена в серии образцов содержание углерода, в которых было 25%.

Введение в качестве антиоксиданта кристаллического кремния приводит к химическому взаимодействию с углеродом, тем самым, обеспечивая образование дополнительных карбидных связей.

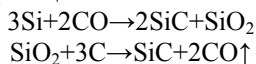
При введении кремния в форстеритовые огнеупоры в качестве антиоксиданта происходят реакции:



Следует отметить, что диоксид кремния взаимодействует с оксидом магния с образованием форстеритовой связи:



Кроме того, происходят следующие реакции:



В данном исследовании использован в качестве антиоксиданта отход производства ферросилиция. Рентгенографический анализ показал наличие линий Si и FeSi₂.

После термообработки в форстеритоуглеродистом огнеупоре присутствуют наряду с углеродом, периклазом и форстеритом – α- кристобалит, как продукт окисления кремния, и карбид кремния.

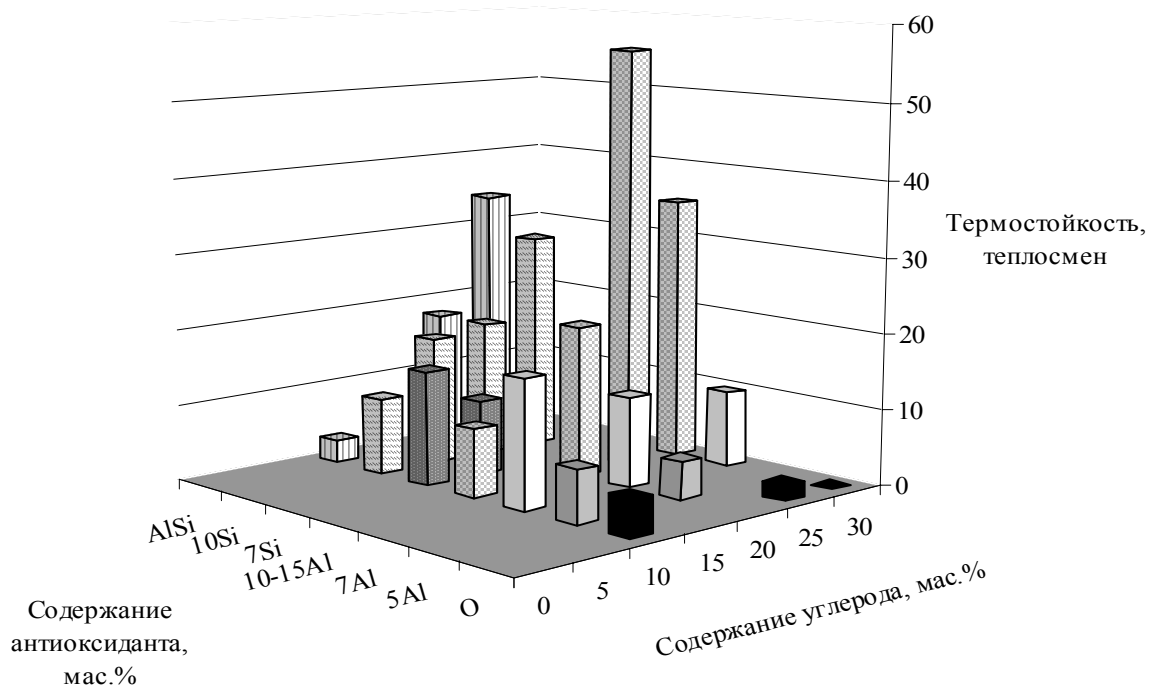


Рис. Зависимость показателя термостойкости материалов на основе форстерита от содержания углерода и антиоксиданта в шихте

На снижение степени выгорания углерода из форстеритоуглеродистого материала, содержащего более 20 % графита, эффективно действует совместная добавка алюминия и кремния. Это обусловлено диффузией алюминия в углерод с образованием при 740°C карбида алюминия, повышающего прочность изделий, а также диффузией кремния в углерод с образованием при 800°C карбида кремния. При более высоких температурах появляются шпинель и форстерит.

Анализ данных позволил провести некоторые аналогии между изучаемыми антиоксидантами. Зависимости, представленные на рисунке, показывают, что алюминий оказывает более существенное влияние на окислительные процессы в огнеупоре.

Исследована зависимость термостойкости от количества углерода и антиоксиданта в шихте. Получен ряд форстеритоуглеродистых огнеупорных материалов с термостойкостью до 50 теплосмен (1300°C - вода).

Результаты рекомендуется использовать при анализе теплопроводности пористых структур в исследовательских целях и в практике получения и подбора теплоизолирующих, пористых материалов. Разработанные составы и элементы технологии могут быть использованы при производстве ряда магнезиальных огнеупорных материалов на основе как техногенного, так и минерального сырья на предприятиях Центрального и Северо-Западного регионов, занятых разработкой и производством огнеупоров: ОАО "Боровичский комбинат огнеупоров", ЗАО "Огнеупорные технологии", ОАО "Серп и молот", ОАО "Подольскоогнеупор; металлургических комплексах - ОАО "Северсталь", ОАО "Кольская горно-металлургическая компания", комбинат "Североникель".

Литература

Белогурова О.А., Гришин Н.Н., Иванова А.Г. Экспериментально – теоретическое изучение теплопроводности и ее влияния на термостойкость форстеритовых огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика. - № 12.– 2003. С.4-15

MICROPROBE ANALYSIS OF THE NEPHELINE-BEARING FILLER - CEMENT STONE CONTACT ZONE

O.A. Belogurova, O.N. Krashenninikov

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

By studying the nepheline-containing filler – cement stone contact zone with the electronic-probe microanalyzer Cameca MS-46 were detected the changes in the chemical composition of rock-forming minerals in the contact zone with the cement stone. It was found that nepheline interaction with active components of the cement clinker mineral hydration products strengthens the contact zone structure.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ «НЕФЕЛИНСОДЕРЖАЩИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ - ЦЕМЕНТНЫЙ КАМЕНЬ» МЕТОДОМ МИКРОЗОНДОВОГО АНАЛИЗА

О.А. Белогурова, О.Н. Крашенинников,

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

При исследовании структуры бетонов на основе нефелинсодержащих заполнителей большой интерес представляет изучение физико-химических процессов, происходящих на контакте заполнителя с цементным камнем. Поскольку заполнитель не является мономинеральной породой, было рассмотрено взаимодействие с цементом его основных порообразующих минералов - нефелина, эгирина, полевого шпата и сфена. Исследования по изучению характера взаимодействия цемента с этими минералами нефелинсодержащих пород были проведены с помощью электронно-зондового микроанализатора «Самес MS-46». Для этого в специальную кювету с цементным раствором помещались предварительно извлеченные из породы минералы. Интенсификация процессов, происходящих при твердении, осуществлялась с помощью пропарки и автоклавной обработки. В возрасте 28 сут. из данных образцов изготавливались полированные аншлифы с максимально гладкой поверхностью без оптически видимого рельефа. Перемещение зонда осуществлялось по линии минерал-портландцемент-минерал. Замеры химического состава минерала проводились в двух точках – в центре зерна и на краю, в зоне контакта с цементным камнем. Цель анализа включений в

исследуемых точках – идентификация микрофаз, отчетливо видимых под оптическим микроскопом. В таблице представлены результаты замеров оксидов основных элементов породообразующих минералов в центре и на краю зерна. Как было показано предыдущими исследованиями (Крашенинников и др., 1989; 2003; Белогурова и др., 2004), всем породообразующим минералам на границе с цементным камнем присуще химическое взаимодействие в той или иной степени. Об этом же свидетельствует зафиксированное микрозондовым анализом (МЗА) изменение химического состава минерала в центре зерна и на границе с цементным камнем. Так, в нефелине, в полевом шпате и эгирине наблюдается тенденция к снижению содержания щелочных оксидов на краю зерна по отношению к центру, причем, при автоклавной обработке данный процесс идет интенсивнее. В меньшей степени это характерно для гидроксидов алюминия. В то же время на краях минералов возрастает содержание SiO_2 , привносимое, соответственно, из цемента.

При сканировании контактной зоны электронным зондом обеспечивается не только получение в определенных точках соответствующих данных для количественного анализа, но и приводится запись интегральной интенсивности рентгеновского излучения исследуемого участка. По величине пиков можно получить качественную информацию об относительных количествах этих элементов. На рисунке 1 показана многоканальная запись концентрационных кривых распределения двух элементов (а - Si и Ca; б - K и Na) по линии нефелин-портландцемент-нефелин, записанных одновременно на микроанализаторе, оснащенный двумя спектрометрами. Интенсивность распределения элементов соответствует данным количественных анализов, выполненных во включениях минералов и в контактной зоне. Микрозондовый анализ также позволяет получить растровые картины распределения элементов в электронных или рентгеновских лучах, отображенные на экранах видеоконтрольных устройств. Фотографии контактной зоны нефелин-цементный камень в поглощенных электронах (рисунок 2,а) и в характеристических лучах (рисунок 2,б) отображают неоднородный состав цемента и уплотненную контактную зону (а), а также проникновение элементов из нефелина в цементный камень (б).

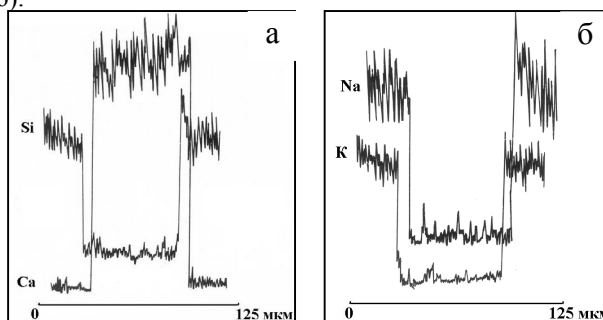


Рис. 1 - Концентрационные кривые элементов в образцах бетона с нефелином по линии минерал → портландцемент → минерал: а - Si; б - K, Na

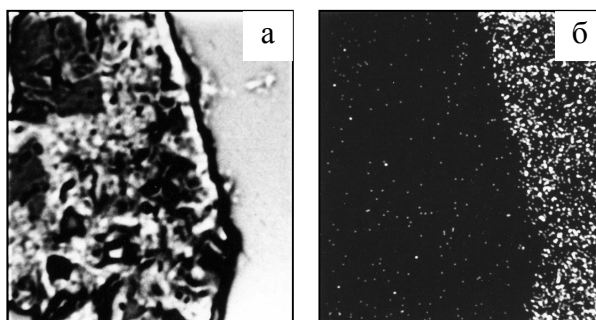


Рис. 2 – Контактная зона нефелина с цементом: а - в поглощенных электронах e^+ ; б – в характеристических лучах ($K\alpha$)

Анализируя данные МЗА, приведенные в таблице, установлено, что практически во всех исследованных включениях зерна нефелина изменены, причем, в наименьшей степени - в центре зерна. Ранее выполненные нами исследования продуктов гидратации контактной зоны «уртит-цементный камень» (Крашенинников и др., 1989) показали, что одной из новообразованных фаз являются гидрогранаты, которые, как известно (Геологический словарь, 1978), обладают повышенной плотностью – до 3.5 г/см^3 . Образование этой фазы согласуется с данными (Куатбаев, 1981; Макаров, 1998), показавшими, что в результате взаимодействия гидроксида кальция с нефелином при гидротермальной обработке образцов силикатного

бетона распространенной фазой является гидрогранат; при этом как отметил Куатбаев К.К., для образования последнего требуется не менее 6% Al_2O_3 (в хибинском уртите его среднее содержание $\approx 20\%$). Наличие гидрограната поясняет выявленную нами позитивную тенденцию к увеличению на 20-30% микротвердости контактной зоны «уртит-цементный камень» по сравнению с внутренними слоями последнего.

В целом, проведенные исследования бетона на нефелинсодержащих заполнителях показали, что взаимодействие главных породообразующих минералов, включая нефелин, с активными продуктами гидратации цемента не приводит к деструктивным нарушениям структуры бетона, способствуя упрочнению контактной зоны «нефелинсодержащий заполнитель – цементный камень».

Литература

Белогурова Т.П., Крашенинников О.Н. Утилизация вскрышных пород Хибинских апатитонефелиновых месторождений в строительстве / Строительные материалы. 2004. – № 6. – С. 32–35.

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Цветкова Т.В. Влияние минерального состава уртитового заполнителя и условий твердения бетона на формирование контактной зоны // Комплексное использование минерального сырья в строительных и технических материалах. – Апатиты, 1989. – С. 22–25.

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П. Комплексное использование апатито-нефелиновых руд ОАО «Апатит» // Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Ч. 2 – Апатиты, 2003. – С. 7–22.

Макаров В.Н. Экологические проблемы хранения и утилизации горнопромышленных отходов. Ч.1.- Апатиты, 1998.- С.- 80-89.

LOW-IRON WHITE BAUXITES OF TIMAN MOUNTAINS – MINERAL RAW MATERIAL FOR VARIOUS INDUSTRIES

V.V. Beljaev

Institute of Geology of Komi RC, Urals branch of RAS

Information about composition of low-iron white bauxites and their occurrences in the South-Timan and Middle-Timan bauxite ore regions, that contain the main reserves of this mineral resource in Russia, is given in the report. In the first of the above said regions the low-iron type of bauxites is widespread in all three deposits: Puelinsky, Timshersky and Kedvinsky. The best of them for extraction of technical materials are bauxites of the northern formation of Puelinsky deposit. The high-modular white bauxites of Middle-Timan ore-bearing region are the most valuable industrial minerals: they can be directly used in production of a whole range of construction and technical materials produced from bauxites.

МАЛОЖЕЛЕЗИСТЫЕ БЕЛОЦВЕТНЫЕ БОКСИТЫ ТИМАНА – ПРИРОДНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ РАЗНООТРАСЛЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В.В. Беляев

Институт геологии, Коми научный центр УрО РАН, common@geo.dereza.komi.ru

Бокситы принято считать маложелезистыми, если общее содержание железа в них в пересчете на Fe_2O_3 не превышает 10%. Такие бокситы пользуются на мировых рынках повышенным спросом. Особенно высоко ценятся их белочерные разновидности с низкими содержаниями железа ($\leq 3\% \text{Fe}_2\text{O}_3$), которые напрямую используются для производства жаростойких огнеупоров, высокопрочного цемента, электрокорунда, специальных видов керамики, различных композитов, коагулянтов, синтетических цеолитов. На эти цели направляется сейчас по разным оценкам от 10 до 15% добываемых в мире бокситов. В странах с высокоразвитой экономикой неметаллургические отрасли промышленности потребляют ежегодно от 600 тыс. до 2 млн, а в США около 3 млн.т такого бокситорудного сырья.

Россия в этом отношении пока сильно отстает от передовых стран, что в значительной мере обусловлено недостаточно развитой собственной минеральной базой данного типа бокситов. Маложелезистые белочерные бокситы хотя и встречаются в ряде ее бокситорудных районов, но из-за прихотливого размещения в продуктивных толщах и невозможности их селективного извлечения или из-за

глубокого залегания в некоторых месторождениях как самостоятельный промышленный тип сырья чаще не представляют серьезного практического интереса. Основные ресурсы маложелезистых бокситов России расположены на европейской части ее территории, преимущественно в Североонежском, Южнотиманском и Среднетиманском бокситорудных районах

В Североонежском районе маложелезистые бокситы составляют значительную часть рудных запасов известных здесь месторождений. Среди них чаще преобладают разности со средней для этого типа бокситов степенью железистости (около 6% Fe_2O_3), хотя нередко встречаются и менее железистые бокситы, содержащие порядка 3% Fe_2O_3 . Вместе с тем среднее содержание Fe_2O_3 в бокситах по району в целом составляет около 11%.

Главные же ресурсы и запасы белоцветных мало- и низкожелезистых бокситов России сосредоточены в Южнотиманском и Среднетиманском бокситорудных районах Республики Коми. В первом из них бокситы осадочного происхождения. Они повсеместно приурочены к терригенной толще визейского яруса. Маложелезистый тип бокситов имеет здесь весьма широкое распространение и преобладает как в районе в целом, так и во всех трех наиболее крупных месторождениях: Пузлинском, Тимшерском и Кедвинском. Из табл. 1 следует, что основные рудные залежи этих месторождений по среднему содержанию Fe_2O_3 почти не отличаются друг от друга, которое изменяется в сравнительно узких пределах (4,11-5,76%). Маложелезистые бокситы более характерны для Северной, 1-й Тимшерской и Верхнеухтинской залежей, в которых они встречаются соответственно в 95,35; 94,67 и 93,31 случаях из 100. В этих же залежах широкое распространение получили бокситы с содержанием менее 5% Fe_2O_3 , частота встречаемости которых составляет в долевом выражении 77,5; 73,3 и 72,8 от 100. Бокситы с самыми низкими содержаниями Fe_2O_3 (<2%) присущи больше Лоимской, 1-й Тимшерской и Северной залежам. Из них наиболее перспективной для промышленного освоения является Северная залежь Пузлинского месторождения, в которой по нашей оценке сосредоточено порядка 36 млн. т маложелезистых бокситов с содержанием менее 5% Fe_2O_3 . Ей отдается предпочтение еще и потому, что на той же Пузлинской площади открыто месторождение каолинов с общими запасами более 50 млн. т, разработка которого может совмещаться с добычей бокситов. Освоению этих месторождений бокситов и каолинов благоприятствует их расположение рядом с круглогодично действующей автомагистралью с выходом к железной дороге. Извлекаемое бокситорудное и каолиновое сырье после соответствующей подготовки, частью напрямую может быть использовано для производства огнеупоров и широкого спектра строительных и технических материалов.

Таблица 1

Частота встречаемости бокситов с различными содержаниями Fe_2O_3 в главных южнотиманских месторождениях

Месторождение: залежь	Содержание Fe ₂ O ₃ , %				Среднее содержание Fe ₂ O ₃ по залежи, %
	<2	2-5	5-10	>10	
Тимшерское месторождение					
1-я Тимшерская (75)	32,0	41,37	21,33	5,33	4,75
Западная (93)	10,75	39,79	38,71	10,75	5,76
Пузлинское месторождение					
Северная (86)	31,0	46,51	17,44	4,65	4,11
Кедвинское месторождение					
Верхнеухтинская (239)	14.23	58,58	20,50	6,69	4,98
Лоимская (27)	37.03	22.22	25.93	14.82	5.48

Примечание содержание Fe_2O_3 рассчитано с учетом всех форм присутствия железа в бокситах; 2. В скобках указано число учтенных проб.

Известные в Среднетиманском бокситорудном районе девонские месторождения сложены преимущественно остаточными (элювиальными) и делювиальными бокситами. Их основные запасы сосредоточены в Ворыквинской группе месторождений: Вежаю-Ворыквинском, Верхнешугорском и Восточном, в которых преобладающая часть бокситов представлена железистыми и высокожелезистыми разновидностями. Среднее содержание железа в пересчете на Fe_2O_3 составляет в них около 27-28%. Вместе с тем в этих же месторождениях выявлено несколько блоков мало- и низкожелезистых бокситов. Аналогичные бокситы установлены и в позднее открытое Светлинское месторождение, в котором они образуют целостный рудный пласт мощностью до 8,5 м.

Маложелезистые белоцветные бокситы Среднетиманского бокситорудного района характеризуются большим разнообразием содержаний главных рудообразующих компонентов и величины кремниевого модуля (Al_2O_3 : SiO_2), независимо от того к какому генотипу они относятся. Самые высокоглиноземистые бокситы встречаются, как правило, в элювиальной части рудной толщи. Достаточно показательны в этом отношении северные залежи Верхнешугорского месторождения, что может быть проиллюстрировано на

примере двух разрезов бокситового элювия, вскрытых скважинами 3938 и 3247. В первом из них бокситы представлены одним пластом, во втором – тремя пластами.

В разрезе скв. 3938 содержание Al_2O_3 в бокситах варьирует в пределах 56,73 - 78,68% и равно в среднем 73,97%. Кремниевый модуль бокситов изменяется в очень широком интервале - от 2,32 до 260,13 при средней величине 35,62. Железо присутствует только в виде оксидов и гидроксидов. Его содержание в пересчете на Fe_2O_3 колеблется от 0,59 до 4,57% и составляет в среднем всего 1,18%, причем почти в 8 случаях из 10 не достигает и 1%.

Таблица 2

Частота встречаемости бокситов и пород с различными содержаниями железав разрезе скв. 3247
Верхнещугорского месторождения

Положение пласта в разрезе (глубина залегания, м)	Мощность пласта, м (число проб)	Модуль Al ₂ O ₃ / SiO ₂	Средневзвешенное содержание Fe ₂ O ₃ , %								В пласте
			<1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	
			Частота встречаемости, %								
Верхний рудный (41,0-86,1)	45,1 (47)	30,50	447	31,9	8,5	8,5	4,25	—	2,15	—	1,40
1-й Межрудный (86,1-94,4)	8,4(11)	1,18	—	—	18,2	27,2	18,2	18,2	—	18,2	4,55
Средний рудный (94,5-96,5)	2,0(3)	4,50	—	33,3	33,3	33,3	—	—	—	—	2,31
2-й Межрудный (96,5-100,0)	3,5(4)	1,26	—	—	75,0	25,0	—	—	—	—	2,56
Нижний рудный (100,0-119,4)	19,4(22)	27,50	36,4	63,6	—	—	—	—	—	—	0,99
Подрудный (119-124,0)	4,6(5)	0,90	—	—	—	40,0	20,0	—	—	40,0	5,62

Примечание: Из-за наклонного залегания пластов их истинные мощности в действительности значительно меньше приведенных в табл. 2.

В рудоносной толще, вскрытой скв. 3247, подавляющая масса бокситов также представлена высокоглиноземистыми высокомодульными разностями (табл. 2). Средняя величина кремниевого модуля здесь связана обратной зависимостью с мощностью рудного пласта. Так, в верхнем, наиболее мощном пласте бокситов (45,1 м) она составляет 30,5, в нижнем пласте меньшей мощности (19,5 м) - 27,5, а в среднем пласте, имеющем небольшую мощность (2,0 м), равна всего 4,5. В верхнем и среднем пластах бокситов средневзвешенное содержание Fe_2O_3 составляет соответственно 1,40 и 2,31 %, тогда как в нижнем пласте не достигает и 1,0%. Этот пласт на всю мощность сложен бокситами с низким (<2%) и очень низкими (<1%) содержаниями Fe_2O_3 . Такие низкожелезистые бокситы весьма часто, в более 7 случаях из 10, встречаются и в верхнем рудном пласте. Белоцветные разновидности бокситов, как уже указывалось, распространены и в других месторождениях этого района.

Анализ материалов по известным российским месторождениям показывает, что промышленно значимые запасы таких высокомодульных низкожелезистых бокситов имеются только в среднетиманских месторождениях. Они представляют большую промышленную ценность, поскольку могут напрямую использоваться для производства всех видов упомянутых выше неметаллургических продуктов, ряда новых технических материалов с широким диапазоном эксплуатационных свойств. В целях рационального расходования таких бокситов важно организовать их селективное извлечение с разбивкой по маркам и сортам руд, как это уже практикуется в некоторых зарубежных странах с высокоразвитой технологией горно-добычных работ.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PROPERTIES OF ABRASIVE GARNETS FROM MAKZAPAHK DEPOSIT (KOLA PENINSULA) AND OCCURRENCE VYSOTA (NORTHERN KARELIA)

T.P. Bubnova¹, Y.L. Voitechovski², A.V. Garanzha¹

¹ Institute of Geology, Kar RS RAS;

² Geological institute, KolSC RAS

Metamorphic garnet deposits located in Karelian-Kola region can be regarded as a promising raw materials source for garnet concentrate suitable for diverse applications. The separation was made in laboratory conditions. It was proved the possibility of producing of satisfactory quality material. Special investigations should be additionally carried out to make a technical-and-economic conclusion on the possibility of use of garnet concentrates in various spheres of industry.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ АБРАЗИВНЫХ ГРАНАТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАКЗАПАХК (КОЛЬСКИЙ П-ОВ) И ПРОЯВЛЕНИЯ ВЫСОТА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)

Т.П. Бубнова¹, bubnova@krc.karelia.ru, Ю.Л. Войтеховский², voyt@geoksc.apatity.ru, А.В. Гаранжа¹

¹ Институт геологии, Карельский научный центр РАН;

² Геологический институт, Кольский научный центр РАН

Метаморфические месторождения граната тесно связаны генетически с кристаллическим сланцами – мусковитовыми, биотитовыми, амфиболовыми и др. В результате сложного процесса термодинамометаморфизма, сопровождающегося газоводными эманациями, образуются все виды граната, однако наибольшее значение имеет альмандин, который чаще всего присутствует в слюдястых сланцах. Изучаемые объекты гранатосодержащих пород в метаморфических толщах Кольского п-ова и Сев. Карелии – Макзапах и Высота, соответственно. Минеральный состав приведен в таблице 1.

Таблица 1

Минеральный состав гранатосодержащих пород месторождений Макзапах и Высота

Основные породообразующие минералы	Содержание минералов, % по массе		
	Макзапах	Высота	
	Гранат-слюдяные сланцы	Гранат-кианит-слюдяные сланцы	Гранатовый амфиболит
Гранат	5-60	13-60	25,22
Кварц	45-90	25-50	42,85
Биотит	0-10	0-5	1,64
Ставролит	0-2	0-13	2,81
Кианит		0-30	14,58
Плагноклаз		0-20	8,48
Мусковит	3-25	0-4	1,55

По химическому составу гранат обоих объектов относится к альмандину (табл.2) с содержанием альмандиновой молекулы до 90%.

Применение гранатов в промышленности базируется на ряде физико-механических свойств (Требования..., 1962). Наиболее важными из них являются следующие:

- *Твердость*, достигающая у некоторых разновидностей 7,5 и даже 8 по Моосу. Она обеспечивает высокую абразивную способность граната.
- *Способность при измельчении раскалываться на частицы с острогрязущими краями*. Это свойство позволяет использовать гранат в качестве абразивного материала.
- *Трещиноватость*. Редкая сетка глубоких трещин понижает затрату энергии на измельчение крупных кристаллов. Поверхностная трещиноватость, обычно наблюдаемая в зернах гранатовой крупки, считается полезным свойством абразивного граната. Она способствует регенерации острогрязущих граней в процессе шлифования, облегчая отщепление притупившихся краев и тем самым эффективно влияя на самозатачиваемость абразива.

- *Чистота.* Включения инородных минералов прорастающие гранат чрезвычайно тонко, способствуют его передрабливанию и понижают абразивные свойства измельченного материала.
- *Минеральный состав.* Для абразивных целей пригодны преимущественно железистые гранаты, в первую очередь алмадин, обладающий наибольшей твердостью, хорошей вязкостью и обычно хорошо выраженной сеткой мелкой трещиноватости. Менее пригоден для абразивных целей, но все-таки может быть использован родолит, еще менее – спессартин и андрадит.

Таблица 2

Химический состав гранатов месторождений Макзапах и Высота

Оксиды	Месторождение	
	Макзапах ¹	Высота ²
SiO ₂	42,16	43,10
TiO ₂	0,05	0,39
Al ₂ O ₃	18,70	19,20
FeO	33,95	32,58
Fe ₂ O ₃	2,97	0,22
MnO		0,482
MgO	0,61	2,30
CaO	0,72	1,60
Na ₂ O	н/о	0,06
K ₂ O	н/о	0,03
H ₂ O	н/о	0,04

1 - гранат из слюдяно-гранатовых сланцев, коллекция Суловой С.Н. (Бельков, 1963)

2 – гранат из гранат-кианит-ставролитовых сланцев

Содержание граната в руде даже наиболее богатых месторождений недостаточно для использования его в качестве абразива без предварительного обогащения. Необогащенная молотая гранатовая руда применяется только при шлифовке стекла. Основной потребитель – производство абразивных шкурок – требует материал, содержащий не менее 85-90% чистого граната. Предварительные данные лабораторных технологических испытаний проб «Высоты» свидетельствуют о принципиальной возможности получения гранатового концентрата удовлетворительного качества (Гранатовые..., 2002). Для технико-экономического заключения о возможности использования гранатовых концентратов в различных областях промышленности необходимо проведение специальных отраслевых испытаний.

Литература

Бельков И.В. Кианитовые сланцы свиты Кейв. – Ленинград, - 1963. 320 с.

Гранатовыи руды Северной Карелии, технологические подходы к их освоению и возможности использования / Щипцов В.В., Скамницкая Л.С., Каменева Е.Е., Савицкий А.И. // Геология и полезные ископаемые Карелии. - №5, - 2002. с82-91

Требования промышленности к качеству минерального сырья. Справочник для геологов. Выпуск 33. Гранат – Москва, - 1962. 26 с.

MULTI-PURPOSE APPLICATIONS OF CARBONATITES OF TIKSHEOZERSKY ROCK FORMATION

T.P Bubnova., L.S. Skamnitskaya, V.V. Schiptsov

Institute of Geology, KarRC RAS

Assessment of carbonatites of Tiksheozersky alkaline-gabbroji formation as raw material suitable for diverse applications was carried out at the Institute's laboratory. Both untreated ore and products of its dressing can be used in various spheres of construction industry and in the process of transformation of nepheline into alumina.

О ПУТЯХ МНОГОЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБОНАТИТОВ ТИКШЕОЗЕРСКОГО МАССИВА

Т.П. Бубнова, Л.С. Скамницкая, В.В. Щипцов

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

По результатам геолого-съёмочных и научно-исследовательских работ на территории северной Карелии в границах Тикшеозерского массива щелочно-габброидной формации выявлены апатитоносные карбонатиты, представляющие интерес как индустриальное сырьё. Надо обратить внимание, что Тикшеозерский массив по составу силикатных пород занимает положение между двумя формациями. Таких массивов единицы и локализованные в них карбонатиты, как правило, существенно отличаются по рудному наполнению от традиционных массивов формации ультраосновных щелочных пород и карбонатитов (Фролов, 2003). Месторождение характеризуется крупными запасами апатита и карбонатного сырья и может быть отнесено к потенциально-промышленному типу, а разработка его возможна открытым карьерным способом с высокой производительностью ГОКа.

Ядро Тикшеозерского массива сложено карбонатитами с площадью центрального штока главного массива около 2,5 км² протяженностью до 4,5 км при ширине до 0,6 км. Значительный интерес представляют апатит-кальцитовые карбонатиты. Средний минеральный состав в них следующий: кальцит – 70%, апатит – 9%, доломит – 9%, магнетит – 5%, флогопит – 3%, амфибол – 4%, ед. знаки пироклора.

Существенно кальциевый состав карбонатитов позволяет оценивать их как комплексное сырьё, причем в этом комплексе ведущее место занимает кальцит в виде обогащенного концентрата или исходная карбонатитовая порода в целом. Химический состав руды и кальцитового концентрата приведен в таблице 1

Таблица 1

Химический состав руды и кальцитового концентрата

Продукт	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂
Руда	5,05	0,26	0,88	3,59	3,09	0,12	3,47	43,96	0,42	0,37	0,15	4,51	31,88
Концентрат	0,06	-	0,5	0,56	0,57	-	2,68	51,17	-	-	-	0,47	41,33

Основным потребителем карбонатных пород является *строительная индустрия* – производство цемента, строительной извести, силикатного кирпича и др.

Сырьем для портландцемента могут служить карбонатные породы, содержащие не менее 40% CaO и не более 3,8% MgO и 1,2% SO₃. Содержание SiO₂, Al₂O₃ и Fe₂O₃ должно обеспечивать необходимые значения коэффициента насыщения, силикатного и глиноземного модулей.

Для производства воздушной извести пригодны карбонатные породы с содержанием CaCO₃ не менее 47% и MgCO₃ не более 5%; для изготовления гидравлической извести – породы, содержащие не менее 72% CaCO₃ и 8% MgCO₃.

Оценка пригодности кальцитового продукта различной степени очистки в качестве вяжущего выполнена по гидравлическому модулю и коэффициенту основности (табл. 2)

Таблица 2

Показатели вяжущих свойств руды и кальцитового продукта

Показатели вяжущих свойств	Исходная руда	Кальцитовый продукт после обогащения	
		Методом флотации	Методом магнитной сепарации
Гидравлический модуль	4,2	29,9	56,4
Коэффициент основности	13,9	315,0	363,7

Исходная руда имеет гидравлический модуль 4,2 и соответствует гидравлической извести. Обогащенный кальцитовый продукт в зависимости от степени очистки имеет модуль 29,9-56,4 и относится к воздушной извести (Справочник..., 1980). Коэффициент основности, рассчитанный для руды и концентрата, подтверждает высокие вяжущие свойства

Другой важной областью использования карбонатитов является *промышленность по переработке нефелина в глинозем*. Для переработки 1 т нефелинового концентрата в глинозем требуется до 10 т известняка. Причем известняк плохо перевозить из-за высокой слеживаемости.

Выполненная совместно с ВАМИ комплексная оценка карбонатного продукта показала возможность использования его для производства глинозема из нефелинового концентрата. Технология спекания нефелин-известковой шихты, используемой при производстве глинозема, предъявляет довольно жесткие требования к составу карбонатного сырья по содержанию примесей

Ориентировочные требования по содержанию химических элементов для известняков, используемых в получении глинозема из нефелинов следующие: $\text{SiO}_2 \sim 2\%$, $\text{CaO} \sim 50\%$, $\text{MgO} \sim 2\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 1\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 \sim 1\%$, $\text{S} \sim 0,3\%$.

Карбонатный продукт, полученный из карбонатитов Тикшеозерского массива, характеризуется низким содержанием вредных примесей (табл. 1) и соответствует предъявляемым требованиям.

Технологический режим выщелачивания включал: размол спека 1 мин, $\text{ж:т} = 2,2:1$, продолжительность выщелачивания 30 мин, температура - 75°C .

Эффективность процесса выщелачивания при разных температурах приведена в таблице 3

Таблица 3

Характеристика процесса выщелачивания.

Температура спекания, °С	Извлечение				Пористость	Характеристика спека
	По раствору		По шламу			
	Al ₂ O ₃	R ₂ O	Al ₂ O ₃	R ₂ O		
1250	90,1	91,3	89,6	90,1	27,2	Спек серо-зеленый, мягкий не гигроскопичен
1275	92,1	91,9	90,9	91,3	28,1	Спек серо-зеленый, плотный не гигроскопичен
1300	88,0	89,7	89,9	90,5	27,3	Спек серо-зеленый, подплавленный не гигроскопичен

Максимальное извлечение алюминия обеспечивается при спекании при температуре 1275°C . Состав шламов выщелачивания, полученных при разных температурах спекания изменяется не значительно (табл. 4)

Таблица 4

Химический состав спеков и шламов после выщелачивания

Температура спекания $^\circ\text{C}$	продукт	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	R_2O	$\frac{\text{R}_2\text{O}}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$
1250	Спек	22,9	15,5	2,2	42,7	0,68	6,95	4,03	9,51	1,01	1,98
	шлам	27,6	2,0	3,0	53,2	0,89	0,88	6,44	1,17		
1275	Спек	23,6	15,8	2,4	43,5	0,69	6,91	4,07	9,60	1,00	1,97
	шлам	24,7	1,77	3,2	53,7	0,94	0,77	0,41	1,03		
1300	Спек	23,5	15,83	2,3	43,8	0,72	7,04	4,1	9,75	1,01	1,98
	шлам	28,4	2,00	3,3	54,07	0,89	0,87	0,44	1,16		

Извлечение алюминия из спека на основе кальцитового продукта из карбонатитов Тикшеозерского массива и нефелинового концентрата составило 87,8%.

Предварительная оценка использования шламов в производстве цемента, полученных в результате выщелачивания, показала, что по химико-минералогическому составу шлам удовлетворяет требованиям технических условий

Полученные лабораторные результаты по исследованиям кальцитовых концентратов из данных карбонатитов вполне удовлетворяют требованиям к качеству сырья для производства, как строительных материалов, так и для переработки нефелина в глинозем.

Тикшеозерское месторождение карбонатитов в перспективе может лечь в основу создания малоотходного горнопромышленного узла в Северной Карелии, так как на базе имеющихся запасов и с учетом производства Хибинского нефелинового концентрата допускается вариант организации выпуска дефицитной новой продукции: глинозема, кальцинированной соды, поташа, цемента.

Литература

Фролов А.А., Толстов А.В., Белов С.В. Карбонатитовые месторождения России. – М.: НИИ-Природа, 2003. – 403 с.
Справочник по химии цемента. Л. 1980. с 90-92

GEOLOGICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF RESOURCES OF BENTONITE CLAYS IN THE SOUTHERN REGIONS OF KOMI REPUBLIC

I.N. Burtsev¹, I.G. Burtseva², V.A. Illarionov³, V.M. Kapitanov³

¹ *Institute of Geology, Komi RC, UB RAS;*

² *Institute of socio-economic and energy problems of the North, Komi RC, UB RAS;*

³ *JSC "Komigeologiya"*

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И.Н. Бурцев¹, И.Г. Бурцева², В.А. Илларионов³, В.М. Капитанов³

¹ *Институт геологии, Коми научный центр УрО РАН;*

² *Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера, Коми научный центр УрО РАН;*

³ *ООО Комигеология*

Бентонитовые глины являются одним из дефицитных видов сырья в Российской Федерации. Основная их часть импортируется из Азербайджана, Армении, Грузии, Украины, Греции, Индии и других стран. Собственных месторождений качественных бентонитовых глин в Северном экономическом районе фактически нет, при наличии крупных потребителей сырья.

Бентониты и продукты их переработки имеют широкие области практического применения. Сложившая структура потребления в нашей стране выглядит следующим образом (Минеральное сырье, 1999): для окомкования железорудных концентратов – 30; для буровых растворов – 21-23; для приготовления формовочных материалов в литейном производстве – 23; в производстве керамзита – 20; для очистки масел, нефтепродуктов, производства комбикормов, для производства керамики и в других отраслях – 5-6 %.

По минеральному составу и качественным характеристикам выделяются три группы бентонитового сырья: щелочные бентониты; щелочно-земельные бентониты; бентониты, в состав которых в значительном количестве входят смешаннослойные образования с неразбухающими слоями типа смектит-иллит.

На юге Республики Коми выявлено несколько перспективных рудопроявлений бентонитовых глин (глин преимущественно монтмориллонитового состава) осадочного генезиса, приуроченных к отложениям нижнетриасового (Седшорская площадь) и нижнемелового (Кузьельская площадь) возраста. По минеральному, химическому составу и физико-химическим параметрам полезное ископаемое проявлений относится к щелочноземельным бентонитоподобным, тонкодисперсным, высокопластичным глинам. Содержание монтмориллонита в нижнетриасовых глинах близко или немногим выше минимально установленного в соответствии с требованиями промышленности для бентонитов – 60 %, в нижнетриасовых существенно ниже – до 50 %.

Предварительная технологическая оценка возможности использования глин в качестве сырья для производства глинопорошков для буровых растворов, проведенная на малых технологических пробах в ЦНИИГеолнеруд (Казань), не показала высоких результатов в связи с низким содержанием монтмориллонитового компонента. Более обнадеживающими были результаты испытаний и оценка пригодности глин в качестве адсорбентов и основы для производства органоминеральных удобрений. Поэтому встала задача поиска других направлений использования выявленных ресурсов монтмориллонитовых глин. При этом принималось во внимание, что структура потребления монтмориллонитовых глин на внешнем рынке отличается большим разнообразием и иными основными сегментами потребительского рынка (Mittau, 2002). Например, по данным Геологической службы США (Clays, 2004) структура потребления бентонита выглядит следующим образом (%): адсорбенты для туалетов домашних животных – 25, буровые растворы – 21, производство железорудных окатышей – 15, литейное производство – 15, другие области – 18.

Среди всего разнообразия направлений использования бентонитов щелочноземельного ряда были выделены несколько главных, представляющих для целей геолого-экономической оценки выявленных проявлений наибольший интерес: сегменты экологических рынков; бурение скважин на твердые полезные

ископаемые; рынок пищевых продуктов и масел; сельское хозяйство; производство средств санитарии; производство бумаги; химия и нефтехимия; литейное производство; получение наноминеральных композиций.

В сегменте экологических рынков весьма эффективно использование бентонитов при рекультивации нарушенных и загрязненных в ходе нефтегазодобычи земель. Потребности этого сегмента рынка в Республике Коми значительно превышают проектные мощности завода по добыче и переработке бентонитовых глин (50-100 тыс. т в год). Отдельным перспективным сегментом является использование бентонита в качестве наполнителя гигиенической подстилки для животных. В настоящее время это один из самых емких сегментов рынка за рубежом. В России рынок перспективен, но слабо изучен. Потенциальные потребности животноводства, растениеводства, земледелия также значительно превышают мощности проектируемых предприятий.

В силу специфики состава и не очень высокого качества в естественном, немодифицированном виде, рассматриваемые бентониты, очевидно, не найдут применения при бурении ответственных разведочных и эксплуатационных скважин на нефтяных и газовых месторождениях. Потребности геологоразведочного бурения на твердые полезные ископаемые, подземные воды закрываются полностью, без ограничений, не только в Республике Коми, но и в прилегающих регионах.

Один из перспективных сегментов – использование бентонитов в качестве наполнителей, носителей, пастообразователей при производстве бумажных санитарно-гигиенических средств в Сыктывкаре, на основе действующих предприятий, входящих в структуру регионального лесопромышленного комплекса. Также значительный экономический эффект может дать использование сырья в области производства и вторичной переработки бумаги, изготовления картона (особенно специальных его сортов – гигиенических и т.д.).

Потребителями местного значения формовочных бентонитов являются Сыктывкарский и Ухтинский механические заводы.

Расчеты технико-экономических показателей (ТЭП) освоения проявлений бентонитовых глин были выполнены в ценах 2003 г. с использованием данных по объектам-аналогам (Кармозерское месторождение палыгорскитовых глин, Архангельская обл.; Борщевское месторождение, Калужская обл.; Зырянское месторождение бентонитовых глин, Курганская обл., Биклянское месторождение бентонитовых глин, Республика Татарстан).

Наиболее крупным и перспективным для целей геологического изучения и промышленного освоения является проявление «Заозерье», характеризующееся благоприятными геологическими, горно-техническими и гидрогеологическими условиями разработки. Прогнозные ресурсы бентонитоподобных глин по категории P_1 составляют 32324.7 тыс. м³. В расчетах нами учитывались приведенные запасы категории C_2 в количестве 56891.5 тыс. т, полученные с применением коэффициента перевода 0.8.

Отработка проявления намечается открытым способом с применением бестранспортной системы и перемещением вскрышных пород во внутренние или внешние отвалы. Годовая производительность карьера по сырой глине принята в объеме 60 тыс. т., что обеспечивает срок отработки более 50 лет, потери при добыче – 4 %, потери на разубоживание – 4 %. Переработка бентонитовых глин предполагается на фабрике, проектируемой к строительству в п. Заозерье.

Согласно ТЭП все работы по освоению проявления «Заозерье» должны проводиться в два этапа:

1. Геологоразведочные работы, включающие оценку и разведку.
2. Строительство рудника, фабрики, объектов подсобно-производственного назначения, производственного транспорта, электро- и водоснабжения и других объектов инфраструктуры.

Итоговые технико-экономические показатели освоения проявления «Заозерья» свидетельствуют о целесообразности его промышленного освоения. Финансовый анализ инвестиций в освоение Заозерского проявления бентонитовых глин выполнен на основе определения дисконтированного денежного потока за 50 лет его эксплуатации с учетом чистой современной стоимости проекта и внутренней нормы прибыли. При определении денежного потока учетная ставка дисконтирования принята равной 10 %. В расчетах учтены налоги в соответствии с действующим налоговым законодательством РФ. Основным условием принято также положение о полном финансировании рассматриваемого проекта за счет собственного капитала учредителей предприятия.

Общий срок строительства горно-обогательного комплекса (включая подготовительные, проектно-изыскательские, и собственно строительные работы) составит ориентировочно 2 года. Капитальные затраты за этот период оцениваются в 46495,0 тыс. руб. Себестоимость добычи и переработки 1 т бентонитовых глин рассчитана по аналогии с данными ТЭП разработки Кармозерского месторождения и составляет, соответственно, 103.7 и 167.3 руб. Стоимость товарной продукции установлена равной 800 руб/т, исходя из текущей средней цены на бентопорошок. Срок окупаемости капитальных вложений по безналоговому варианту составляет около 3 лет, с полным налогообложением – от 4 до 5 лет. Расчетная внутренняя норма прибыли составляет 23.8 %.

Следующим этапом исследований стала оценка возможности вовлечения в промышленное освоение других проявлений в пределах Седшорской площади, их индивидуальные геолого-экономические, по которым дали отрицательные экономические результаты – Горсиб, Гарь, Кузьель.

Предварительные расчеты показали целесообразность совместной разработки проявлений «Горсиб» и «Заозерье». В этом случае сырье, добытое на двух карьерах в суммарном объеме 120 тыс. т в год, будет перерабатываться на центральной фабрике, построенной в районе села Пыелдино, мощность которой составит 100 тыс. т бентопорошка в год. Дополнительные капитальные вложения составят ориентировочно 29 млн руб. (включают в себя проведение геологоразведочных работ на проявлении «Горсиб», строительство второго карьера, увеличение мощности фабрики до 100 тыс. т в год). Финансовые показатели такого проекта также значительно улучшаются – срок окупаемости вложений с учетом налогообложения сокращается до 3.5 лет, внутренняя норма прибыли повышается до 27.5 %.

Таким образом, поиск и выбор новых, перспективных рынков потребления бентонитовых глин позволяет дать положительную геолого-экономическую оценку выявленным ресурсам, даже при невысоком качестве сырья, а использование групповых кондиций и предлагаемых решений в ходе строительства и эксплуатации горнодобывающего предприятия позволяет достичь приемлемых финансовых показателей при реализации инвестиционного проекта.

Литература

- Минеральное сырье / Под ред. В.П. Орлова // Краткий справочник. ЗАО «Геоинформмарк», 1999. 302с.
Clays. Mineral Commodity Summaries. U.S. Geological Survey. January 2004.
Murray H. Industrial Clays Case Study // MMSD project of IED. March 2002. №64.

POSSIBILITY OF USE OF THE LATE-ARCHEAN HIGH-MAGNESIA ROCKS OF VOZHEMSKAYA LOCATION IN MANUFACTURE OF CONSTRUCTION MATERIALS (MEDVEZHJEGORSKY REGION, REPUBLIC OF KARELIA)

V.I. Bykov¹, P.V. Frolov², V.K. Reshetnikov¹,

¹ JSC "Organics-MM";

² Institute of Geology, Karelian Research Centre, RAS

Although there are very few outcrops of rocks in Vozhenskaya location and most of its territory is overlaid with Quaternary sediments, some promising signs can be observed. For instance, the base of ultramafite bed is composed of serpentinized pyroxenite komatiites, the higher layers – of serpentinized talcized peridotite komatiites. Talcized serpentinites possess high decorative properties. It is highly probable that the bed of peridotite komatiites contains talc stone of various types. The forecast for this territory is very positive.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЗДНЕАРХЕЙСКИХ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ПОРОД ВОЖЕМСКОГО УЧАСТКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (МЕДВЕЖЬЕГОРСКИЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

В.И. Быков¹, П. В. Фролов², В.К. Решетников¹

¹ ООО «Органикс-ММ»;

² Институт геологии, Карельский научный центр РАН

С незапамятных времен массивная разновидность тальк-хлоритовых пород (горшечный камень) использовалась в быту. Дробленные тальк-хлоритовые сланцы южного побережья оз.Сегозера применялись для производства дуста, при изготовлении сургуча и т. д. В лабораторных и полупромышленных условиях установлена возможность использования подобных сланцев для изготовления обожженных прессованных изделий, в футеровке катодного устройства алюминиевых электролизеров и обжиговых вращающихся печей, а также в качестве композиционных материалов (например, керамика, бетон). Как известно, в Финляндии тальк-карбонатные породы нашли широкое применение в изготовлении каминов, посуды, декоративных изделий и т.д., а серпентиниты – в производстве декоративной облицовочной плитки.

В Карелии в настоящее время по лицензионным соглашениям проводится работа двумя горными компаниями на участках месторождения тальк-хлоритового камня Каллиево-Муренанвара. Интересные результаты получены по весьма перспективным объектам тальк-карбонатного камня на территории Костомукского рудного района в рамках проекта «Косстоун» (SBC TACIS). В 2004 году компании ООО «Органикс-ВВ» выдана лицензия на проведение оценочных работ на Вожемском участке Медвежьегорского района.

Вожемский участок расположен в пределах Сайозерской неоархейской зеленокаменной структуры. Она сложена осадочно-вулканогенными образованиями семчереченской толщи парандовской серии. Породы этой толщи прорываются гранитоидами, которые распространены в районе работ. Семчереченская толща представлена амфиболитами, базальтами и серпентинитами. Породы основного состава выделяются магнитным полем интенсивностью до 1000 нТл. Ультраосновные породы образуют пластообразные крутопадающие (70-90°) тела, сложенные в основном серпентинитами, характеризуются линейно-вытянутыми сильно изрезанными положительными магнитными аномалиями интенсивностью до 14000 нТл. Они переслаиваются с метабазами и формируют совместно с ними субмеридионально ориентированные полосы шириной до 1 км.

Одна из таких полос была ранее отмечена на Вожемском участке при проведении наземной магнитной съемки. На ней выделена продуктивная полоса ультрамафитов (6х0,8 км), с которой связаны зоны оталькования и залежи тальк-хлоритовых пород. Эта полоса разбита субширотными разломами на отдельные блоки, смещенные относительно друг друга. В пределах указанной полосы выделены три залежи горшечного камня, которые отличаются друг от друга по содержанию талька, хлорита, амфибола и серпентина. Южная оконечность полосы ультрамафитов в основном сложена слабо измененными серпентинитами, а зоны оталькования характерны для ее центральной части. Она изначально и рассматривалась как наиболее продуктивная для выявления месторождения тальк-хлоритовых пород на Вожемском участке. Вожемская площадь характеризуется слабой обнаженностью и практически вся перекрыта четвертичными отложениями, сложенными преимущественно мореной средней мощностью 1 м.

Вмещающими для талькосодержащих образований породами являются серпентиниты. В основании толща ультрамафитов представлена серпентинизированными пироксенитовыми коматиитами, выше по разрезу – серпентинизированными оталькованными перидотитовыми коматиитами. Оталькованные серпентиниты имеют хорошие декоративные свойства.

По полученным предварительным данным, толща перидотитовых коматиитов может являться перспективной на тальковый камень разных типов. Здесь присутствует и тальк-хлоритовый камень, аналогичный месторождению Каллиево-Муренанвара, и тальк-карбонатный камень, который может соответствовать финским эталонам, а также другие переходные разновидности талькового камня.

Выходы ультрамафитов отражены в рельефе отдельными грядами протяженностью до 50 м и более, с превышением до 8 м. Состав пород варьирует: от оталькованных серпентинитов до серпентин-тальк-карбонат-хлоритовых и тальк-хлоритовых, тальк-карбонатных. Можно сделать вывод, что именно висячий бок пластообразной пачки ультрамафитов представлен перидотитовой составляющей коматиитового потока, являющейся продуктивной толщей для локализации талькосодержащих пород. Кроме того, процессы метасоматоза, связанные с разрывной тектоникой, могут приводить к локализации залежей вкрест общего простиранья гряд.

Таким образом, наличие залежей оталькованных серпентинитов и других различных типов талькосодержащих пород характерно для Вожемского участка. Данная ситуация в целом отражает геологическую обстановку реликтовых структур архейских зеленокаменных поясов Карельского кратона.

NEW NATURAL STONES FROM NORTHERN FINLAND THROUGH A REGIONAL EXPLORATION PROJECT

R. Vartiainen

Geological Survey of Finland (Rovaniemi)

An exploration project, "Dimension Stone Project in Central Lapland 2002 - 2004" was started in 2002, to strengthen the natural stone industry and increase the stone selection in Northern Finland. The project was financed mainly by EU (50 %) and the Finnish state (20 %), both governed by the Council of Lapland. The rest of the costs was financed by the municipalities (20 %) and the Geological Survey of Finland, GTK (10 %), who was also

responsible for the exploration work. The exploration area consisted of two large municipalities, Kittilä and Sodankylä, the first taking care of the administration. The project was completed in spring 2005.

The aim of the project was to find new potential dimension stone deposits for exploitation. The main attention was drawn to special stones, but also more traditional stone types like granites were observed during the field work. Special attention was drawn also to slates since there are no active slate quarries in Northern Finland at the moment.

The municipality of Sodankylä

One of most the promising prospects in Sodankylä area is the pyroxene gabbro in Virnikkaselkä, an intensively black stone which is relatively sound and accepts a good polish. Within the same area, east of the lake Kelujärvi, there is the Mutsoiva schist prospect, with a remarkable lustre on its matt honed surface due to micaceous minerals.

In Orajärvi village, a place called Routusvaara, an easily splitting quartzite covered by a green lichen was found. This kind of flagstone is popular and abundantly used for decoration and especially in the fireplaces of the holiday cottages.

The municipality of Kittilä

One of the most promising granite deposits was identified in the village of Tepasto, a place called Hanhivaara. Due to considerable variation in colour this stone suits best for gravestones and small projects. A reddish, small-grained granite in Honkavaara near the village centre of Kittilä could be suitable material for landscaping, as well as for gravestones and small statues.

An intensively green marble, known as Chromian Marble ("Lappia Green") was investigated in the Soretiaumpu deposit in the village of Nilivaara. As in the case of other known deposits of the green marbles in Nilivaara area, also the Soretiaumpu is deposit is highly fractured and the expected recovery will be low.

The best slate deposit was found in Palovaara, located approximately 10 kilometers south of the Kittilä municipality centre, in the vicinity of the E 4 -highway. This deposit has already been test quarried in 2004 and small-scale production and test marketing has continued in summer 2005.

The biggest challenge for exploiting the natural stones in Finnish Lapland is the intensive fracturing found in all kind of rock types. The exploration work in the field is made even more difficult by frost weathering, which has now lasted for thousand of years and made many of the outcrops look more like a field of blocks rather than a solid rock. In addition, the large nature conservation areas in Central Lapland restrict the exploration area to some extent.

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE MINING WASTE MANAGEMENT FOR THE BUILDING CONSTRUCTION IN THE MURMANSK REGION

L.I. Ganina¹, O.N. Krasheninnikov², F.D. Larichkin¹

¹ – *Institute for Economic Problems, Kolsk RAS;*

² - *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, Kolsk RAS*

The aspects of the mining waste management of the Murmansk region are described. Potentialities of the substitution of raw materials production are considered. Technological and economic advantages of the mining waste processing on the Kola region and their application are marked.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Л.И. Ганина¹, О.Н. Крашенинников², Ф.Д. Ларичкин¹

¹-*Институт экономических проблем, Кольский научный центр РАН, ganina@iep.kolasc.net.ru;*

²- *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН, krash@chemy.kolasc.net.ru*

Использование минерально-сырьевых ресурсов крупнейшими предприятиями Мурманской области сопровождается образованием больших объемов отходов. В регионе ежегодно складывается более 150 млн т отходов Кольского горнодобывающего комплекса, из которых утилизируется не более 4%. К настоящему времени, в Мурманской области накоплено 6.4 млрд т отходов горнодобывающей промышленности (Доклад..., 2004).

Наиболее перспективным направлением решения проблемы использования техногенного сырья является применение его в строительстве, как основного потребителя многотоннажных отходов. Строительная индустрия региона представлена в основном производством щебня, песка, вермикулита и искусственных пористых заполнителей, изделий из облицовочного камня, стеновых материалов (силикатного кирпича и шунгизитобетонных камней), строительных растворов и бетонов, железобетонных изделий и конструкций различного назначения. Высокая материалоемкость строительства, разнообразие конструктивных типов зданий и сооружений требуют, чтобы сырье для производства строительных материалов было массовым, дешевым и технологически гибким, т.е. пригодным для производства изделий с широким диапазоном свойств.

В связи с коренными изменениями за годы рыночных реформ экономической ситуации в стране, ухудшилось обеспечение региона многими видами нерудного сырья для получения строительных материалов за счет централизованных поставок. В результате все большее внимание должно уделяться более широкому и полному использованию местных природных ресурсов и особенно отходов Кольского горнопромышленного комплекса.

Использование отходов в производстве строительных материалов имеет большое народнохозяйственное значение, особенно для нашего северного региона, испытывающего недостаток в дешевых строительных материалах. Сырье из отходов значительно дешевле специально добываемого в природных карьерах. Расход технологического топлива при использовании отдельных видов продукции снижается на 10-40%, а удельные капиталовложения - на 30-40% (Ганина, 2001). Многие виды строительных материалов приходится завозить из отдаленных регионов России; средний радиус перевозки цемента, например, в Мурманской области около 1500 км, тогда как в целом по стране он равен 565 км. Стоимость строительно-монтажных работ остается высокой, приблизительно на 40-60% выше, чем для средней полосы России. Увеличение транспортных тарифов влечет за собой повышение цен на привозные строительные материалы.

Дефицит строительных материалов в связи с перспективами развития строительной отрасли (освоение арктических нефтегазовых месторождений, строительство Кольской АЭС-2 и ряда других запланированных объектов промышленного, социального, культурно-бытового назначения) потребует поиска новых, наиболее доступных и дешевых источников сырья. Приоритетное значение при этом имеют отходы предприятий горнопромышленного комплекса.

Основными видами горнопромышленных отходов Мурманской области (которые могут быть использованы для производства строительных материалов) являются: вскрышные породы, отходы обогащения, металлургические шлаки и золошлаковые отходы местных ТЭЦ.

Наибольший объем вскрышных пород и хвостов обогащения образуется на ОАО «Апатит», «Олкон» и «Ковдорский ГОК» (Строительные..., 2003). Практика использования вскрышных и попутно добываемых пород в производстве строительных материалов свидетельствует о получении значительного экономического эффекта. В области уже накоплен позитивный опыт получения строительного щебня из вскрышных пород железорудных месторождений ОАО «Олкон»: к настоящему времени достигнут 17% объем утилизации пород вскрыши (Кировогорского и Бауманского месторождений) и производства 2 млн м³ товарного щебня в год. Касаясь проблемы утилизации отходов обогащения железорудного сырья ОАО «Олкон», приходится констатировать существенное снижение объемов их использования в связи с сокращением выпуска силикатного кирпича на основе этих отходов. Однако, как показано работами отдела технологии строительных материалов (ОТСМ) ИХТРЭМС КНЦ РАН, большие резервы применения отходов заложены в современной вибропрессовой технологии получения дорожно-строительных изделий с повышенными эксплуатационными показателями (тротуарная плитка, поребрик) и технологии теплоизоляционных газобетонных изделий автоклавного твердения (Крашенинников и др, 1997). Реализация этих научных разработок позволила бы эффективно использовать резервное оборудование Оленегорского завода силикатного кирпича, применяя отходы обогащения, как значительно более дешевый (не менее, чем в 2.5-3.0 раза) заполнитель для бетонов вместо природных песков.

Большими потенциальными возможностями располагает ОАО «Апатит», ежегодно направляющее в отвалы многие миллионы вскрышных скальных нефелинсодержащих пород, попутно добываемых при разработке хибинских месторождений апатито-нефелиновых руд. Так на 1 т вырабатываемых концентратов попутно добывается около 2 м³ вскрышных (вмещающих) пород, складываемых в специальные отвалы. В то же время затраты на добычу и складирование вскрыши, а также укладку хвостов составляют до 19.6% от стоимости апатитового концентрата. Исследования, проведенные в ИХТРЭМС КНЦ РАН, показали, что указанные породы могут иметь широкое применение в дорожном, промышленном и гражданском строительстве (Крашенинников, 1995).

Фактически для внутреннего потребления в ОАО «Апатит» используется около 7% вскрышных пород (к годовому объему их производства): в основном для ремонта карьерных дорог, забутовки горных выработок, засыпки разрезов. Расчеты, проведенные Институтом экономических проблем КНЦ РАН, показали, что экономически целесообразно расширить использование вскрышных пород Хибинских апатито-нефелиновых месторождений. Так замена щебня, производимого из природного материала на щебень, изготавливаемый из вскрышных пород, дает экономический эффект до 150 руб. на 1 м³ вскрышных пород (до 240 руб./т) и 5.7 млн руб. в год.

Гранулированные шлаки, образующиеся в процессе производства на комбинате «Печенганикель», наряду с получением закладочных смесей и используемых в подземных выработках на рудниках этого комбината, должны найти более широкое применение в строительстве.

Большой резерв для производства строительных материалов находится в тепловой энергетике. Так, выход золошлаковых смесей (ЗШС) на Апатитской ТЭЦ ежегодно составляет не менее 200 тыс. т. При производстве цемента технически целесообразно в качестве сырьевого компонента использовать золы ТЭЦ. Как показали результаты исследований ИХТРЭМС КНЦ РАН, за счет использования ЗШС возможна экономия портландцемента в зависимости от вида бетона на 15-25%. На основе этих золоотходов возможно получение высококачественных и дешевых изделий: легкобетонных, стеновых блоков, скорлуп для изоляции трубопроводов и др. (Физико-химические ..., 1991). Выручка от реализации продуктов на основе ЗШС может стать источником инвестиций на техническое перевооружение ТЭЦ и покрытие экологических платежей на содержание золоотвалов.

Успешное решение задач комплексного использования природного сырья и промышленных отходов в строительстве является крупным резервом повышения эффективности производства и дополнительным источником обеспечения строительства материалами и изделиями. Решение их требует осуществления мероприятий в области совершенствования методологической основы оценки эффективности использования отходов и экономического стимулирования их утилизации со стороны промышленных предприятий.

Литература

Ганина Л.И. Перспективы использования отходов горнообогатительного производства в качестве сырья для строительных материалов // Темпы и пропорции социально-экономических процессов в регионах Севера. Том 1, 2. – Апатиты: КНЦ РАН, 2001. – С. 136-138.

Доклад о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области в 2003 г. / Е.П.Олесик, В.М.Хруцкой, Н.С.Лавренюк и др. – Мурманск: ЗАО «КазМ», 2004. – 138 с.

Крашенинников О.Н. Нефелиновые породы Хибинского массива и возможности их использования в строительстве. – Апатиты: КНЦ РАН, 1995. – 64 с.

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

Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Ч. 1, 2 / В.Н.Макаров, О.Н.Крашенинников, Б.И.Гуревич и др. – Апатиты: КНЦ РАН, 2003. – 430 с.

Физико-химические аспекты комплексного использования золошлаковых смесей тепловых электростанций / В.Н.Макаров, А.А.Боброва, О.Н.Крашенинников и др. – Апатиты: КНЦ АН СССР, 1991. – 115 с.

KYANITE ROCKS IN KARELIA-KOLA REGION AND THEIR APPLICATIONS

A.V. Garanzha, A.S. Zavertkin

Institute of Geology, KarRS RAS

Geological investigation has been conducted to identify the more promising occurrences of kyanite rocks in Karelia-Kola region for application in casting and production of refractory materials. It has been proved that kyanite concentrate from ore of the Hizovaara deposit can be used for manufacture of moulding and parting sands, refractory materials used in stone and steel smelting, for lining of crucibles of electric furnaces, in production of iron and non-ferrous alloys.

КИАНИТОВЫЕ ПОРОДЫ КАРЕЛО-КОЛЬСКОГО РЕГИОНА И ПУТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

А.В. Гаранжа, А.С. Завёрткин

Институт геологии, Карельский научный центр РАН.

Территория северо-запада России является крупной сырьевой базой высокоглиноземистых минералов группы силлиманита.

Кианитовые месторождения Кейвской группы, расположенные в центрально-восточной части Кольского полуострова представляют непрерывную полосу протяженностью около 200 км. В пределах продуктивного пласта выделено 23 месторождения, наиболее значимые из которых являются: Воргельурта, Тавурта, Тяпшманюк, Червурта, Большой Ров, Безымянная, Кырпурта, Ягельурта, Шуурурта и другие. Общие запасы кианитовой руды составляют более 2 млрд.т.

Участок тундры Шуурурта имеет протяженность продуктивного горизонта 4 км при мощности 60-80 м., высокое содержание полезного компонента (30-40%) и благоприятные горно-геологические условия. Все это позволяет рассматривать данный объект как один из самых перспективных.

В зависимости от морфологических особенностей кианита в сланцах выделяют три главных типа руд: 1-волокнисто-игольчатый; 2-параморфический (параморфозы кианита по хиастолиту); 3-конкреционный (с конкреционными агрегатами кианита). Кроме того, в продуктивной толще, встречаются руды с агрегатами порфиروبластического и идиобластического кианита (порфиروبластический тип руды), а также конкреционно-параморфические руды (Бельков, 1963). Наряду с кианитовыми месторождениями, в западной части площади, выделено несколько месторождений силлиманита.

Отработка методов обогащения кианитовых руд проводилась в Горном институте Кольского филиала АН СССР. Одним из главных недостатков месторождений Кейвской группы является их значительная удаленность от потребителей.

На территории Карелии, наиболее перспективным объектом высокоглиноземистого сырья является Хизоваарское кианитовое поле, расположенное в Северной Карелии, в 10 км к югу от п. Сосновый. На одном из перспективных участков было выявлено месторождение, представляющее собой три тела (Южная, Северная и Восточная линзы) (Борисов, Вологовская, 1941). Промышленная разведка проводилась в 1940-1941 и 1952-1953 гг. По категориям В, С₁, С₂ запасы составляют 25,5 млн.

В процессе геолого-технологических работ проводимых Институтом геологии КНЦ РАН в восьмидесятые годы, в пределах Хизоваарской структуры проводилось детальное изучение кианитосодержащих залежей, их состава и генезиса. Были выделены следующие генетические типы кианитовых руд: а) метаморфический, б) метаморфогенно-метасоматический, в) метасоматический (Хизоваарское кианитовое поле, 1988).

Руды первого типа представлены кианит-биотитовыми сланцами образующими два тела протяженностью 500 м и 700 м, при видимой мощности от 8 до 40 м и до 150 м в раздувах. Кианит представлен кристаллами таблитчатого и призматического облика и его содержание колеблется от 18 до 24%. Руды метаморфогенно-метасоматические («Южная линза») состоят из сланцев с радиально-лучистым кианитом (до 49 % кианита) и плотной кварцитоподобной породы с игольчатым кианитом (10-25 %). Размеры игольчатых кристаллов имеют в сечении 0,5 до 3 мм при длине 3 мм. Метасоматический тип руд распространен на участках «Фукситовый» и «Восточный». Характерной особенностью этого типа является наличие в породе густой сети прожилков, выполненных кварц-кианитовым агрегатом. Продуктивная зона «Восточного» участка прослеживается на 300 м при видимой мощности 50 м.

Кианитовые руды Хизоваарского месторождения исследовались, начиная с 1941 г. институтом «Механобр», Институтом геологии Карельского научного центра РАН, Горным институтом Кольского научного центра РАН. В процессе работ изучался минеральный и химический состав проб, физико-химические, флотационные свойства минералов, анализировались возможные варианты технологических схем обогащения, методы обогащения и типы флотационных реагентов.

Исследование микротвердости и коэффициентов анизотропии различных морфологических форм кианита позволяет выделить их как типоморфные характеристики различных генетических типов руд (Гаранжа, 1997). Их значения, имеющие существенные различия, теоретически будут оказывать влияние на энергозатраты в процессе разрушения материала.

В 2000 г. Институтом геологии Кар НЦ РАН выполнен комплекс лабораторных технологических исследований с учетом применения при промышленном выпуске кианитового концентрата реагентов местного производства - таллового масла, выпускаемого Сегежским ЦБК (Каменева, Скамницкая, 2003). Руды обогащали до содержания глинозема в концентрате от 41 до 60%, а концентрат содержал в среднем до 55% Al_2O_3 и незначительное количество окислов железа и щелочей. Полученный концентрат удовлетворяет требованиям отечественной промышленности огнеупоров.

По данным (Кианитовые..., 1990) на основе кианитового концентрата разработаны составы суспензий с использованием в качестве связующего гидролизованного этилсиликата, изготовлены образцы керамики для точного стального литья и изучены их свойства: прочность в сыром и обожженном виде, деформация под нагрузкой, коэффициент термического расширения в сопоставлении с дистен-силлиманитом.

Целесообразность применения концентратов полученных из кианитовых пород Хизоваарского месторождения для точного стального литья была определена в исследованиях Кольского НЦ РАН (Кононов, 1994). Была установлена пригодность этого концентрата для приготовления противопригарных покрытий при производстве каменного литья, заливаемого в песчаные формы на Кондопожском заводе КИМС (Использование..., 1989). Кианитовые концентраты, наряду с дистен-силлиманитовыми, могут найти применение при производстве огнеупорных порошков, для футеровки индукционных тигельных печей (ИТП), выплавляющих цветные на основе меди сплавы и чугуны. Основным определяющим моментом для изготовления этих материалов является чистота природного сырья, содержание глинозема в получаемом концентрате и минимальное количество примесей Fe_2O_3 , MgO , CaO , TiO_2 , щелочей. Работы по улучшению стойкости футеровки индукционных тигельных печей (ИТП) для цветных сплавов, наряду с улучшением технологии, ведутся в направлении выявления новых составов огнеупорных масс более стойких в службе. Большое внимание уделяется плотности тигля. Считается, чем плотнее футеровка, тем долговечнее она в эксплуатации. Основная роль здесь отводится правильно подобранному зерновому составу и способу набивки тигля или подового камня, если речь идёт об индукционной канальной печи. Правильно подобранный зерновой состав кварцитовых и высокоглинозёмистых масс обеспечивает отсутствие трещин в футеровке в службе. С целью увеличения продолжительности работы печи были предприняты попытки использовать обожжённый кварцит. Однако достигнуть увеличения стойкости футеровки таким путём не удалось вследствие резкого ухудшения её спекаемости. Из практического опыта эксплуатации ИТП ИСТ-1 и ИЛТ-1 цветнолитейного цеха ПО «Петрозаводскмаш», средняя стойкость футеровки на печи ИСТ-1 при выплавке бронзы БрАЖ9-4л из первоуральского кварцита составляла 82 плавки, а на печи ИЛТ-1 при выплавке латуни ЛК80-3л была получена стойкость 75 плавов. Некоторое увеличение стойкости кварцитовой футеровки при плавке латуни обеспечивает введение в состав массы 10-12 % электрокорунда.

Для футеровки ИТП на заводах США, Бельгии, Финляндии и других европейских стран получила футеровка, содержащая от 60 до 80% глинозёма и 15-20% кремнезёма. В Европу глинозёмистые массы для футеровки ИТП, импортируют из США.

Из диаграммы состояния Al_2O_3 - SiO_2 известно, что с увеличением содержания Al_2O_3 уменьшается количество жидкой фазы при высоких температурах и растёт количество твердой фазы-моллиты и корунда, что повышает огнеупорность футеровочных порошков (Диаграммы..., 1969). Моллит плавится конгруэнтно при 19100С, а с корундом образует твердый раствор с содержанием оксида алюминия от 71,8 до 78%. Для футеровки ИТП, выплавляющих чугун, применяли дистен-силлиманитовый концентрат двух марок: ДСК-3 (зернистый) и ДСК-П (пылевидный). Концентрат выпускался Верхнеднепровским горно-металлургическим комбинатом (Украина) по МРТУ 48-11-2-26. Обе марки концентрата имели одинаковый химический состав с содержанием глинозёма около 57%. Содержание глинозёма в футеровке повышали введением в её состав электроплавленного корунда Э4 и Э5, с содержанием глинозёма 93-94%, с величиной зерна от 100 до 200 мкм (поставки Челябинского абразивного завода). В качестве спекающей добавки применяли борную кислоту. Стойкость футеровки составила 1,5 месяца, в печи ИЧТ-6 было выплавлено 700 т чугуна за кампанию (Иванов и др., 1970). Основным недостатком высокоглинозёмистой футеровки, по мнению авторов, является повышенное смачивание её шлаками с содержанием закиси железа более 7-10%. Свойства кварцитной футеровки, в отличие от высокоглинозёмистой, снижаются из-за ряда превращений, существенно влияющих на стабильность показателей стойкости. Тогда как высокоглинозёмистая футеровка имеет стабильные свойства за счёт постоянства свойств дистен-силлиманитового концентрата. Использование футеровочных масс на основе глинозёма ещё не получило широкого распространения в футеровке ИТП, несмотря на высокую огнеупорность—до 18000С. Однако большие природные запасы глинозёма в кианитовых породах позволяют говорить о перспективности применения глинозёмистой футеровки, особенно для канальных и крупнотоннажных ИТП в виде футеровочных масс, а также фасонных огнеупорных изделий. В литейном производстве кианитовый концентрат может найти применение в качестве наполнителей противопригарных покрытий и формовочных материалов.

Литература

- Бельков И. В. Кианитовые сланцы Кейв. М.; Л., 1963. 321 с.
Борисов П. А., Волотовская Н. А. Хизоваарское месторождение кианита (КФССР) // Сов. Геология. 1941. № 6. С. 82-86.

Гаранжа А. В. Особенности микротвердости кианита в зависимости от генетического типа руд Хизоваарского месторождения (Северная Карелия) // Геолого-технологическая оценка промышленных минералов и пород республики Карелия и отдельных регионов Европейского континента. Петрозаводск. 1997. С. 51-54.

Диаграммы состояния силикатных систем / Торопов Н.А., Барзаковский В.П., Лапин В.В., Курцева Н.Н. - Л. 1969. 821 с

Иванов Д.П., Коган Л.Б., Горбульский Г.Ф. Исследование и промышленное освоение производства синтетического чугуна в индукционных печах. // Ж-л Литейное производство. - №4, 1970. С.36—40.

Использование геллефлинты и кианитсодержащих материалов в качестве противопригарных покрытий для петругических расплавов. / Володина С.В., Завёрткин А.С., Скамницкая Л.С. и др // Геолого-технологические исследования минерального сырья Карелии, 1989-1990. С 20-24.

Каменева Е. Е., Скамницкая Л. С. Обогащение минерального сырья Карелии. Петрозаводск. 2003. 228с.

Кианитовые руды месторождения Хизоваара – перспективный вид огнеупорного сырья. АН СССР / Демонис И.М., Карпович Ю.Ф., Озерова Г.П., Скамницкая С.С., Щипцов В.В. // Фундаментальные науки - народному хозяйству. М, «Наука», 1990. 725 с.

Кононов М.Е. Огнеупоры из минерального сырья Карело-Кольского региона. Апатиты, 1994. 180 с

Хизоваарское кианитовое поле (Северная Карелия). Петрозаводск, 1988. 102 с.

TECHNOGENIC WASTES OF APATITE-NEPHELINE ORE CONCENTRATION – A PROMISING SOURCE FOR THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

L.G. Gerasimova¹, A.I. Nikolaev¹, M.V. Maslova¹, S.P. Shishkin²

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS*

² *JSC Apatit*

A possibility of recovering apatite-nepheline ore dressing wastes to turn out new mineral products is shown. The new technology, based on the principle of cascade reactions, provides a virtually total recovery of the waste components. The composition and properties of target products are being discussed.

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТО-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД - ПЕРСПЕКТИВНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.Г. Герасимова¹, geras_lg@chemy.kolasc.net.ru, А.И. Николаев¹, М.В. Маслова¹, С.П. Шишкин²

¹ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН*

² *ОАО «Апатит»*

При производстве строительных материалов широко используются компоненты, которые входят в состав техногенных отходов обогащения комплексных хибинских руд. В частности, хвосты нефелиновой флотации содержат соединения титана, кальция, алюминия, кремния, железа, которые сосредоточены в минералах нефелина, апатита, сфена, эгирина, титаномагнетита. Существующая обогатительная схема переработки таких отходов характеризуется низкими показателями по извлечению минеральных компонентов при высоком расходе дорогостоящих органических веществ (фотореагенты). Разработан вариант технологии, основанный на сочетании обогатительных и химических методов, реализация которых обеспечивает высокие технологические показатели и завершается получением не только обогащённых минеральных концентратов, но и целого ряда химической продукции, которая может использоваться в качестве пигментов и заполнителей бетонов, кирпича, строительных сухих смесей, керамики и т.д. На рисунке представлена блок-схема переработки хвостов, а в таблице приведена характеристика, получаемой при её осуществлении продукции.

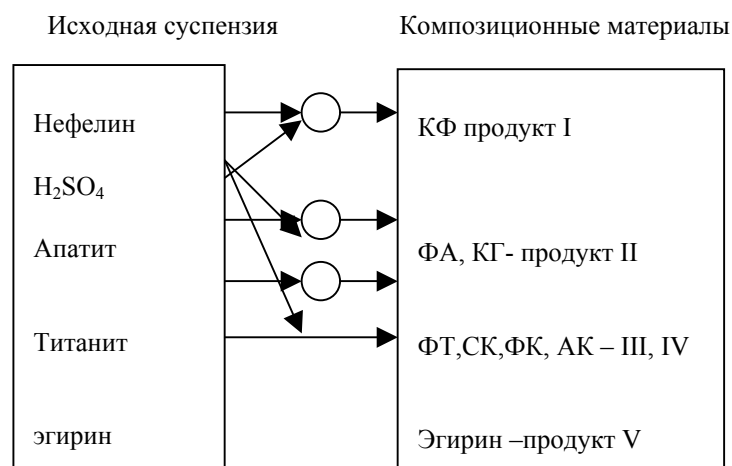


Рис. Блок-схема переработки хвостов нефелиновой флотации

Таблица

Характеристика, продуктов полученных из хвостов нефелиновой флотации

	Составные компоненты	Область применения продукта
Продукт I-КФ	Коллоидный раствор алюминия и кремния	Стушение суспензий с тонко-дисперсной твёрдой фазой. Очистка воды от масла, взвесей, железа и т.д.
Продукт II-ФА, КГ	Кислый фосфат алюминия, кремнегель	Антикоррозионные составы на органической и водной основах
Продукт III-ФТ,КГ	Гидрофосфат титана или его композиция с кремнегелем	Сорбционная очистка жидких радиоактивных отходов
Продукт IV-СК, АК, TiO ₂	Сульфат кальция, аморфный кремнезём, диоксид титана	Сухие строительные составы для побелки
Продукт V-Минералы	Титанит – титаносиликат кальция – CaSiTiO ₅	Для получения атмосферостойкого пигмента, для обмазки сварочных электродов

COMPLEX USE OF RESOURCES SOPCHEOZERO CHROMITE DEPOSIT

A.N. Golov¹, G.P. Miroyevsky², N.N. Grishin³, A.I. Rakaev⁴, O.N. Krashennnikov³

¹ JSC “Kolskaya gorno-metallurgical company”;

² JSC “Olenegorski mehanicheski zavod”;

³ Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;

⁴ Mining Institute KolRC RAS

Peculiarities of deposit are presented. Possibility of complex utilization mineral resources is shown. Scheme of concentrate chromite ores is worked out. Chromite concentrates and containing rocks are investigated as raw materials for producing of refractories and heat insulating concretes. Building broken stone from rock refuse and waste of dressing chromite ores is tested.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ СОПЧЕОЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРОМИТОВ

А.Н. Голов¹, Г.П. Мироевский², Н.Н. Гришин³, А.И. Ракаев⁴, О.Н. Крашенинников³

¹ ОАО «Кольская горно-металлургическая компания»;

² ОАО «Оленегорский механический завод»;

³ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН, grishin@chemy.kolasc.net.ru;

⁴ Горный институт, Кольский научный центр РАН

Систематическое изучение Мончегорского района началось после открытия геологическим отрядом Академии наук под руководством А.Е.Ферсмана в 1930 году сульфидных медно-никелевых руд на участке Терраса г. Ньюдайвенч и сульфидной вкрапленности на г.Сопчауйвенч (Сопча). Начиная с 1930 по 1978 г.г. на Мончегорском плутоне проводились активные поисковые и геологоразведочные работы на никель. В начале 90-х годов Мончегорский плутон становится объектом поиска платинометаллических и хромитовых руд.

Сопчеозерское месторождение хромитовых руд залегает в ультраосновных породах в юго-восточной части Мончеплутона. Вмещающий комплекс ультраосновных пород чаще называемый «дунитовый блок» слагает тело изометричной формы, размером около 1.5х 2.0 км, вертикальная мощность которого достигает в юго-западной части 700 м. Он ограничен с северо-запада, северо-востока и юго-востока пироксенитами Мончеплутона, а с юго-запада расчлененными габбро Мончетундры. Юго-восточный контакт комплекса с пироксенитами проходит по крупной тектонической зоне, отмеченной на местности депрессией Сопчинских озер.

По Сопчеозерскому участку прогнозные ресурсы хромитовых руд составляют 20 млн. тонн до глубины 300 м. Ресурсы приняты на кадастровый учет. Прогнозные ресурсы по Мончегорскому и Апатитскому районам по выделенным перспективным участкам составляют 331.8 млн. тонн.

При ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» (ОАО «Кольская ГМК») было создано разведочно-эксплуатационное предприятие по доразведке и опытно-промышленной добыче хромитов. Совместными усилиями ОАО «Кольская ГМК», Геологического и Горного институтов, ИХТРЭМС КНЦ РАН, ООО «Геотехнология» дано геолого-минералогическое, химико-аналитическое и технологическое обоснование комплексного использования добываемой горной массы:

- хромиты и хромитовые концентраты – для получения феррохрома, огнеупоров, химических реактивов
- вмещающие дуниты – для огнеупоров и жаростойких бетонов
- скальные вскрышные породы и отходы обогащения хромитов – для строительного щебня и заполнителей бетонов

Важнейшим фактором, обеспечивающим выбор схемы обогащения, является неравномерность оруденения в недрах, определяющая наряду с морфологией рудных тел, их мощностью, характером контактов с вмещающими породами, текстурой, наличием дорудных и пострудных интрузий и др., степень неравномерности распределения хромшпинелида в рудных телах, разубоживание и, в конечном счете, контрастность добываемой горной массы.

В минеральном отношении хромитовые руды месторождения являются хромит-магнезиальносиликатными. Главными минералами руд являются хромшпинелид (5-95 %), оливин (5-90 %) и ромбический пироксен (0-15). В подчиненном количестве в рудах присутствуют плагиоклаз, моноклинный пироксен, вторичные силикатные минералы – серпентин, хлорит, тальк, амфиболы. Их содержание в рудах обычно не превышает 5-10 %. В зависимости от состава главной силикатной составляющей выделяются две минеральные разновидности руд: хромит-форстеритовая и хромит-серпентиновая. Данные разновидности установлены во всех природных типах руд и в различных частях рудной залежи.

Основу разработанной двухстадийной схемы обогащения хромитовых руд составляют тяжелосредная сепарация (ТЖС), концентрация на винтовых сепараторах и концентрационных столах. Тяжелосредная сепарация является наиболее эффективным методом предконцентрации хромитовых руд, что обусловлено, прежде всего, тем, что основными минералами руды являются оливин и хромит, которые существенно отличаются по плотности – $3.1-3.3 \cdot 10^3$ и $4.1-4.3 \cdot 10^3$ кг/м³ соответственно.

Технология предусматривает дробление руды до крупности –100 мм с последующим разделением на три фракции по крупности: +50, –50+5 и –5 мм. Самая крупная (+50 мм) обогащается на барабанном тяжелосредном сепараторе при плотности суспензии 3.6 г/см³ с получением крупнукосового концентрата. Легкая фракция после додразливания до крупности –50 мм присоединяется к исходному питанию. Далее фракция крупностью –50+5 мм поступает на конусный сепаратор, где при плотности суспензии 3.1 г/см³ выводятся отвальные хвосты. Тяжелая фракция этой

стадии направляется на другой конусный сепаратор, где получают мелкозернистый концентрат с использованием винтовых сепараторов и концентрационных столов. Разработаны и другие варианты схем, отличающиеся начальной крупностью и стадийностью обогащения.

Полупромышленные испытания разработанной технологии были проведены на пилотной тяжелосредной установке Горного института КНЦ РАН (объем переработанной руды составил более 4000 т).

С целью комплексного освоения месторождения в ИХТРЭМС КНЦ РАН проведены исследования по подготовке отходов обогащения и вмещающих пород месторождения для производства огнеупоров. При разработке элементов рудоподготовки принято во внимание, что для ферросплавного производства требуется материал с размером куска не менее 10 мм, а для огнеупорных изделий $-3+0.5$, $-3+0$ мм, а также тонкомолотый компонент крупностью менее 0.06 мм.

Крупнокусковой концентрат может непосредственно использоваться для получения хромитовых, хромитопериклазовых, периклазохромитовых огнеупорных материалов. Данные рентгенофазового анализа говорят о том, что преобладающим минералом в нем является хромпикотит, в качестве примеси присутствует серпентин-лизардит. Поэтому для увеличения огнеупорности получаемых из него материалов требуется добавление перед обжигом MgO в виде магнезита металлургического или боя периклазовых изделий.

С целью максимально полного использования хромитового сырья изучены свойства хромитоносных вмещающих пород Сопчеозерского месторождения, которые представлены дунитами, гарцбургитами, плагиодунитами, плагиогарцбургитами с аксессуарным хромитом.

Проведенные минералогические, петрографические, химико-аналитические исследования показали, что вмещающие породы северо-западного участка месторождения, который сечется жилами и дайками, содержащими вредные примеси, могут рассматриваться как низкокачественное сырье для производства огнеупоров, мас. %: MgO-38.49; CaO-2.08; SiO₂-40.76; Al₂O₃-2.18; Cr₂O₃-1.15; FeO-7.45; Fe₂O₃-2.70; $\Delta m_{\text{прк}}$ -3.75-5.40. Это обусловило проведение исследований по снижению дестабилизирующего влияния примесных минералов этих горнопромышленных отходов на физико-технические характеристики магнезиальносиликатных материалов.

Установлено, что отсев на стадии рудоподготовки фракции менее 0.1 мм из измельченных вмещающих пород позволяет частично удалить мягкие минералы-примеси (серпентин, хлорит, амфибол из келифитовых кайм), которые отрицательно влияют на свойства изделий при термообработке. Для удаления примесей, попавших в средние классы, особенно эффективно магнитное обогащение.

При проведении исследований по магнитной сепарации выявлено, что при низких напряженностях магнитного поля в магнитную фракцию переводится магнетит, при высоких там остается оливиновый концентрат, а немагнитная фракция обогащается амфиболом и плагиоклазом.

Физико-технические характеристики форстеритовых огнеупоров на основе вмещающих пород Сопчеозерского хромитового месторождения превосходят требования ГОСТ 14832-96*: плотность – 2.68-2.73 г/см³, водопоглощение – 6-7%; пористость- 18-20% (24-25%)*; прочность при сжатии – 50-65 МПа (28-30 МПа)*; температура начала деформации под нагрузкой - 1610-1620°C (1570-1590°C)*; температура 4-процентного сжатия под нагрузкой- 1660-1680°C; термостойкость 10-12 (1)* теплосмен (1300°C – вода).

Полученные результаты рекомендуется использовать при производстве ряда огнеупорных материалов на основе как техногенного, так и минерального сырья на предприятиях Центрального и Северо-Западного регионов, занятых разработкой и производством огнеупоров: ОАО “Боровичский комбинат огнеупоров”, ЗАО “Огнеупорные технологии”, ОАО “Серп и молот”, ОАО “Подольскогнеупор; металлургических комплексах: ОАО “Северсталь”, ОАО “Кольская горно-металлургическая компания” комбинат “Североникель”.

Полномасштабные испытания щебня, полученного из вскрышных скальных пород, представленных в основном дунитами и габбро, а также крупнокусковых отходов обогащения хромитовых руд показали следующие результаты:

- средняя плотность – 2.95 г/см³;
- марка по дробимости – 1200-1400 (преим. 1400);
- марка по истираемости – И-1;
- марка по сопротивлению удару – У-75;
- марка по морозостойкости – более F100;
- водопоглощение – 0.6-1.7%;
- содержание зерен слабых пород – 0.3-4.1%;
- содержание пылеватых и глинистых частиц – 0.2-0.4%;
- удельная электрическая проводимость, См/м:

- до упаривания 0.02-0.03;
- после упаривания – 0.08-0.14.

Содержание вредных примесей в щебне не превышает допустимых значений, он устойчив ко всем видам распада, характеризуется низкими показателями удельной электрической проводимости и удельной, эффективной активности естественных радионуклидов, что позволяет использовать щебень в строительстве без ограничений.

В целом, щебень из вскрышных скальных пород и отходов обогащения хромитовых руд соответствует по требованиям действующих ГОСТов 8267-93, 26633-91, 25607-94, 7392-2002 и пригоден в качестве крупного заполнителя для получения тяжелых бетонов, бетонных и железобетонных изделий и конструкций различного назначения, для балластного слоя железнодорожного пути.

UTILIZATION OF WASTES FROM PRIMARY TREATMENT OF CHROMITE ORE

N.N. Grishin¹, A.I. Rakaev², O.A. Belogurova¹, T.A. Morozova²

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;*

² *Mining Institute, KolRC RAS*

Some refractory materials are obtained from wastes of first processing of chrome ores. On the whole it will lead to increase profitableness of extract the base mineral, decrease industrial demand for primary raw refractory materials.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХРОМИТОВЫХ РУД

Н.Н. Гришин¹, А.И. Ракаев², О.А. Белогурова¹, Т.А. Морозова²

¹ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Колский научный центр РАН, grishin@chemy.kolasc.net.ru;*

² *- Горный институт КНЦ РАН, Анапиты*

Разработана технология обогащения хромитовых руд, которая учитывает минералогические, петрографические и физико-химические особенности сырья и его компонентов. Показана возможность комплексного использования минеральных ресурсов хромитовых месторождений путем повышения качества отходов и промежуточных продуктов обогащения руд как сырья для огнеупоров, литейного песка и противопожарной краски.

В настоящее время в Мурманской области ведутся разведочно-добычные работы на Сопчеозерском месторождении хромитовых руд. Освоение новых источников хромитового сырья является актуальной проблемой для народного хозяйства, т.к. потребность в хромовых концентратах и в производимом из них феррохроме удовлетворяется на 80-90 % за счет импортных поставок. Обширные технологические исследования, начатые в 1995 г. в Горном институте КНЦ РАН, успешно завершены к концу 2003 г. разработкой схемы обогащения хромитовых руд, учитывающей требования феррохромового и огнеупорного производств по гранулометрическому составу, содержанию полезных компонентов и вредных примесей в концентратах и составлением регламента на проектирование обогатительной фабрики.

Важнейшим фактором для выбора схемы обогащения является неравномерность оруденения в недрах, определяющая наряду с морфологией рудных тел, их мощностью, характером контактов с вмещающими породами, текстурой, наличием дорудных и пострудных интрузий и др., степень неравномерности распределения хромшпинелида в рудных телах, разубоживание и, в конечном счете, контрастность добываемой горной массы. Для предварительного обогащения руды рассматривались различные методы, в том числе тяжелосредное разделение и радиометрическая сепарация, при которых физические свойства полезных ископаемых и минералов, физико-технические факторы определяют тесноту связи (корреляцию) между содержанием полезного компонента в отдельных кусках руды и свойствами этих кусков (плотность, цвет, интенсивность вторичного излучения и т.п.). Такие факторы, как необходимость разделения руд на сорта, потребность в крупнокузовых товарных продуктах, зависимость эффективности основных процессов от качества и состава питания определили целесообразность применения кусковой сепарации. Наличие на Сопчеозерском месторождении всех

основных природных разновидностей руд – от убоговкрапленных до густовкрапленных и сплошных – обусловило использование гравитационных методов разделения руды.

Основу разработанной двухстадиальной схемы обогащения хромитовых руд составляют тяжелосредняя сепарация (ТЖС), концентрация на винтовых сепараторах и концентрационных столах. Тяжелосредняя сепарация является наиболее эффективным методом предконцентрации хромитовых руд, что обусловлено, прежде всего, тем, что основными минералами руды являются оливин и хромит, которые существенно отличаются по плотности – $3.1-3.3 \cdot 10^3$ и $4.1-4.3 \cdot 10^3$ кг/м³ соответственно. Схема, представленная на рисунке предусматривает дробление руды до крупности –100 мм с последующим разделением на три фракции по крупности: +50, –50+5 и –5 мм. Первая фракция (+50 мм) обогащается на барабанном тяжелосреднем сепараторе при плотности суспензии 3.6 г/см³ с получением крупнокускового концентрата. Легкая фракция после дробления до крупности –50 мм присоединяется к исходному питанию.

Полупромышленные испытания разработанной технологии были проведены на пилотной тяжелосредней установке Горного института КНЦ РАН (объем переработанной руды составил более 4000 т).

С целью комплексного освоения месторождения в ИХТРЭМС КНЦ РАН проведены исследования по подготовке отходов обогащения и вскрышных пород месторождения для производства огнеупоров. При разработке элементов рудоподготовки принято во внимание, что для ферросплавного производства требуется материал с размером куса не менее 10 мм, а для огнеупорных изделий –3+0.5, –3+0 мм, а также тонкомолотый компонент крупностью менее 0.06 мм.

Крупнокусковой концентрат может непосредственно использоваться для получения хромитовых, хромитопериклазовых, периклазохромитовых огнеупорных материалов.

В шихту крупнокусковой концентрат вводили в виде фракций 3-0.5, а для улучшения спекаемости массы частично измельчали до крупности менее 0.063 мм (вибромол). Свойства образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Огнеупоры на основе крупнокускового хромитового концентрата

Состав шихты, мас. %				Свойства образцов				
Хромит		Бой периклазовых изделий		Плотность кг/м ³	Водопоглощение %	Пористость %	Прочность МПа	Термостойкость, теплосмены
фр. 3-0.5	Менее 0.063 мм	>0.2	Менее 0.063 мм					
50	30	20	-	3000	6	18	60	3
80	-	-	20	2800	9	25	30	5
40	30	30	-	2780	9	25	25	3
70	-	-	30	2760	9	25	30	6

На основе мелкокускового и мелкозернистого хромитового концентратов получены периклазошпинелидные и хромитовые огнеупорные материалы, свойства которых приведены в таблице 2. Высокие свойства образцов обусловлены включением крупных зерен периклаза в тонкозернистую хромитопериклазовую связку.

Таблица 2

Свойства огнеупоров из мелкокускового и мелкозернистого концентратов

Шихта	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Пористость, %	Прочность, МПа
Бой *(0.2-0.5 мм) – 55%; ССП (хромит: магнезит= 2:1) –45%	2980	7	20	40
Бой *(3- 0.5 мм) –40%; (менее 0.063 мм) –35%; ромит (менее 0.063 мм) –25%	2950	7	20	50
Бой *(менее 0.063 мм) – 30%; хромит (1-0.5 мм) –20%; (0.5-0.08 мм) –35%;(менее 0.063 мм) 15%	3060	7	21	56
Хромит (5-3 мм) –20%;(3-0.5 мм) –35%;(менее 0.063 мм) – 15%; бой* (менее 0.063 мм) – 15%	3050	8	24	37

Примечание: *бой периклазового кирпича; ССП – смесь совместного помола

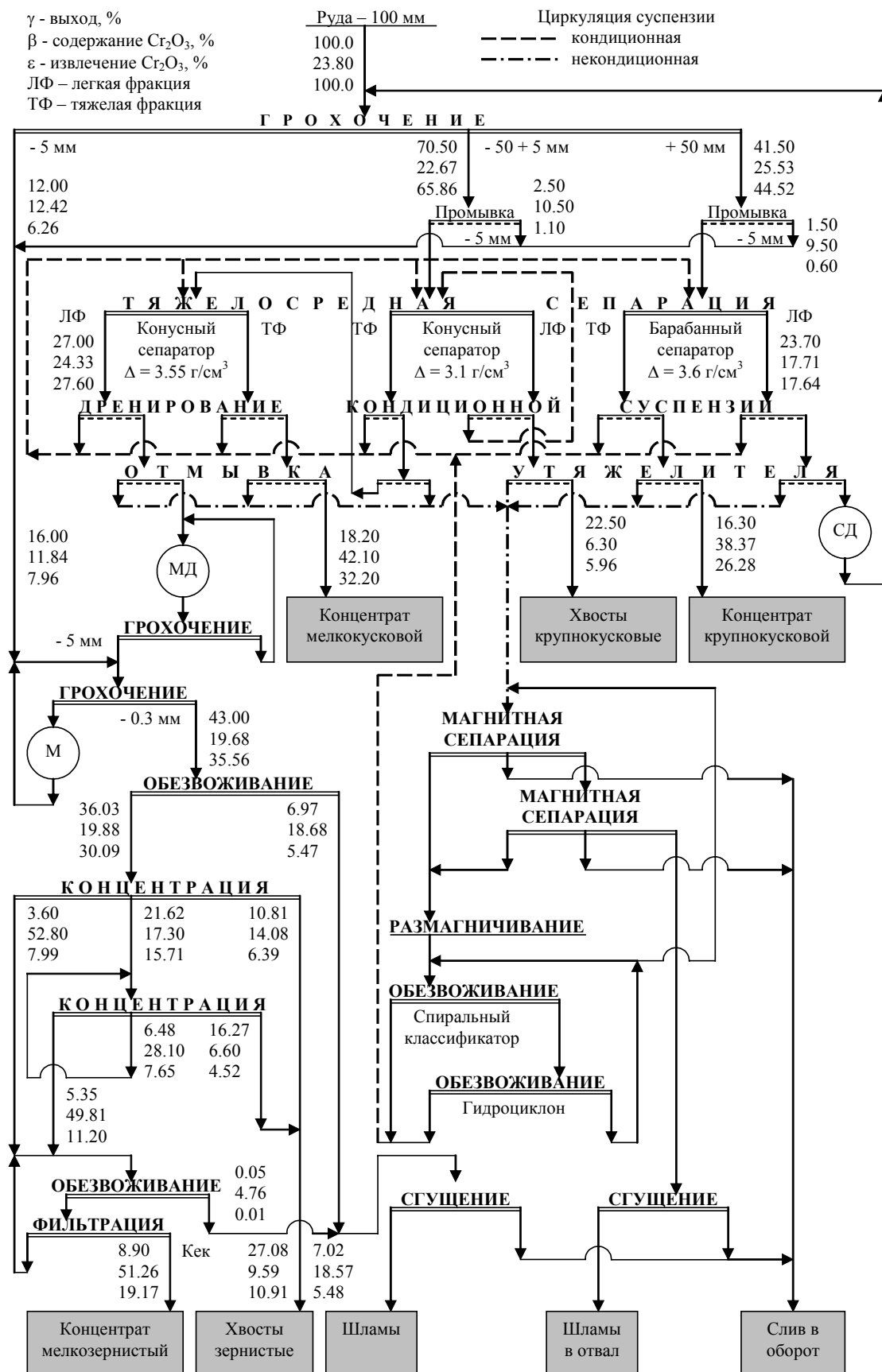


Рис. Схема обогащения хромитовой руды: ЛФ – легкая фракция; ТФ – тяжелая фракция; МД – мелкое дробление; СД – среднее дробление; М – мельница

Мелкозернистый концентрат был испытан в качестве литейного песка для стержневых смесей вместо применяющегося кварцевого песка. Отверстия под футеровочный болт, выполненные данными стержнями имели ровную, чистую поверхность, повторяющую геометрию стержней и не требовали дополнительной обработки. Выбиваемость их лучше, чем серийных. Хромомагнетитовые порошки рекомендованы в основную технологию литейного цеха Оленегорского механического завода. Из тонкодисперсных хромомагнетитовых порошков, подготовленных сухим помолом в мельнице МБЛ-1, получены противопопригарные краски.

TERRITORIAL INFORMATION MODEL GEOLOGICAL RESOURCES OF BUILDING RAW MATERIAL THE ARKHANGELSK AREA

M.G. Gubaidullin¹, A.M. Vorona², I.E. Komissarova³

¹ – *Institute of ecological problems of ARC, Urals Branch of RAS*

² – *Department of natural resources of Administration of Arkhangelsk oblast*

³ – *Federal state organization "Territorial data bank for Arkhangelsk oblast", irkomissarova@yandex.ru*

One of directions of increase of a management efficiency using bowels is creation of territorial information computer system of an estimation and the analysis of a condition of building materials resources in the region. The data generated as digital models of geological maps and databases with application of GIS-TECHNOLOGIES, allow to reproduce adequately an information image of object which is studying enables to carry out generalization of the processes proceeding on the territory with constantly updating object data.

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СТРОИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Г. Губайдуллин¹, А.М. Ворона², И.Э. Комиссарова³

¹ *Институт экологических проблем АНЦ УрО РАН, Архангельск,; felix@dvina.ru;*

² *Департамент природных ресурсов Администрации Архангельской области, dpr@dvinaland.ru;*

³ *ФГУ «Территориальный фонд информации по Архангельской области», irkomissarova@yandex.ru*

В последние годы при геологическом изучении недр региона активно внедряются компьютерные технологии, основанные на применении географических информационных систем (ГИС). В качестве базового ГИС-инструментария используется семейство программных продуктов ARC/INFO. Одной из задач, реализованной с их помощью на территориальном уровне, является ведение государственного кадастра месторождений (ГКМ) и проявлений полезных ископаемых и государственного баланса полезных ископаемых (Губайдуллин, 2001, 2002).

По состоянию на 01.01.2004 г. на государственном учете стоят 132 месторождения строительных материалов, по 105 из которых утверждены запасы (таблица).

Наибольшим спросом у потребителей пользуются песчано-гравийный материал для строительных работ и дорожного строительства, а также цементное сырье, пригодное для производства портландцемента марок 400 и выше. Уровень добычи сырья колеблется. К примеру, за 2003г. он составил 832 тыс. тонн известняка (Савинское месторождение, участок Огарковский) и 171 тыс. тонн глины (участок Шелекса Савинского месторождения).

На территории области разрабатываются четыре месторождения строительных камней: Покровское, Золотуха, Мяндуха и Булатовское. Сырье пригодно для получения щебня марок 600-1200, который может использоваться в качестве заполнителя различных видов бетона дорожном строительстве. Объем добычи составляет порядка 200 тыс. м³ в год.

Месторождения карбонатных пород, гипса и керамзитовых глин эксплуатировались в основном до середины 90-х годов прошлого столетия. В настоящее время запасы этих месторождений находятся в государственном резерве.

На основании всей имеющейся информации по распределенному и нераспределенному фонду недр были сформированы региональная компьютерная база данных и цифровая модель карты (ЦМК) «Строительные материалы Архангельской области». На первом этапе в нее вошли сведения по 320 объектам, классификация которых соответствует типовой легенде «Карты размещения распределенного и нераспределенного фонда недр субъектов Российской Федерации», 1999 г.

Таблица

Сводные данные о строительных материалах, зарегистрированных в ГКМ

Вид минерального сырья	Количество месторождений		Единица измерения запасов	Разведанные запасы (кат. А+В+С ₁ +С ₂)
	всего	в том числе разрабатываемые		
Цементное сырье:				
известняки	1	1	тыс.т	111085
глины	3	1	тыс.т	40624
Строительные камни	6	4	тыс.м ³	287273
Карбонатное сырье для обжига				
на известь	4	1	тыс.т	255292
Керамзитовое сырье	3	-	тыс.м ³	7706
Глины для кирпичного производства	39	1	тыс.м ³	83407
Пески:				
- для бетона	2	1	тыс.м ³	20795
- для силикатных изделий	12	1	тыс.м ³	100186
- для строительных работ	17	2	тыс.м ³	89932
Песчано-гравийный материал				
Гипс	44	14	тыс.м ³	201730
	1	-	тыс.т	29884

ЦМК базируется на цифровой топографической основе масштаба 1:1000000. Как правило, цифровые модели разреженных топооснов содержат сведения (слои) о рельефе, гидрографической сети, административно-территориальных границах, населенных пунктах, объектах инфраструктуры.

Все полезные ископаемые (ПИ) сопровождаются краткой текстовой характеристикой месторождения или проявления (местоположение, название, количество залежей и т.п., а также сведения о запасах). При формировании ЦМК основной упор сделан на сбор атрибутивной информации:

- вид ПИ;
- название месторождения, проявления;
- категория месторождения (крупное, среднее, малое, проявление);
- номенклатура топографического листа;
- границы особо охраняемых территорий;
- условные обозначения и т.д.

Это дает возможность отсортировать и выбрать месторождение по любому желаемому признаку. Запросы по создаваемой структуре данных осуществляется двумя путями:

пользователем выбираются объекты на карте, чтобы получить связанную с этими объектами атрибутивную информацию;

пользователь задает условия для атрибутов объектов и объекты, удовлетворяющие заданным условиям, отображаются на карте.

Источниками атрибутивной информации являются лицензионные соглашения по поискам, разведке и добыче полезных ископаемых, кадастры и паспорта месторождений. Информация может быть до любого уровня детальности, соответствуя сведениям, вносимым в кадастр. В случае выдачи лицензии, она может быть просмотрена, выяснена организация, выдавшая и получившая лицензию, получена полная информация не только ресурсного, но и экономического характера. Сведения о лицензионных участках содержит атрибутивную информацию, характеризующую лицензию: серия, номер и вид лицензии; недропользователь; целевое назначение и виды работ; название площади; статус участка недр; сроки действия лицензии (рисунок). Атрибутивная информация содержится в таблицах dbf.

Позднее в ГИС-проекте был сформирован отдельный Вид с более 600 объектами геологических ресурсов строительного сырья, утвержденными протоколами ТКЗ и созданными по паспортам ГКМ. В нем исключены лицензионные объекты, условные обозначения упрощены и даны без учета использования минерального сырья.

Лицензия на право пользования недрами

Лицензия №291

серия Номер Вид лицензии

Недропользователь

Цель

Расположение участка недр

Статус участка недр

Дата начала действия лицензии Срок

Дата окончания действия лицензии

Рис. Стандартный титульный лист лицензии на право пользования недрами

Данные, сформированные в виде цифровых моделей карт геологического содержания, цифровых атласов и баз данных с применением ГИС-технологий, позволяют воспроизвести информационный образ объекта исследований, изучение которого дает возможность осуществить обобщение с целью получения новых сведений об этом объекте. Территориальная информационная модель, адекватно отображая результаты геологических исследований, обеспечивает возможность на современном уровне выполнить их системный анализ с целью повышения эффективности управления недропользованием при освоении общераспространенных минерально-сырьевых ресурсов региона.

Литература

- Губайдуллин М.Г. Формирование геоинформационных пакетов по геологическим объектам Архангельской области // «Сырьевая база России в XXI веке (к 70-летию геологической службы на Европейском Севере России)»: Мат. научно-практической конференции. - Архангельск, 2001. С. 39-42.
- Губайдуллин М.Г. Состояние развития информационно-компьютерной системы недропользования в Архангельской области // «Перспективы освоения минерально-сырьевой базы Архангельской области»: Мат. Международной научно-практической конференции. - Архангельск, АГТУ, 2002. С. 63-65.

MORE ABOUT CEMENT PRODUCTION FROM SECONDARY RAW MATERIALS

B.I. Gurevich, V.V. Tyukavkina

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

A classification of industrial wastes by their chemical and mineral compositions as a source for binding material production is presented. It is shown that the main source of portland cement production in Murmansk region may become products of comprehensive processing of mineral raw materials, as well as industrial wastes. In principle, portland cement in Murmansk region can be made on the basis of unconventional materials and industrial wastes.

К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Б.И. Гуревич, В.В. Тюкавкина

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

С развитием горнодобывающей и перерабатывающей промышленности и при эксплуатации тепловых электростанций возникают огромные отвалы, в которых хранятся шлаки, золы, хвосты обогатительных фабрик и вскрышные породы. Длительное хранение отходов приводит к частичному изменению их состава и загрязнению окружающей среды. Чем мельче отходы, тем они опасней для окружающей среды, создавая пыльные бури и загрязняя водоемы. Наиболее радикальным способом устранения вредных последствий является применения их для производства вяжущих материалов, в частности, портландцемента, масштабы потребления которого соизмеримы с объемом выброса отходов. Однако при применении вторичного сырья возникают трудности связанные с неоднородностью минерального, химического составов и наличием нежелательных примесей.

Согласно классификации вторичного сырья, предложенной Е. Гжимеком, промышленные отходы, пригодные при производстве цементного клинкера подразделяются по содержанию оксида кальция на четыре основные группы (Гжимек, 1976).

На основании исследований, проведенных в Кольском Научном центре, и изучению многочисленных литературных источников промышленные отходы целесообразно разделить на 6 групп по их назначению для производства вяжущих материалов, положив в основу их химические и минеральные составы (Гуревич, 1996).

1. Стеклообразные материалы силикатного и алюмосиликатного составов – гранулированные шлаки металлургических производств, золы электростанций и др.
2. Мелкодисперсные силикаты кальция и кремнезем – различные виды сиштофов, белитовый шлам и др.
3. Сульфаты кальция – гипс, полученный при нейтрализации сточных вод, фосфогипс и др.
4. Карбонаты кальция – отходы содовых и других производств.
5. Хлориды кальция – отходы содовых производств.
6. Кристаллические силикатные и алюмосиликатные материалы - отвальные негранулированные металлургические шлаки, хвосты обогатительных фабрик, отвалы горных пород и др.

Наиболее целесообразно для производства портландцементного клинкера и цемента использовать отходы 2 – 4 и в отдельных случаях 6 группы.

Основным цементным сырьем в Мурманской области могут быть продукты, полученные при комплексной переработке минерального сырья, и отходы промышленности, поскольку отсутствует традиционное цементное сырье – высококальциевые карбонатные породы, глины, мергели и др. Проведенные многочисленные исследования показали, что в качестве карбонатного сырья могут быть использованы карбонатиты и вскрышные породы Ковдорского месторождения комплексных руд и известняки Титановского месторождения, хотя, как те, так и другие, по химическому составу не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к цементному сырью. Они характеризуются низким содержанием оксида кальция и наличием примесей (P_2O_5 и MgO). В качестве алюмосиликатного и железосодержащего сырья могут рассматриваться мелилититы – вскрышные породы Ковдорского флогопитового месторождения, золошлаковые смеси Апатитской ТЭЦ, медно-никелевые шлаки комбинатов «Печенганикель» и «Североникель», гнейсы Оленегорского железорудного месторождения, хлорит-кварц-серицитовые сланцы месторождения Вуручайвенч. В качестве минерализаторов при обжиге клинкера могут рассматриваться титаногипс, медно-никелевые шлаки, фторсодержащие отходы Кандалакшского алюминиевого завода.

На основе известняков Титановского месторождения и продуктов его обогащения (содержания CaO не менее 52%), золы Печерского угля и альбитхлоритовых и серицитовых сланцев по стандартной технологии обжига в опытно-промышленных условиях, получен цемент марки «400». В качестве алюмосиликатного компонента применяли талько-хлоритовые сланцы, входящие в состав известняков (Строительные..., 2003).

Разработана сырьевая смесь, на основе кальцитового концентрата (продукт обогащения Ено-Ковдорских карбонатитов), хлорит-кварц-серицитовых сланцев месторождения Вуручайвенч, золы Апатитской ТЭЦ. В качестве минерализаторов при обжиге сырьевой смеси применяли титаногипс, продукт переработки перовскитового концентрата, и медно-никелевые шлаки комбината «Печенганикель» (Гуревич и др., 1982).

На основе карбонатитов Ковдорского месторождения и магнийсодержащих хвостов Ковдорского ГОКа получен цемент марок «300-400», который отличался медленным твердением в - первое время, но

набирал марочную прочность к 28 суткам. При температуре обжига 1200 – 1350 °С в клинкере фиксируется СаО и MgO. При более высокой температуре обжига содержание этих окислов сокращается до 0.5-0.7%. Авторами установлена принципиальная возможность использования магнийсодержащих хвостов Ковдорского ГОКа в качестве сырьевого компонента при производстве цемента (Использование..., 1986).

В лабораторных условиях на основе вскрышных пород Ковдорского месторождения (карбонатитов и мелилититов) и золошлаковой смеси Апатитской ТЭЦ получен портландцемент марок «300-400», содержащий до 3 мас.% P_2O_5 и 5.5 мас.% MgO в пересчете на клинкер. Исследования реакционной способности фосформagneзийсодержащих шихт, показали, что с увеличением содержания P_2O_5 замедляется процесс алитообразования, а при содержании P_2O_5 более 4 мас.% полностью прекращается. Совместное присутствие оксидов магния и фосфора не меняет характер влияния последнего на процессы клинкерообразования и качество клинкера. Мелилититы в фосформagneзийсодержащих смесях обладают наибольшей реакционной способностью по сравнению с глиной и золой. Мелилититы - безводные силикаты кальция и магния, по своему составу близки к кислым доменным шлакам. Они практически не содержат диссоциирующих соединений (п.п.п. - 0.91 мас.%), поэтому не требуются затраты теплоты на процессы испарения и диссоциацию. Использование в качестве минерализатора фторсодержащих отходов Кандалакшского алюминиевого завода способствует увеличению алитовой фазы в клинкере, понижению температуры алитообразования на 100-200 °С и росту гидравлической активности. Для устранения отрицательного влияния неоднородности сырья и снижения содержания в нем нежелательных примесей необходимы предварительная подготовка сырья и оперативное управление составом и технологическим процессом (Тюкавкина, 2000).

Разработана также сырьевая смесь, состоящая из карбонатитов Ено-Ковдорского и гнейсов Оленегорского железорудных месторождений, являющихся вскрышными породами. Для улучшения спекаемости применялись фториды и сульфаты кальция. При лабораторных обжигах указанных сырьевых смесей зафиксировано высокое усвоение СаО_{св} и хорошая кристаллизация продуктов обжига. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что для получения портландцемента в условиях Кольского полуострова возможно использование в качестве карбонатного компонента карбонатитов, содержащих до 3 мас.% P_2O_5 , а вместо глин - амфибол-биотитовых гнейсов (Поляков, 1991).

Другим вариантом предусмотрено получение портландцементного клинкера из сырьевых материалов, добываемых попутно на Оленегорском ГОКе. В качестве алюмосиликатного компонента предложено применение метаморфической породы гнейсов, являющейся вскрышей при добыче железной руды, а в качестве карбонатного компонента – привозного известняка Липецкого месторождения, поставляемого на ГОК на обратном пути составов, вывозящих железную руду, и местного Ковдорского карбонатита, железосодержащей добавкой служит получаемый на ГОКе железорудный концентрат. Учитывая, что сырьевые материалы, гнейсы и карбонатит – содержат в своем составе повышенное количество P_2O_5 , соотношение гнейсов и карбонатитов должно поддерживаться в пределах от 2.4:1 до 6.7:1, для того чтобы содержание P_2O_5 не превышало 0.5 мас.%, как того требуют технические условия на цементное сырье. Лабораторные и полупромышленные испытания показали, что сочетание сырьевых материалов, являющихся нетрадиционным сырьем, позволяет получить более высококачественный клинкер при температуре клинкерообразования ниже на 50-100 °С, чем в случае традиционного сырья. Такой подход позволяет осуществить на Оленегорском ГОКе малоотходную технологию добычи и переработку железных руд (Никифоров и др., 1992).

В лабораторных условиях и полупромышленных испытаний рассмотрено получение портландцемента и серной кислоты из фосфогипса, предложено два варианта принципиальной технологической схемы переработки фосфогипса (в зависимости от содержания в нем P_2O_5) на портландцемент и серную кислоту. Переработка фосфогипса на серную кислоту и портландцемент позволяет организовать целый комплекс безотходных производств (Гуревич, 1996).

Таким образом, выше указанными исследованиями, показана принципиальная возможность получения портландцемента в Мурманской области на основе нетрадиционных материалов и отходов горнопромышленного комплекса.

Литература

Гжимек Е. Комплексные методы производства цемента // 6 Международный конгресс по химии цемента, Т. 3 – М.: Стройиздат, 1976. - С. 328-345.

Гудович Л.А., Гуревич Б.И., Тимошенко О.М. Вяжущие строительные материалы из карбонатных пород Кольского полуострова // Карбонатные породы Кольского полуострова как минеральное сырье. – Л.: Наука, 1966. – С. 3 – 27.

Гуревич Б.И. Вяжущие вещества из техногенного сырья Кольского полуострова. - Апатиты, изд-во КНЦ РАН. - 1996. - 180 с.

Гуревич Б.И., Добрынина Н.Г., Дубровская Н.М. Медно-никелевые шлаки как корректирующая добавка к портландцементной сырьевой шихте // Минеральное сырье и отходы промышленности для производства строительных и технических материалов. - Л.: Наука, 1982. - С.21-25.

Использование попутных продуктов обогащения железных руд в строительстве на Севере / Прокофьева В.В., Боженков П.И., Сухачев А.И. и др. // - Л.: Стройиздат, 1986. - 176 с.

Никифоров Ю.В., Коугия М.В. Использование нетрадиционных материалов при производстве цемента // Цемент. - 1992. - № 5 - С.44- 62.

Поляков Г.П., Афанасьева Л.Б. Использование вскрышных фосфор – магний – содержащих пород железорудных месторождений для получения портландцемента // VIII Всесоюз. науч. техн. совещ. по химии и технологии цемента. - М.: 1991.- С. 117-120.

Строительные материалы из минерального сырья Кольского полуострова, Ч.2 / Макаров В.Н., Крашенинников О.Н., Гуревич Б.И. и др. - Апатиты, изд-во КНЦ РАН. - 2003. - С. 87-119.

Тюкавкина В.В. Использование отходов Кольского горнопромышленного комплекса для получения портландцементного клинкера: Автореф. дис. ... канд. техн. наук (11.00.11) - Апатиты, 2000. - 20 с.

ECOLOGICAL MANAGEMENT OF INDUSTRIAL WASTES FOR IMPROVING THEIR USE IN BUILDING INDUSTRY

B.V. Gusev, T.P. Shcheblykina

Russian engineer academy

There is an increasing ecological-economical contradiction between waste producing factories and factories, which can use these industrial wastes. This contradiction is one of the reasons suppressing development of resource-saving technologies. We present experimental data on using industrial wastes (also mutually matching wastes) for environmental protection and saving natural resources in concrete and reinforced concrete producing. We consider methods of ecological management as a tool for stimulation the resource-saving technologies development in these industries.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Б.В. Гусев, Т.П. Щеблыкина

Российская инженерная академия

Промышленность строительных материалов позволяет использовать широкую гамму промышленных отходов, включая отходы производства и потребления, решая при этом проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Производство бетонных и железобетонных материалов и изделий является одним из наиболее эффективных направлений использования промышленных отходов. Это обусловлено, прежде всего, значительной энергоемкостью технологического процесса, а также и тем, что бетон, как композиционный материал, был и остается на ближайшую перспективу основным представителем среди строительных материалов, так как широкое варьирование видами вяжущих, заполнителей и технологическими параметрами производства позволяет получать материалы с широким диапазоном строительно-технических свойств.

Одной из причин, сдерживающих создание ресурсосберегающих технологий на основе отходов промышленности, является все увеличивающееся эколого-экономическое противоречие между предприятиями, которые производят отходы, и предприятиями строительного комплекса, которые могут при определенных условиях использовать техногенное сырье. Рассмотрим возможность применения методов экологического менеджмента для стимулирования создания ресурсосберегающих технологий при производстве бетона и железобетона на примере золошлаковых отходов ТЭС с учетом теоретических возможностей с точки зрения рационального природопользования и практически существующей реальности применения отходов в качестве вторичного минерального сырья.

В таблице приведены экспериментальные данные, полученные при оценке эффективности применения в технологии изготовления вибропрессованных песчаных бетонов взаимосочетаемых отходов (отходы ТЭС и отходы металлургического производства), на основе которых может быть получена комплексная минеральная добавка (КМД). КМД может состоять из двух или большего количества отходов, в том числе в сочетании с пластифицирующими добавками, которые, взаимно обогащая и активизируя друг друга, способствуют увеличению суммарного эффекта от применения их в бетоне. В данном случае КМД была получена на основе золошлаковых отходов, отходов металлургического производства в виде микрокремнезёма и суперпластификатора. В качестве золошлаковых отходов применяли отвалы золы ТЭЦ-22 и Северодвинской ТЭЦ. В качестве отхода металлургического производства использовали МК Павлодарского завода с содержанием активного кремнезёма не менее 85%. В работе использовали портландцемент Белгородского завода М500 и портландцемент элеваторный М400, песок Сычевского карьера с $M_k = 2,5$ и мелкий песок с модулем крупности $M_k=1,8$. Образцы пропаривались по режиму (3+3+8) ч, медленное остывание при 80°C.

Таблица

Экспериментальные данные по оценке эффективности применения в технологии изготовления вибропрессованных песчаных бетонов взаимосочетаемых отходов

№ п/п	Фактический состав бетона								Жест- кость, сек.	К уплотн.	$\gamma_{б.с.}$	В/Ц	R_{min} 1 сут.
	$m_{ц},$ кг/м ³	$m_{п},$ кг/м ³	$m_{з},$ кг/м ³	$m_{МК},$ кг/м ³	$m_{МК},$ %	$m_{с-3},$ кг/м ³	$m_{с-3},$ %	$m_{в},$ кг/м ³			кг/м ³		МПа
1.	567	1120	332					225	40	1,00	2191	0,40	45,9
2.	498	1285	300					197	40	0,98	2250	0,39	43,7
3.	380	1458	248					156	40	0,97	2205	0,41	30,6
4.	485	1063	315	54,6	10	5,46	1	176	40	0,97	2010	0,36	56,0
5.	443	1269	298	49,5	10	5,05	1	179	40	0,97	2200	0,40	48,0
6.	315	1347	229	38,0	10	3,88	1	164	20		2040	0,52	34,0
7.	460	1135	336	115,0	20	11,50	2	196	40	0,99	2225	0,43	64,2
8.	412	1328	314	103,0	20	10,50	2	196	40	0,99	2320	0,48	58,2
9.	300	1432	244	74,8	20	7,48	2	144	40	0,94	2166	0,48	41,2
10.	408	1151	341	174,5	30	17,40	3	214	40	0,98	2274	0,52	65,3
11.	315	1164	272	135,0	30	13,50	3	147			2030	0,46	
12.	270	1487	253	116,0	30	11,60	3	158	40	0,97	2260	0,59	55,7

Из представленных данных таблицы четко видно, что предлагаемая КМД позволяет сократить расход портландцемента в высокомарочных бетонах до 300 кг/м³ и при этом повысить прочность образцов бетона после пропаривания на 20%.

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что применение золошлаковых отходов в производстве бетонных и железобетонных изделий имеет в определенной степени больше проблем, чем применение их в производстве портландцемента, обжиговых материалов, а также в дорожном строительстве. Это обусловлено тем, что золошлаковые отходы, за редким исключением, не могут практически полностью заменить какой либо из компонентов и их следует рассматривать в качестве самостоятельного компонента, применение которого требует специальной технологической линии, соответствующей требованиям экологической безопасности. Вместе с тем, следует подчеркнуть, что золошлаковые отходы без предварительной подготовки представляют собой отходы, как правило, 4 класса опасности. Обращение с отходами данного вида, к которым относятся многие крупнотоннажные отходы промышленности, с 1992 года должно осуществляться с учетом действующей нормативно-правовой базы, которая по действующему законодательству обязывает платить экологические платежи за размещение их. Вместе с тем, для предприятий цементной промышленности, обжиговых керамических изделий, которые выработали запасы традиционного сырья, золошлаковые отходы используются в качестве вторичного минерального сырья.

Проблему увеличения объемов использования отходов в строительной индустрии можно решить за счет внедрения методов экологического менеджмента. В рамках принятых нормативно-правовых документов в области обращения с отходами производства и потребления заложен основной принцип, что производитель отходов оплачивает все расходы, связанные с размещением и утилизацией отходов, действует принцип – загрязнитель платит за все, а именно, за транспортировку отходов, за покупку талонов на размещение на полигоне, рекультивируемом карьере, при строительстве или отсыпке

дорожного объекта. При этом предприятия, размещающие или использующие отходы, должны иметь лицензии на право обращения с опасными отходами, к которым относятся и отходы 4 класса опасности. Кроме того, если отходы размещаются на полигоне или в карьере, то производитель обязан оплатить экологический платеж, составляющий в настоящее время 340 рублей.

Вместе с тем, использование отходов в строительной индустрии может осуществляться по двум направлениям, которые четко можно проследить на примере твердых отходов литейного производства (Использование..., 2005). Твердые отходы литейного производства без предварительной подготовки, содержащие комки и микровключения металла, предлагаются на предприятия строительной индустрии с целью их утилизации. В этом случае предприятие, которое будет использовать отходы данного вида должно получить лицензию на право обращения с отходами, пройти экологическую экспертизу и принимать твердые отходы литейного производства за определенную плату, оказывая природоохранную услугу по аналогии с карьером или полигоном. При этом транспортные расходы также оплачивает предприятие, которое сдает отходы.

Возможен и другой вариант вторичного использования отходов. Предприятие внедряет ряд технологических приемов и получает кремнезёмистый компонент на основе твердых отходов литейного производства. Данный материал будет представлять не отход, а вторичное сырье, которое должно соответствовать необходимым требованиям по стабильности свойств и иметь всю необходимую документацию. В этом случае, предприятие, на котором образуется это сырье, будет продавать его предприятиям строительной индустрии, которые в свою очередь должны оплачивать транспортные расходы, но полностью свободны относительно получения лицензии на право обращения с отходами, так как используют не отход, а вторичное сырье.

На основе вышеизложенного следует, что на предприятия строительной индустрии, использующие отходы промышленности, должны распространяться все те же условия по приему отходов, которые на сегодня действуют для полигонов и карьеров, оказывающих природоохранные услуги по приему отходов.

Следует подчеркнуть, что использование отходов в строительной индустрии значительно эффективнее с точки зрения охраны окружающей среды. Снижается нагрузка на полигоны и уменьшается риск вторичного загрязнения окружающей среды. Это обусловлено тем, что исключается непосредственный контакт отходов с окружающей средой, а производимые материалы и изделия с использованием отходов соответствуют требованиям эколого-гигиенической безопасности, так как цементный камень и бетон являются детоксикантами для многих вредных ингредиентов, включая даже и золы от мусоросжигания, содержащие диоксины. При таком подходе к использованию отходов в промышленной индустрии будут инвестироваться либо технологии переработки отходов с целью получения вторичного сырья, либо создание наукоёмких технологий производства строительных материалов с использованием отходов. При этом предприятия строительной индустрии выступают участниками рынка экологических работ, товаров и услуг и характеризуются как предприятия, производящие ресурсосберегающую технологию и природосберегающую продукцию.

На основе вышеизложенного одним из возможных стимулов для увеличения объемов использования золошлаковых отходов в строительной индустрии является реализация действующего законодательства в сфере обращения с отходами.

Если золошлаковые материалы являются отходом и не могут быть использованы без специальной подготовки, то предприятия энергетического комплекса, заинтересованные в утилизации своих отходов, должны предлагать предприятиям строительной индустрии использовать их на платной основе, оплачивая при этом и транспортные расходы по доставке их на предприятие. В этом случае, заводы строительной индустрии, будут заинтересованы в оказании природоохранных услуг и получении качественной и конкурентно способной продукции с использованием золы.

Предлагаемый подход к использованию золошлаковых материалов позволит значительно увеличить количество отходов, вовлекаемых в хозяйственный оборот, а также внедрить принципы рационального природопользования в рамках действующего законодательства и вывести из тени существующие ресурсосберегающие технологии производства бетонных железобетонных изделий с применением промышленных отходов или техногенного минерального сырья.

Литература

Использование твёрдых отходов литейного производства в строительной индустрии / Гусев Б.В. и др.
// Экология и промышленность России. – 2005. - № 2. - С.12-15.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF KARELIAN QUARTZ IN CONSTRUCTION AND TECHNICAL MATERIALS

L.A. Danilevskaya, L.S. Skamnitskaya

Institute of Geology, KarRS RAS

The larger part of all quartz produced in the world is used in construction industry. The raw material is represented by quartz sand, quartzite-sandstone, quartzite, vein and pegmatite quartz. A great number of occurrences of high-silica ore of different types have been discovered in Karelia. Quartzites of the lower-Jatulian structures, which are quite common in the territory of Karelia, can be used for production of certain grades of glass, acidic refractory products, bricks and as slag-forming compound in non-ferrous metallurgy as well as in production of decorative crushed stone.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАРЦА КАРЕЛИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Л. А. Данилевская, danilevs@krc.karelia.ru, Л.С. Скамницкая, skamnits@krc.karlia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Ежегодно в мире потребляется около 10 млрд.т. кварца в различных формах, из которых на строительную промышленность приходится 98% (The Economics..., 1992). Могут использоваться как необогащенные, так и обогащенные высококремнеземистые породы (кварцевые пески, кварцито-песчаники, кварциты) для производства силикатного кирпича, формовочных материалов, технических и строительных материалов (рубероида, фильтров, абразивов) и т.д. Жильный и пегматитовый кварц используются главным образом в качестве сырья для производства стекла, которое широко применяется в строительстве (листовое и техническое различных видов), а также на производство кварцевой керамики различных видов. Кроме того, в последнее время получили развитие новые виды строительных материалов, получаемых на основе стекла. Это в первую очередь ситаллы – стеклокристаллические материалы, получаемые регулируемой кристаллизацией стекла, которые обладают высокой механической прочностью и термостойкостью, водостойчивы и газонепроницаемы, характеризуются низким коэффициентом расширения, высокой диэлектрической проницаемостью и низкими диэлектрическими потерями (Кукушкин, 1992). Из них изготавливают навесные самонесущие панели наружных стен зданий, перегородки, плиты и блоки для внутренней облицовки стен, мощения дорог и тротуаров, оконные коробки, ограждения балконов, лестничные марши, волнистую кровлю, санитарно-техническое оборудование. Широко применяют также пеностекло – пористый материал, представляющий собой стеклянную массу, пронизанную многочисленными пустотами. Оно обладает тепло- и звукоизоляционными свойствами, небольшой плотностью (примерно в 10 раз легче кирпича) и высокой прочностью, сравнимой с бетоном. Пеностекло является исключительно эффективным материалом для заполнения внутренних и наружных стен зданий. Кроме того, в строительстве применяют стеклопластики (волнистые и плоские) для покрытия крыш и для устройства внутренних перегородок.

На территории Карелии выявлено много разновидностей высококремнеземистого сырья. Это жильный и пегматитовый кварц, кварциты и кварцито-песчаники, кварцевые пески и др.

Пески наиболее крупных месторождений (Сулажгорское, Эссойлское Суоярвское) имеют кварц-полевошпатовый состав и характеризуются нестабильным гранулометрическим составом. Содержание в них SiO_2 составляет 78-79%. Пески используются для изготовления силикатного кирпича. По состоянию на 2002 г. эксплуатируются строительные пески (2 из 26 месторождений) и песчано-гравийный материал (7 из 80 месторождений). В 2002 г. из 17 песчаных карьеров с неучтенными запасами добыто 432 тыс м^3 строительного песка.

Республика не располагает запасами кварцевых песков высокого качества (Государственный доклад..., 2002). Вместе с тем на территории Карелии имеют широкое распространение кварциты и кварцито-песчаники янгозерского горизонта нижнего ятулия, характеризующихся практически мономинеральным составом, низким содержанием минеральных примесей. Отложения данного горизонта прослеживаются от Онежского озера – Туломозеро – Суоярви на северо-запад до озер Кукаозеро – Панаярви и района Куоляярви, а также наблюдаются в районе оз. Янис-ярви, где сохранились в ядрах синклинальных складок. Известно несколько месторождений кварцитов в Центральной Карелии: Метчангъярви, Нестерова Гора, Боконвара, Шалговара. Изучены кварциты месторождения Метчангъярви и проявлений Питкяниemi и Кухинас-лампи (район озера Янис-ярви). По химическому составу необогащенные кварциты довольно чистые (табл.) и соответствуют требованиям для производства стекла марок ПБ-150-2 (полубелые изделия) и ПС-250 (изделия пониженной светопрозрачности) (ГОСТ 22551-77).

Средний химический состав кварцитов месторождения Метчангъярви и района Янис-ярви

Участок	Содержание окислов, %											ппп	Сумма
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O		
Метчангъярви	97,8	0,02	0,81	0,36	0	0,003	0,21	0,15	0,07	0,22	0,03	0,10	99,8
Питкяниеми	98,2	0,03	0,6	0,342	0	0,006	0,19	0,07	0,07	0,15	0,01	0,10	99,77
Кухинас-лампи	97,98	0,01	0,65	0,192	0	0,004	0,260	0,07	0,07	0,22	0,02	0,16	99,64

Анализы сделаны в лаборатории Института геологии Кар.НЦ РАН

Кроме того, данные кварциты могут быть пригодны для производства кислых огнеупорных изделий, динового кирпича, а также могут быть использованы в качестве шлакообразующих компонентов в цветной металлургии и для производства декоративного щебня. Молотый кварцит пригоден в качестве абразива для истирания и полировки с помощью пескоструйных аппаратов.

На территории Карелии также широко распространены проявления жильного и пегматитового кварца (Данилевская и др., 2004). Кварц. По состоянию на 1.01.1995 г в Кадастре перспективных проявлений кварцевого сырья различного назначения на территории Республики Карелия числилось 44 объекта, по результатам прогнозно-оценочных работ, проводившихся Институтом геологии и Северной поисково-разведочной экспедицией, добавился еще ряд кварцевых объектов (Прогнозно-минерагеническое изучение..., 2000). Балансом запасов учтено 9 месторождений кварца. В настоящее время на территории Карелии добывается кварц из пегматитовых жил в карьерах Чупинского ГОКа в Лоухском районе (ЗАО «Чупа кварц»), в основном в производство идут отвалы. Данный кварц в зависимости от своих характеристик используется как для оптического стекловарения, так и для производства фарфора, керамики, огнеупоров, абразивов и других материалов, а также как декоративная крошка в строительстве.

Жильный кварц большинства кварцевых проявлений Карелии может быть использован в производстве керамических, стекольных и огнеупорных изделий (>96-98% SiO₂), кварцевой керамики, стекла для химической промышленности (не менее 99,5% SiO₂) для получения ферросилиция (>97% SiO₂) и металлического кремния, и в других отраслях промышленности, где нет высоких требований к химической чистоте кварца.

На территории Карелии имеют распространение кварцсодержащие породы, которые могут рассматриваться как комплексное сырье. В частности, при получении кианитовых и мусковитовых концентратов из кварцсодержащих пород Хизоваарского месторождения хвосты обогащения могут быть использованы для получения кварцевых продуктов различного назначения, в том числе и для стекольной промышленности.

Литература

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2002 году. – Петрозаводск, 2003. - с. 72-73

Данилевская Л.А., Скамницкая Л.С., Щипцов В.В. Кварцевое сырье Карелии. Петрозаводск. КарНЦ РАН, 2004. 226с.

Кукушкин Ю.Н. Химия вокруг нас. – М.: Высшая школа, 1992.

The Economics of quartz. Roskill Information Services Ltd, London, 1992, 56 p.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF KARELIAN DIATOMITES

I.N. Demidov, V.P. Iljina, T.S. Shelekhova, B.Z. Belashev, I.S. Inina

Institute of Geology, KarRS RAS

Diatomites of Karelia were studied to determine the possibility of their use as filters and light-weight thermal-insulation bricks. In calcined samples of diatomites and diatomaceous sapropel the content of SiO₂ was changing from 75 to 90-96%, specific weight was 0.19-0.8g/cm³, specific surface – 10-40m²/per gramme of sediment. Thermal treatment and leaching (boiling in 5% HCl) sharply reduced iron content to 0.075%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИАТОМИТОВ КАРЕЛИИ

И.Н. Демидов, В.П.Ильина, Т.С. Шелехова, Б.З. Белашев, И.С. Иннина

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Диатомит – природный материал, представляющий собой останки древних диатомовых водорослей (диатомей). Это пористая порода на 90% заполненная воздухом, что определяет ее высокие фильтрующие и теплоизоляционные характеристики. Диатомит широко используется в строительстве для изготовления легковесных и теплоизоляционных изделий.

Диатомиты Карелии являются озерными, голоценовыми отложениями и в основном залегают на дне небольших озер и болот. Мощность их в среднем составляет 2-3 м, достигая в некоторых водоемах 6-8 м. В естественном состоянии (при влажности 80-85%) они представляют собой студенистую массу коричневого, реже белого, кремового или оранжевого цвета, состоящую более чем на 50% из кремнистых (опаловых) створок микроскопических водорослей – диатомей.

В природных образцах диатомитов содержание SiO_2 обычно составляет 50-70%, иногда достигая 88-95%. Примесь полуторных окислов в целом невелика, но колеблется в широких пределах: Al_2O_3 от 0,5 до 6,9%, Fe_2O_3 от 0 до 7, редко до 14-19 % и зависит от степени загрязненности диатомитов минеральными частицами. Содержание органики (п.п.п.) также изменяется в широких пределах - от 0 до 34% в диатомитах и до 52% в диатомовых сапропелях. В прокаленных образцах как диатомитов, так и диатомовых сапропелей, содержание SiO_2 изменяется от 75 до 90-96%, удельный вес, составляет 0.19-0.8 г/см³, удельная поверхность - 10-40 кв.м./ грамм осадка (по 6 определениям). Физико-химические свойства изменяются по вертикали и латерали разрезов донных отложений и зависят от видового состава диатомей, сохранности и количества их створок в грамме осадка, а так же от количества органических и минеральных примесей.

На территории Карелии известно 80 месторождений и местопоявлений диатомитов ($\text{SiO}_2 > 50\%$) и 39 местопоявлений диатомовых сапропелей ($\text{SiO}_2 = 35-49\%$). Прогнозные ресурсы диатомитов Карелии составляют более 300 млн. куб. метров в естественном залегании (при влажности 80-85%). Месторождения диатомитов относятся преимущественно к мелким (< 1 млн. м³), реже к средним (1-5 млн. м³).

Озерные голоценовые диатомиты, используемые в качестве сырья для различных отраслей промышленности, в основном требуют обогащения – в ходе которого органические примеси сгорают, и их физико-химические свойства значительно улучшаются. В таблице приведены составы двух проб диатомитов: исходные и после термообработки и выщелачивания.

Таблица

Химический состав диатомитов "Муезерка" и "Тедрилампи"

Диатомит	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.п.
Всх.Д-01-23	76,20	0,1	3,82	0,22	0,004	0,25	<0,01	0,33	0,19	16,65
Термообработ. 700°C	88,86	0,08	4,32	0,13	0,006	0,41	<0,01	0,29	0,27	4,67
После HCl				0,075						
Всх.Д-00-50	70,46	0,05	1,96	2,05	0,017	0,62	0,43	0,19	0,14	23,53
Термообработ. 700°C	90,02	0,06	2,29	2,27	0,018	1,38	<0,01	0,24	0,18	3,57
После HCl				0,45						

В результате термообработки и последующего выщелачивания (кипячение в 5% HCl) содержание железа резко снижается до 0,075% (табл.).

Качество диатомитов, особенности их применения в различных отраслях промышленности определяется не только содержанием SiO_2 , наличием минеральных примесей, но и составом породообразующих видов диатомей, формой, размером и степенью сохранности их створок. В зависимости от этих показателей изменяется пористость, объемный вес и абразивные свойства диатомитов.

Породообразующими видами в диатомитах "Муезерка" и «Тунгозеро» (Д-01-23) (рис.а) являются планктонные центрические виды цилиндрической формы *Aulacoseira distans*, *A. italica* var. *valida* и донные пеннатные *Anomoeoneis serians*, *A. serians* var. *brachysira*, *A. follis*, *Frustulia rhombodes*. Содержание двуокиси кремния в них составляет 68.44%.

Другой тип диатомитов «Тедрилампи» (Д-00-50) (рис. б) представлен мелкими пеннатыми формами с размером створки до 30 микрон *Fragilaria construens* et var. var., *F. brevistriata*, *Navicula* sp., *Pinnularia* sp.

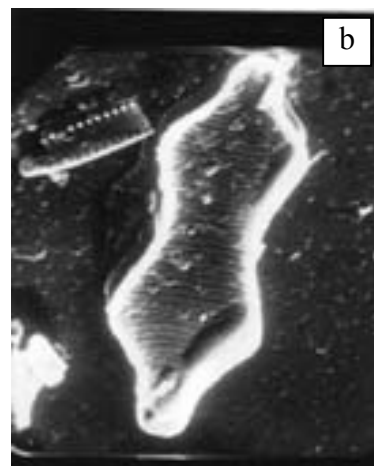
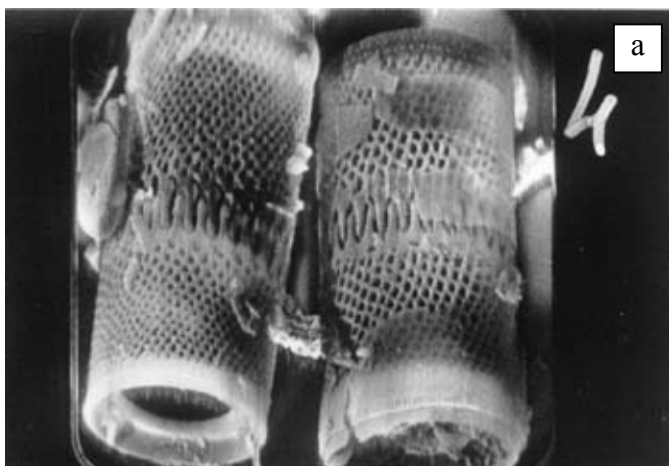


Рис. Породообразующий вид диатомита: а - Д-01-23 (увел. 3000), б - Д-00-50 (увел. 3000)

Вполне вероятно, что разный породообразующий состав оказывает влияние на объемный вес, удельную поверхность и другие физические свойства диатомитов. Возможности их применения могут быть различны. Диатомиты первого типа с нашей точки зрения лучше использовать в качестве фильтровальных материалов, адсорбентов и наполнителей, а второй тип – в качестве абразивов, сырья для производства жидкого стекла и строительных материалов.

По химическому составу и физико-механическим свойствам диатомиты Карелии отвечают требованиям, предъявляемым к диатомовому сырью для изготовления легковесного теплоизоляционного кирпича, в качестве засыпки при тепловой изоляции и заполнителя при получении жаростойких бетонов в строительстве.

На основе диатомита (Д-00-50) и кембрийской глины Чкаловского месторождения в лабораторных условиях были приготовлены образцы легковесного кирпича. Для исследования влияния диатомитового сырья на физико-механические свойства в массах легковесного кирпича количество его изменяли от 10 до 40 масс. %.

Изучалась возможность применения диатомита (Д-01-23) в качестве фильтра для воды.

THE RESOURCES AND DEMAND FOR DARK-COLOUR DIMENSION STONE IN THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD (NORTHWEST FEDERAL DISTRICT OF THE RUSSIAN FEDERATION)

D.V. Zhiron¹, V.V. Laschuk²

¹ *Geological institute, KolSC RAS*

² *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS*

The report contains the analysis of the resources and demand for so called “black granites” – the dark-colour hard rock found in the eastern part of the Baltic shield, which is the main source of this type of dimension stone.

РЕСУРСЫ И РЫНОК ТЕМНОЦВЕТНОГО ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ РФ)

Д.В. Жиров¹, zhirov@geoksc.apatity.ru, В.В. Лащук²

¹ Геологический институт, Кольский научный центр РАН;

² Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН

Темноцветные кристаллические высокопрочные породы в отрасли облицовочного камня (ОК) объединяют в коммерческую группу "черных гранитов", которая объединяет большой ряд петрографических разновидностей, преимущественно основного-ультраосновного состава магматического и метаморфического происхождения. Эти камни имеют ряд специфических черт, определяющих как рыночные преимущества, так и определенные недостатки.

Во-первых, они относятся к ахроматическому ряду "черный – белый", пользующемуся стабильным повышенным уровнем спроса. Наибольшей ценностью в этом ряду обладают ОК крайних категорий, т.е. наиболее белые и наиболее черные холодных оттенков. Эти цвета являются классическими для всех времен и культур и поэтому наименее подвержены колебаниям конъюнктуры и моды. Черный цвет в России считается траурным, поэтому пользуется повышенным способом при изготовлении ритуальных изделий.

Во-вторых, для некоторых существенно плагиоклазовых крупно-гигантозернистых пород этой группы характерны специфические оптические эффекты (лабрадоресценция, иризация и шиллерезация), значительно повышающие декоративность и стоимость камня.

Стоимость камня также повышает однородная мелкозернистая структура и выдержанность окраски, а понижает – наличие значительного количества рудных минералов, прежде всего, сульфидов, реже рудных окислов. Гипергенные изменения этих минералов могут снизить долговечность и ухудшить декоративность габброидов.

Большинство петрографических разновидностей "черных гранитов" имеют характерные отличия физико-механических свойств и вещественного состава:

- повышенная удельная плотность, примерно, в диапазоне 2,9-3,3 г/см³ и выше;
- повышенные прочностные свойства;
- низкие значения истираемости;
- высокая долговечность;
- для габброидов основного-ультраосновного ряда характерны низкие кларковые значения радионуклидов, на порядок-два ниже, чем у пород кислого и щелочного составов;
- как правило (для существенно плагиоклазовых пород, например габбро), характерны высокие показатели обрабатываемости (низкая себестоимость цикла "распил – полировка", низкая абразивность, "высокая" полировка), в сравнении с другими разновидностями гранитов.

Месторождения "черных гранитов" распространены значительно реже, чем других цветов (табл. 1). По оценке различных исследователей они составляют 6-12 % от общего количества месторождений при существенно меньших удельных объемах запасов (Атлас ..., 1993; Империя ..., 1996; Облицовочные ..., 1983; Осколков, 1984). Группа "габброиды" включает преобладающее большинство (до 90% и более от общего количества) темноцветных разновидностей пород. Существенно меньше (до 10%) темных разновидностей ОК дают вулканические и метаморфические породы. При этом необходимо учесть, что камней интенсивно-черного цвета без ухудшающих оттенков и текстур не более трети от добываемых разновидностей габброидов.

Таблица 1

Структура месторождений ОК на территории стран СНГ, ранжированная по генетическим типам, в % от общего количества месторождений

Группа природного камня	Ацагорцян З.А. и др., 1983	Сычев Ю.И., 1993	Бакка Н.Т., Ильченко И.В., 1992	ГБЗ, 2002 (разрабатываемые мест-я)	Империя камня..., 2005 (мировой объем производства)
Габброиды	6 %	12 %	10 %	12 %	2,5 % (ОК черного цвета)
Гранитоиды	21 %	37 %	20 %	28 %	-
Прочие: (вулканические, метаморфические и осадочные)	73 %	51 %	70 %	60 %	-

Благодаря геолого-генетическим и геодинамическим особенностям (приуроченность к подвижным поясам, расслоенность или линзовидность тел и т.п.), для большинства месторождений "черных гранитов" характерна невысокая блочность. Как правило, выход товарных блоков I-III групп ГОСТ укладывается в диапазон 10-25 %, очень редко превышает 30 %. Для сравнения: в Финляндии эффективно отрабатываются месторождения "черных гранитов" с блочностью (выход товарных блоков) 8-12%. Для габброидов свойственно наличие более 3-х систем трещиноватости, что также отражается на результативности их добычи.

Сырьевая база "черных гранитов" восточной части Балтийского щита (табл. 2) представлена (ГБЗ, 2002): габбро-диабазы (65-68% запасов), габброноритами (25-28%), пироксенитами (5%), метагаббро и габбро (1%), амфиболитами (1-2 %). Ресурсы черного камня региона позволяют многократно нарастить сырьевую базу традиционных сортов и расширить номенклатуру за счет новых геолого-промышленных типов. Так, в Мурманской области помимо новых сырьевых объектов известных коммерческих типов (кирикованских пироксенов, габброноритов (друзитов) группы Ена, а также метагаббро и габбро-анортозитов Монче Тундры) можно рекомендовать для постановки ГРП и последующего освоения однородные темно-серые мелкозернистые габбронориты Федорово-Панских тундр, черные авгитовые порфириды Ловозерских тундр и интенсивно-черные клинопироксениты Порьинского массива. Кроме того, предприятиями области использовались блоки-негабариты перидотитов, пироксенитов и габбро массива Пилыгуярви, амфиболитов из вмещающих пород месторождения Куруваара а также темно-серовато-коричневых шонгуйских монцодиоритов. В числе перспективных объектов темноцветных ОК Республики Карелия, неучтенных Государственным балансом (ГБЗ, 2002), есть зеленовато-черные пироксениты (Сопка Бунтина), темно-серые до черного габбро-амфиболиты (Шуеварака и др.) и темно-голубовато-и зеленовато-серые кордиеритовые сланцы (Пирттипохья). Известен опыт использования в качестве облицовочного и строительного камня черных шунгитов (Империя ..., 2005).

Таблица 2

Основные месторождения темноцветных габброидов Северо-Западного округа РФ (ГБЗ ..., 2002)

№	Месторождение	Вид горной породы ¹	Запасы, тыс. м ³	Выход блоков (групп), %	Предприятие – владелец лицензии
1.	Кирикован-2 (Мур)	П	944	39 (I-III)	ОАО "Кольская ГМК"
2.	Енское / Ена-1, (Мур)	ГБН	530	23 (I-III)	ГОК "Ковдорский ГОК"
3.	Ена-2	ГБН	695	29 (I- IV)	госрезерв
4.	Кулос (Мур)	ГБН	946	18 (I-III)	ОАО "Габбро"
5.	Кюля-Воара (Мур)	ГБН	331	12 (I-III)	ОАО "ЦКЭ"
6.	Мончетундровское (Мур)	ГБА, МГ	641	25 (I-IV)	госрезерв
7.	Черная Салма (Кар)	ГБН	3199	24 (I-III)	ЗАО "Чупа-Стоун"
8.	Левин Бор(Кар)	А	305	25 (?)	ЗАО "Чупа-Стоун"
9.	Восход(Кар)	ГБД	578	29 (?)	ООО "Восход"
10.	Авнепорожское(Кар)	ГБД	349	17(I-III)	ЗАО "Камкар"
11.	Большой массив – 2 (Кар)	ГБД	652	18 (I-III)	ОАО "Гранит"
12.	Ропручейское (Кар)	ГБД	4081	18 (I-III)	ООО "Карелкамень"
13.	Другорецкое-2 (Кар)	ГБД	1392	14(I-III)	ЗАО "Карелид"
14.	Другорецкое-3 (Кар)	ГБД	2302	13 (I-III)	ЗАО "Интеркамень"
15.	Другорецкое-1 (Кар)	ГБД	2437	20 (I-III)	ЗАО "Другая Река"
16.	Другорецкое-4 (Кар)	ГБД	937	17 (I-III)	ЗАО "Черный камень"
17.	Другорецкое-Ц (Кар)	ГБД	2197	16 (I-III)	ООО "Кара-Тау"
18.	Кейносет-Сев (Кар)	ГБ	739	5 (I-III)	ООО "Кейносет"
19.	Таловейс	ГБ	1723	нет св.	ОАО "Карельский окатыш"
20.	Райвямьяки (Кар)	ГБД	56	нет св	ОАО "Тервоярви"
21.	Шаргилампи (Кар)	ГБД	1066	8 (I-III)	ОАО "карьер Шаргилампи"
22.	Летнереченское (Кар)	А, ГБД	441	27,5 (?)	ООО "Промкомплект"
23.	Нинимьяки (Кар)			9 (I-III)	ООО "Кейносет"
24.	Онежское Сторона (Лен)	ГБД	1270	12 (I-III)	Поргранское КУ

Примечание: Виды горных пород: А – амфиболит, ГБ – габбро, ГБН – габбронорит; ГБД – габбро-диабаз; ГБА – габброанортозит, МГ – метагаббро, П – пироксенит (перидотит).

В 2003 г. в России было произведено около 175 тыс. м³ блоков ОК всех типов (Империя ..., 2005). За этот же год предприятия импортировали 18,4 тыс. м³ блоков прочных пород (в том числе габбро и габбро-лабрадоритов). Ресурсы и производство черного камня России преимущественно сосредоточены в Северо-

Западном Федеральном округе. Из общего количества (31) месторождений габброидов, учтенных Государственным балансом в РФ (Государственный баланс..., 2002), 25 расположены в пределах восточной части Балтийского щита. Этим обстоятельством объясняется акцентированная специализация округа на добыче темноцветного камня (около 1/3 от общего количества).

В течение 2001 г. в Северо-Западном Федеральном округе выпущено более 8200 м³ (примерно 25 тыс.т) товарных блоков "черных гранитов", большая часть которых переработана на ритуальные изделия и плиты для настилки полов. По сортовому разнообразию выпущено: пироксенитов – 1,4 тыс. м³, габброноритов – 0,6 тыс. м³, и около 6 тыс. м³ – габбро и габбро-диабазов.

По состоянию на 01.01.04 г. в Мурманской области было выдано 52 лицензии на облицовочный камень, из них действующих – 11 (в том числе 6 – на "черные граниты"). Основными продуцентами блоков кольских "черных гранитов" являются ОАО "Кольская ГМК" – 1,2-2 тыс. м³ пироксенитов в год, ОАО "Габбро" – 0,5-1 тыс. м³ габброноритов (друзитов). ОАО "Ковдорский ГОК" (месторождение габброноритов "Енское") и ОАО "ЦКЭ" (месторождение габброноритов Кюля-Воара") приняли решение о временной консервации карьеров. Цены (условия поставки "Ex Works") на кольский темноцветный камень: пироксенит "Кирикован" - 170-250 USD/м³ (без пассивовки), габбронориты енской группы – 150-180 170-250 USD/м³ (без пассивовки), подготовка пассивованных товарных блоков – по договорной цене.

В Республике Карелия по состоянию на 2002 г. было выдано более 50 лицензий на все виды ОК (Камень ..., 2002). Большая часть черного камня добывается в Вепсской волости. Производственный потенциал (современные возможности) по блокам I-III и реже I – IV группы ГОСТ оценивается:

ЗАО "Черный камень" ~ 2 тыс. м³/год;

ЗАО "Карелид" ~ 5 тыс. м³/год;

ЗАО "Интеркамень" ~ 7 тыс. м³/год;

ЗАО "Другая река" ~ 3 тыс. м³/год;

ООО "Кара-Тау" ~ 2 тыс. м³/год;

ЗАО "Онежский камень" ~ 2 тыс. м³/год.

Прочие ~ 2 тыс. м³/год.

Цены на карельский темноцветный камень: габбро-диабаз другорецкой группы 200-450 USD/м³ (в зависимости от размера блока).

В Ленинградской, Архангельской областях и Республике Коми продуцентов блоков "черных гранитов" нет.

Существующий уровень производства черного камня не обеспечивает внутренние потребности России даже на 50%. Недостающие потребности в плитах, слябах и блоках восполняются за счет импорта. Так, большая часть иризирующих лабрадоритов ввозится из Украины (месторождения Головинское, Каменнобродское, Горбулевское, Каменная Печь и др.). Часть "черного гранита" высоких сортов (наиболее черного цвета однородной мелкозернистой текстуры) импортируется в виде изделий и полуфабрикатов.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- Восточная часть Балтийского щита является основным сырьевым регионом и продуцентом "черных гранитов" для Европейской части РФ, стран СНГ и Балтии. По количеству предприятий и их производственному потенциалу лидирует Вепсская волость Республики Карелия.
- Рынок России характеризуется существенным (30-50%) "недопроизводством" качественных товарных блоков черного камня. Потребность в основном восполняется за счет импорта готовых изделий и полуфабрикатов.
- Сырьевые ресурсы региона позволяют многократно нарастить производство, как по традиционным коммерческим маркам, так и по новым сортам, в том числе высококачественных интенсивно черных разновидностей.
- Уровень отпускных цен и себестоимости производства "черных гранитов" имеют существенный "запас прочности" по сравнению со среднемировыми показателями, что обуславливает большой экспортный потенциал этого сектора.

Все перечисленные факторы благоприятствуют развитию сырьевой базы "черных гранитов" в пределах восточной части Балтийского щита и делают эту отрасль инвестиционно привлекательной на среднесрочный (5-8 лет) горизонт планирования.

Литература

Атлас-каталог. Облицовочно-декоративный камень (в границах бывшего СССР) / Сост. Ю.И. Сычев. – М.: Внешторгиздат, 1993. – 275 с.

Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992.- 301 с.

Государственный баланс запасов (ГБЗ) полезных ископаемых Российской Федерации (РФ). На 1 января 2002 года, выпуск 78 Природные облицовочные камни / Сост. Е.Е. Бакакина. – М.: РФГФ Министерства природных ресурсов РФ, 2002. – 344 с.

Жиров Д.В., Лащук В.В. Облицовочный камень Мурманской области (справочно-методическое пособие). - Апатиты, 1998. - 109 с.

Зискинд М.С. Декоративно-облицовочные камни. - Л.: Недра, 1989. - 255 с.

Империя камня. М.: МОО "Клуб Каменный Дом". 1996. № 1. С. 5-7

Империя камня. М.: МОО "Клуб Каменный Дом". 2001. № 1. С. 4-11

Империя камня. М.: МОО "Клуб Каменный Дом". 2005. № 1. С. 20-24

Камни Карелии. /Отв. ред. П.Г.Щербак / Сост. Шеков В.А. – Петрозаводск, 2002. -26 с.

Минерально-сырьевая база строительной индустрии Российской Федерации. том 3. Мурманская область. – М.: Росгеолфонд, 1993. – 228 с.

Мультимедийный справочник по минерально-сырьевым ресурсам и горнопромышленному комплексу Мурманской области: Цифровой информационный ресурс. - Под ред. Ф.П.Митрофанова, А.В.Лебедева / Отв. рук. проекта Д.В.Жиров / Сост.: Б.В.Афанасьев, Б.В.Гавриленко, В.И.Пожиленко и др. - Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 2001. Ч.1: Геология и минерально-сырьевые ресурсы - 460 мб. Ч.2: Горнопромышленный комплекс - 680 мб.

Облицовочные камни Советского Союза (каталог) / Под ред. З.А. Ацагорцяна. - Ереван: Айастан, 1983. – 96 с.

Осколков В.А. Облицовочные камни месторождений СССР. – М.: Недра, 1984. – 192 с.

Тертышный Е.Г. Строительные материалы из камня. – Петрозаводск: Карелия, 1983. – 80 с.

Шеков В.А. Камнедобывающая промышленность Республики Карелия (настоящее и будущее) / Геолого-технологическая оценка индустриальных минералов и пород Республики Карелия и отдельных регионов Европейского континента.- Петрозаводск, 1997. С.29-37

PARTING LINING OF MOULDS AND RODS

A.S. Zavertkin

Institute of Geology, KarRS RAS

Water and self-drying lining made of parting sands with zircon and shungite have been tested in iron casting. Parting sands for lining of small, medium and large moulds for iron casting tried and selected.

ПРОТИВОПРИГАРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

А.С. Завёрткин, safronov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Противопригарные краски представляют собой суспензию, состоящую из огнеупорного наполнителя, связующего, стабилизатора и специальных добавок, распределённых в дисперсионной среде. При изготовлении чугунных отливок в качестве наполнителя противопригарных красок широко применяется графит, но с увеличением объёмов его применения в различных областях промышленности и недостаточной мощностью добывающих производств, в последнее время ощущается его дефицит. Поэтому проблема поиска заменителей графита остаётся актуальной.

Углеродные материалы, применяемые для изготовления литейных форм и противопригарных покрытий, представлены обширным классом веществ, основным химическим элементом которых является углерод. К этим материалам помимо связующих растительного и животного происхождения относятся также синтетические полимеры, относящиеся к классу органических веществ. Содержание углерода в отдельных видах синтетических связующих превышает 80%. За последнее время синтетические органические полимеры, изготавливаемые промышленностью пластических масс и лакокрасочных покрытий, находят всё более широкое применение, в том числе и в литейном производстве.

При изготовлении отливок корпусов сушильных цилиндров обрезной шириной 8400 мм и диаметром 1830 мм на ПО "Петрозаводскбуммаш" были трудности с выбором технологии изготовления форм, стержней и противопригарных покрытий, так как к этим уникальным отливкам предъявляются высокие требования по

шероховатости наружной поверхности, качеству выплавляемого металла. Необходимо было выбрать технологический процесс по подготовке форм и стержней противопригарных покрытий, подобрать исходные формовочные и шихтовые материалы, отработать технологию выплавки чугуна с необходимым химическим составом, физико-механическими свойствами и структурой металла, обеспечивающих получение годных отливок. Вначале формы готовили из холодно-твердеющей смеси на смоле ОФ-1 и окрашивали самовысыхающей краской на основе кремнийорганического лака КО-168, в качестве наполнителя краски применяли чёрный графит Ногинского месторождения. Формы окрашивали три-четыре раза с тем, чтобы получить слой краски толщиной не менее 2 мм. Полость внутри отливки оформлялась стержнем, который собирался на каркасе из 8 стержневых блоков, которые готовили из холодно-твердеющей смеси. Стержень окрашивали той же краской, что и форму и устанавливали его при сборке под заливку электромостовым краном. Заливку цилиндра вели через литниковую чашу, в днище которой располагали 72 отверстия, выполненных стаканчиками из шамота. Чугун заливали в чашу из ковша емкостью 30 и 50 т. После охлаждения отливку вынимали из опок, выбивали стержень, сам цилиндр транспортировали на обрубку и везли в механообрабатывающий цех. Изготовленная по этой технологии часть цилиндров была забракована на различных стадиях производства (Архипов и др., 1979). Поэтому было принято решение о внедрении новой технологии, разработанной финской фирмой «Валмет», обеспечивающей требуемое качество отливок. По новой технологии отливки корпусов сушильных цилиндров заливали в многократно используемой форме с шамотной кладкой. На шамотную кладку наносили сменную песчано-глинистую обмазку, а стержень выполняли из песчано-цементной смеси, применяя дождевую систему заливки.

В процессе исследований, проводимых в период внедрения этой технологии, были подобраны отечественные формовочные, противопригарные и шихтовые материалы, технология формовки, сушки, окрашивания форм и стержней, выплавки легированного хромом, медью, никелем и молибденом чугуна в индукционных тигельных печах, а также технология заливки форм. На просушенную и охлажденную до температуры 30⁰С форму наносили слой глинистого раствора плотностью 1500 кг/м³ после чего наносили слой песчаноглинистой с серебристым графитом смеси толщиной 12-15 мм. Смесь наносили при помощи специального приспособления, которое устанавливали внутри формы и перемещали снизу вверх электромостовым краном. Высушенную форму окрашивали в 2-3 слоя циркониевой краской на основе кремний-органического лака КО-168 (общая толщина краски 2-2,5 мм) и просушивали воздухом от электрокалорифера. Окрашенную и высушенную форму осматривали, качество сушки проверяли на 3-4 уровнях, выявленные дефекты устраняли. Для окраски стержень краном помещали на вращающийся стол. Общая толщина 2-3 слоев краски составляла 1,5-2,5 мм. Окрашенный стержень устанавливали в камеру шахтной печи для сушки подогретым воздухом, подаваемым от электрокалорифера. Отфутерованную чашу проявляли на воздухе, сушили, а после остывания поверхность футеровки красили (кладку - кистью, литниковые отверстия - ершом). Высушив краску, литниковые отверстия в шамотных стаканчиках перекрывали стальными или медными пластинами, чашу подавали на сборку. Для окраски форм. опробовали водные и самовысыхающие краски. На стержни сушильных цилиндров наносили также различные противопригарные покрытия, но лучшие результаты были получены на красках из циркона на кремний-органической лаке КО-168. Составы красок, опробованных в процессе изготовления второй партии отливок, приведены ниже.

Состав краски 1: графито-бентонитовая паста ГБ –100%, сульфитно-дрожжевая бражка (сверх 100%), - 2-3%, вода сверх 100% - 45-50%, плотность краски-1550-1650 кг/м³.

Состав 2: вместо сульфитно-дрожжевой бражки добавляли 5-6% патоки сверх 100% графито-бентонитовой пасты, плотность краски 1550-1650 кг/м³.

Состав 3 отличается от составов 1 и 2 тем, что в краску вводили декстрин в количестве 5-6% сверх 100% графито-бентонитовой пасты. Плотность краски была аналогична составам 1 и 2.

Для окраски стержней применяли краску на основе кремнийорганического лака КО-168 и тонко молотого циркона. Каждый из компонентов вводили по 50 объемных %, плотность краски держали 1800-1850кг/м³. Иногда в состав цирконовой краски добавляли ацетон, а при отсутствии циркона его заменяли высокоглинозёмистым цементом. При применении этой технологии брак отливок корпусов сушильных цилиндров по причине изготовления форм, стержней и противопригарных красок отсутствовал. С целью замены графита при изготовлении мелкого и среднего чугуна опробовали краски с шунгитом.

Специфичность структуры шунгита такова, что шунгитовый углерод равномерно распределён в объёме породы в виде оболочек по поверхности силикатных зёрен, создавая углеродсодержащую матрицу. В условиях, когда отсутствует окисление углерода, расплавленный металл может взаимодействовать лишь с силикатными минералами, выходящими на поверхность частиц породы, полученной после помола шунгита. Кроме защиты отливок от пригара противопригарные покрытия должны не расслаиваться с течением времени, покрывать поверхность формы или стержня равномерным слоем без подтёков и наплывов, не образовывать трещин и не осыпаться после подсушки или заливки формы металлом.

В качестве связующего применяли сульфитно-дрожжевую бражку в количестве 6-8%. В связи с неустойчивостью покрытия к расслоению в его состав вводили 3-4% бентонита, а шунгит для краски применяли с величиной зерна менее 45мкм. Для улучшения технологических и противопопригарных свойств шунгитовых красок для крупного чугунного литья в их состав необходимо вводить: скрытокристаллический и серебристый графит. На одну часть шунгита необходимо добавлять две части графита. Лучшие результаты при заливке крупного чугунного литья (изложницы для заливки стали, корпуса станин) были получены, когда в состав краски вводили 30%шунгита. Остальная часть наполнителя включала серебристый и чёрный графит. В этом случае улучшаются противопопригарные и технологические свойства покрытия. В состав некоторых шунгитовых красок на ЧМЗ (г.Череповец) вводили молотый кокс. В исследованиях (2) в состав красок с шунгитом добавляли горючий сланец в зависимости от развеса, толщины стенки отливки и вида выплавляемого сплава. В результате карбонизации органической составляющей сланца под действием температуры расплавленного чугуна образуется пиролитический углерод, который откладывается на зёрнах покрытия и зёрнах формовочной смеси, предотвращая образование пригара. Плотность краски составляла 1350-1450 кг/м³. Шероховатость поверхности отливок, полученных на покрытиях с шунгитом, была идентична поверхности отливок, полученных с графитовыми красками, и соответствовала 120-160мкм. Водные противопопригарные краски с шунгитом, испытывали в чугунолитейных цехах: Металлического завода, в г. С. Петербург, АО “Петрозаводскмаш” и ПО “ОТЗ” в г. Петрозаводске, Костромского завода “Строммашина”. Водные покрытия после нанесения на поверхность формы или стержня подвергались тепловой сушке. На основании данных термографии было установлено, что в шунгите начало выгорания углерода начинается при 370⁰С. Во время сушки противопопригарного покрытия с шунгитом при производственных испытаниях на Металлическом заводе было замечено изменение цвета поверхности окрашенных шунгитовой краской стержней. Это явление было связано с выгоранием шунгитового углерода в составе краски, что подтверждается данными термографии, когда температура на поверхности покрытия во время сушки превышала 350-370⁰С. Формы и стержни покрывались дважды до сушки и после неё. Краску наносили на поверхность форм и стержней кистью или пульверизатором. Формы и стержни, приготовленные на ПО “Петрозаводскмаш” из жидкостеклянных формовочных смесей, покрывали самовысыхающей краской с шунгитом на основе поливинилбутирального лака Вл557. Плотность краски держали в пределах 1180-1250 кг/м³. Лучшие результаты при испытаниях водных и самовысыхающих красок были получены при 30% замене графита на шунгит третьей разновидности Зажогинского месторождения Республики Карелия. Положительные результаты испытаний шунгитового противопопригарного покрытия были получены на Минском заводе автоматических линий и Каунасском чугунолитейном заводе “ЦЕНТРОЛИТ” (Петухов и др., 1984).

Таким образом, проведенные исследования и промышленные испытания разработанных противопопригарных красок на основе кремнийорганического лака с наполнителем из цирконового концентрата показали положительные результаты при изготовлении крупного чугунного литья (массой более 20 т). Были получены положительные результаты при испытаниях противопопригарных покрытий с шунгитом при изготовлении мелкого и среднего чугунного литья. Проведенные исследования показали, что шунгит может выступать в качестве заменителя чёрного графита. Шунгитовые покрытия обладают достаточной кроющей способностью, седиментационной устойчивостью и противопопригарными свойствами. Повышенная прочность шунгитового покрытия, позволяет отказаться в ряде случаев от применения в составах красок пищевых продуктов декстрина, патоки и крахмалита.

Литература.

Архипов Н.В., Никитин Л.М.. Технология производства отливок сушильных цилиндров бумагоделательных машин. ХМ-9 технология химического и нефтяного машиностроения и новые материалы. Обзорная информация ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. М. 1979, 25 с.

Петухов М.М., Кукуй Д.М., Завёрткин А.С.. Водные противопопригарные покрытия при производстве чугунного литья. Шунгиты – новое углеродистое сырьё. Петрозаводск

INTERACTION OF ACIDIC REFRACTORY LINING WITH MOLTEN METAL AND SLAG DURING INDUCTION IRON SMELTING

A.S. Zavertkin

Institute of Geology, KarRS RAS

The report contains the results of investigation of interaction of quartz refractory lining with molten metal and slag.

To enhance the durability of the lining it is recommended to remove from the agglomerate the components, which actively react with silica of the mould. The increase of carbon content and decrease of silica content in the metal causes faster wear of the mould. In the slag components the more aggressive effect on the lining have oxides of magnesium and calcium, which are produced in the process of modification of iron, monoxides of iron and manganese due to decrease of stickiness, increase of wetting and penetration ability in the pores and faults in the mould walls.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КИСЛОЙ ФУТЕРОВКИ С РАСПЛАВОМ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА И ШЛАКА ПРИ ИНДУКЦИОННОЙ ПЛАВКЕ ЧУГУНА

А.С. Заверткин, safronov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Взаимодействие огнеупорного материала с реагентами плавки в индукционной печи зависит от ряда факторов и, прежде всего, от ведения металлургических процессов. Для индукционной плавки является характерным регулирование температуры расплава, движение жидкого металла за счёт электромагнитного перемешивания, температура шлака несколько ниже температуры металла. В реакциях могут принимать участие предусмотренные и непредусмотренные технологическим процессом добавки, шлак, атмосфера и футеровка тигля. Температура в печи, концентрация вредных примесей, разрушающих футеровку, площадь взаимодействия реагентов влияют на скорость прохождения реакций. В процессе эксплуатации футеровка тигля приобретает зональное строение. Обращённая к расплаву жидкого металла и шлака внутренняя зона тигля с течением времени растворяется. За этой зоной находится переходная зона, достаточно плотная, которая подвергается воздействию более низких температур по сравнению с контактной (рабочей) зоной тигля. Далее следует кварцевая или так называемая малоизменённая зона, в которой из-за воздействия охлаждения индуктора отдельные зёрна кварцитной футеровки не связаны друг с другом. В контактной зоне футеровки анализом химического состава отмечается взаимодействие окислов железа, марганца, магния, алюминия и других компонентов плавки с кислой футеровкой индукционной печи в процессе её службы.

Шлак при плавке в индукционной печи с кислой футеровкой специально не наводится. Однако окислы, образующиеся при окислении компонентов шихты, дают своего рода "НАКИП", или шлак, который снижает стойкость футеровки в верхней части тигля и не способствует улучшению качества металла. При электромагнитном перемешивании металла, образующаяся на поверхности расплава плёнка холодных окислов увлекается вглубь ванны, где нагревается и способствует размыву и разъеданию футеровки. При этом разъедание тем меньше, чем ближе химический состав шлака к химическому составу футеровки тигля. Химический состав шлака при нагреве чугуна в индукционной печи ёмкостью 25 т (АО "Петрозаводскмаш") до температур 1400 и 1500⁰С характеризуется уменьшением закиси железа с 9,07 до 3,31%, закиси марганца от 3,26 до 1,92%, повышением содержания кремнезёма с 73,90 до 79,78% и незначительным увеличением количества глинозёма с 8,07 до 8,24%. Наиболее быстрому воздействию расплава жидкого металла и шлака подвергаются мелкие зёрна кварцита футеровки

Содержание кремнезёма в зёрнах футеровочной массы менее 0,1 мм и более 0,1 мм (футеровка из первоуральского кварцита) составляет 92,2 и 97,6% соответственно.

При температуре выше 1400⁰С начинается реакция восстановления кремния из футеровки.

Интенсивность восстановления кремния зависит, помимо температуры, от состава металла, степени его раскисленности, причём, увеличение содержания углерода и уменьшение концентрации кремния способствует более резкому износу футеровки. Это объясняется перемещением равновесного состояния реакции в сторону увеличения содержания кремния с повышением температуры чугуна за счёт его восстановления углеродом металла из футеровки, глинозём привносится в расплав с отходами и возвратом бракованных отливок в шихту.

Открытая пористость и неровная поверхность футеровки увеличивают площадь взаимодействия огнеупорной массы, шлака и металла, способствуют большему действию капиллярных сил и явления кавитации (см. рис.).

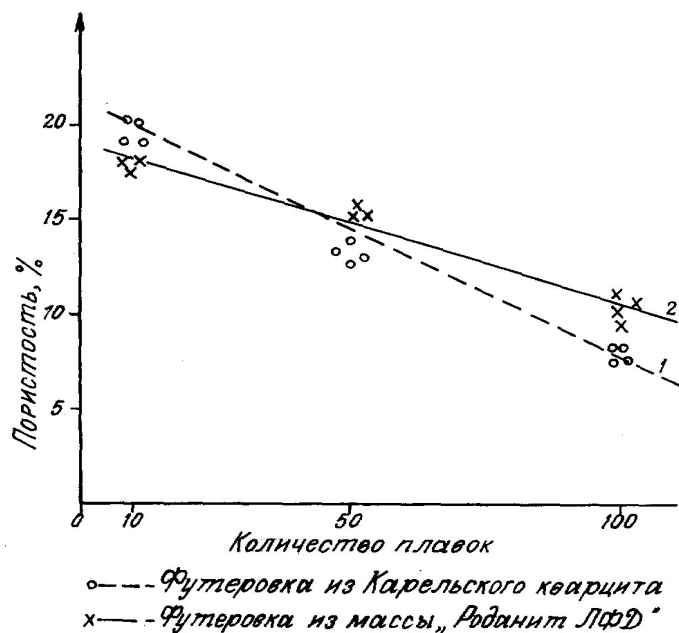


Рис. Изменение пористости футеровки в зависимости от количества плавов чугуна

В процессе исследований было установлено, что рабочая зона тигля печи ёмкостью 8 т после 1100 т выплавленного металла (карельская футеровка) содержала в мас. %: 89,38 SiO_2 ; 0,16 TiO_2 ; 2,18 Al_2O_3 ; 2,56 Fe_2O_3 ; 2,83 FeO ; 0,77 MnO ; 0,86 MgO ; 0,15 K_2O ; 0,23 Na_2O , а

рабочая зона печи ёмкостью 25 т после 1000 т выплавленного чугуна содержала в мас. %: 86,64 SiO_2 ; 0,18 TiO_2 ; 5,5 Al_2O_3 ; 1,21 Fe_2O_3 ; 1,95 FeO ; 1,00 MnO ; 2,3 CaO ; 0,72 MgO ; 0,44 K_2O ; 0,42 Na_2O .

Рентгеноструктурными анализами образцов рабочей зоны футеровки на установке ДРОН-3 было установлено наличие в ней минералов фаялита и тефроита. Замена FeO на Fe_2O_3 в системе FeO-SiO_2 усиливает диссоциацию ионов SiO_4^{4-} . Отрицательное влияние ионов железа на степень поляризации расплавов приводит к снижению их температуры плавления и вязкости.

Таким образом, при выплавке серого чугуна при взаимодействии жидкого металла с футеровкой печи железо должно проявляться в виде окислов, орто- и метасиликатов. При плавке модифицированных магнием чугунов происходит накопление в рабочем слое футеровки окислов магния, образующих силикаты магния. При исследованиях проб средней части тигля в связующей массе было установлено наличие кристаллов метасиликата состава $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ (Кайбичева, 1970). В холодной части рабочей зоны выявлено зеленовато-жёлтое стекловидное вещество с $n=1,555-1,565$ и силикаты пироксен и клиноэнстатит.

В системе $\text{Mg}_2\text{SiO}_4\text{-Fe}_2\text{SiO}_4$ точка плавления понижается от Mg_2SiO_4 к фаялиту, поэтому при охлаждении рабочей зоны тигля первыми должны кристаллизоваться силикаты, богатые магнием. При образовании силикатов железа и магния необходимо учитывать энергетическую выгодность последних. Известно, что при образовании метасиликата магния выделяется больший пай энергии, чем при образовании метасиликата железа, поэтому, разведение тигля усиливается, магнезиальные пироксены более стабильны, чем железистые.

Таким образом, при охлаждении рабочей зоны футеровки при остановках печи, окислы железа могут входить в силикаты в 2-х валентных формах Fe^{2+} и Fe^{3+} . При участии Fe^{2+} , Mg^{2+} и Ca^{2+} в построении силикатного расплава проявляется их геометрическая общность и энергетическая неравноценность. Следует отметить, что плавка стальных отходов с малым содержанием кремния в кислом тигле характеризуется окислением 30-45% марганца от исходного его содержания в шихте в период плавления.

При высокой концентрации марганца при добавке его в печь на основании выше изложенной реакции, идущей в тигле, кремний восстанавливается из кремнезёма футеровки. С повышением температуры расплава равновесие этой реакции сдвигается вправо и разведение тигля усиливается, прежде всего, за счёт образования силикатов марганца.

Исходя из вышеизложенного, при легировании жидкого чугуна марганцем необходимо вводить его непосредственно перед выдачей чугуна из печи.

Кроме того, микропримеси свинца, алюминия, кальция, натрия и др., попадающие в расплав из шихтовых материалов и карбюризатора, активно восстанавливают кремний из кремнезёма футеровки при любой температуре в области жидкого состояния, в результате чего в последующем получаются легкоплавкие силикаты кальция и натрия.

Основными источниками этих элементов является попадание эмульсии, которая остаётся на стружке и загружается в печь. Окись кальция при соединении с кремнезёмом футеровки даёт эвтектику, состоящую из тридимита и соединений CaO с SiO_2 , которые плавятся при 1436°C .

Действие окиси свинца на кислую футеровку весьма вредно, поскольку последняя вступает во взаимодействие с кремнезёмом футеровки, давая при этом легкоплавкие соединения: Кроме того, окись свинца, взаимодействуя с борной кислотой футеровки тигля, образует борат свинца:

Таким образом, для повышения стойкости кварцитной футеровки индукционных печей необходимо учитывать и по возможности исключать из состава шихты компоненты, с которыми идёт активное взаимодействие кремнезёма тигля в процессе плавки и доводки металла до необходимого химического состава.

Основное разрушающее воздействие на футеровку тигля производит резкие перепады температур, вызванные остановками печи, расплавленный металл за счёт электромагнитного перемешивания и продукты окисления железа, марганца, натрия и др.

Литература

Кайбичева М.Н. Футеровка индукционных печей в ФРГ и других капиталистических странах. "Огнеупоры", 1970, 3, С.52.

GEOCHEMICAL AND RADIOMETRIC ANALYSIS OF FOUNDRY INDUSTRIAL WASTE

A.S. Zavertkin, A.I. Savitsky

Institute of Geology, KarRS RAS

Anomalous concentration of radionuclide Cesium-137 was discovered in soil samples, which had typical appearance of casting waste, taken from a by-lane "Avtoľjubiteľi" in an uninhabited part of Petrozavodsk. According to an agreement signed between Petrozavodsk city administration and Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS, soil samples were taken from the sites contaminated with Cesium-137 to make analytical analysis. On the basis of the results of analysis conclusions have been made concerning the possible source of the casting waste contaminated with Cesium-137.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.С. Завёрткин, А.И. Савицкий

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

По результатам автомобильной гамма-съёмки, проводимой ГПП «Невскгеология» по договору с Администрацией г. Петрозаводска в 1995 году, на проезде «Автолюбителей», находящемся в нежилой части города Петрозаводска, были выявлены три локальные аномалии гамма-поля. По данным шпуровой гамма-съёмки было выявлено, что наиболее активная масса грунта в основном сконцентрирована в интервале от 0,5 до 1,0 метра с уровнем мощности экспозиционной дозы (МЭД) более 100 мкР/ч. В отдельных точках МЭД составляла 2-3 мР/ч. Гамма-спектрометрическим анализом были определены аномальные содержания радионуклида цезия-137 в пробах грунта, имеющего характерные признаки отходов литейного производства.

На основании решения оперативной группы комиссии по чрезвычайным ситуациям Администрацией г. Петрозаводска были заключены договора на проведение дезактивационных работ в трех очагах заражения грунта радионуклидом цезия-137 с ГПП «Невскгеология» и с Институтом геологии Кар. НЦ РАН об отборе проб для проведения аналитических исследований.

Исполнителями со стороны Института геологии были назначены лаборатории минералогического, химического и физического методов анализа вещества. В лаборатории минералогического анализа проводилась подготовка проб для аналитических работ количественного и качественного анализа. В лаборатории физических методов анализа вещества выполнены работы по количественному спектрально-эмиссионному анализу, гамма-спектрометрическому, рентгенофазовому и рентгено-спектральному анализам.

Целью работы являлось выявление с помощью имеющихся в Институте геологии методов химического, количественного и качественного спектрально-эмиссионного анализа и др. в какой части пробы находится цезий-137.

Был проведен отбор проб грунта на проезде Автолюбителей, содержащих примеси отходов литейного производства чёрных и цветных на основе меди сплавов. Пробы отбирались только в местах с повышенным уровнем гамма-излучения (МЭД не менее 100 мкр/час) на глубине не менее 0,5 м под визуальным контролем мест отбора проб с описанием характера грунта. Проба, загрязнённая цезием-137, состояла из грунта, перемешанного с отходами литейного производства (шлак, металл, формовочная смесь, противопожарное покрытие и продукты взаимодействия формы с заливаемым металлом). Отбор проводился комиссионно в присутствии представителей Петрозаводского городского центра СЭН, Петрозаводского территориального комитета по охране природы, представителей промышленных предприятий, имеющих литейное производство и Института геологии Кар.НЦ РАН.

Было отобрано 10 проб грунта для исследований и такое же количество проб для хранения их в опломбированном виде в ИГ Кар.НЦ РАН. При исследовании был проведен силикатный анализ всех 10 проб и выполнено определение следующих ингредиентов Cu, Ni, Co, Cr, V, Pb, Sn, Zr, Be, Mo, B, Ba, Sr, Ga, Y, Li, Rb, Cs, Zn, с применением химического и количественного спектрально-эмиссионного анализа.

Определение содержания радионуклидов проводили на аттестованном гамма-спектрометре СГС-200. Измерения и расчет аналитических параметров выполняли согласно методических рекомендаций НИИ радиационной гигиены МЗ России и действующих нормативов (ГОСТ 30108/94). Республиканской ЦГСЭН было выполнено контрольное измерение активности цезия-137 в пробе №1. В пробе 10а содержание естественных радионуклидов не измерялось из-за большой активности цезия-137. Но эта проба была подвергнута рентгено-спектральному анализу в лаборатории физических методов анализа Института геологии Кар.НЦ РАН. Анализируемая проба представляла шлак с включениями металла, вероятней всего-сталь. По ходу исследований был проведен анализ металлических включений, сделано определение возможного радиоактивного загрязнения, с определением характера распределения радиоактивного вещества. Анализ проводился по трём элементам: железу, марганцу и хрому, которые входят в состав металлических включений. Содержание их в металле составляет: железо-99%, хром-0,1%, марганец- 0,3% с одинаковым распределением их во всех трёх точках. Концентрация цезия в пробе составляет 10^{-3} - 10^{-4} % и находится на пределе обнаружения данным методом. Распределён цезий в пробе равномерно (кроме металла). В металле цезий не обнаружен. Анализ распределения цезия проводился в режиме электронно-растровой микроскопии в рентгеновских лучах. Возбуждалась линия цезия Ка 1. Анализ пробы проводился на электронно-растровом микроанализаторе MAP-4 Ускоряющее напряжение-25 kV. Ток электронного зонда-100-150 nA.

Были проведены минералогический, химический, количественный спектральный эмиссионный, и рентгенофазовый анализы проб, отобранных с участков загрязнений. Проба 10 из-за большой активности обработке не подвергалась. Навески проб на химический, спектральный и рентгеноструктурный анализ готовилась в лаборатории минералогического анализа ИГ Кар.НЦ РАН. Качественно-количественный минералогический анализ проводился с применением оптической микроскопии и физико-химических методов диагностики минералов. Был проведен химический анализ проб 1-9. При определении применялись инструкции Научного совета по аналитическим методам (НСАМ), утвержденные ВИМСом: №/№61-С,69-Х,6-х,197-Х. Натрий, калий, литий, рубидий, цезий определяли из отдельной навески методом фотометрии пламени, цинк – методом атомной абсорбции.

Данный случай загрязнения радионуклидом цезия-137 промтовходов литейного производства, использованных для отсыпки дорожного полотна на проезде «Автолюбителей», инициировал ряд мероприятий по выявлению возможных зон техногенного загрязнения на территории и в окрестностях г. Петрозаводска.

На первом этапе силами СЭС было проведено радиационное обследование представляющих интерес промтовходов основных производителей литейной продукции в г. Петрозаводске – «Петрозаводсмаш» и «Онежский тракторный завод». Однако радиационные параметры при проверке промтовходов на этих производствах оказались в норме. Следов цезиевого загрязнения не было обнаружено.

На втором этапе было проведено геохимическое и радиационное обследование отвала промотходов в м. Пески ЗАО ПИ «Карелпроект». МЭД и удельные активности радионуклидов в отвале АО "Петрозаводскмаш" определенные по грунту керна из 5 пробуренных скважин имеют фоновые и ниже значения. Экологические экспертизы проводимые в последующие годы по промотходам показали, что суммарный показатель загрязнения химическими веществами Z_c менее 16 и соответствует по оценочной шкале опасности загрязнения почв категории допустимая.

Заключение.

Пробы, отобранные из очагов заражения I-III, представляют собой визуально при семикратном увеличении отработанную формовочную смесь перемешанную с почвой (пробы с 1-5 и 9), что подтверждается данными минералогического, рентгеноструктурного и химического анализов. Пробы 6, 7, 8, 10 представляют собой шлак, сплески металла при заливке форм, продукты взаимодействия расплавленного металла и шлака с противопопригарными покрытиями и формой, о чем свидетельствуют по данным рентгеноструктурного анализа полиморфные превращения кварца в кристобалит, наличие в пробах рентгеноаморфного вещества темно-зеленого и бурого цвета, оплавленные на границе с металлом и шлаком кварцевые зерна под воздействием оксидов железа и марганца. Эти данные подтверждаются минералогическим анализом в процессе которого установлено наличие рассредоточенных металлических магнитных примесей на основе железа в пробе 6- 6,2%, в пробе 7 – 5.1%, в пробе 8 – 36,4% по массе, фракция менее 5 мм. По данным количественного спектрального анализа в пробе 6а основа представлена медью. В пробе присутствует до 2% свинца и до 4% олова. Из данных анализа можно сделать вывод о присутствии в данной пробе бронзового сплава. В пробах 6б и 8а медь присутствует в количестве до 0,1% , но в них отмечается повышенное содержание хрома и никеля. Присутствие в этих пробах полиморфных высокотемпературных модификаций кварца и рентгеноаморфной фазы, окружающей оплавленные зерна кварца, а также составляющих сплавов железо-углерод аустенита и феррита позволяет сделать вывод о том, что выплавляемым металлом является сплав на основе железа легированный медью, хромом и никелем. Проба 10 содержит кроме меди, никеля и хрома, до 0,15% циркона. Цирконовый концентрат применяется в противопопригарных покрытиях при производстве стального литья из углеродистых и легированных сталей. Состав цирконового концентрата или ферросплавов никеля (добавки) мог входить и изотоп цезия-137. С 1970 года по 1981 год радиационный контроль за шихтовыми и формовочными материалами, поступающими в г.Петрозаводск не проводился, материалы поступали с предприятий с приложением сертификатов гарантирующих качество . Таким образом, исходя из проведенного анализа результатов исследования проб с очагов радиоактивного заражения можно сделать выводы о том, что в очагах были свалены отходы формовочных смесей, шлака, сплесков металла, в том числе и цветных сплавов из литейных цехов предприятий г.Петрозаводска. Возможен завоз их извне. Металл в пробе 6а по химическому и минералогическому составу напоминает бронзовый сплав и продукты взаимодействия этого сплава с формой и стержнем. Пробы 6б и 10 по результатам анализов представляют отходы формовочных смесей и продукты взаимодействия их с расплавом на основе железа. Наличие в пробах циркона говорит за то, что формы и стержни окрашивались противопопригарным покрытием с наполнителем из циркона.

В результате проведенных исследований наиболее вероятными версиями заражения цезием-137 литейных отходов с проезда «Автолюбителей» является: попадание цезия-137, применяемого при дефектоскопии, с металлом в плавильную печь с последующим вывозом промотходов на отсыпку дороги.

INFLUENCE OF DIFFERENT ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF QUARTZITE REFRACTORY MASSES

A.S. Zavertkin, A.N. Safronov

Institute of Geology, KarRS RAS

Research of the influence of boric acid, ascharite and hydroboracite on the technical properties and durability of refractory masses for induction crucible furnaces has been conducted. It has been observed that addition of boric anhydride in combination with magnesium oxide improves the physical-and-ceramic properties and durability of the lining of induction crucible furnaces used in smelting of copper-based non-ferrous alloys.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА КВАРЦИТНЫХ ФУТЕРОВОЧНЫХ МАСС

А.С. Заверткин, А.Н. Сафронов, safronov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Известно, что наличие в динасе совместно с кремнезёмом различных добавок и примесей не способствует его рекристаллизационному спеканию. Благодаря значительной разнице ионных радиусов кремния и других катионов, кремнезём не образует твёрдых растворов и поэтому не известны добавки, которые бы обеспечивали его рекристаллизационное спекание. Считают, что добавки к кварциту оказывают каталитическое действие, способствуя перекристаллизации кремнезёма, но не входят в состав продуктов кристаллизации. Образование тугоплавкого стекла при спекании порошкообразной массы, состоящей из кремнезёма и борной кислоты, обычно происходит при небольшом количестве (0,5-3%) спекающей добавки. При комбинации связки, в качестве которой используют лигносульфонат, глину, жидкое стекло, которые добавляют в количестве от 1 до 2% (в расчете на твердое вещество), с минерализатором борным ангидридом или бурой в количестве от 1 до 2%, органическая связка выгорает, а упрочнение всех кремнеземистых добавок основано на образовании геля. При этом минерализаторы понижают вязкость и температуру появления расплава, увеличивая его количество. В результате имеет место более интенсивное растворение кварца в расплаве с последующей кристаллизацией модификаций более низкой плотности (Брон, 1948). Одной из наиболее распространенных добавок для спекания порошкообразных масс из кварцитов является борная кислота. Вводится она обычно в небольшом количестве от 0,5 до 3% (Футеровка..., 1968). Не смотря на низкую температуру образования расплава в бинарной системе кремнезём - борный ангидрид (990°C), процесс тридимитизации идёт слабо (около 25% тридимита), а образующиеся кристаллы тридимита имеют размеры менее 5 мкм (Брон, 1948). Добавка электрокорунда (0-11%) применяется для футеровки канальных индукционных печей при плавке медных сплавов к шихте, состоящей из кварцита (86-96%), стекла (0-2%), борной кислоты или буры (1-2%) (Кайбичева, 1971). При введении борной кислоты стремятся обеспечить достаточное спекание тигля без существенного снижения его огнеупорности. Так как борная кислота летуча с парами воды, представляет интерес изучение влияния других менее летучих добавок на изменение свойств кислой футеровки, таких как боратов кальция и магния, поведение их в процессе обжига и эксплуатации тигля индукционной печи.

В лабораторных условиях были синтезированы добавки ашарита ($\text{MgB}_2\text{O}_3 \cdot \text{OH}$) и гидроборацита ($\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) методом взаимодействия гидрата окиси кальция и магния с концентрированным раствором борной кислоты при температуре около 100°C с последующим переплавом продуктов реакции в силитовых печах. Температура плавления полученных соединений находилась в пределах 750-800°C. Соединения устойчивы на воздухе. При изготовлении образцов с добавками ашарита и гидроборацита (после сушки) на их поверхности по сравнению с добавкой борной кислоты не происходит "высаливание" спекающей добавки. С целью сравнения действия синтезированных боратов на качество футеровки использовали борную кислоту марки ч.д.а., а в качестве футеровочного материала применяли карельский кварцит с содержанием кремнезёма более 98 % и шведскую массу раданит с величиной зерна от 0 до 3 мм. Спекание образцов с добавками и определение их свойств проводилось параллельно на серии образцов с каждой добавкой. По данным технологического процесса футеровки печей ЛФД-8 и ДФД-25 1-2% добавки борной кислоты обеспечивают спекание футеровки тигля, причём увеличение объёма зёрен кварца компенсирует усадку, происходящую при спекании кварцитной массы в результате обжиговой плавки. Для снижения потерь добавки в процессе сушки и спекания футеровки тигля кварцитную массу перед применением сушили до остаточной влажности не более 0,3 %.

Нами была разработана технология футеровки индукционных плавильных печей для плавки чугуна и цветных сплавов с добавкой ашарита. Было установлено, что при введении 1% приведенных выше добавок при увеличении температуры обжига образцов от 1000 до 1200°C происходит снижение пористости и увеличение предела прочности при сжатии. Снижение пористости обусловлено образованием жидкой фазы из борсодержащего стекловидного вещества. Дальнейшее повышение температуры обжига способствует более интенсивному повышению пористости образцов, при этом происходит снижение прочности на сжатие.

При введении ашарита в футеровочную массу из кварцита после термообработки при 1450°C в течение 2-х часов были получены следующие результаты: линейный рост 2,1-2,2%, кажущаяся пористость 23,18%, кажущаяся плотность 1920 кг/м³, предел прочности при сжатии 15,1 МПа, температура начала деформации под нагрузкой 0,2 МПа -1600°C, при 4% сжатия - 1640°C, при 40% сжатия -1660°C. Футеровочная масса для набивки тиглей индукционных печей включала кварцит от 95 до 99,5% и ашарит в количестве от 0,5 до 5%. Добавку вводили для улучшения качества футеровки уменьшения времени ее спекания, снижения летучести связки. Добавка ашарита и гидроборацита в количестве 2% (весовых) к карельскому кварциту при температуре 1450°C с 4-х часовой выдержкой приводит к получению пористости 23,18% и 23,14%,

соответственно, а при добавке 1% борной кислоты к карельскому кварциту при тех же условиях обжига пористость составляет 23,5%, тогда как при добавке 2% борной кислоты пористость возрастает до 27,11%, а предел прочности при сжатии снижается до 2,8 МПа. Температура деформации под нагрузкой образцов из карельского кварцита с добавками в количестве 1-2% исследуемых боратов была не ниже 1600°C.

Таким образом, по физико-керамическим свойствам в условиях рабочей температуры при плавке чугуна образцы из карельского кварцита с добавками боратов не уступают и даже превосходят по керамическим свойствам футеровочные массы с добавкой борной кислоты. Перерождение кварца в модификации малой плотности при добавке боратов находится в пределах 15-18% в мелкозернистой части (фракция менее 0,1мм.) и в количестве от 10 до 12% крупнозернистой составляющей. Количество жидкой фазы в связке исследуемых образцов составляет от 8 до 10%, тогда как в крупнозернистой части образцов после аналогичной термообработки при 1450°C с 4-х часовой выдержкой стеклофазы не обнаружена.

Количественное содержание фаз подсчитывалось по отношению интенсивностей линий главных максимумов кварца ($d=3,34\text{\AA}$), кристобалита ($d=4,04\text{\AA}$), тридимита ($d=4,30\text{\AA}$) к интенсивности главного максимума алюминия ($d=2,33\text{\AA}$). Количество рентгеноаморфной фазы определялось как остаток от 100%. Выяснено, что после обжига при 1350°C в образцах с добавками боратов получается большее количество стеклофазы (12-20%) по сравнению с добавкой борной кислоты (8-12%). Тридимитовая составляющая при добавках боратов и борной кислоты не была выявлена. При увеличении количества добавок ашарита и борной кислоты скорость перерождения кварца футеровочных масс в модификации малой плотности замедляется. При добавке гидробората в количестве 1-2% количество β -кварца составляет 65 и 62% соответственно. После термообработки при 1450°C с 4-х часовой выдержкой в образцах с различными добавками наблюдаются два эндозффекта в интервалах температур 220-280 °C, что говорит о переходе кристобалита из β в α -модификацию, следующий эндозффект соответствует превращению β -кварца в α -кварц и находится в пределах температур 560-580°C. При введении добавок боратов, как показывает анализ деформации под нагрузкой, происходит повышение строительной прочности материала футеровки при высоких температурах, а замена связующего борной кислоты при футеровке печей боратами кальция и магния возможна и поэтому нами рекомендуется.

При этом улучшение свойств происходит не только благодаря отличиям в химическом составе добавки, снижению ее летучести при применении боратов с парами воды при сушке и обжиговой плавке, но и за счет большей близости удельного веса боратов и кислой футеровочной массы, что снижает расслоение наполнителя и спекающей добавки при подготовке массы и футеровке тигля.

Особенность этой технологии заключается в использовании новых, более дешевых по сравнению с борной кислотой борсодержащих добавок - ашарита и гидробората, позволяющих значительно снижать летучесть связующего, что приводит к более эффективному его использованию наряду с повышением технических свойств футеровки.

Экспериментальная проверка разработанной технологии футеровки печей, выплавляющих цветные сплавы и чугун показала высокую стойкость футеровочной массы. По сравнению с применяемой ранее технологией, когда стойкость тигля составляла 60 и 75 плавов бронзы и латуни соответственно за кампанию (среднее из 8 кампаний), введение ашарита в состав кислой футеровки из первоуральского кварцита позволило, в период испытания, получить продолжительность кампании печи 90 плавов на печи ИЛТ-1 цветнолитейного цеха АО "Петрозаводскмаш" при выплавке латуни и бронзы.

Принципиальные преимущества примененных нами минерализаторов заключаются в способности боратов кальция и магния находиться длительное время в футеровке. При этом повышается качество ее спекания, снижается пористость и инфильтрационная способность стенки тигля; образовывать прочный спеченный контактный слой тигля. Образующийся спеченный прочный внутренний слой тигля не увеличивает спекание следующих слоев футеровки, повышая тем самым ее термостойкость и огнеупорность. Образование кристаллического сростка (каркаса) тридимита снижает трещинообразование при тепловых и механических нагрузках на стенку тигля.

Экспериментальная проверка разработанной технологии футеровки печей, выплавляющих цветные сплавы, показала высокую стойкость футеровочной массы с ашаритом, который обеспечивает снижение летучести спекающей добавки при сушке и обжиговой плавке тигля благодаря нахождению борного ангидрида в связанной с оксидом магния форме.

Литература

Футеровка индукционных печей из кварцевого песка / Бабилус В.В., Малисов Л.З., Жельнис М.В. и др. // Литейное производство.-№4,-1968. С.16-18.

Брон В.Л. О влиянии жидкой фазы на процесс кристаллизации кремнезёма. // ДАН СССР.- т.IX, №3,- 1948. С.535-536

Кайбичева М.Н. Свойства кварцитных масс, применяемых для футеровки индукционных печей большой ёмкости. // Огнеупоры.- №4,-1971, С.31-34.

APPLICATION OF CHEMICALS AND TECHNOLOGICAL MATERIALS IN PRETREATMENT OF SHUNGITE ROCK

A.S. Zavertkin, V.I. Tjaganova, A.G. Tupolev

Institute of Geology, KarRS RAS

The authors made a study of beneficiation of high-carbon shungite rock by treating it with alkali, mineral acids, with alkaline waste that is left from cleaning of ceramic moulds for precision steel casting.

The report demonstrates the influence of chemicals and temperature of autoclaving on increase of carbon content up to 97.5% in shungite concentrate.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТОВ И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД

А.С. Заверткин, В.И. Тяганова, А.Г. Туполев

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Шунгитовые породы (шунгиты) включают углеродистую и минеральную составляющие, имеют несколько разновидностей, в зависимости от которых содержание шунгитового углерода (ШУ) изменяется от десятых долей до 99 %. На прочность связей ШУ с силикатами указывает тот факт, что шунгитовые породы не поддаются обогащению механическими способами (Минералогия..., 2003). Углерод равномерно покрывает поверхность минеральных зерен пленкой в виде чешуек. Основным отличием шунгитового порошка от графитового является то, что у первого нет чистых, без ШУ силикатных зерен даже при содержании углерода в породе 20-30 %. В графитовом же порошке при содержании углерода более 80 % материал дифференцирован, и некоторые части его зерен представлены чистой минеральной фазой (Шунгитовые..., 1986). На начальном этапе исследования возможности обогащения шунгитовых пород на них воздействовали щелочами в автоклаве при температуре 200⁰С (Способ..., 1983). Обогащению были подвергнуты шунгиты третьей разновидности Зажогинского месторождения (Республика Карелия). Основными условиями обогащения были следующие: зерновой состав шунгита; концентрация щелочного раствора; температура; продолжительность обработки; соотношение твердой и жидкой фаз. Автоклавную обработку проводили в стальных стаканах емкостью 100 мл, после чего образцы подвергались химическому, спектральному, иммерсионному и рентгеноструктурному анализам. Содержание углерода оценивалось по величине потерь при прокаливании сухих образцов после обжига в силитовых печах при 900⁰С в течение 2 ч.

Химический состав исходной шунгитовой породы Зажогинского месторождения, вес. %: 33.62 C; 60.20 SiO₂; 0.24 TiO₂; 3.84 Al₂O₃; 0.66 Fe₂O₃; 0.015 MnO; 0.40 MgO; 0.19 CaO; 0.08 Na₂O; 1.07 K₂O.

Для обогащения шунгитов применяли щелочной раствор, готовя его из каустика (Обогащение..., 1983). Нами же для этой цели были использованы отходы щелочи после очистки стального литья от остатков керамических форм. Как показали исследования, для получения высокоуглеродистого концентрата обогащение необходимо проводить в несколько этапов, включающих: химическое воздействие щелочей; автоклавирование; последующую обработку продуктов обогащения минеральными кислотами. Кроме этого для разрушения минеральной составляющей породы, она подвергалась термоудару при 1350⁰С, что приводило к лучшему взаимодействию щелочи с трудно выщелачиваемыми слюдистыми минералами: мусковитом, хлоритом, биотитом и др. Кремнезем при обогащении выщелачивается значительно легче. На величину выхода углерода в концентрате оказывает влияние продолжительность обработки. Так, увеличение времени автоклавной обработки щелочью с 5 до 25 ч привело к росту содержания углерода в концентрате с 53.4 до 73.2 %. Оптимальное время автоклавирования составляет не более 10 ч, т. к. дальнейшее увеличение периода обработки до 25 ч незначительно повышает содержание углерода в концентрате (5 - 6 %). Предварительная термообработка при 1350⁰С в течение 30 мин позволила увеличить этот показатель с 58.8 до 77.2 %.

Химический состав обогащенной породы шунгита, обработанной в автоклаве в течение 25 ч., вес. %: 73.2 C; 14.0 SiO₂; 0.36 TiO₂; 7.06; Al₂O₃; 0.64 Fe₂O₃; 0.009 MnO; 0.06 MgO; 0.09 CaO; 0.91 Na₂O; 2.03 K₂O.

При обогащении шунгитов концентрация щелочи составляла 100-150 г/л. Оптимальным условием автоклавирования является отношение твердой части к жидкой 1:4. Это соотношение определяет минимально необходимое содержание щелочи для растворения кремнезема. В процессе исследования были найдены оптимальные условия обогащения шунгитовых пород: размер зерен шунгита до 10 мм; концентрация щелочи 100-150 г/л; давление до 2 Мпа; температура 200⁰С; время обработки 5 часов; отношение твердой фазы к жидкой 1:3 - 1:5. При этих условиях содержание углерода в концентрате приближается к 74 %, а содержание кремнезема снижается до 15 %. Содержание некоторых компонентов возрастает. Кроме этого обогащение привело к образованию нового минерала – анальцима. Дальнейшая обработка полученного после обогащения концентрата в течение 5 ч 10-ти процентным раствором минеральных кислот способствовала повышению содержания углерода до 76 %. Исследования показали, что эти параметры обогащения не соответствуют полному удалению кварца и алюмосиликатов из шунгитовой породы. Поэтому перед химической обработкой, с целью повышения содержания углерода в концентрате, для разрушения кристаллической фазы и силикат углеродной связи применяли термоудар. Пробы шунгита фракции 10-15 мм подвергали термоудару в закрытых графитовых тиглях в силитовой печи при 1350⁰С в течение 30 –120 мин. Потери веса образцов при такой обработке не превышали 4-6 %. Автоклавирование образцов, подвергнутых термоудару, позволило увеличить содержание углерода в концентрате до 77 %. Дальнейшее обогащение концентрата путем кипячения в азотной кислоте в течение 1 ч привело к росту данного показателя до 86%. Содержание углерода в концентрате возросло до 97.5% при вторичной обработке в автоклаве в течение 5 ч.

Химический состав конечного продукта обогащения, вес. %: 97.50 C; 1.13 SiO₂; 0.19 TiO₂; 0.63 Al₂O₃; 0.22 Fe₂O₃; 0.01 MnO; 0.16 MgO; 0.03 CaO; 0.11 Na₂O; 0.03 K₂ O.

Таким образом, в результате многостадийного обогащения шунгитовой породы был получен шунгитовый концентрат с содержанием углерода 97.5%. Данные термографии конечного продукта обогащения шунгитовой породы совпадают с данными дериватографии шунгита первой разновидности (Ш-1). Зерна шунгитового концентрата имели плотность <1 г/см³, высокую пористость, сохранили исходную форму и прочность. Структурные параметры шунгитового углерода практически не изменились по данным рентгеноструктурного и электроннографического анализам. Эта структура была подобна структуре Ш-1.

На ряде предприятий машиностроения отходы щелочи после очистки стальных отливок от керамических форм идут в отвалы, что недопустимо ни с экологической, ни с экономической точки зрения (Утилизация..., 1990). Нами для обогащения шунгитовых пород были использованы отходы выщелачивания. Плотности исходной и отработанной щелочи 1430-1460 и 1460-1500 кг/м³. Химический состав твердого остатка и раствора отработанной щелочи соответственно, вес. %: 50 Na₂O; 37 SiO₂; 65 NaOH и 18-29 Na₂O, 7-21 SiO₂, 24-38 NaOH. При снижении температуры раствор кристаллизуется, поэтому его следует разбавлять в горячем состоянии (~ 80⁰ С) до соответствующей плотности. Плотность отходов щелочи при разбавлении их водой в соотношении 1:1, без удаления твердого осадка, составляла 1385, а после его удаления, 1376 кг/м³. При разбавлении отходов щелочи в соотношении 1:2 соответственно 1261 и 1257 кг/м³, pH разбавленных растворов 13.6 и 13.0. Для обогащения шунгитовой породы применяли отходы щелочи после разбавления их водой в соотношении 1:1, после удаления твердого осадка. Плотность раствора - 1376 кг/м³, pH - 13.6. Для сравнения обогащение породы проводили, используя едкий натр. Плотность раствора едкого натра - 1500 кг/м³. Для экспериментов брали шунгитовую породу с величиной зерна 2-5 мм. Обогащение шунгита проводилось после проведения предварительной термообработки при температуре 1100-1350⁰С в течение 120 мин с последующим автоклавированием отработанным щелочным раствором. Автоклавная обработка проводилась при 220⁰ С в течение 5 ч. Рентгенограммы концентрата шунгитовой породы, обогащенной едким натром и отходами щелочи, практически, идентичны (рис.). Как и при обогащении едким натром, побочным минералом обогащения является алюмосиликат-анальцим (А). Для исходной шунгитовой породы (кривая 1) характерен довольно узкий пик кварца (3,34), а для продуктов обогащения (кривые 2, 3) пик кварца довольно широкий (3,44) за счет фона, создаваемого углеродным концентратом.

По данным термографии содержание углерода в обогащенном продукте при использовании едкого натра и отходов отработанной щелочи составляло соответственно 77.5 и 67.2 %. Одной из причин более высокого содержания углерода в концентрате при использовании едкого натра является более высокая концентрация исходной щелочи. Замена едкого натра отходами щелочи может стать одним из способов применения техногенного материала в литейном производстве.

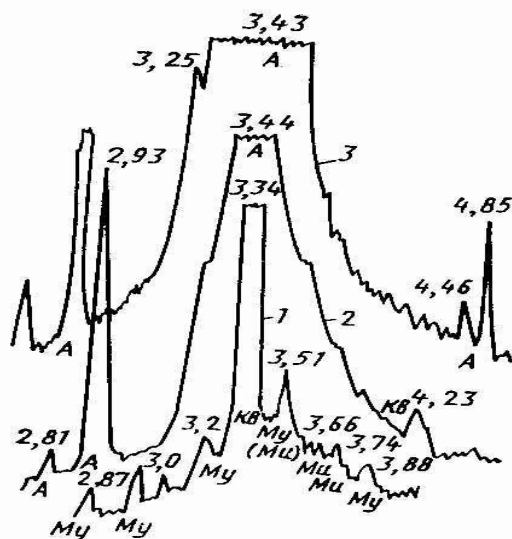


Рис. Рентгенограммы исходной (1) и обогащенной шунгитовой породы с использованием отходов щелочи (2) и едкого натра (3)

Литература

- Минералогия шунгитонесущих пород СНГ (Карелия, Казахстан) / Глебашев С.Г. и др. // «Углерод: Минералогия, геохимия и космохимия. » Мат. Международного совещания. - Сыктывкар, 2003. - С. 123 - 125.
- Обогащение шунгитовых пород / Дюккиев Е.Ф. и др. // «Шунгиты—новое углеродистое сырьё»-Петрозаводск, 1984. - С. 96—104.
- Способ извлечения углерода из углеродсодержащих пород. / Калинин, Е.Ф. и др. // А.с. 994404 (СССР). Бюл. из. № 5. 1983.
- Утилизация продуктов выщелачивания после очистки точных стальных отливок / Завёрткин А.С. и др // Литейное производство. - № 10, 1990. С. 24—25.
- Шунгитовые противопопригарные покрытия / Распопин И.М. и др // Литейное производство. - № 5, - 1986. С. 12—13.

APPLICATION OF TECHNOLOGICAL ADSORBENTS BASED ON WASTES FROM DRESSING OF APATITE-NEPHELINE ORES IN DEEP PROCESSING OF ORES OF COMPLEX MINERAL COMPOSITION

A.P. Zosin¹, V.K. Samohvalov², V.A. Masloboev¹, V.A. Grigorjev²

¹ Institute of problems of industrial ecology of the North, Kolsk RAS;

² JSC "Apatit"

ТЕХНИЧЕСКИЕ АДсорбЕНТЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ РУД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПО МИНЕРАЛЬНОМУ СОСТАВУ РУД

А.П.Зосин¹, zosin@inep.ksc.ru, В.К.Самохвалов², vsamohvalov@apatit.com, В.А.Маслобоев¹, В.А.Григорьев²

¹ Институт проблем промышленной экологии Севера, Кольский научный центр РАН;

² ОАО «Апатит»

В последние годы на предприятиях по производству удобрений предпринимались попытки получать гранулированные концентраты в качестве товарных продуктов. В современных условиях необходимость использования такой технологии для комплексной переработки минерального сырья позволяет не только

существенно улучшить условия труда, но и снизить потери продукции при последующей переработке, транспортировке. Неудачами исследований, не приведших к разработке такой технологии, явилось безальтернативное использование распространенного и применяемого практически повсеместно - жидкого стекла.

В течение ряда лет, в Институте проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН выполнялись исследования по получению новых минеральных вяжущих на основе тонкодисперсных минеральных порошков и жидкости затворения в виде растворов солей, кислот, оснований (Экологические..., 1998; Зосин и др., 1999). Такие по составу дисперсии обладают вяжущими свойствами, а твердотельные продукты обладают адсорбционными свойствами. Синтез и изучение твердеющих минеральных дисперсий – ТМД подтвердило наличие адсорбционно-активных свойств. Это открытие послужило основанием для разработки новой гидрохимической технологии сложного по составу минерального сырья и адсорбентов на их основе.

Производство гранулированных товарных концентратов и промпродуктов апатит-нефелинового производства с размером гранул 0.2-2.0 мм на основе жидкого стекла для их применения в технологии апатитового концентрата не было осуществлено по разным причинам. Использование ТМД технологии позволяет получать грануляты требуемого состава и свойств, которые могут использоваться для избирательного выщелачивания компонентов дисперсий растворами кислот или любыми другими элюентами. Прочность гранул обеспечивается продуктами твердения дисперсий.

Использование технологии ТМД не требует соблюдения стехиометрии. Для дисперсии состава: апатитовый концентрат - серная кислота дисперсив используется в нестехиометрическом соотношении к дисперсоиду. Отверждение в течение нескольких часов позволило получить гранулы с прочностью 1-5 кг на гранулу диаметром 3 мм. Эти материалы были положены в основу получения гранулированного апатитового концентрата. Исключение сушки в печах, обогреваемых мазутом существенно улучшает производственную обстановку и экономит энергоресурсы, а также снижает себестоимость концентрата.

Реализация предлагаемого способа грануляции может основываться на использовании сушильных барабанов и действующего оборудования. Возможность производства гранулированного апатитового концентрата позволяет осуществить технологию экстракционную ортофосфорной кислоты или элементарного фосфора.

Однако технологически более привлекательным является использование роторных грануляторов в сочетании с использованием высокопроизводительных бегунов в качестве смесителей или иного принудительного действия перемешивающих устройств.

Исследование стойкости различных минеральных концентратов как дисперсных фаз в составе ТМД к химически активным дисперсионным средам показало возможность избирательного выщелачивания отдельных компонентов. Получение адсорбционно-активных материалов основано на различной активности катионов модификаторов и каркасообразующих анионов к используемым дисперсионным средам.

Исследование селективного выщелачивания полезных компонентов из сформированных гранул, получаемых на основании использования мономинеральных и полиминеральных дисперсных фаз показывает широкие возможности технологии минерального сырья, особенно в условиях Субарктики. Возможность использования в качестве дисперсной фазы исходной добываемой руды позволяет организовать принципиально отличающийся от применяемой технологии способ переработки полиминерального сырья, в том числе, отказаться в ряде случаев от флотационного отделения основного целевого минерального вида. Составы исследованных минеральных дисперсий представлены в табл.1.

Отходы флотации апатита - нефелиновые хвосты - представляют интерес для производства глинозема по гидрохимической технологии, в том числе и содержащие апатит. В составе ТМД: нефелин - серная кислота - H_2O была приготовлена на основе молотого до удельной поверхности 0.2 m^2/g продукта дисперсия с содержанием нефелина до 86 масс. % и 45% раствора серной кислоты. ТМД водостойка и имеет $R_{сж} = 10 \text{ кгс/см}^2$. Выщелачивание проводили в динамических условиях 10% серной кислотой, объемная скорость фильтрации составила 470 мл/час, линейная - 1 м/час (табл. 2).

ТМД состава: апатит – нефелин, соотношение апатит: нефелин = 1 получали, используя 11% раствор соляной кислоты. Отношение Т/Ж равнялось 0.2. Выщелачивание проводили в статических условиях: Т/Ж=0.05 раствором 11% серной кислоты. Результаты анализа, г/л: оксид кремния - 0.5, фосфорный ангидрид - 11.2, оксид алюминия - 7.1.

Использование в качестве дисперсионной среды 10% серной кислоты при тех же условиях показало, что доля перешедших в раствор компонентов составила, %: SiO_2 - 4.6, P_2O_5 - 100, Al_2O_3 - 97. Использование в составе экстрагента хлористого кальция подавляет перехода в раствор оксида кремния и снижает его содержание более, чем на порядок.

Таблица 1

Твердеющие минеральные дисперсии и области их применения

№ п/п	Дисперсоид	Удельная поверхность	Дисперсив	Условия	Активные фазы	Области применения
1	Апатитовый концентрат Т:Ж≈5.0	18001900	H ₂ SO ₄ (35)	6080(40)	Гипс	Грануляция, транспорт, выщелачивание ортофосфорной кислоты
2	Апатит: нефелин (20) Т:Ж = 3.0-3.5	1500-1900	HCl(11)	6080(40)		Выщелачивание фосфатов, щелочей, солей алюминия
3	Апатит: нефелин >40% Т:Ж = 2.8-3.0	2500-3000 2500-3000 100-200 1500-1900	HCl(20)+CaCl ₂ (0.1) HCl(20)+CaCl ₂ (0.1) H ₂ SO ₄ (15)+CaCl ₂ (0.1) H ₂ SO ₄ (45)	105-120(40) Естественная Естественная 110120(20)	γAl ₂ O ₃ ·SiO ₂ ·ηH ₂ O гидрооксисоли	Очистка шахтных вод Закладочные смеси Закрепление пылящих хвостохранилищ Выщелачивание фосфатов, щелочей, солей алюминия
4	Сфен-содержащий концентрат Т:Ж = 3.0-3.5	2500-2600	HCl(20)	80120(60)	γAl ₂ O ₃ ·SiO ₂ ·ηH ₂ O CaO·2SiO ₂	F-селективный адсорбент
5	Сфеновый концентрат Т:Ж = 4.0-4.5	1200	H ₂ SO ₄ (35)	110120(20)	Гипс, Ti-содержащая фаза	F-селективный адсорбент
6	Эвдиалитовый концентрат Т:Ж≈3.0	2500-3000	H ₂ SO ₄ (15-20)+HCl ₂ (11)	110120(60)	γAl ₂ O ₃ ·SiO ₂ ·ηH ₂ O 2CaO·SiO ₂ ·2H ₂ O	F-селективный адсорбент Извлечение компонентов из раствора
7	Эвдиалитовый концентрат Т:Ж≈2.0	2000-2500	H ₂ SO ₄ (15-20)+HCl ₂ (11)	90100(60)	γAl ₂ O ₃ ·SiO ₂ ·ηH ₂ O 2CaO·SiO ₂ ·2H ₂ O	F-селективный адсорбент Извлечение компонентов из раствора

Таблица 2

Концентрация Al₂O₃ в зависимости от объема пропущенного элюента

Показатели	Содержание							
Объем раствора, мл	435	885	1285	1485	1885	2405	2775	3250
Концентрация Al ₂ O ₃ , г/л	16.9	7.31	5.02	3.82	3.87	3.83	1.66	4.78

Остатки от выщелачивания ТМД апатит-нефелиновых руд представляет готовый компонент сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера.

ТМД, содержащие моно- или полиминеральное сырье или минеральные отходы и подобранные дисперсионные среды, показывает возможность проведения направленного синтеза твердого тела с заданными свойствами, позволяющими проводить переработку минерального сырья с последующим выделением целевых компонентов и утилизацией нерастворимого остатка в самой технологии или строительной индустрии.

Литература

Зосин А.П., Приймак Т.И. Адсорбционно-активные материалы на основе твердеющих минеральных дисперсий в управлении движением отходами переработки горнорудного сырья. - Апатиты, 1999. -249

Экологические аспекты процессов геохимической трансформации хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд Хибинского месторождения / Приймак Т.И., Зосин А.П., Федоренко Ю.В. и др. – Апатиты, 1998. - 51 с

NEW APPLICATIONS OF PRODUCTS OF PROCESSING OF VERMICULATE

A.A. Zubkov¹, Z.M. Shulenina¹, G.B. Melentjev²

¹ JSC "Ecomet Plus";

² Research centre "Ecology and industrial power technology" of Institute of high temperatures, RAS

The description of siplast production from vermiculate concentrates including the separation wastes is given in the report. The main technological parameters of separation and processing of vermiculate are given. The positive results allow to recommend this new product application to the manufacture.

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ВЕРМИКУЛИТА

А.А. Зубков¹, З.М. Шуленина¹, Г.Б. Мелентьев²

¹ ООО «Экомет Плюс»;

² НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» Института высоких температур РАН, emalina@rol.ru

Ранее нами была разработана комбинированная флотационно-гидрометаллургическая схема переработки нового типа редкометалльно-щелочного сырья, включающая получение грубого флотационного концентрата, кислотного выщелачивания и последующее концентрирование разделение щелочных металлов с использованием в качестве сорбента природного цеолита-клиноптилолита (Комбинированная..., 1977). Принципиально схема гидрометаллургического передела слюдяного концентрата сводилась к операциям выщелачивания слабой серной кислотой и фильтрования. Кек после промывки и сушки представлял собой попутно синтезированный материал – силикагель, годный к использованию и получивший название *сипласт*. В зависимости от качества исходного материала получался соответствующего качества и сипласт, который подвергался дополнительной очистке в зависимости от требований, предъявляемых потребителем. Его структура, унаследованная от слюд, представляет собой слоистый кремнезем, который в природе не встречается. В силу своих уникальных свойств (кислотоупорности, устойчивости против окисляющих сред, низкой тепло- и звукоэлектропроводности и др.) при хорошей сочетаемости с полимерами сипласт перспективен для широкого применения в различных отраслях народного хозяйства.

Экономически целесообразно получать сипласт в районе добычи и переработки исходного минерального сырья, например, из вермикулита или продуктов его обогащения Ковдорского месторождения. Поэтому нами отдано предпочтение варианту получения сипласта из вермикулитового концентрата среднего качества методом выщелачивания его соляной кислотой. Процесс получения сипласта из вермикулита и других слюд представляет собой удаление на атомном уровне железа, магния, калия и редких щелочных металлов, находящихся в пакетах между структурными сетками гексагональной связи кремнекислородных тетраэдров. Проведенный комплекс работ в направлениях комплексного использования продуктов переработки вермикулита позволил получить флотационный концентрат из хвостов Ковдорского вермикулитового производства (Зубков и др., 2004). Для базовых исследований использовали вермикулитовый концентрат, полученный методом флотации из отходов ОАО «Ковдорслюда», содержащий около 90% вермикулита следующего химического состава (табл.1).

Технологическая схема 2-х стадийного выщелачивания вермикулитового концентрата представлена на рис. 1:

1-я стадия – выщелачивание 10%-ной соляной кислотой при температуре 80°C продолжительностью 1 час при соотношении Ж:Т= 5:1.

2-я стадия – выщелачивание 25%-ной соляной кислотой при температуре 90°C продолжительностью 1 час при соотношении Ж:Т=3:1.

Кек после 2-ой стадии обезвоживается – репульпируется с целью отмывки его от остатков соляной кислоты и направляется на доочистку от примесей.

Таблица 1

Химический состав вермикулитового концентрата (вес. %)

№№ пп	Компоненты	Содержание компонентов	№№ пп	Компоненты	Содержание компонентов
1	SiO ₂	32,74	9	P ₂ O ₅	0,65
2	Al ₂ O ₃	8,62	10	Na ₂ O	0,24
3	TiO ₂	0,47	11	K ₂ O	0,37
4	Fe ₂ O ₃	5,77	12	H ₂ O ⁺	14,8
5	FeO	1,22	13	H ₂ O ⁻	Не обн.
6	CaO	3,51	14	F	0,07
7	MgO	26,34	15	п.п.п.	19,42
8	MnO	0,10			

Учитывая использование в качестве исходного материала вермикулитового концентрата низкого по качеству, для получения высококачественного сипласта использовали обогащение кека на винтовом сепараторе, на котором производилось отделение его от первичных механических примесей, а также примесей, полученных в виде нерастворенных сопутствующих минералов после вскрытия сростков при выщелачивании. После доочистки кека на винтовом сепараторе полученный сипласт содержал около 100 % основного вещества. Плотность воздушно-сухого сипласта составляла около 2 г/см³, насыпной вес 0,4-0,5 г/см³.

Определенный интерес представляло изучение возможности производства сипласта из более бедных флотационных концентратов, полученных из отходов вермикулитового производства с содержанием основного вещества в кеке 75 и 85 % (табл. 2).

Таблица 2

Результаты опытов по обогащению кека вермикулитовых концентратов

№ опыта	Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %
1	Концентрат	80,5	100,0	94,5
	Хвосты	19,5	23,5	5,5
	Исходный продукт (кек)	100,0	85,5	100,0
2	Концентрат	68,1	99,9-100	90,5
	Хвосты	31,9	21,8	9,5
	Исходный продукт (кек)	100,0	75,0	100,0

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования для получения сипластов не только вермикулитового концентрата высокого качества, но и бедных концентратов различного происхождения – из текущих или накопленных отходов.

Возможные области использования сипластов многогранны и постоянно расширяются, некоторые из которых приводятся ниже:

- заменители слюд при лучших показателях (меньшая масса, повышенная жаростойкость и кислотостойкость);
- наполнители в красках, пластмассах, каучуках, полиуретане, резине и др.;
- легкая жаростойкая теплозащита частей реактивных двигателей;
- универсальные сорбенты с удельной поверхностью до 600 м²/г.

Учитывая огромные запасы вермикулитового сырья на Ковдорском месторождении, а также объемы уже добытых и подготовленных к использованию хвостов, рекомендуется наладить производство сипласта на имеющихся свободных производственных площадях ОАО «Ковдорслюда» с дальнейшим расширением производства, что позволит решить экономические и социальные проблемы предприятия и обеспечить многие отрасли промышленности новым ценным материалом многоцелевого назначения.

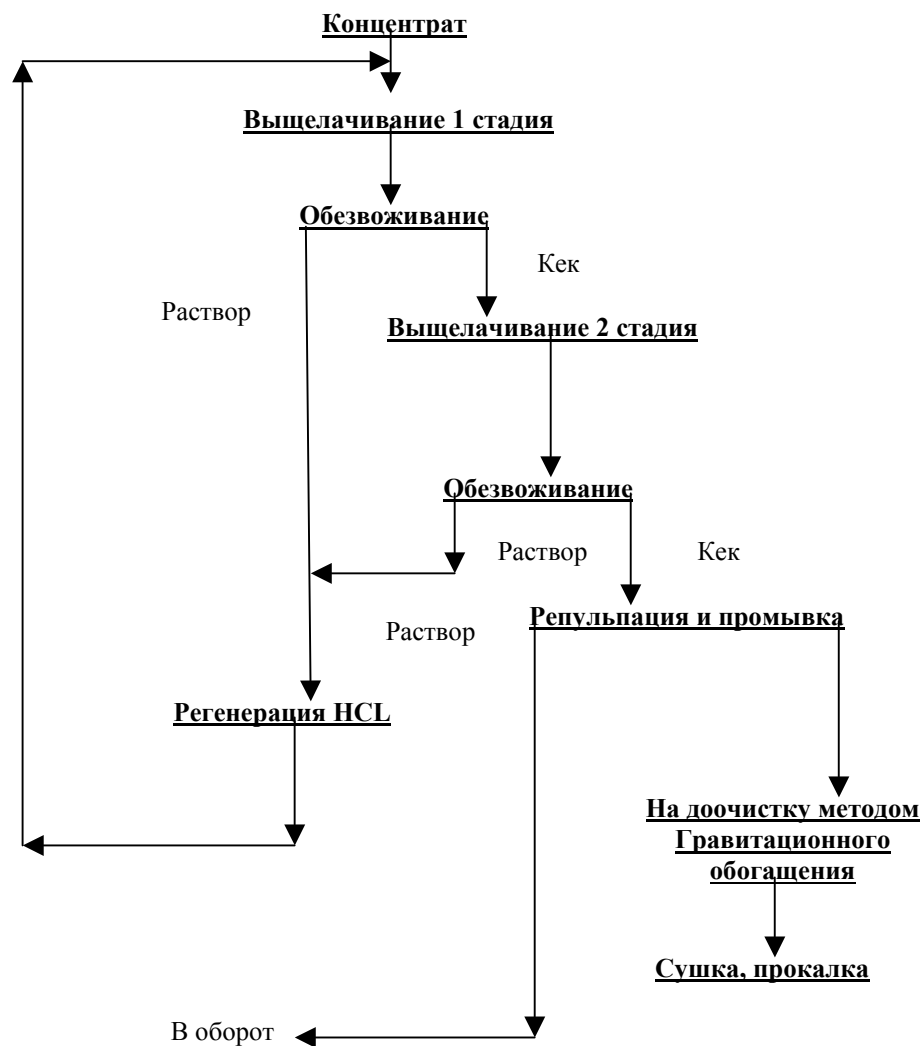


Рис. Принципиальная технологическая схема получения силпаста из вермикулитового концентрата

Литература

Зубков А.А., Мелентьев Г.Б., Шуленина З.М. Технология обогащения и перспективы использования отходов вермикулитового производства. В сб. «Рациональное природопользование: ресурс- и энергосберегающие технологии и их метрологическое обеспечение» Материалы международной научно-практической конференции. 22-24 июня 2004 г., Петрозаводск. М: ФГУП ВИМИ, с.180-184.

Комбинированная схема комплексной переработки биотитовых руд. / Челищев НФ., Зубков А.А., Капитонова Т.А., Крюков В.Л. // Разработка безотходной технологии обогащения руд редких и цветных металлов. - М: Мингео СССР, Мингео УССР, 1977. - с.70-71.

FORECAST OF BLOCK STONE AVAILABILITY AT PUVASHVARA GRANITE DEPOSIT

A.A. Ivanov, S.Y. Sokolov, V.A. Shekov

Institute of Geology, KarRS RAS

One of the most important issues in the process of evaluation of a deposit of dimension stone is a correct correlation of geological and geophysical methods of research.

A range of geological and geophysical methods of evaluation of a territory was tested at Puvashvara deposit of plagioclase-granites in order to work out the methodological approach to this issue.

Using a series of methods permitted us to give an objective assessment of the location as a source of dimension stone.

ПРОГНОЗ БЛОЧНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ГРАНИТОВ «ПУВАШВАРА»

А.А. Иванов, С.Я. Соколов, В.А. Шеков

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Одним из ключевых вопросов при разведке месторождений блочного камня сегодня является соотношение геологических и геофизических работ при оценке выхода блоков на различных участках. Для уточнения этого вопроса был проведен комплекс работ на месторождении «Пувашвара», который включал как геологическое изучение массива, документирование трещин и разломов, так и геофизические исследования (магнитные и электрические свойства гранитов).

Объект «Пувашвара» расположен в пределах Кармангского массива плагиомикроклиновых гранитов, в 35 км к северу от пос. Пяозерский (Лоухский район, Республика Карелия). Граниты имеют весьма привлекательный внешний вид за счет наличия крупных округлых порфироидов калиевого полевого шпата, размерами до 1.5 – 2 см, округлых зерен голубого опаловидного кварца, размерами около 5 мм, и гнейсовидности, обусловленной ориентировкой биотита.

Предпосылкой для постановки этих работ явилось наличие гранитного массива и результаты поисковых и рекогносцировочных работ прошлых лет. Для оценки перспективности проявления «Пувашвара» на предмет добычи блоков, летом 2004 года были проведены комплексные геолого-геофизические работы совместно с ОАО «Интеркамень». На объекте была отобрана технологическая проба в объеме 20 м³. После обработки этой пробы были получены положительные результаты по технологическим и физико-механическим свойствам гранита.

Комплексными геолого-геофизическими методами закартировано около 10 га площади, которая на 90% перекрыта четвертичными отложениями.

Геологические методы включали:

- Геологические маршруты;
- Горные работы – проходка канав, подготовка расчисток;
- Документирование горных выработок – составление планов трещиноватости;
- Замеры ориентировки трещин по площади объекта;

Геофизические методы включали:

- Профиля длиной 300 м с расстояниями между ними 20 метров, пикеты через 10 метров;
- Электропрофилирование с разносами питающей АВ (30 и 20 метров) при длине приемной линии 10 метров, с шагом 10 метров;
- Измерение методом D”P с максимальным разносом АВ/2 – 100 метров, с использованием аппаратуры АНЧ 3;
- Магниторазведочные работы по сети 20х5 метров с регистрацией вариаций. Аппаратура МИНИМАГ и МПП 203.

По результатам работ, с поверхности по обнажениям, расчисткам, канавам и по двум скважинам на глубину, была оценена однородность гранитов, вариации состава породы, трещиноватость массива (конкретного объекта), приблизительно мощность четвертичных отложений. Геофизические методы, сопротивления и магниторазведки, дали возможность выделить, перекрытые с поверхности, участки более монолитные и нарушенные трещиноватостью, протрассировать разломы, оценить мощность четвертичных отложений по площади помогли принять правильное решение о заложении скважин. Необходимо отметить, что даже на одном виде сырья, но на разных участках комплекс геофизических методов может варьировать.

Результаты геологических, геофизических и технологических работ были заверены бурением. Комплексные исследования позволили объективно оценить потенциал участка и подсчитать по промышленным категориям запасы сырья, а также выделить участки к первоочередной разработке.

Для интерпретации геофизических полей (ρ_k) важно знать полную картину трещиноватости объекта, так как от нее зависит сопротивление массива, а для расчета выхода блоков и определения удельной трещиноватости участка набор сближенных трещин (зоны повышенной трещиноватости) можно считать за одну трещину, игнорируя из подсчета площадь их распространения.

Таким образом, проведенные экспрессные геолого-геофизические работы, показали, что совместное их использование позволяет значительно повысить эффективность и достоверность геологической разведки месторождений блочного камня и сокращает ее сроки.

TALC-CHLORITE SCHISTS AS RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF CERAMIC TILES

V.P. Iljina, G.A. Lebedeva, G.P. Ozerova, I.S. Inina

Institute of Geology, KarRS RAS

Use underize particles of talc rocks (additions in clay mass) in ceramic tiles production was tested with a view to improve the quality of ceramic products. It has been found that the use of talc stone as a thinning addition in the ceramic mass increases the strength and reduces shrinkage of tiles as compared to the traditional composition with minimal number of components in the blend. The best results have been obtained when talc rock with higher content of talc was used.

ТАЛЬКО-ХЛОРИТОВЫЕ СЛАНЦЫ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ

В.П. Ильина, ivp@krc.karelia.ru, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, И. С. Инина

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

На территории Карелии известны два месторождения и более десяти проявлений талько-хлоритовых пород. В настоящее время их применение связано, главным образом, с получением из них плиток и предметов бытового назначения. При добыче блоков камень частично раскалывается на мелкие куски. Кроме того, часть горной массы, как правило, сильно рассланцована и не пригодна для получения блоков.

С целью использования мелких фракций талько-хлоритов для улучшения свойств керамических изделий, проведено их исследование в качестве отошающей добавки к глине в массах керамических плиток.

Предпосылкой для постановки работы явились данные о положительном влиянии талька на свойства керамических масс. Установлено, что добавка тальковых концентратов (а.с. № 457680, 1975), тальковых сланцев (а.с. № 924010, 1982) и отходов тальковых пород при добыче (а.с. № 1211241, 1986) в плиточные массы совместно с кварцевым песком и различными отходами производства (красным шламом, отходами глиноземного производства, плиточным боем, стеклобоем) способствовали повышению механической прочности, термостойкости, увеличению интервала обжига и снижению усадки. Добавка талько-хлоритовых сланцев в кирпичные массы значительно повышает морозостойкость и снижает усадку кирпича, по сравнению с исходной глиной (Соколов, 1995).

В связи с изменчивостью состава талько-хлоритовых сланцев исследованы две пробы данных пород, отобранных на Костомукшском месторождении (проба 1) и на месторождении Турган-Койван-Аллушта (проба 2). Химические составы проб приведены в таблице.

Таблица

Химические составы сырьевых материалов

Сырье	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	п.п.п
Пр.№ 1	54.0	0.24	4.32	0.45	6.25	0.041	28.42	0.36	0.02	-	0.05	6.16
Пр.№ 2	36.40	0.22	4.59	6.82	3.76	0.20	26.57	5.63	0.02	-	0.02	15.41
Глина	62.70	0.85	15.45	3.24	2.70	0.03	2.50	0.97	0.21	5.19	1.11	4.46

Минеральный состав сырья определен с помощью оптической микроскопии, рентгенофазового, дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ДТГ) анализов.

По данным ДТА в температурном интервале до 1000°C происходит дегидратация (эндоэффекты при 605, 680°C - проба 1; 610°C - проба 2) и перекристаллизация хлоритов (экзоэффекты при 840°C - проба 1, 870°C - проба 2), разложение доломитов (эндоэффекты при 815 - 830°C проба 1, 800-840°C - проба 2), дегидратация талька (эндоэффекты при 980°C - проба 1, 950°C - проба 2). Основным отличием талько-хлорита пробы 1 от пробы 2 является меньшее содержание карбонатных минералов при более высоком содержании силикатов.

По количеству H_2O , выделяющейся при дегидратации талька, определенной методом ДТГ, рассчитано содержание талька в сырье. Исследованные пробы сланцев различаются по минералогическому и, соответственно, по химическому составу (табл. 1). Проба 1 состоит из талька (54%), хлорита и амфибола с примесью доломита (2%). В пробе 2 основными минералами являются тальк (32%), хлорит и доломит с небольшим количеством магнетита (5%).

В качестве глинистого сырья использована глина Чекаловского месторождения, которая применяется на Никольском заводе (Ленинградская обл.) для производства керамической плитки (табл. 1), состоящая из кварца, гидрослюда, хлорита, полевого шпата.

Исследование опытных масс осуществлялось по общепринятой технологии. Подготовка шихты включала: сушку, измельчение, просеивание, взвешивание и перемешивание компонентов в лабораторной шаровой мельнице до остатка на сите 0,063 мм - 1,5%. После суточного вылеживания рабочая влажность масс составляла 18-20%. Для определения спекаемости и прочности из масс формовались плитки размером 50 × 50 × 8 мм.

Плитки подвергались предварительной сушке при 105°C, а затем обжигались в лабораторной силитовой печи КО-14 при 900-1100°C с интервалом 50°C. Средняя скорость подъема температуры составляла 2-3 град./мин., выдержка образцов в печи при достижении необходимой температуры 40 мин. Образцы охлаждались вместе с печью. Физико-механические свойства плиток определялись в соответствии с ГОСТ 6141-91 "Плитки керамические облицовочные для внутренней облицовки стен". Исследованы свойства двухкомпонентных плиточных масс, содержащих от 20 до 60% талько-хлорита и глины.

Рентгенофазовый анализ показывает, что в керамических массах при 950°C начинается перекристаллизация талька с образованием клиноэнстатита, при 1000°C резко снижается интенсивность линий талька и повышается интенсивность линий клиноэнстатита. При 1000 - 1050°C распадаются гидрослюды, содержащиеся в глинистом сырье. Некоторый рост интегральной интенсивности галло на рентгенограммах указывает на тенденцию увеличения количества стеклофазы при обжиге плиток от 950 до 1100°C. Об этом свидетельствуют также данные по зависимости объемного веса от температуры обжига. При 1050-1100°C фазовый состав плиток представлен в основном кварцем, клиноэнстатитом, стеклофазой. Увеличение интегральной интенсивности галло в составе 1 по сравнению с составом 2, очевидно, обусловлено как различиями химического состава стекол, так и повышением количества стеклофазы. Это является следствием большей кислотности талько-хлорита пробы 1 (таблица), с более высоким содержанием силикатных минералов.

Влияние температуры обжига на свойства керамических масс исследовано на составах, содержащих 30-40% талько-хлорита. Установлено, что при 1100°C повышается общая усадка, что свидетельствует об улучшении спекаемости масс. Это обуславливает снижение водопоглощения и увеличение механической прочности. Таким образом, оптимальной температурой обжига плиток является 1100°C.

При оптимальной температуре обжига повышение содержания талько-хлорита от 20 до 40% приводит к увеличению механической прочности и снижению усадки плиток. При дальнейшем повышении содержания талько-хлорита до 60% наблюдается снижение прочности и значительное повышение водопоглощения. Это связано с ухудшением спекаемости масс, вследствие увеличения доли отошающих компонентов. На этом основании следует считать, что оптимальное количество талько-хлорита в керамической массе составляет 30-40%.

Для плиток, полученных при оптимальных составах и температуре, отмечается, что с увеличением содержания талька в талько-хлорите с 32 до 54% повышается прочность и снижается водопоглощение. По-видимому, это является следствием повышения содержания клиноэнстатита, образующегося при перекристаллизации талька. Общая усадка плиток не зависит от соотношения талька и хлорита в сырье.

Проведено сравнение свойств плиток с талько-хлоритами, с плитками из массы Никольского завода следующего состава (масс. %): глина Чекаловского месторождения -63, кварцевый песок - 17, каолин -16, известь -6. Плитки с талько-хлоритом имеют более высокую прочность (в два раза с пробой № 1, на 40% с пробой № 2,) и меньшую усадку, на 25% для обеих проб. Водопоглощение заводской плитки и плитки с талько-хлоритом пробы № 1 практически равны, с пробой № 2 - выше, но находится в пределах требования ГОСТ 6141-91 (до 16%).

Таким образом, применение талько-хлоритов в качестве отошающей добавки в керамической массе способствует повышению прочности и снижению усадки плиток по сравнению с традиционным составом при минимальном количестве компонентов в шихте. При этом наилучшие результаты достигаются при использовании талько-хлорита с более высоким содержанием талька.

Литература

А.с. 457680 СССР. МКИ. C04В 27/04. Керамическая масса/ И.Ф. Проскура, Н.П. Вакарчук // Открытия. Изобретения.- 1975.-№3.- С.54.

А.с. 924010 СССР. МКИ. С04В 33/00; С04В 35/16. Шихта для изготовления химически стойких изделий. / Т.В.Басалкевич, Л.П.Черняк //Открытия. Изобретения.-1982.-№16.-С.106.

А.с.1211241. СССР. МКИ. С04В 33/00. Керамическая масса для изготовления облицовочных плиток /Ф.М. Оруджев, М.А. Исмаилов, Э.В. Авалова и др.//Открытия. Изобретения.-1986.-№6.-С.116.

Соколов В.И. Талько-хлоритовые сланцы Карелии и пути их комплексного использования.- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995.-126с.

ANALYSIS OF SALT PATCHES ON BRICKWORK OF CONSTRUCTED BUILDINGS AND IDENTIFICATION OF CAUSES OF THEIR APPEARANCE

V.P. Iljina¹, P.A. Lozovik², N.A. Efremenko²

¹ *Institute of Geology, KarRS RAS*

² *Institute of Northern Water Problems*

Brick mortar was tested to determine the causes of salt patches appearance on the brickwork of buildings. It was found that the mortars mixed in different seasons (February, April, May) had high content of calcium oxide (8.64-16.67%). High content of alkaline oxides (26.74%) and SO₃ (16.4%) was observed in salt patches. Salt patches appear due to the presence in the mortar of insoluble calcium carbonate and sodium sulfate as well as due to excess of moisture in the mortar and air.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОЛОВ НА КИРПИЧНОЙ КЛАДКЕ СТРОЯЩИХСЯ ЖИЛЫХ ДОМОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

В.П. Ильина¹, ivp@krc.karelia.ru, П.А. Лозовик², Н.А. Ефременко²

¹ *Институт геологии, Карельский научный центр РАН*

² *Институт водных проблем Севера, Карельский научный центр РАН.*

Одним из существенных недостатков строящихся, в настоящее время, жилых домов является возникновение на поверхности кирпичной кладки белых налетов - «высолов», портящих внешний вид здания. Высолы, на кирпичной кладке, образуются из водных растворов растворимых солей щелочных и щелочноземельных металлов, присутствующих как в глинистом сырье (кирпиче), и добавках, так и в минеральных вяжущих материалах (цемент, известь).

Цемент является одним из источников содержания щелочей (до 2,5%). Вносятся они в цемент с сырьевыми компонентами, с глиной, нефелиновым шламом, а также с минералами типа гидрослюда и полевой шпат. Соли K₂SO₄ и Na₂SO₄ находятся в цементе преимущественно в свободном виде. При контакте с воздухом щелочи карбонизируются образуя высолы, состоящие из карбонатов калия и натрия. Карбонаты щелочных металлов вступают в обменные реакции с гидроксидом кальция, способствуя карбонизации цементных материалов. Количество щелочей в первый период гидратации для различных клинкеров колеблется в пределах от 7 до 42% от их общего количества.

Другой источник образования высолов – гидроксид кальция из состава гидратированного клинкера. Он выходит на поверхность материала и реагируя с углекислым газом воздуха образует выцветы.

Наибольшее количество щелочей содержат добавки – электролиты – ускорители твердения и морозостойкости бетона и кладочных растворов. Щелочи могут также находиться в пластифицирующих добавках, которые изготавливают из нерастворимых органических веществ путем сульфирования и последующей нейтрализации кислотой. Для этого используют гидроксид или карбонат натрия. В результате такой обработки органические вещества растворяются в воде. Образующийся при нейтрализации серной кислоты сульфат натрия может в холодное время года выпадать в осадок из раствора добавок, а затем в концентрированном виде попадать в растворные и бетонные смеси.

Практика строительства показывает, что в большинстве случаев кирпич, находящийся в штабелях на открытом воздухе и подвергающийся воздействию атмосферных осадков, не имеет высолов на поверхности. Их появление на кирпичной кладке чаще всего связано с проникновением в кирпич растворимых соединений из состава кладочных растворов. При этом большое значение имеет способность кирпича поглощать воду и переносить ее к испаряющей поверхности.

По химическому составу высолы подразделяются на несколько типов. Карбонатно-кальциевые состоят преимущественно из карбоната кальция, образующегося при выносе на поверхность бетона (раствора) гидроксида кальция и его карбонизации углекислым газом воздуха. Карбонатно-натриевые высолы образуются при выносе на поверхность гидроксида натрия и карбонизации его углекислым газом воздуха. Существуют сульфатно- натриевые (Na_2SO_4) высолы, которые образуются при выносе на поверхность сульфата натрия и кристаллизации в виде кристаллогидрата сульфата натрия. Соль, содержащаяся в высолах, имеет многокомпонентный состав. Кроме карбонатов и сульфатов присутствуют хлориты, нитриты и другие ионы. В высолах встречаются соединения алюминия, кремния, магния, железа и ванадия. Это ведет к труднорастворимым выцветам.

Испытание строительных растворов.

Визуально определить природу солевых образований практически невозможно. Систематизация факторов, влияющих на образование высолов на поверхности кирпичной кладки, позволяет говорить о 16 наиболее важных причинах их возникновения в процессе возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Наибольшая доля появляющихся высолов приходится на мигрирующие в каменной кладке растворимые продукты гидратации минеральных вяжущих веществ, которые присутствуют в компонентах кладочного раствора. Поэтому нами были выполнены испытания кладочных растворов, по известной методике определения образования высолов на поверхности бетона.

Из кладочных растворов с максимальным (февраль), средним (апрель) и минимальным (май) количеством противоморозной добавки (поташ, K_2CO_3), используемой на предприятии «Петрозаводскстрой», были изготовлены (в лаборатории «Петрозаводскстрой») образцы в виде кубиков размером 100 x 100 x 100 мм. Эти образцы были исследованы в Институте геологии на образование высолов.

После выдерживания образцов при отрицательной температуре (в морозильной камере) в течение 7 суток, а затем 7 суточного хранения в нормальных условиях (при комнатной температуре), кубики на 3-5 см погружались в ванны с водой, причем каждый образец помещался в индивидуальную ванну. Наружная поверхность образцов обдувалась воздухом с температурой 20-25°C. В процессе испытания в воде проводился периодический (в течение 7 суток) осмотр поверхности образцов. Наличие высолов отмечалось визуально по появлению выцветов или налету соли.

В таблице 1 приведены результаты химических анализов кладочных растворов, изготовленных в условиях «Петрозаводскстрой».

Таблица 1

Химические составы кладочных растворов

Оксиды	Р-1 (февраль)	Р-3 (апрель)	Р-5 (май)
SiO_2	67,66	62,22	67,28
TiO_2	0,26	0,23	0,27
Al_2O_3	8,50	5,11	9,28
Fe_2O_3	1,47	1,59	1,27
FeO	0,72	0,43	0,72
MnO	0,046	0,054	0,048
MgO	1,12	1,12	1,12
CaO	10,53	16,67	8,64
Na_2O	2,33	1,22	2,69
K_2O	1,72	0,95	1,87
H_2O	0,92	1,67	1,26
П.п.п	4,58	8,24	5,08
SO_3	0,07	0,50	0,31
Сумма	99,93	100,0	99,84

По результатам химических анализов (табл. 1) видно, что растворы, приготовленные в разное время года (февраль, апрель, май) имеют высокое содержание оксида кальция (8,64-16,67%) по сравнению с щелочными оксидами ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 2,17-4,56 %) и SO_3 (0,07-0,5%). В высолах наблюдается высокое содержание щелочных оксидов (26,74%) и SO_3 (16,4%), что подтверждается данными химического анализа их вытяжек (табл. 2). Высокое содержание оксида кальция в строительных растворах (и их вытяжках, табл. 2) является причиной образования карбоната кальция, который также образует высолы на поверхности кирпичной кладки.

На образцах с максимальным содержанием поташа (февраль) наблюдается наибольшее, по сравнению с другими образцами, количество высолов в виде белого налета. Несмотря на то, что в летние месяцы поташ не добавляется в кладочные растворы на образцах, изготовленных в апреле и мае видны белые налеты высолов и выцветы.

Таблица 2

Результаты химического анализа вытяжек высолов и строительных растворов.

Показатель, мг/л	Проба 1 (высолы)	Проба 2 (зима)	Проба 3 (лето)
Калий	1200	11,3	7,2
Натрий	1750	83,1	9,6
Кальций	11,6	66,8	86,9
Сульфаты	4126	25,4	8,4
Карбонаты	58	163	194

Судя потому, что высолы образуются также на кладочных растворах приготовленных в летнее время года, без добавления поташа, можно предположить, что на появление высолов оказывают влияние нерастворимые соли карбоната кальция и сульфата натрия из кладочных растворов, а также избыточное количество влаги. Поэтому при затворении кладочного раствора водой необходимо учитывать количество воды, которое дополнительно привносится из влажного воздуха и атмосферных осадков. Избыток влаги способствует вымыванию минеральных солей и щелочей, содержащихся в цементе, на поверхность кладочного раствора, а затем и на поверхность кирпичной кладки.

Таблица 3

Обобщенные результаты лабораторных исследований проб воды (по данным водоканала г. Петрозаводска)

Показатели, мг/л	Состав воды	Величина допустимого уровня питьевой воды
Кальций	5,0	Не более 130
Магний	2,0	Не более 65
Железо общее (лето/ зима)	0,1 /0,7	Не более 0,3
Аммиак	<0,05-0,2	До 0,2
Хлориды (лето /зима)	11,0/ 5,0	Не более 350
Нитраты	0,2	Не более 45
Нитриты	Не обнаружены	До 3,0
Сульфаты	5,5-5,6	Не более 500
Щелочность (лето /зима)	0,4-0,28	Не нормир.
РН	6,0-7,0	6,0-9,0
Жесткость общая мг-экв. /л	0,43	Не более 7,0
Прозрачность	3,0	

По результатам, представленным в табл. 3 видно, что состав воды, применяемой для затворения бетонной смеси по всем показателям соответствует требованиям ГОСТ 23732 "Вода для бетонов и растворов" и не влияет на образование высолов на кирпичной кладке.

Для изготовления кладочного раствора на «Петрозаводскстрой» используется силикатный песок Сулажгорского месторождения. Песок кварц-полевошпатового состава, с высоким содержанием кремнезема и является химически устойчивой добавкой в щелочной среде. Щелочные оксиды находятся в кварц-полевошпатовом песке в виде анортита, микроклина. В песке не содержатся примеси, оказывающие влияние на образование высолов.

Для устранения появления высолов на поверхности кирпичной кладки строящихся жилых домов рекомендуется: уменьшить количество противоморозной добавки – поташа, применять другую добавку или совместно с поташом вводить такие добавки как СНВ, СПД, ГКЖ-94 или ПГЭН. При подборе добавки необходима повторная проверка кладочного раствора на образование высолов.

Удалить появляющиеся на поверхности затвердевшего раствора высолы можно путем 2-3 кратной поверхностной обработки конструкции 5-10%-ным водным раствором СДБ или эмульсии ГКЖ-94.

USE OF KARELIAN ROCKS FOR MANUFACTURE OF CERAMICS AND CONSTRUCTION MATERIALS

V.P. Iljina, L.S. Skamnitskaya

Institute of Geology, KarRS RAS

The authors made a study of the rocks suitable for manufacture of ceramics and construction materials. Quality of the non-traditional resources of the feldspar material are no worse than that of the traditional ones and may be of interest for manufacture of low-temperature ceramics and sanitary ware. The influence of quartz and feldspar dust wastes on shrinkage, water absorption and strength of facing tiles was studied. Natural pigments (burnt umber, brown umber, yellow ochre), coloured natural rocks (wastes of microcline pegmatite with its typical pink tint), which are side-products of the mining and dressing mills in Karelia were studied as additives to the lime-and-sand mass to make coloured silicate bricks.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД КАРЕЛИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИКИ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.П. Ильина, ivp@krc.karelia.ru, Л.С. Скамницкая

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Карелия располагает значительными ресурсами горных пород, пригодных к использованию в производстве керамики и строительных материалов (плитка облицовочная, фасадная, санитарные керамические изделия, кирпич и др).

Низкотемпературная керамика. Технические и эстетические свойства производимой керамики определяются качеством используемых плавней - полевых шпатов.

Все типы полевошпатового сырья перед использованием в керамике обогащаются с целью удаления железосодержащих минералов. Полевошпатовые концентраты, полученные по технологической схеме, с использованием стадийной магнитной сепарации, содержат не более 0,2% Fe_2O_3 . Использование непегматитовых типов полевошпатового сырья предпочтительнее, т.к. в естественном виде породы характеризуются постоянным составом, большими запасами и имеют преимущественно натровый (геллефлинта) или калиевый (кварцевые порфиры) или бескварцевый (сиениты) составы.

Сравнительная характеристика полевошпатовых концентратов различных генетических типов и свойства низкотемпературной керамики даны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Характеристика полевошпатовых концентратов

Тип сырья	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	Свободный кварц
геллефлинта	74,52	0,2	16.62	6.02	0.2	24,5%, тонкодисперсный
сиенит	62.69	0.2	20.50	7.53	6.73	нет
пегматит плагио - микроклиновы месторождения. Уракка	73,94	0,28	15,21	5,16	3,98	до 30 %

Таблица 2

Свойства низкотемпературной керамики

Тип сырья	Температура, °C			Температурный интервал спекания	Огневая усадка	Водопоглоще ние, %
	Начало спекания	Начало интенсивной усадки	Максимально го уплотнения			
геллефлинта	925	1125	1280	1290-1325	7,75	0,10
сиенит	1000	1080	1290	1250-1300	9,80	0,11
Пегматитовый плагиоклаз	950	1100	1260	1250-1290	9,65	0,10

Санитарная керамика. Обогащенный нефелиновый концентрат и концентрат из геллефлинты были испытаны в составах масс для санитарных керамических изделий, свойства полученной керамики приведены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика свойств санитарной керамики

Полевошпатовый концентрат	Воздушная усадка, %	Температура обжига, °С	Усадка общая, %	Водопоглощение, %	Объемная масса, г/см ³
из сиенита	6,0	1250	13,5	0,4	2,28
из геллефлинты	3,3	1250	12,6	0,2	2,36

Нетрадиционные источники полевошпатового сырья, по свойствам не уступают традиционным и могут представлять интерес, как полевошпатовое сырье для производства низкотемпературной керамики и санитарных керамических изделий.

Фасадные плитки. Сырьем для производства фасадных плиток могут быть как полевошпатовые породы, так и отходы производств. В настоящее время производство керамических плиток осуществляется на поточно-конвейерных линиях с роликовыми печами по технологии скоростных режимов сушки и обжига. При этом температура обжига плиток не превышает 1100°С. Поэтому в плиточные массы как правило, вводят добавки, способствующие лучшему спеканию масс и снижению температуры обжига - нефелины, полевошпатовые отходы и пр.

Фасадные плитки полученные на основе сиенита без обогащения, обожженные однократно в температурном интервале 1040-1060°С имеют водопоглощение менее 8% и могут представлять интерес как местное сырье.

Облицовочные плитки на основе полевошпатового сырья и кембрийской глины Чекаловского месторождения. Исследовано влияние полевошпатового сырья Чупинского ГОКа на усадку, водопоглощение и прочность облицовочной плитки на основе кембрийской глины Чекаловского месторождения и сравнение свойств с массой, применяемой Никольским керамическим заводом.

Плитки подвергались предварительной сушке при 105°С, а затем обжигались при температуре 900 – 1100°С. Для исследования влияния полевошпатового сырья на физико-механические свойства в массах облицовочных плиток количество его изменяли от 20 до 40 масс. %. Общая усадка равномерно повышается в зависимости от увеличения температуры обжига и не зависит от количества вводимого полевошпатового сырья (20-40 % по массе). При конечной температуре обжига (1100°С) наименьшее водопоглощение равно - 6,05 %. Показатели прочности коррелируются с данными водопоглощения, наибольшую прочность (29,91 - 32,16 МПа), имеют составы с содержанием полевошпатового компонента 30-35% и кварцевого песка 8-9%.

Применение кварц-полевошпатовых отходов обеспылевания позволяет исключить из состава массы известь, снизить количество кварцевого песка, требующих помола.

Силикатный кирпич объемного окрашивания на основе природных красителей Карелии. Природные пигменты (умбра жженная, умбра темно-коричневая, охра ярко-желтая), окрашенные горные породы (отходы микроклинового пегматита с характерным розовым цветом), образующиеся при добыче и переработке на горнодобывающих предприятиях Карелии изучены в составе известково-песчаной массы, для получения силикатного кирпича объемного окрашивания.

Свойства окрашенных кирпичей, изготовленных в производственных условиях. С применением природных пигментов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Свойства силикатных кирпичей с использованием красителей

Свойства	Красители					
	Микроклин		Охра	Умбра	Железосодержащая пыль	Пигмент № 5567
Механическая прочность на изгиб, МПа:						
Сырец	0.81	0.87	0.81	0.80	0.85	0.82
Кирпич	29.57	31.40	27.06	26.90	28.90	27.35
Механическая прочность на сжатие, МПа:						
Кирпич	12.50	20.00	15.00	20.00	15.00	18.00
Морозостойкость, циклы	35	35	25	25	28	35
Водопоглощение, %	11.20	12.55	12.80	11.80	12.00	11.20
Цвет (визуально)	розовый	розовый	коричневый	коричневый	коричневый	зеленый

После автоклавной обработки цвет и форма их не изменились. Разработанные составы масс можно рекомендовать для производства цветного силикатного кирпича. Цветные силикатные кирпичи на основе природных минеральных красок, цветных горных пород могут широко использоваться для отделки и украшения зданий в строительстве.

MINERAL RESOURCES OF CONSTRUCTION MATERIALS IN KOMI REPUBLIC

E.P. Kalinin

Institute of Geology, Komi RS, UB RAS

Mineral resources base of construction materials is represented by 248 deposits of sand, sand-and-gravel mix, construction and facing stone, limestone, dolomite, clay and argillites.

By degree of concentration and diversity the richer resources of construction materials are found in the more developed industrial regions – Uhtinsky and Vorkutinsky, than in Syktyvkarsky, Usinsky and Intinsky regions.

Availability of resources of construction materials is first of all important in the construction and development of the railways road Arkhangelsk- Syktyvkar-Permj and later on - in development of the gas pipeline system Yamal-Komi Republic-Central Russia-Europe.

Reserves of such types of mineral materials as quartzite sandstone, dolomite, cement raw material, quartz glass sand can satisfy the needs of not only Komi Republic, but of the Barents region countries as the major consumers of such raw materials in the region, especially after commissioning of the “Belkomur” railway road.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Е.П. Калинин

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

Материальной основой минерально-сырьевой базы строительной индустрии Республики Коми являются многочисленные месторождения песков, песчано-гравийных смесей, доломитов, строительных и облицовочных камней, глин и аргиллитов для кирпичного и керамзитового производства (Калинин, 1999, 2002а, 2002б; Юшкин и др., 1993)

Территориально созданная минерально-сырьевая база стройматериалов тяготеет к развитым промышленным районам Республики. Высокой концентрацией и разнообразием разведанных месторождений выделяются Ухтинский и Воркутинский промышленные районы, в меньшей степени – Сыктывкарский, Усинский и Интинский промышленные районы.

В 1999 году нами проведена полная оценка состояния ресурсной базы месторождений песчано-гравийных смесей, песков строительных и песков стекольных и составлен порайонный кадастр (по административным районам Республики Коми) всех этих месторождений. Всего описано 145 месторождений, из которых 65 месторождений песчано-гравийных смесей, 76 месторождений песков строительных и 3 месторождения песков стекольных (Калинин и др., 1999). В 2002 году нами проведен повторный анализ минерально-сырьевой базы стройматериалов с акцентом на 9 южных административных районов Республики Коми (Калинин и др., 2000б). Современная ситуация подчеркивает первоочередную востребованность этих видов сырья для индустриального развития южных районов. Наиболее востребованным видом минерального сырья в южных районах РК являются разнообразные строительные материалы и среди них, в первую очередь – пески и песчано-гравийные смеси (ПГС). В настоящее время проводятся активные поиски, оценка и промышленная добыча строительного сырья вдоль трасс железной дороги Чиньяворык-Среднетиманский бокситовый рудник и в полосе строительства железной дороги «Белкомур». Добытое сырье используется для строительства и ремонта железных и автомобильных дорог, для отсыпки строительных площадок и благоустройства промышленных объектов, жилья и соцкультбыта, для приготовления штукатурных и кладочных растворов и приготовления бетона. Пески Кочегягского месторождения используются для производства силикатных изделий: кирпича М-75-200, тяжелых бетонных изделий (ГОСТ 11118-65). Наибольшее разнообразие стройматериалов на юге РК отмечено в Удорском, Усть-Вымском и Сысольском районах, в меньшей степени – в Сыктывдинском, Койгородском, Княжпогостском и Прилузском районах (Калинин и др., 2002а).

В целом, по состоянию на 1 января 2002 г. на территории Республики Коми учтены балансом 173 месторождения общераспространенных полезных ископаемых, в том числе: 84 месторождения песков строительных; 65 – ПГС; 1 – песков стекольных; 21 – строительного камня; 2 – природных облицовочных камней.

Материалы, представленные ведущим геологом Комигеолфонда Э.П. Калининым, характеризуют современное состояние минерально-сырьевой базы строительных материалов РК на январь 2003 г. (таблица). Наблюдается определенный прогресс по наращиванию промышленных запасов (кат. А+В+С₁) по сравнению с аналогичным периодом прошлого 2002 года. Так, общее количество месторождений, стоящих на балансе увеличилось от 220 до 248, а разрабатываемых месторождений - от 107 до 122. При этом наиболее востребованными видами минерального сырья оказались строительные пески (увеличение баланса на 20 месторождений) и песчано-гравийные смеси (увеличение на 8 месторождений). Общий объем промышленных запасов песков строительных при этом возрос на 10 млн. м³, а песчано-гравийных смесей - на 2,7 млн. м³. Количество разрабатываемых месторождений строительных песков увеличилось с 52 до 62, что подчеркивает их первоочередную необходимость при широком фронте дорожного строительства в РК, в том числе при обустройстве ж/д магистрали Белкомур.

Реализация основных проектов, связанных с развитием нового для Республики Коми горнорудного комплекса, обязательно связывается с наличием соответствующей базы стройматериалов. Так, следующим этапом бокситового проекта является создание глиноземного производства в Ухтинском промышленном районе, обеспеченном значительными промышленными запасами бельгопских известняков, необходимых для этого этапа переработки бокситовых руд. Начиная с 1963 года на Бельгопском месторождении ведется промышленная добыча известняков для производства щебня, бутового камня и известняковой муки, которая составляет 160,8 тыс. м³ (385,9 тыс. т) по данным 2000 года. Сырьевая база месторождения достаточна и для глиноземного производства, разработка его ведется наиболее экономичным открытым способом до глубины 30 м.

Таблица

Состояние минерально-сырьевой базы строительных материалов Республики Коми на 01.01.2003 г.

Наименование полезного ископаемого	Отчетный баланс по состоянию на 01.01.2003 г.		Состояние баланса по разрабатываемым месторождениям на 01.01.2003 г.	
	Количество месторождений	Промышленные запасы кат. А+В+С ₁ , тыс.м ³ (тыс.т)	Количество месторождений	Промышленные запасы кат. А+В+С ₁ , тыс.м ³ (тыс.т)
1. Пески строительные	106	287925 тыс.м ³	62	161510 тыс.м ³
2. Пески стекольные	1	4851 тыс.т	—	—
3. Песчано-гравийная смесь	73	129583 тыс.м ³	44	71601 тыс.м ³
4. Строительный камень	20	422271 тыс.м ³	10	183246 тыс.м ³
5. Облицовочный камень	2	1769 тыс.м ³	—	—
6. Точильный камень	1	449 тыс.м ³	—	—
7. Кремнистое опалкristобалитовое сырье (опоки)	2	11690 тыс.м ³	—	—
8. Глины кирпичные	16	116722 тыс.м ³	4	44045 тыс.м ³
9. Глины для буровых растворов	1	2452 тыс.т	—	—
10. Керамзитовое сырье	9	43884 тыс.м ³	—	—
11. Сырье для производства минеральной ваты	4	107579 тыс.м ³	1	3786 тыс.м ³
12. Известняки для производства строительной извести	3	25430 тыс.т	—	—
13. Известняки флюсовые	1	36047 тыс.т	—	—
14. Известняки для целлюлозно-бумажной промышленности	1	25380 тыс.т	—	—
15. Цементное сырье	3	221387 тыс.т	1	23952 тыс.т
16. Доломиты для производства вяжущих материалов	2	4385 тыс.т	—	—
17. Гипс	2	17266 тыс.т	—	—
18. Соль каменная	1	689066 тыс.т	—	—
И Т О Г О	248		122	

Интенсивная разработка бокситов Среднего Тимана, которая разворачивается на наших глазах все в больших масштабах, открывает путь для комплексного использования всей гаммы вмещающих пород. Так, породы вскрыши Ворыквинской группы бокситовых месторождений представлены позднедевонскими базальтами и долеритами которые в перспективе могут быть использованы в камнелитейном деле. Предварительная оценка технологических и эксплуатационных свойств этих пород указывает на возможность получения широкого спектра петругических изделий при использовании их в качестве монокомпонентного сырья (Степаненко и др., 1991). В Сыктывкаре успешно работает ОАО «Лотос» с ежегодными объемами производства до 39 тыс. м³ базальтового волокна. Последнее широко используется в виде плит в современном строительстве как тепло-и звукоизоляционный материал. Слой из базальтового волокна толщиной 10 см по теплопроводности равен метровой кирпичной кладке (Превращая... 2001). Поставщиком базальтового сырья является Карелия. Наиболее перспективно в этом случае использовать базальты Тимана, обладающие выдержанным химизмом и солидными сырьевыми ресурсами.

В случае крупномасштабного и комплексного освоения Ярегского нефтетитанового месторождения ожидается производство большого спектра главных и побочных продуктов переработки: пигментного диоксида титана, металлического титана, цветных титановых пигментов и лакокрасочных материалов на их основе, сварочных флюсов и электродных покрытий, попутное производство экстракционной нефти, метасиликата натрия, керамических и строительных материалов, наполнителей для композиционных материалов, каменного литья и других продуктов. На начальных этапах создания Опытного-промышленного горно-обогательного комплекса (ОПГОК) и Опытного пигментного завода (ОПЗ) необходима общая оценка перспектив рассматриваемой площади на различные строительные материалы. Последние понадобятся в первую очередь для обустройства дорог, подъездных путей, строительства самих спецобъектов типа ОПГОК и ОПЗ и других целей (Калинин и др., 2000). Кроме того, при варианте открытого способа отработки Ярегского месторождения верхние горизонты должны быть разработаны попутно как вскрыша. В этом случае в хозяйственный оборот могут войти известняки, песчаники, глины, мергели, сланцы, туффиты, диабазы и другие виды минерального строительного сырья (Калинин и др., 2000, 2003). И, наконец, после извлечения полезных компонентов ярегских руд останутся кварцевые пески, которые могут использоваться в строительных целях, для производства керамики и как сырье для стекольной промышленности. По некоторым расчетам такое использование нефтеносного песка экономически оправдано (Старцев, 1967).

Таким образом, запасы всех рассмотренных видов минерального сырья значительны и могут, и должны быть востребованы для развития экономики Республики Коми. В первую очередь стройматериалы необходимы при строительстве и обустройстве новой для страны ж/д магистрали Архангельск-Сыктывкар-Пермь («Белкомур»), а также для осуществления газотранспортной системы Ямал-РК-Центр РФ-Европа, не говоря уже о повседневных нуждах лесников, дорожников, строителей и других производственных организаций.

Подготовленная сырьевая база и ресурсный потенциал таких видов минерального сырья, как кварцитопесчаники, доломиты, кварцевые стекольные пески, цементное сырье способны обеспечить не только потребности Республики Коми, но и сопредельных регионов, в том числе стран Баренцева региона (Юшкин и др., 2003). И здесь важнейшим фактором успеха является ввод в эксплуатацию железнодорожной магистрали Белкомур, обеспечивающей выход к крупнейшим потребителям минерального сырья в Баренцевом регионе.

Пути использования всей гаммы индустриальных минералов и горных пород (керамзитовое сырье, базальты, известняки, гипс, соли и др.), широко распространенных на территории Республики Коми, определяются главным образом развитием горнорудного комплекса, который со временем должен вовлекать их в сферу своей деятельности при наличии благоприятной экономической ситуации.

Литература

Калинин Е.П., Калинин Э.П. Современное состояние минерально-сырьевой базы Республики Коми (песчано-гравийные смеси, пески) на 01.01.1998 г. // Докладная записка. Сыктывкар, 1999. 58 м.п. стр.

Калинин Е.П., Калинин Э.П. Русский В.К., Топорков В.Г. Пути использования местной базы строительных материалов и побочных продуктов при комплексном освоении Ярегского нефтетитанового месторождения // Тр. ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2000. – Вып. 105. – С. 27-41.

Калинин Е.П., Калинин Э.П. Общераспространенные полезные ископаемые – фундамент индустриального развития южных районов Республики Коми // Материалы III Всероссийской научной конференции «Южные районы Республики Коми: геология, минеральные ресурсы, проблемы освоения». Сыктывкар, 2002 г. С. 163-165.

Калинин Е.П., Калинин Э.П. Строительные материалы (песчано-гравийные смеси, пески) южных районов Республики Коми по состоянию на 01.01.2000 г. // Докладная записка. Сыктывкар, 2002. 24 м.п. стр.

Калинин Е.П. Местная база стройматериалов – дополнительный ресурс при комплексном освоении Ярегского нефтетитанового месторождения // Материалы Международной научной конференции «Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов». Апатиты, 2003. С. 32-33.

Превращая камни в ...вату // Журнал «Регион», №3, 2001. С.7.

Старцев В.А. Энерготехнологическое использование ярегских нефтеносных песчаников // Энергия и водное хозяйство Коми АССР: Научные труды / Коми филиал АН СССР – 1967. – Вып. 15. – С. 109-116.

Степаненко В.И., Осташенко Б.А. Базальты Тимана как петруггическое сырье. Серия препринтов сообщений «Научные рекомендации - народному хозяйству». Коми НЦ УрО АН СССР, 1991. – Вып. 97. 25 с.

Юшкин Н.П., Димов В.П., Калинин Е.П., Калинин Э.П., Василевский Н.Д. Нерудное сырье Республики Коми и пути его использования // Доклад на науч.-аналит. конференции «Природные ресурсы и производительные силы Республики Коми»: Сыктывкар, 1993. 24 с.

Юшкин Н.П., Бурцев И.Н. Ресурсный потенциал минерального строительного сырья Республики Коми и сопредельных регионов // Материалы Международной научной конференции «Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов». Апатиты, 2003. С. 10-12.

STRUCTURAL AND CHEMICAL CHANGES OF GANGUE MINERALS DURING GRINDING AND THEIR INFLUENCE ON BINDING PROPERTIES

A.M. Kalinkin, B.I. Gurevich, E.V. Kalinkina, V.V. Tyukavkina

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

Structural and chemical changes of monomineral diopside of Kovdor deposit during fine grinding in air and in CO₂ atmosphere have been investigated. Centrifuge planetary mill AGO-2 has been used as the grinding apparatus. Influence of the grinding medium on binding properties of the mineral has been studied. Data on binding properties of vibromilled ferrous-magnesian slags of “Severonickel” and “Pechenganickel” plants have been presented.

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕРУДНЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЯЖУЩИЕ СВОЙСТВА

А.М. Калинин, kalinkin@chemy.kolasc.net.ru, Б.И. Гуревич, Е.В. Калинкина, В.В. Тюкавкина

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

Истощение запасов богатых месторождений большинства видов минерального сырья обусловило вовлечение в переработку более бедных руд, что привело к резкому увеличению объема горнопромышленных отходов, содержащих нерудные минералы. Один из путей утилизации отходов предприятий горно-химического комплекса, в том числе нерудного сырья – переработка их в различные строительные материалы, например, в минеральные вяжущие (Макаров, 1998). В производстве вяжущих процесс измельчения является одним из основных. Качество вяжущих материалов из отходов зависит не только от природы сырья и его дисперсности. Во многом оно определяется физико-химическим состоянием поверхности зерен, что непосредственно сказывается на способности минералов к гидратации. Тонкое измельчение ведет не только к уменьшению размеров зерен твердого тела, но в той или иной степени может сопровождаться изменением физического состояния, реакционной способности и химического состава диспергируемого вещества (Аввакумов, 1986; Молчанов и др., 1981). Молекулы газовой среды, в которой проводится сухое измельчение или целенаправленная механическая активация, оказывают заметное воздействие на характер и степень протекающих при этом процессов, в ряде случаев выступая как реагенты механически стимулированных гетерофазных реакций. Возрастание роли окружающей атмосферы связано как с усилением адсорбции молекул на активных центрах поверхности, так и с их последующей повышенной диффузией в объем частиц по возникающим в ходе тонкого измельчения дефектам кристаллической структуры (Ходаков, 1994).

Ранее при изучении процессов, происходящих при механической активации силикатов, было обнаружено, что некоторые Ca,Mg-содержащие силикатные минералы при тонком измельчении способны поглощать углекислый газ из воздуха или атмосферы CO₂ в количествах, сопоставимых с содержанием кальция и магния в минерале. Для диопсида CaMgSi₂O₆, например, можно достичь содержания CO₂ в пересчете на CaCO₃ – 50 мас.%. Формально это означает практически полный перевод силиката в карбонат в ходе механохимического процесса. Поглощенный CO₂ находится в составе измельченного минерала в виде деформированных карбонатных групп, внедренных в разупорядоченную силикатную матрицу. При этом не происходит механохимического синтеза кристаллического кальцита или образования аморфного карбонатного соединения. Молекулы углекислого газа гомогенно «растворяются» в аморфизированном минерале, образуя вещество, схожее по своей природе с охлажденными силикатными расплавами, в которых был растворен CO₂ при высоких температурах и давлениях, соответствующих магматическому состоянию (Калинкин и др., 2001).

В данной работе изучено влияние тонкого измельчения мономинерального природного диопсида Ковдорского месторождения в воздушной среде и в атмосфере CO₂ на его вяжущие свойства. В составе горнопромышленных отходов на территории Мурманской области диопсид является распространенным минералом и может рассматриваться как потенциальный компонент для производства вяжущих. Приведены также данные по вяжущим свойствам шлаков медно-никелевого производства после вибропомола. Химический состав диопсида и шлаков представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав диопсида (месторождение Ковдор) и гранулированных шлаков комбинатов «Североникель» и «Печенганикель», мас. %

Образец	Состав									
	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	S
Диопсид	49.70	24.50	16.10	1.34	2.88	-	0.48	0.43	0.19	-
Шлак комбината «Североникель»	37.64	2.70	7.95	5.50	35.68	7.65	-	-	-	1.29
Шлак комбината «Печенганикель»	40.88	2.65	10.71	6.90	35.40	следы	-	-	-	0.71

В качестве измельчающего аппарата для диопсида использовали центробежно-планетарную мельницу АГО-2, для шлаков - лабораторную вибромельницу. При измельчении в АГО-2 отношение массы шаров к массе измельчаемого вещества составляло 10:1, центробежный фактор – 60g. Удельная поверхность определялась по методу воздухопроницаемости. Содержание CO₂ в образцах определяли газобъемным методом с помощью экспресс-анализатора АН-7529. Определение свободного кремнезема проводили в образцах перед затворением по разработанной нами методике, основанной на его растворимости в щелочах. Образцы-кубики с ребром 1.41 см нормальной густоты состава 1:0 пропаривали в автоклаве при давлении 1.0 МПа в течение 5 час. Прочность при сжатии определялась через сутки после запаривания.

Условия измельчения диопсида на воздухе и в среде углекислого газа, удельная поверхность образцов, результаты анализов на содержание в них CO₂ и активного кремнезема, а также водотвердое отношение и прочность при сжатии соответствующих образцов автоклавного твердения приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Характеристики порошков диопсида после измельчения в воздушной среде и прочность при сжатии образцов автоклавного твердения

Время измельчения, мин	2	5	8
S _{уд.} , м ² /кг	903	1341	1293
SiO ₂ акт., мас%	0.31	0.63	0.63
CO ₂ , мас%	0.50	0.58	0.63
В/Т	0.26	0.30	0.29
Прочность на сжатие, МПа	1.8	8.6	12.4

Таблица 3

Характеристики порошков диопсида после измельчения в атмосфере CO_2 и прочность при сжатии образцов автоклавного твердения

Время измельчения, мин	2	5	8
$S_{\text{уд}}, \text{м}^2/\text{кг}$	1010	1216	1190
$\text{SiO}_2 \text{ акт., мас\%}$	0.28	0.45	0.51
$\text{CO}_2, \text{мас\%}$	1.02	1.74	2.68
В/Т	0.26	0.30	0.29
Прочность на сжатие, МПа	1.2	2.3	6.2

Из представленных в таблицах данных следует, что с увеличением времени измельчения растет содержание активного кремнезема в порошках диопсида, а также прочность соответствующих образцов. Необходимо отметить, что нет прямой зависимости между прочностью и удельной поверхностью диопсида после измельчения. Этот факт может быть объяснен усилением агрегирования частиц при увеличении времени измельчения, что приводит к снижению удельной поверхности. В то же время реакционная способность поверхности за счет увеличения времени активации возрастает, что может способствовать увеличению прочности образующейся структуры. Измельчение в атмосфере углекислого газа ведет к получению образцов диопсида с повышенным содержанием карбоната.

Известны работы, в которых изучалась прочность и другие характеристики синтетических гидросиликатов кальция, выдержанных в атмосфере влажного CO_2 при комнатной температуре. В этих условиях все изученные гидросиликаты кальция разлагались на мелкозернистый CaCO_3 и аморфный кремнезем, и свойства таких карбонизированных образцов изменялись. После выдержки во влажном углекислом газе образцы гидросиликатов кальция разного состава либо увеличивали, либо снижали прочность, из чего был сделан вывод, что свойства карбонизированных образцов в значительной степени зависят от того, как образуется и в какой форме находится карбонат кальция (Рашкович, 1962). В наших экспериментах мы получаем образцы диопсида, содержащие карбонат в совершенно другой форме. Карбонатные ионы под воздействием механической обработки гомогенно «внедряются» в разупорядоченные поверхностные слои силиката. Мы установили, что в процессе запаривания таких образцов в автоклаве происходит превращение гомогенно внедренного карбоната в самостоятельную фазу кальцита и/или арагонита. Эта новообразованная поверхностная карбонатная фаза, по-видимому, не способствует сцеплению частиц, поскольку прочность всех образцов диопсида, измельченных в атмосфере CO_2 , снижается по сравнению с образцами $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, измельченных в воздушной среде. По-видимому, в ходе этого процесса уменьшается доля образующихся цементирующих соединений (гидросиликатов кальция), что ослабляет контакт между частицами диопсида.

В табл. 4 представлены условия измельчения в вибромельнице в воздушной среде шлаков магнезиально-железистого состава комбинатов «Североникель» и «Печенганикель» и прочности образцов после запаривания без применения активаторов. Из приведенных в табл. 4 данных следует, что вибропомол позволяет получать на основе указанных шлаков образцы с прочностью порядка 30 МПа. Прочность определяется, в основном, химическим составом шлаков.

Таблица 4

Характеристики шлаков комбинатов «Североникель» и «Печенганикель» после измельчения в воздушной среде и прочность при сжатии образцов автоклавного твердения

Шлак	«Североникель»	«Печенганикель»
$S_{\text{уд}}, \text{м}^2/\text{кг}$	800	850
$\text{SiO}_2 \text{ акт., мас\%}$	3.34	1.01
В/Т	0.21	0.25
Прочность на сжатие, МПа	30.0	30.5

Литература

Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск, Наука, 1986. – 305с.

Калинкин А.М. и др. Эффект глубокой карбонизации диопсида при механической активации в среде CO_2 // ДАН. - Т. 378, № 2, - 2001. С.233-237.

Макаров В.Н. Экологические проблемы хранения и утилизации горнопромышленных отходов. Ч.1. – Апатиты, Кол.НЦ РАН, 1998. -125 с.

Молчанов В.И., Юсупов Т.С. Физические и химические свойства тонко-диспергированных минералов. - М., Недра, 1981. -161с.

Рашкович Л.Н. Карбонизация индивидуальных гидросиликатов кальция // Строит. материалы. - №6, - 1962. С.31-33.

Ходаков Г.С. Сорбционная механохимия твердых неорганических материалов // Колл. Журнал. - Т.56, №1, - 1994. С.113-128.

NON-TRADITIONAL USE OF SOAPSTONE IN KARELIA

E.E. Kameneva¹, G.A. Lebedeva¹, G.P. Ozerova¹, E.V. Robonen²

¹ *Institute of Geology, KarRS RAS;*

² *Forest Research Institute, KarRS RAS*

The report gives justification of use of soapstone of Karelia as a component in production of mineral fertilizers. The report contains the results of research on composition of the mineral mix for production of glass-like fertilizers on the basis of apatite concentrate produced at Kovdorsky mining plant and soapstone from Turgan-Koivan-Allusta deposit. A positive effect was achieved when they were used in growing of coniferous seedlings.

НЕТРАДИЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАЛЬКО-ХЛОРИТОВЫХ ПОРОД КАРЕЛИИ

Е.Е. Каменева¹, Kameneva@krc.karelia.ru, Г.А. Лебедева¹, Г.П. Озерова¹, Е.В. Робонен²

¹ *Институт геологии, Карельский научный центр РАН;*

² *Институт леса, Карельский научный центр РАН*

Традиционно тальковое сырье используется в целлюлозно-бумажной, керамической, радиотехнической, лакокрасочной, химической, пищевой и других отраслях промышленности, а также в качестве поделочного и строительного камня.

В наших исследованиях изучена возможность применения тальковых пород в составе сырьевой смеси для производства комплексных минеральных удобрений в Карелии.

Актуальность постановки такой проблемы обусловлена тем, что в последние годы в России и за рубежом широкое развитие получили работы по производству водорастворимых стекловидных фосфорных удобрений пролонгированного действия. Так, в настоящее время Волховским химическим заводом и ОАО «Агровит» освоено промышленное производство комплексного фосфорно-калиево-магниевого удобрения АВА, обладающего уникальными питательными свойствами и экологическими преимуществами по сравнению с традиционными поликристаллическими удобрениями.

В частности, стеклообразная форма удобрения обеспечивает постепенное, в течение нескольких лет, растворение, что является преимуществом по сравнению с традиционными удобрениями, которые растворяются сразу и выносятся из почвы.

Состав сбалансирован по всем основным элементам питания растений - в их состав входит P_2O_5 , MgO , K_2O , CaO , S и микроэлементы. Основными активными компонентами в составе стекловидных (плавленных фосфорно-магневых) удобрений являются фосфор и магний.

В соответствии с техническими условиями сырье для плавки на стекловидные удобрения должно содержать P_2O_5 – $19\pm1\%$, MgO – $16\pm2\%$, SiO_2 – $15\pm2\%$. Минеральный продукт такого состава в природных условиях не встречается. Для его получения необходима искусственная смесь (шихта) из двух компонентов – фосфор- и магнийсодержащего. В качестве фосфорсодержащего компонента шихты может быть использован апатитовый концентрат, выпускаемый на ОАО «Апатит» или ОАО «Ковдорский ГОК». Наиболее перспективными источниками магнийсодержащей составляющей, с нашей точки зрения, являются тальксодержащие породы Карелии. В этой связи выполнен анализ состояния сырьевой базы тальковых пород Карелии с позиций возможности использования их различных типов при производстве стекловидных удобрений:

-тальк-карбонатные породы Светлозерского месторождения характеризуются достаточно высоким содержанием MgO - 33,2% , и в технологии получения ПФМУ могут быть использованы без предварительного обогащения, однако этот рудный объект в настоящее время не подготовлен к освоению;

-тальк-хлоритовые сланцы в пределах карьера Костомукшского месторождения перемежаются с другими по составу породами, и их селективная выемка затруднительна;

-тальк-хоритовые сланцы Сегозерской группы месторождений могут быть использованы без предварительного обогащения ввиду высокого содержания MgO. На месторождении пройдены три опытных карьера, которые могут быть задействованы для добычи руды.

Тальк-хлоритовые сланцы Сегозерской группы представлены месторождениями Турган-Койван-Аллуста и Каллиев-Муреннаваара, рядом мелких проявлений расположенных на юго-восточной оконечности оз.Сегозеро, в 15 км к западу от железнодорожной станции Масельская (Соколов, 1995). Это единственный в Карелии объект тальковых руд, где проведена разведка и подсчитаны запасы промышленных категорий.

Химический и минеральный состав пород месторождений Сегозерской группы (табл.1, 2) свидетельствует о принципиальной возможности их использования при производстве ПФМУ.

Таблица 1

Химический состав пород Сегозерской группы месторождений

Оксиды	Содержание, % по массе	
	Турган-Койван-Аллуста	Каллиев-Муреннаваара
SiO ₂	35,7-43,0	30,0-39,94
MgO	23,45-28,3	24,56-27,73

Таблица 2

Средний минеральный состав пород Сегозерской группы месторождений

Оксиды	Содержание, % по массе	
	Турган-Койван-Аллуста	Каллиев-Муреннаваара
Тальк	50	45
Хлорит	35	32-35
Карбонат	15	20-28
Кварц	3-5	-
Примеси	0,5	Ед

Нами разработаны состав минеральной шихты для получения стеклообразных удобрений на основе апатитового концентрата ОАО «Ковдорский ГОК» и тальк-хлорита месторождения Турган-Койван-Аллуста (Каменева и др., 2003). На пробе шихты массой 8кг в НКТБ «Кристалл» (г. Санкт-Петербург) проведены укрупненные технологические испытания.

Синтез ПФМУ осуществляли в пламенной стекловаренной печи, работающей на жидком моторном топливе, в кварцевых тиглях объемом 3 л при температуре плавления 1450°С в течение 40 минут. Стеклогранулят, полученный при закалке расплава под струей воды, не содержал пузырей и кристаллических включений. Содержание лимонорастворимого (усвояемого растениями) P₂O₅ составило 90%.

Полученные удобрения были проверены в полевых условиях на основных сельскохозяйственных культурах Карелии на базе Агрономической станции Института биологии КарНЦ РАН (Каменева и др., 2004). Испытания показали, что стекловидные удобрения равны, а по некоторым показателям превосходят традиционно применяемые удобрения и могут заменить суперфосфат, сульфат магния и мел.

Кроме того, выполнены поисковые исследования по использованию стекловидного удобрения при выращивании семян хвойных пород с закрытой корневой системой. Основой для постановки этих работ послужили положительные результаты исследований по выращиванию высококачественного посадочного материала с использованием современных технологий (Жигунов, 1998). При этом семена выращивают на различных видах торфа и компостов, на почве с внесением органики, на дерновой земле и т.д. (Окультурирование..., 1994).

В лесопитомниках Карелии в настоящее время применяется финская технология выращивания хвойных пород, согласно которой для выращивания сеянцев применяется сфагновый торф, дорогостоящие финские удобрения «Кеккеля» и доломитовая мука производства АО «Рускеала» (отходы производства мрамора). Как показал вегетационный опыт, применение в качестве базовой заправки удобрения, составленного из аммиачной селитры, двойного суперфосфата и сульфата калия обеспечивает нормальные условия минерального питания для сеянцев сосны обыкновенной. Однако практическое использование такой основной заправки осложняется тем, что водорастворимые фосфаты, в том числе двойной суперфосфат, не обладают достаточной сыпучестью, что затрудняет их механизированное внесение. В отличие от них, стекловидное удобрение обладает хорошими физическими свойствами, сыпучестью, негигроскопично.

Эксперимент по использованию полученного стекловидного удобрения при выращивании сеянцев был проведен в лесопитомнике «Вилга» в условиях защищенного грунта. Эффективность применения стекловидного удобрения зависит от крупности помола: положительный эффект отмечается при крупном помоле, особенно на фоне азотного и калийного удобрения. Без фонового внесения удобрений также наблюдается положительный эффект.

Важным моментом при решении вопроса промышленного производства удобрений в Карелии является их стоимость.

В этой связи нами рассмотрен вопрос о возможности производства этого вида удобрений на базе Кондопожского завода камнелитых изделий. Ввиду отсутствия в настоящее время и в ближайшей перспективе промышленно выпускаемого апатитового концентрата в Карелии, в качестве фосфорсодержащего компонента шихты может быть использован апатитовый концентрат ОАО «Апатит» или ОАО «Ковдорский ГОК». Стоимость этих концентратов составляет около 45\$ за тонну (1,3руб./кг).

В качестве магнийсодержащего компонента шихты мы предлагаем талько-хлориты в виде мелкофракционных отходов при получении блочного камня.

Ориентировочный расчет показывает, что ожидаемая стоимость стекловидного удобрения составит 15-20 руб/кг, что значительно ниже стоимости финских удобрений (70 руб/кг).

Полученные результаты являются основой для дальнейших исследований с более широкой производственной проверкой, а также для постановки вопроса о целесообразности промышленного производства ПФМУ в Карелии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ -Карелия (грант 05-05-97524)

Литература

- Жигунов А.В. Посадочный материал с закрытой корневой системой. Лесное хозяйство. - №5. –1998. 33с.
- Каменева Е.Е., Лебедева Г.А., Озерова Г.П. и др. Плавленные фосфорно-магниевого удобрения на основе минерального сырья Карелии // Химическая технология. - №10, - 2003. С.19-23.
- Каменева Е.Е., Лебедева Г.А., Озерова Г.П. и др. Перспективы использования минерального сырья Карелии для производства плавленных фосфорно-магниевого удобрений // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. С.163-170.
- Окультуривание и повышение плодородия почв лесных питомников европейской части России. Рекомендации Рослесхоза. –М.: 1994.
- Соколов В.И. Талько-хлоритовые сланцы Карелии и пути их комплексного использования. Петрозаводск, 1995. 128с.

COPPER-NICKEL PROCESS WASTES FOR THE PRODUCTION OF TECHNICAL REAGENTS AND MATERIALS

A.G. Kasikov

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

It is shown that apart from building applications copper-nickel process wastes can be effectively used in the production of adsorbents and coagulating agents, pigments and charge materials in the production of siliceous-free complex alloys. Methods for utilization of environmentally hazardous wastes to make reagents for repeat use in the copper-nickel process are discussed. It is shown that the advantages of technical-grade reagents lie not only in their low cost, but also high effectiveness in ore concentration and production of individual copper and nickel concentrates.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И МАТЕРИАЛОВ

А.Г. Касиков, kasikov@chemy.kolasc.net.ru

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

При переработке сульфидного медно-никелевого сырья в ОАО «Кольская ГМК» образуются разнообразные отходы, которые выбрасываются в атмосферу, поступают на шлакоотвал или в оборот на пирометаллургические операции, что приводит к загрязнению окружающей среды и частичной или полной потере ряда ценных элементов. Важным путем снижения воздействия отходов на окружающую среду является вовлечение их в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, как того требует Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и, что уже реализовано на практике, в ряде западных стран.

Одним из наиболее объемных видов отходов медно-никелевого производства являются отвальные шлаки. Длительное время их использовали на комбинате «Североникель» для получения термоизоляционных плит, которые отправляли на различные стройки СССР и даже на Байкало-Амурскую магистраль (Поздняков, 1999). Резкое падение спроса на шлаковату, рост стоимости железнодорожных перевозок, а также закрытие Плавильного цеха комбината привели к остановке данного производства. Другим применением шлаков является их использование при производстве щебня и вяжущих строительных материалов (Россинский, 1974). Однако в настоящее время из-за прекращения массового строительства в Мурманской области шлаки для этих целей также практически не используются.

Тем не менее, шлаки, а также другие виды отходов медно-никелевого производства могут быть применены для получения ряда технических материалов и реагентов. Например, отвальные шлаки было предложено использовать в процессе очистки сточных вод от тяжелых металлов и взвешенных частиц. Магнезиально-железистый шлак использовали при производстве шлакощелочного адсорбента, который готовили на основе дисперсий, состоящих из молотого шлака, воды и жидкого стекла (Зосин и др., 1991). Испытания этого реагента для очистки сточных вод комбината «Североникель» показали возможность практически полного извлечения из растворов меди, кобальта и снижения концентрации никеля с 32 до 0.1 мг/л.

Отвальные шлаки ОАО «Кольская ГМК» использовали также для получения железо-кремниевого коагулянта (Касиков, 2003). Испытания данного реагента для подкисления и очистки стока комбината «Североникель», прошедшего предварительную стадию известкования с $\text{pH}=10.8$ показали, что при подкислении стока коагулянтом до $\text{pH}=8.5$ достигается снижение концентрации взвешенных частиц до 3 мг/л и менее, а остаточная концентрация тяжелых металлов при этом не меняется. При менее глубоком подкислении стока (до $\text{pH}=9.2$) обеспечивается снижение остаточной концентрации никеля до 0.012 мг/л, что почти на порядок ниже, чем при использовании щелочных адсорбентов.

Кроме шлаков, реагенты для очистки воды и извлечения благородных металлов могут быть получены из железистых кеков комбината «Североникель». В частности, применение активных феррогелей, полученных из кеков, позволило провести глубокое осаждение платиновых металлов из растворов после автоклавного выщелачивания никелевого концентрата.

Имеются также предложения и опыт использования железистых отходов в качестве пигментных материалов. Например, продукты дожигания кубовых остатков карбонильного никеля использовали в ИХТРЭМС КНЦ РАН при покраске металлических конструкций аппаратов, изготовленных для эксплуатации в агрессивных условиях на предприятии «Silmet», Эстония.

Остатки дожигания, содержащие обычно 40-50% Fe и 10-25% Ni, использовали для замены дорогостоящей закиси никеля при производстве бескремнистых комплексных лигатур. Была получена высококачественная лигатура состава, в масс. %: $\text{SP3M} - 32.9$; $\text{Ca} - 8.0$; $\text{Al} - 32$; $\text{Fe} - 9.0$; $\text{Ni} - 18$. В результате, применение отхода производства комбината «Североникель» вместо чистого реагента позволило снизить себестоимость получения 1 т лигатуры примерно на 3000 \$ США.

Одним из проблемных видов отходов Кольской ГМК являются отработанные ванадиевые катализаторы, которые, в основном, складировались на шлакоотвале, что приводит к вымыванию из них токсичного ванадия, и поступления его в стоки.

В связи с тем, что перевозка этого вида отходов за пределы Мурманской области экономически не выгодна, были проведены исследования и разработан способ утилизации катализаторов в условиях медно-никелевого производства (Касикова и др., 1999). Для извлечения ванадия его выщелачивание проводили в перколяторах водным раствором, содержащим сернистый газ, что позволило восстанавливать малорастворимый ванадий (V) до ванадия (IV), и на 90-95% извлечь его в раствор. Из слабодиссоциированных растворов

ванадий осаждали с получением его 30-50% концентратов или извлекали путем жидкостной экстракции с получением из резкстрактов чистого диоксида ванадия, содержащего более 99% V_2O_4 . Данные оксиды могут быть использованы при производстве феррованадия или отправлены на производство катализаторов.

Кроме извлечения ванадия, при переработке катализаторов предполагается производить SiO_2 , который можно использовать в качестве флюсов или наполнителя в лакокрасочной промышленности, и смесь сульфатов Na и K. Техническая смесь сульфатов не требует разделения на компоненты, так как может быть направлена на получение сульфидов Na и K, которые могут найти применение в ОАО «Кольская ГМК» в процессах флотации и очистки растворов от меди.

Примером эффективной замены чистых реагентов на технический продукт является использование чернового медного купороса в качестве активатора флотации при обогащении руд «Печенги». Выполненные в Кольском научном центре и ОАО «Кольская ГМК» исследования показали, что купоросы, полученные из тонких конвертерных пылей и отработанных отсечных электролитов, содержащие примеси Ni, Fe, Zn и SiO_2 , не требуют дополнительной очистки и могут эффективно использоваться в процессе рудной флотации (Касиков и др., 2005). Как видно из таблицы, применение купороса состава, в масс. %: Cu – 23.3; Ni – 0.7; Fe – 0.07 оказывается даже более эффективным, чем чистого сульфата меди.

Таблица

Результаты лабораторных испытаний процесса флотации руды «Печенги» при использовании в качестве активатора чистого $CuSO_4$ и технического реагента производства комбината «Североникель». Расход реагентов – 30 г/т

Наименование продуктов флотации	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Вид купороса
		Ni	Cu	Ni	Cu	
Концентрат м/ц флотации	22.6	1.55	0.663	50.6	72.0	Чистый производства «Урал-электро-медь»
Концентрат осн. флотации	10.7	1.63	1.576	25.2	11.7	
Концентрат контр. флотации	10.7	0.522	0.133	8.5	5.8	
Хвосты	56.0	0.194	0.039	15.7	10.5	
Исходная руда	100.0	0.692	0.208	100	100	Технический производства «Северо-никель»
Концентрат м/ц флотации	22.5	1.61	0.712	52.2	72.6	
Концентрат осн. флотации	8.2	1.80	0.301	21.5	11.2	
Концентрат контр. флотации	14.1	0.522	0.106	10.7	6.7	
Хвосты	55.2	0.186	0.038	15.0	9.5	
Исходная руда	100.0	0.686	0.221	100		

В настоящее время по итогам промышленных испытаний «собственного» купороса на комбинате «Североникель» организовано производство 200 тонн в год технического реагента взамен завозимого с Урала чистого сульфата меди.

Повышение показателей флотации при использовании технического реагента, полученного из отходов производства, было достигнуто и в ходе разделения медно-никелевого файнштейна (Касиков и др., 2003).

В докладе также сообщается о возможности использования редкометальных остатков гидрохлорирования вторичных материалов на никель-кобальтовой основе для получения молибденовых катализаторов дегидрирования углеводородов.

Таким образом, на примере отходов медно-никелевого производства показана возможность их использования не только в строительной индустрии, но и для получения различных дешевых и зачастую более эффективных реагентов.

Литература

Зосин А.П., Приймак Т.И., Кошкина Я.Б., Мартынова Т.Ф. Адсорбционно-активные материалы для промышленной экологии. – Апатиты, 1991. – 113 с.

Касиков А.Г. Использование отходов медно-никелевого производства для получения коллекторов цветных и благородных металлов // Сб. трудов IV Международного конгресса Химических технологий. – С.-П., 2003. – С. 38-40.

Касиков А.Г., Кшуманева Е.С., Соколова Н.П. и др. Повышение эффективности флотации медно-никелевых руд и разделения файнштейна за счет использования серосодержащих модификаторов // Материалы IV Конгресса обогатителей стран СНГ. – М., - 2003. – С. 106-107.

Касиков А.Г., Кузнецова О.И., Мальц И.Э. и др. Определение пригодности чернового медного купороса, полученного из отсечных электролитов медного производства, для использования в процессе флотации // Материалы V Конгресса обогатителей стран СНГ. – М., 2005, Т. 3. – С. 19-21.

Касикова Н.И., Касиков А.Г., Маслова М.В. О возможности совместной утилизации отработанных ванадиевых катализаторов и отходящих сернистых газов // Цв. металлы. – 1999, - №8. – С. 37-39.

Поздняков В.Я. Североникель. – М.: Руда и металлы, 1999 - 429 с.

Росинский Е.Е. Металлургические шлаки медно-никелевой промышленности Заполярья. – Л.: Наука, 1974. – 171 с.

ON SOME TYPICAL-MORPHOLOGICAL PROPERTIES IN WORKING OUT OF METHODOLOGY FOR SEPARATION OF CORDIERITE FROM GNEISSES OF LEIVOIVA AND LAKE SHIROTNOYE

V.I. Kevlich

Institute of Geology, Komi RS, UB RAS

The report contains the results of technological-mineralogical study and recommends a methodology for separation of cordierite from gneisses of Leivoiva and lake Shirotnoye. It has been proved that it is effective to use magnetic methods based on magnetic properties, which can be regarded as typical-morphological for cordierite contained in gneisses in Karelia, as the main methods of separation, diagnosis and control.

О НЕКОТОРЫХ ТИПОМОРФНЫХ СВОЙСТВАХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОРДИЕРИТА ИЗ ГНЕЙСОВ ЛЕЙВОЙВА И ОЗЕРО ШИРОКОЕ

В.И. Кевлич

Институт геологии Кар Нц РАН

В различных возрастных комплексах пород докембрия Карелии для установления типа и специфики метаморфизма, а также в кордиеритовой керамике, отличающейся рядом ценных свойств: высокой химической стойкостью, низким температурным коэффициентом линейного расширения, способностью противостоять резким перепадам температур, диэлектрическими свойствами возникает необходимость получения и изучения мономинеральных фракций, и концентратов кордиерита из руд и пород, в том числе из гнейсов Лейвойва и оз.Широтное.

Однако в процессе разработки технологических схем выделения концентратов и мономинеральных фракций кордиерита из пород с минеральным парагенезисом - полевошпат + кварц + кордиерит приходится сталкиваться с трудностями диагностики, контроля и поведения минеральных ассоциаций в обогащательных процессах и аппаратах. В этой связи проводилось изучение проб гнейсов Лейвойва и оз. Широтное, которое включало определение минералогического состава, подробное микроскопическое изучение кордиерита, определения характера и границ сростаний, степени раскрытия при измельчении, выявление типоморфных свойств кордиерита и разработку технологической схемы разделения минералов.

В своей основной массе пробы гнейсов состоят из плагиоклаза, кварца, биотита, кордиерита, граната, и акцессорных минералов турмалина, пирита, пирротина, апатита и циркона. Размеры зернистости 1-3мм и по этим параметрам их можно отнести к среднезернистым породам. В измельченном материале до 0,5мм зерна кордиерита визуально и под микроскопом бесцветны, прозрачны, иногда светло-серовато-синего оттенка. Блеск стеклянный. Спайность средняя, порой неясная иногда наблюдаются следы роста гексагональной призмы. Излом раковистый до ступенчатого. Весьма редко наблюдаются полисинтетические двойники и тройники, а шестерники не встречены. Твердость -7-7,5. Минерал анизотропный, двуосный отрицательный. Показатели преломления $n_g=1.542-1.543$; $n_p=1.536$. По n_p -желтый плеохроизм. Отмечается тесное сростание кордиерита с биотитом, полевым шпатом, кварцем. В кордиерите установлены включения циркона с плеохроичными дворицами и пирротина в виде точечных включений. Испытание растворимости кордиерита при температуре 20-23°C в концентрированных соляной и серной, кислотах свидетельствует о частичном их растворении и полном во фтористоводородной в течении 3 -10мин. с образованием гелевидных осадков. Плотность кордиерита 2,68-2,7г/см измерена методом тяжелых жидкостей. Содержание FeO 5,32 - 6,25%, Fe₂O₃ 0,45 - 0,33%, MgO 7,16-6,65%, в кордиерите гнейсов Лейвойва и оз.Широтное колеблется и зависит от условий их образования, что предопределяет магнитные свойства. Магнитная восприимчивость кордиеритов от 0,02-0,03 до $0,45 \times 10^{-3}$, которые позволяют не только четко осуществлять диагностику кордиерита в минеральном парагенезисе (полевошпат + кварц + кордиерит), но и являются технологическими. С учетом данных минерального состава и выявленных при этом оптических и

физических свойств разработана технологическая схема выделения мономинеральных фракций кордиерита включающая комплекс методов: электромагнитную сепарацию в слабых и сильных полях, разделение в тяжелых жидкостях, доизмельчение, ультразвуковую обработку, центрифугирование и контрольную электромагнитную сепарацию в полях высокой напряженности. При этом показано, что тесное срастание кордиерита с кварцем, п/шпатом и в особенности с биотитом требует тонкого измельчения и ультразвуковой обработки, что позволяет осуществить их раскрытие и последующее выделение мономинеральной фракции кордиерита.

Таким образом, выполненная работа позволила не только разработать методику выделения кордиерита, выявить свойства, особенности поведения кордиерита в обогащительных процессах и аппаратах, но и показать, что для сепарации, диагностики и контроля в качестве основных целесообразно применении магнитных методов основанных на использовании магнитных свойств, которые возможно отнести к типоморфным для кордиерита гнейсов Карелии на примере участков участков Лейвойва и озеро Широтное.

MODEL OF STONE INDUSTRY CO-OPERATION IN THE REGION OF EUREGIO KARELIA (KOSTOMUKSHA DISTRICT, RUSSIA)

P.Keränen¹, M.Yurinov², V. Shchiptsov³

¹ Kainuu Union

² Kostomuksha Administration

³ Institute of Geology, Karelian Research Centre, RAS

The Finnish and Russian sides are involved in the TACIS CBC small Project Facility Kosstone project “Model of stone industry co-operation in the region of Euregio Karelia (Kostomuksha district)” contract Nr. 61-188/38. The Finnish partners in the Project are the Kainuu Union (coordinator), the City of Kuhmo and the Suomussalmi Municipality. The Regional Branch of the Geological Survey of Finland in Kuopio acts as an expert. The Russian partners are the city of Kostomuksha and the Institute of Geology KarRC RAS. The Project was launched on 12 January, 2004.

The project develops facilities for operation of companies by increasing co-operation among them and by searching for new utilizable soapstone and slate stone deposits on the eastern side of the border. The project includes three entitles: co-operation of the business group of Kainuu, development of the co-operation network cross the border and creation of a business co-operation concept cross the border. At the same time the project serves as an umbrella project for enterprise-specific investment projects.

The know-how level of stone industry and stone production in Eastern Finland is high. Two modern soap stone companies, Kivia Oy in Kuhmo and Kiantastone Oy in Suomussalmi, have been founded in Kainuu region during the last few years. The technology of both the companies represents the top of the industry. Both Kivia Oy and Kiantastone Oy are owned by Tulikivi Group, the leading soapstone company in Europe.

The Institute of Geology provides information about the raw materials in the Karelian Republic and helps to create and develop business contacts. The city Kostomuksha participates in the creation of business contacts.

The exploitation of natural resources in the area of Kostomuksha has been appraised on the list of priorities. The development of the Kostomuksha stone in co-operation with the stone industry companies in Kainuu and Eastern Finland is a realistic and noteworthy opportunity. The common interests and the proper order of future actions have to be determined in this project. The practical forms of co-operation were found in a tight schedule and proper steps taken one at a time.

The Kosstone project proceeds as follows:

(a) The information received from the area of Kostomuksha is gathered into a common database; (b) A vast field study carried out in cooperation with the GSF in May and September 2004 and June 2005 on the potential areas selected in Kostomuksha; (c) Two seminars were held in Kuhmo (April 2004) and Kostomuksha (November 2004). The results of the field studies were published and the database updated; (d) At the same time this project links to Interreg IIIA Project. Stone production is an industry that will tie up lots of capital. The share of machines and equipment is very essential in stone production; (e) Informing and marketing of the Kostomuksha area possibilities in the Russian Federation and the EU area is started; (f) The third seminar of the project will be held in Suomussalmi in fall 2005; (g) The project will end in December 2005; (h) The co-operation will be thickened; concrete needs and suggestions will be determined together to establish new company.

The potential stone resources in the area (first of all soapstone) are promising.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ КАМНЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЕВРОРЕГИОНЕ КАРЕЛИЯ
(РАЙОН КОСТОМУКШИ, РОССИЯ)

П.Керанен¹, М.Н.Юринов², В.В.Щипцов³

¹ Кайнуу Региональный Союз

² Администрация г.Костомукши

³ Институт геологии, Карельский научный центр РАН

В проекте Косстоун (контракт № 061-188/038 TACIS CBC Small Project Facility) партнерами в с финской стороны выступают Союз Кайнуу (координатор), город Кухмо и муниципалитет Суомуссалми, а также как эксперт Региональное отделение Куопио ГСФ. С российской стороны партнерами выступают город Костомукша и ИГ Кар.НЦ РАН. Дата запуска проекта в работу - 12 января 2004 года. По этому проекту состоялись три экспедиции и проведены два семинара - в г.Кухмо (Финляндия) и г.Костомукша (Республика Карелия). В результате объединения усилий и использования финской методики удалось в настоящее время установить пять перспективных участков на тальк-карбонатный камень.

EXPERIENCE OF SEPARATION OF NEPHELINE SYENITES IN SEPARATORS WITH PERMANENT
MAGNETS TO GET RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF CERAMIC-GRANITE TILES

V.A. Kiselev¹, V.I. Nozdrja², V.D. Samorukova², Y.V. Rjabov², V.V. Schiptsov³, L.S. Skamnitskaya³

¹ CSC "Transkom"

² Research institute "GIGHS"

³ Institute of Geology, KarRS RAS

The report contains the results of prospecting of "Severnnyi" deposit of syenites of Eletjozerski formation (republic of Karelia).

Composition of syenites and results of their technological tests are given in the report. It has been proved that high-quality feldspar concentrates with low content of ferro-oxides suitable for production of ceramic-granite tiles can be produced with the help of simple technology in separators with permanent magnets.

ОПЫТ ОБОГАЩЕНИЯ НЕФЕЛИНСОДЕРЖАЩИХ СИЕНИТОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМО-ГРАНИТНОЙ ПЛИТКИ НА СЕПАРАТОРАХ С ПОСТОЯННЫМИ
МАГНИТАМИ

В.А. Киселев¹, В.И. Ноздря², В.Д. Саморукова², Ю.В. Рябов², В.В. Щипцов³, Л.С. Скамницкая³

¹ ЗАО «Транском»

² ФГУП «ГИГХС»

³ Институт геологии, Карельский научный центр РАН

В период с 2002 по 2004 годы ЗАО «Транском» осуществил разведку и подготовку к промышленной эксплуатации Северного месторождения сиенитов Елетьозерского массива (Карелия) с привлечением по хоздоговорам ГУП РК «Северной ПРЭ», ФГУП «ГИГХС» и ИГ КарН РАН.

Запасы нефелинсодержащих сиенитов Северного месторождения для производства керамо-гранитной плитки утверждены протоколом № 14-04 ТКЗ при Управлении МПР России по Карелии в количестве 4282 тыс.т. по категории С₁+С₂. Качество нефелинсодержащих сиенитов определяется в первую очередь, содержанием общего железа в расчете на Fe₂O₃, которое в среднем по руде составило 6,8%. Массовая доля полезных компонентов в руде составила (%): SiO₂ – 55,7-56,6; Al₂O₃ – 17,3-17,5; Na₂O+K₂O – 12,0. Калиевый модуль K₂O/Na₂O – 1,0-1,1.

Техническими требованиями к основному сырью для производства керамо-гранитной плитки предусматривается:

- массовая доля Fe₂O₃ общ., не более 0,3-0,4%;
- массовая доля Al₂O₃ не менее – 17,0%
- массовая доля суммы K₂O+Na₂O, не менее – 12,0%
- калиевый модуль K₂O/Na₂O – 0,9-1,1.

Для получения такого сырья необходимо обогащение нефелинсодержащих сиенитов с удалением железо- и титансодержащих минералов.

С учетом ранее выполненных работ ИГ КарНЦ РАН (1982 г.), МНТК Механобр (1987 г.), ИМК (1992 г.), ИКИМСО ГеотехВИМС (2002 г.), и геолого-технологических работ ГИГХС в 2002-2004 гг., а также экономических и экологических условий района месторождения, предложена технологическая схема сухого магнитного обогащения с использованием постоянных магнитов.

Минеральный состав нефелинсодержащих сиенитов характеризуется широким разнообразием железосодержащих минералов, подлежащих выделению в различных по интенсивности магнитных полях (таблица).

Таблица

Технологические характеристики минералов нефелинсодержащих сиенитов

Минералы	Массовая доля, %	Удельная магнитная восприимчивость, см ³ /г	Магнитная сила, а ² /см ³
Полевые шпаты (микроклин, альбит, олигоклаз, нефелин)	72-75	Отсут.	-
Нефелин	3-4	Отсут.	-
Пироксены (эгирин-авгит, авгит)	7-9	(14-54)·10 ⁻⁶	5,3·10 ⁻⁶
Амфиболы (рибекит, арфведсонит)	6-8	(38-60)·10 ⁻⁶	2,5·10 ⁻⁷
Слюды (биотит, мусковит)	4-7	(30-76)·10 ⁻⁶	2,3·10 ⁻⁷
Титаномагнетит, магнетит	1-3	0,146-1,02	1,8·10 ⁻⁴
Сфен	0,5-1,0	(4,4-7)·10 ⁻⁶	2,0·10 ⁻⁸
Гранат	0,1-0,2	(60-150)·10 ⁻⁶	5,7·10 ⁻⁶
Карбонат	0,2-0,3	(0,4-21,8)·10 ⁻⁶	-
Апатит	0,4-0,5	(1-5)·10 ⁻⁶	-

Это обусловило необходимость проведения многостадийной схемы магнитного обогащения при различных напряжениях магнитного поля.

Исследования по раскрываемости зерен проводились при измельчении на различном оборудовании. Установлено, что основная часть зерен 85% раскрывается при измельчении до -0,315 мм на традиционном оборудовании: шаровая и молотковая мельницы. Исследованиями по раскрытию зерен при дроблении центробежно-ударной мельницы (КИ-0,36; «Титан») показано, что основная часть зерен раскрывается при измельчении до -0,5 мм. Опыты по магнитному обогащению проводились на рабочей фракции 40-315 мкм и 40-500 мкм. Тонкая часть менее 40 мкм на магнитном сепараторе практически не разделяется и рекомендуется ее удалять из измельченной руды перед обогащением.

Определение пылевидной фракции (-40 мкм) проводилось на воздушном сепараторе измельчительного комплекса КИ-0,36 и на виброгрохоте «Ultimate Seruner» компании «Tehnologies L.t.d.». Эффективность сепарации обоих способов примерно одинакова, массовая доля частиц размером менее 40 мкм в продуктивной фракции не превысило 3-5%. Выход пылевидной фракции (-40 мкм) при измельчении на шаровой мельнице составил 24-25%, а на центробежно-ударной мельнице – 17-18%.

Магнитное обогащение серии лабораторных проб нефелинсодержащих сиенитов с содержанием Fe₂O₃ общ. От 5,5 до 9,9% проводилось первоначально на отечественных индукционных магнитных сепараторах при различной силе магнитного поля от 0,6 до 1,8 Тл. В первую стадию в слабом поле напряженностью до 0,1 Тл выделялись сильно магнитные минералы магнетит и титаномагнетит, а также их сростки с другими минералами. После этого немагнитный продукт обогащался в сильном поле с напряженностью 1,7 Тл с трехкратной перечисткой немагнитной фракции. В результате были получены обогащенные сиениты с массовой долей Fe₂O₃ общ. 0,18-0,21%.

Общий выход обогащенного сиенита с содержанием Fe₂O₃ общ. <0,2% из балансовой руды составил 51-52%. При измельчении на КИ-0,36 выход продукции составил 55-56%.

На втором этапе были подготовлены пробы нефелинсодержащих сиенитов из керна скважин путем измельчения и классификации на центробежно-ударных мельницах. Пробы ЕС-5Р, Fe₂O₃ общ. – 6,5% и ЕС-6Р, Fe₂O₃ общ. 5,8%.

Рабочие фракции (40-500 мкм) двух проб весом 80 и 100 кг были использованы для обогащения на сепараторах с постоянными магнитами фирм Steinert Elektromagnetbau GmbH (Германия) и Raoul LENOIR (Франция). Испытания обеих проб на фирме «Steinert» включали в себя выделение

сильномагнитных минералов на барабанном сепараторе (МТР 24Q30) с постоянными магнитами (ферро-бариевыми) с индукцией 0,1 и 0,3 Тл и выделение слабомагнитных минералов на ленточном сепараторе (HGS Rolle 720) с постоянными магнитами (ферро-ниобиево-борные) с индукцией до 1,8 Тл. Диаметр валка составлял 72 мм.

На барабанном сепараторе с магнитной индукцией 0,1 Тл была выделена магнитная фракция в количестве 2-3%. При обогащении на барабанном сепараторе с индукцией до 0,3 Тл была выделена магнитная фракция в количестве менее 1% в основном сростки минералов. Немагнитная фракция класс 40-500 мкм была подвергнута обогащению на ленточном высокоиндукционном сепараторе HGS при различных скоростях движения ленты подачи материала и различных положениях отсекаателя. В результате проведения испытаний не удалось получить приемлемого разделения слабомагнитных и немагнитных минералов, за счет сложения влияния комплекса факторов: крупности, плотности, магнитной восприимчивости и формы зерен.

Для дальнейших испытаний исходная проба (ЕС-5Р) была рассортирована по фракциям -0,5+0,3 мм, -0,3+0,1 мм и 0,1+0,04 мм. Для тонкой фракции из-за высокого выхода слабомагнитных хвостов после основной сепарации на ленточном сепараторе, пришлось их дважды перечищать до получения приемлемого выхода. Массовая доля железа в обогащенном сиените тонкой фракции составила 0,56%, что выше требований. Для крупной и средней фракций было достаточно основной сепарации и одной перечистки немагнитной фракции для достижения приемлемого выхода ($\geq 65\%$) и качества по содержанию Fe_2O_3 общ. 0,21-0,31%.

Оценка производительности ленточного сепаратора HGS по исходному сырью специалистами фирмы «Steinert» составила около 1 т на 1 погонный метр ленты в час.

Полученные данные, такие как необходимость узкой классификации материала, низкое качество обогащенной тонкой фракции ($>0,4\%$ по Fe_2O_3 общ.), низкая производительность сепараторов не позволяет рекомендовать испытанное оборудование для проектируемой обогатительной фабрики.

На фирме Raoul LENOIR во Франции испытание пробы ЕС-6Р проводилось:

- на барабанном сепараторе TAP-1 на постоянных магнитах (железо-бариево-стронциевых) с индукцией на поверхность барабана 0,12 Тл;
- на барабанном сепараторе TAP-2 на постоянных магнитах (железо-неодим) с индукцией 0,3 Тл;
- на промышленном барабанном сепараторе SLT-400 на постоянных магнитах (железо-редкоземельных) с индукцией до 0,7 Тл (до 2,2 Тл в отдельных точках);
- на роликовом сепараторе Rollap-300 на постоянных магнитах (железо-неодим-бор) с индукцией до 1,8 Тл на поверхности ролика.

Магнитная система на сепараторе Rollap-300 представляет собой ролик диаметром 300 мм, сложенный чередующимися шайбами из спецстали и постоянных магнитов шириной 5 и 10 мм. Слабомагнитные минералы снимаются с ролика специальными щетками.

В результате проведенного комплекса испытаний для нефелинсодержащего сиенита фракции 40-500 мкм сформировалась следующая технологическая схема:

- 1 стадия – выделение сильномагнитной фракции (титаномагнетит) на TAP-1 в количестве 1,8-2%;
- 2 стадия – выделение среднемагнитной фракции (биотит, эгирин) на SLT-400 в количестве 13,1-16,8%;
- 3 стадия – выделение слабомагнитных минералов (амфибол, сфен, карбонат) сростков на Rollap-300 в количестве 29,4%;
- 4 стадия – перечистка магнитных хвостов 3-й стадии на Rollap-300 с получением дополнительной немагнитной фракции (обогащенного сиенита) в количестве 5,5%.

Массовая доля Fe_2O_3 общ. в обогащенном сиените (объединенные продукты 3 и 4 стадий) после Rollap-300 составляла 0,17-0,16%. Качество продукта перечистки магнитных хвостов на Rollap-300 удовлетворяет требованиям (Fe_2O_3 общ. – 0,34%).

В целом выход обогащенного нефелинового сиенита из пробы ЕС-5Р составил 64,6% от операции магнитной сепарации. С учетом потери с пылью (-40 мкм) в количестве 17,7%, выход обогащенного сиенита составил 53,2%. Производительность по оценкам специалистов фирмы Raoul LENOIR барабанного сепаратора SLT (>10 т) и промышленного роликового сепаратора Rollap-300 типа IRRS 10-B300 с шириной ролика 1 м до 9 т/час соответствует проектному заданию.

На производительность 50 т/час по исходному сиениту потребуется 5 каскадов, включающих в себя три сепаратора: TAP-1, SLT и Rollap-300, также один роликовый магнитный сепаратор типа Rollap-300.

Таким образом, проведенные испытания по магнитному обогащению показали возможность применения сепараторов на постоянных магнитах для получения высококачественного обогащенного сиенита с приемлемым выходом до 53% от балансовой руды.

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 высокомарочные 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.

Свойства высушенных гипсовых осадков на основе $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$

NO_3^- , мас.%	τ , мин		Р, МПа			ГОСТ 125	
	Начало	Конец	2 ч	1 сут	7 сут	Марка	Группа
0.78*	1.0	3.0	1.7	4.8	5.0	нет	нет
0.85	9.0	17.0	4.2	-	-	Г-4АШ	Б
0.92	2.5	6.5	2.8	6.0	6.3	Г-2АШ	А
2.8	3.0	7.5	2.9	6.5	6.7	Г-2АШ	А
5.8	8.5	19.0	5.1	8.3	13.3	Г-5АШ	Б

Примечание: * - сушка при атмосферном давлении

Оптимальным является содержание нитрат-иона $0.9 \div 2.8$ мас.% NO_3^- , которое остается в сульфатах после промывок при $\text{T}:\text{Ж}=1:(5 \div 10)$. При этом получают быстротвердеющие гипсы группы А белого цвета. С дальнейшим повышением содержания нитрат-иона сроки схватывания увеличиваются, и образцы приобретают кремовый оттенок.

По прочности при сжатии, срокам схватывания и тонкости помола гипсы соответствуют маркам Г-2АШ, Г-4БШ, Г-5БШ. Дополнительно определенная прочность образцов, высушенных при температуре 60°C до постоянной массы, после 1 и 7 суток твердения показала возрастание их прочности после сушки, что особенно важно при изготовлении гипсовых изделий. По сумме свойств гипсы из осадков могут быть использованы для штукатурных работ и изготовления строительных изделий всех видов.

Гипсы, получаемые в процессе сернокислотного осаждения кальция из азотнокислых растворов нитрата кальция от переработки сфенового концентрата, пригодны для строительной индустрии.

Литература

- Волженский А.В., Ферронская А.В. Гипсовые вяжущие и изделия М.: Стройиздат, 1974. 328 с.
- Гуревич Б.И. Вяжущие вещества из техногенного сырья Кольского полуострова. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 1996. 179 с.
- Локшин Э.П., Седнева Т.А., Тихомирова и др. ЖПХ, 2004. Т. 77. № 7. С. 1066-1071
- Огурцов С.В., Лозоватский В.М. Титан. // Гиредмет-70 лет в металлургии редких металлов и полупроводников. М.: ЦИНАО, 2001.- С.75-88.
- Патент России 2196736. Способ разложения титанокальциевого сырья / Э.П. Локшин, Т.А.Седнева.
- Патент России 2219130. Способ разложения титанокальциевого сырья / Э.П. Локшин, Т.А.Седнева, В.Т. Калинин.

3D VISUALIZATION OF GROUND PENETRATING RADAR DATA IN NATURAL STONE DEPOSITS

H. Luodes, hannu.luodes@gtk.fi, **H. Sutinen**, heikki.sutinen@gtk.fi

Geological Survey of Finland (Kuopio)

One of the basic requirements for a commercially usable natural stone deposit is the soundness, which means sparse enough interval of fractures and joints. One of the methods to study the soundness is ground penetrating radar, also called geo-radar. It uses high frequency (10 MHz to 3,000 MHz) electromagnetic pulses sent by a transmitter, reflecting back from the discontinuities of the rock to the receiver, forming a continuous profile. In this study the geo-radar measurements were done in a net of 30 by 30 meters with profile interval of 1 meter. The aim was to produce data for 3D visualization. The data was visualized as cross-sections and as an animation giving a more detailed and more easily interpretable view. The 3D visualization also reveals better the discontinuous nature of the fracture reflections and their tendency to proceed as a front following the directions observed as the general fracture pattern of the deposit.

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF INVOLVING OVERBURDEN ROCK OF THE KOVDOR COMPLEX ORE DEPOSIT IN CRUSHED STONE PRODUCTION

V.N. Makarov †, V.V Lashchuk, I.S. Kozhina, T.T. Usacheva

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

Overburden rock comprises about a half of the total volume of rock mass of the Zhelezny mine. It is represented by four kinds of rock: olivinites, pyroxenites, iolites, phenites and carbonatites.

Our research focused on the mineral composition and manufacturing properties of these rocks and involved 135 samples in keeping with specifications of All-Union State Standard (AUSS) 8267-93 for crushed stone for construction purposes from hard rock.

The rock mineral contents are found to be extremely unstable and contain zones of weathering. We have studied the relationships between the mineral composition and rock properties, as well as those of crushed stone obtained on their basis.

Physico-mechanical studies have shown their applicability for crushed stone making, with the exception of carbonatite. Iolites, containing over 10 vol.% of nepheline and phenites, containing over 0.5 vol.% of sulphides, do not meet the requirements placed on crushed stone for concrete filling.

We suggest maps schematically describing the quality of Kovdor overburden rocks applicable for motorway crushed stone making in terms of its crushibility and abrasability.

ОЦЕНКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУД В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО ЩЕБНЯ

В.Н. Макаров, В.В. Лашук, И.С. Кожина, Т.Т. Усачева

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

Ковдорское месторождение комплексных руд является источником магнетитового, апатитового и бадделеитового концентрата. В период максимального развития Ковдорского ГОКа ежесуточная добыча руды достигала 30 тыс.т в сутки. Доля вскрышных пород в горной массе в разные периоды развития карьера различна, но в целом составляет не менее половины. Таким образом, за время работы комбината накоплены многие миллионы тонн вскрышных пород.

Вскрышные породы рудных месторождений отличаются от традиционного сырья стройиндустрии изменчивостью минерального состава, структуры и физико-механических свойств, что вызывает необходимость их специальных исследований.

Настоящая работа посвящена установлению специфических особенностей попутно добываемого минерального сырья и возможности его использования для производства строительного щебня с целью снижения техногенной нагрузки отвалов вскрышных пород на окружающую среду.

Объектом исследований послужили вскрышные породы рудника «Железный», представленные четырьмя основными видами (Каледонский комплекс..., 1965; Геология ..., 2002): пироксенитами, ийолитами, фенитами и карбонатитами, а также целым рядом переходных разновидностей. Первые два вида пород представляют собою магматические образования, в той или иной степени, претерпевшие вторичные изменения; фениты и фенитизированные гнейсы – породы экзоконтакта; карбонатиты – более поздние жильные образования.

В бортах карьера было отобрано 135 проб (таблица 1). Для этих проб исследовался минеральный состав, физико-механические свойства, определялись технологические показатели щебня, полученного из вскрышных горных пород (Макаров и др., 2004). Полученные данные дополнялись результатами геолого-разведочных работ (Мультимедийный справочник..., 2001).

Исследования минерального состава показали, что главными породообразующими минералами вскрышных пород являются карбонаты, пироксены и полевые шпаты, а второстепенными – все остальные минералы. Карбонатиты содержат карбонаты: кальцит, меньше - доломит. Для пироксенитов характерны пироксены и полевые шпаты, которые в ийолитах и фенитах дополняются нефелином.

Содержания минералов во вскрышных породах изменчиво, за исключением содержания карбонатов в карбонатитах, пироксенов в пироксенитах и фенитах, полевых шпатов в ийолитах. Об этом свидетельствуют коэффициенты вариации средних содержаний этих минералов, которые не превышают значение 0.33. Распределения величин минерального состава, как правило, отличное от нормального закона по критерию t-Стьюдента. Исключение составляют распределения величин содержания апатита в фенитах и флогопита в карбонатитах.

Таблица 1

Минеральный состав вскрышных пород рудника «Железный», об. %

Порода (число проб)	Статист.* параметр	Карбо- наты	Пиро- ксены	Полевые шпаты	Апа- тит	Нефелин	Флого- пит	Магне- тит
Пироксенит (54)	Хср	2.6	76.4**	9.9	0.6	2.3	5.3	2.9
	Хср±ε	1.3-3.8	71.6-81.2	5.9-14.0	0.0-1.5	0.0-4.7	3.5-7.0	1.2-4.7
	Квар	1.02	0.13	0.82	2.30	2.06	0.67	1.23
Фениты и фенитиз. гнейсы (17)	Хср	4.5	48.7	29.7	1.1***	12.7	2.8	0.5
	Хср±ε	3.3-5.7	44.5-52.8	25.2-34.3	0.6-1.7	8.1-17.4	1.8-3.9	0.0-0.9
	Квар	0.64	0.20	0.36	1.06	0.87	0.85	1.25
Карбонатиты (36)	Хср	79.4	9.0	нет	7.6	1.1	1.5***	1.4
	Хср±ε	76.8-82.6	5.5-12.5		3.9-11.3	0.2-2.1	0.9-2.0	0.7-2.1
	Квар	0.08	0.78		0.98	1.72	0.79	1.02
Ййолит (28)	Хср	1.9	43.2	19.1	1.2	32.7	1.8	0.1
	Хср±ε	1.5-2.6	34.8-51.6	13.7-24.6	0.6-1.7	29.5-35.9	1.0-2.5	0.0-0.2
	Квар	0.66	0.55	0.32	1.13	0.63	1.05	1.14
ВСЕГО (135)	Хср	42.4	32.1	13.7	4.3	3.2	2.9	1.4
	Хср±ε	37.1-47.8	37.1-47.8	10.9-16.4	3.4-5.2	2.6-3.4	2.5-3.2	1.1-1.7
	Квар	0.90	0.90	0.89	1.44	1.34	0.95	1.56

Примечание – * Хср - среднее, (Хср±ε) - доверительный интервал значений при Р=0.95, Квар - коэффициент вариации; ** - жирным шрифтом выделены средние значения, которые превышают 10.0 об.%; *** - закон распределения нормальный по критерию t-Стьюдента.

Сравнение наших данных с результатами петрографических исследований (Каледонский комплекс..., 1965) показало, что они близки, за исключением более низкого среднего содержания пироксенов и более высокого – полевых шпатов в ийолитах. Это, возможно, обусловлено некоторым изменением состава пород при приближении к рудному телу.

Исследования физико-механических свойств вскрышных пород по стандартным методикам ГОСТ 30629-99 показали, что по плотности выделяются три группы пород: пироксениты, фениты, карбонатиты и ийолиты. Пироксениты и фениты неоднородны по составу, о чем свидетельствует коэффициент вариации показателя средней плотности, превышающий значение 0,04. Это, возможно, связано с амфиболизацией пироксенитов и фенитизацией гнейсов, у которых установлено увеличение пористости, превышающее значение 1%. По прочности выделяются следующие группы пород: высокопрочные – фениты и ийолиты, прочные – пироксениты и мало прочные – карбонатиты.

Учитывая широкие пределы изменения минерального состава и свойств сырья, для оценки степени его неоднородности, были проведены в соответствии с ГОСТ 8269.0-97 определения основных характеристик самого щебня из разных типов вскрышных пород (таблица 2).

Таблица 2

Физико-механические и технологические свойства щебня, полученного из вскрышных пород рудника «Железный»

Фракция	Пироксениты	Ййолиты	Фениты	Карбонатиты
Выход песков отсева после дробления, %				
< 5 мм	12.3-15.7*	8.8-10.7	8.7-11.3	15.6-22.6
Насыпная масса, кг/м ³				
10-20 мм*	1340-1380	1290-1360	1230-1290	1220-1290
МАРКА ЩЕБНЯ ПО ДРОБИМОСТИ				
10-20 мм	800-1200	1000-1400	1000-1400	400-800
МАРКА ЩЕБНЯ ПО ИСТИРАЕМОСТИ				
5-40 мм	И2 – И3	И1	И1	И3 – И4
Содержание зерен слабых пород, %				
10-20 мм	5.5-7.8	0.5-3.5	1.0-6.1	1.5-6.5
Содержание зерен лещадной формы, % (группа щебня)				
10-20 мм	3.9-12.1 (1)	3.0-8.0 (1)	5.0-9.0 (1)	4.5-8.0 (1)
МАРКА ЩЕБНЯ ПО МОРОЗОСТОЙКОСТИ				
5-40 мм	> F300	> F300	> F300	F100 - F300

Примечание - * доверительные интервалы среднего значения при n=135 и Р=0.95.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что большая часть вскрышных пород по своим физико-механическим свойствам пригодна для производства щебня марок 600-1400.

Исследования взаимозависимостей технологических свойств щебня от минерального состава при помощи корреляционного анализа показали, что по силе взаимосвязи в системе выделяются три группы параметров.

Истираемость и содержание карбонатов составляют первую группу параметров (суммы коэффициентов корреляции r : 5.09 и 5.07). В ней истираемость щебня тесно взаимосвязана с содержанием полевых шпатов ($r=-0.82$), хорошо – с содержанием карбонатов ($r=0.64$) и нефелина ($r=-0.60$) и удовлетворительно ($r=0.25-0.50$) – с содержанием апатита, магнетита и пироксенов.

Дробимость и содержания пироксенов, нефелина и апатита составляют вторую группу параметров (суммы r : 4.25, 3.92, 3.82 и 3.41). Дробимость хорошо взаимосвязана с содержанием полевых шпатов ($r=-0.63$) и карбонатов ($r=0.56$) и удовлетворительно – с содержанием нефелина и апатита, магнетита и пироксенов.

Насыпная масса и содержания магнетита и флогопита составляют третью группу параметров (суммы r : 1.91, 2.74 и 2.67). Насыпная масса удовлетворительно взаимосвязана с содержанием пироксенов ($r=0.44$), кальцита ($r=-0.29$) и флогопита ($r=0.26$).

Зависимости технологических показателей истираемости, дробимости и насыпной массы щебня от минерального состава исследовались при помощи регрессионного анализа.

Зависимость потери массы щебня при истирании в полочном барабане от минерального состава аппроксимируется уравнением:

$$Y = 5.2 + 0.70 a + 0.80 b + 0.43 c + 0.11 d, \quad (1)$$

Где: Y - потеря массы щебня при истирании в полочном барабане, мас. %;

a - суммарное содержание флогопита и биотита, мас. %;

b - суммарное содержание апатита и магнетита, мас. %;

c - содержание карбонатов, мас. %;

d - суммарное содержание силикатов, за исключением слюд, мас. %;

Коэффициент множественной корреляции $R=0.75$.

Примесь 20% карбоната увеличивает потери массы щебня при истираемости на 6.4 %, такая же примесь слюд – на 11.8%, максимально возможная (15%) примесь апатита и магнетита – на 10.3%. Иными словами, максимальная примесь каждого из указанных выше компонентов снижает истираемость щебня приблизительно на одну марку.

Зависимость потери массы щебня при раздавливании в цилиндре (дробимость) от минерального состава аппроксимируется следующим уравнением:

$$Y = 12.4 + 0.16 a + 0.27 b + 0.25 c - 0.006 d, \quad (2)$$

Где: Y – потеря массы щебня при раздавливании в цилиндре, мас. %;

a - суммарное содержание флогопита и биотита, мас. %;

b - суммарное содержание апатита и магнетита, мас. %;

c - содержание карбонатов, мас. %;

d - суммарное содержание силикатов, за исключением слюд, мас. %;

Коэффициент множественной корреляции $R=0.70$.

Из данного уравнения следует, что содержание слюды в 20% увеличивает Y на 3.2%, а такое же содержание карбоната – на 5.0%. Это эквивалентно снижению дробимости щебня с марки 1400 до 1200 в первом случае и до 1000 – во втором. При совместном присутствии этих двух минералов в указанных количествах марка щебня будет не выше 800. Следовательно, нельзя допускать повышения содержаний этих минералов выше 20%.

Насыпная плотность зависит от содержания пироксенов, нефелина, флогопита, кальцита и магнетита. Эмпирическая регрессионная модель зависимости насыпной плотности от минерального состава имеет следующий вид:

$$НП = 1.267 + 0.002 Py - 0.002 Ne - 0.128 Ap - 0.00011 Ca + 0.001 Mt + 0.004 Fl, \quad (3)$$

Где: НП – насыпная плотность, т/м³;

a, b, c, d, e, f – содержание соответственно пироксенов, нефелина, апатита, кальцита, магнетита, флогопита, мас. %;

Коэффициент множественной корреляции $r=0.78$ при $F=12.46$.

Как видно, величина насыпной плотности зависит преимущественно от структурно-текстурных особенностей породы и формы зерен, образующихся при дроблении.

По прочности и истираемости, в конечном счете, определяющими качество и стоимость конечного продукта, породы оказываются неодинаковыми. Как показало опробование бортов рудника «Железный», большая часть фенитизированных гнейсов и фенитов и значительная часть ийолитов обеспечивают получение щебня для дорожного строительства высшего качества (марки 1200-1400 по дробимости и марки И1 по истираемости). Щебень из пироксенитов заметно уступает по качеству (марки 800-1000 по дробимости и И2-И3 по истираемости). Основной причиной резкого снижения качества сырья является развитая карбонатизация, как в пироксенитах, так и в ийолитах.

Пироксениты, нефелиновые пироксениты, флогопитовые пироксениты с содержанием флогопита менее 20% обеспечивают получение щебня марки не ниже 800, что позволяет использовать его в бетонах марки 300-400. Примесь к пироксенитам до 20% ийолитов, если она равномерно распределена в объеме готовой продукции, не ухудшает ее качество.

Большая часть фенитов обеспечивает получение высококачественного щебня. Однако в этих породах иногда наблюдается наложенная минерализация, в том числе сульфидная. Содержание сульфидов в отдельных блоках может превышать критические значения. Такие породы не пригодны в качестве сырья для производства щебня, используемого при производстве бетонов.

Карбонатиты и частично ийолиты не удовлетворяют требованиям к качеству щебня по количеству зерен слабых пород и лещадной формы.

Таким образом, установлено, что для производства щебня, используемого в качестве балласта при строительстве дорог, пригодны практически все вскрышные породы, за исключением карбонатитов. Практически по всем параметрам щебень из этих пород удовлетворяет требованиям ГОСТ 8267 - 93.

Литература

Мультимедийный справочник по минерально-сырьевым ресурсам и горнопромышленному комплексу Мурманской области: Цифровой информационный ресурс / Сост. Б.В. Афанасьев и др. – Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 2001, Ч.2: Горнопромышленный комплекс – 680 мб.

Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии / Ред. А.А. Кухаренко – М.: Недра, 1965. – 772 с.

Макаров В.Н., Усачева Т.Т., Кожина И.С. Вскрышные породы Ковдорского месторождения комплексных руд как сырье для производства строительного щебня. – Апатиты: ИХТРЭМС КНЦ РАН, 2004 – 43 с. (Рук. деп. в ВИНТИ, № 1246-B2004).

Геология рудных районов Мурманской области / В.И.Пожиленко, Б.В.Гавриленко, Д.В. Жиров, С.В.Жабин. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. – 359 с.

GEOECOLOGICAL RESEARCH CONDUCTED AT THE INSTITUTE OF CHEMISTRY, KOLA SCIENCE CENTRE RAS UNDER THE DIRECTION OF PROFESSOR V. MAKAROV

D.V. Makarov, O.V. Suvorova

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

Geoecological research is conducted at the Institute of Chemistry, KSC RAS, in the following directions: investigation of physico-chemical processes occurring in mining wastes; supergenesis effect on technological properties of man-made resources and environment; analysis of the state and possibility of recovery of man-made deposits to enhance the level of resource utilization; creation of technologies for mining waste processing to building and technical materials; development of a scientific basis for creating geochemical barriers for effluent and natural water purification and precipitation of dissolved non-ferrous metals.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНСТИТУТЕ ХИМИИ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РАН ПОД РУКОВОДСТВОМ ПРОФЕССОРА В.Н. МАКАРОВА

Д.В. Макаров, makarovdv@chemy.kolasc.net.ru, О.В. Суворова

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

Геоэкологическое направление в работах Отдела технологии строительных материалов Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН были организованы профессором В.Н. Макаровым (05.09.1937-27.08.2004). От имени учеников В.Н. Макарова авторы посвящают свой доклад его памяти.

Исследования проводились по нескольким направлениям:

изучение физико-химических процессов в горнопромышленных отходах, влияния гипергенеза на технологические свойства техногенного сырья и окружающую среду;

анализ состояния и возможности вовлечения в переработку техногенных месторождений, повышение комплексности использования минерального сырья;

создание технологий переработки горнопромышленных отходов в строительные и технические материалы;

разработка научных основ создания геохимических барьеров для очистки сточных и природных вод от загрязнения и осаждения растворенных цветных металлов.

В результате исследований показано, что хотя техногенные месторождения обладают большими запасами полезных компонентов, требуют меньших затрат на добычу, дробление и измельчение, они характеризуются недостаточной контрастностью свойств, неполным раскрытием минеральных зерен и высоким содержанием шламов. Поэтому традиционные методы, как правило, неприемлемы при переработке вторичного сырья. Наряду с совершенствованием технологии раскрытия и повышения контрастности свойств минералов при их переработке необходимо применение химических и гидрометаллургических методов в сочетании с поиском путей утилизации нерудной составляющей техногенных месторождений, которая составляет в ряде случаев более 95 % их объема (Математическое ..., 1998, Чантурия и др., 2005).

В.Н. Макаровым разработана классификация горнопромышленных отходов по степени их экологической опасности (Макаров В.Н., 1998). Показано, что особую опасность представляют сульфидсодержащие отходы (Чантурия и др., 2000а). При их хранении происходит окисление сульфидов с образованием серной кислоты и сульфатов тяжелых металлов, поэтому отвальные продукты представляют серьезную опасность для окружающей среды. Процесс окисления сульфидов может растягиваться на многие десятки лет и, вследствие этого, отвальные продукты представляют угрозу окружающей среде и после завершения эксплуатации месторождения.

Исследовано влияние климатических, гидрологических условий, состава нерудных минералов на скорость окисления сульфидов и концентрацию тяжелых металлов в растворах. Установлено, что наиболее интенсивно процесс окисления протекает при циклическом характере увлажнения и высыхания. Следовательно, наибольшую экологическую опасность хвостохранилища будут представлять после завершения эксплуатации месторождений. Создание на хвостохранилищах после их вывода из эксплуатации искусственных водоемов, рекультивация и др. не устраняют полностью экологическую опасность: окисление сульфидов может, хотя и с меньшей скоростью, протекать и при ограничении доступа кислорода (Калинников и др., 2001).

Проведены детальные исследования нейтрализующей способности нерудных минералов горнопромышленных отходов при воздействии атмосферных осадков («кислотных дождей») в зоне действия горно-металлургических предприятий и продуктов окисления сульфидов: растворов серной кислоты и кислых солей (Макаров, Макаров, 2000, Чантурия и др., 2000б). Разработана классификация породообразующих минералов по нейтрализующему потенциалу. Установлено, что нейтрализующая способность минералов зависит не только от их состава, но и степени дисперсности, времени взаимодействия и относительного объема образующейся при этом твердой фазы.

На основе проведенного анализа кинетики взаимодействия растворов минеральных кислот и кислых солей железа и тяжелых металлов с наиболее распространенными нерудными минералами горнопромышленных отходов разработаны научные основы для создания искусственных геохимических барьеров для очистки сточных и природных вод от загрязнения и осаждения растворенных цветных металлов. Предложены способы борьбы с закислением природных водоемов и загрязнением их тяжелыми металлами.

Наблюдения на техногенных объектах и проведенные специально эксперименты показали, что в случаях, когда нерудные минералы характеризуются низкой химической активностью, наблюдается снижение селективности флотации сульфидных минералов медно-никелевой руды (Изменение ..., 2000в). Пирротин становится наиболее флотоактивным минералом, что обусловлено образованием на его поверхности элементарной серы. Суммарные потери никеля и меди с увеличением времени хранения руды возрастают в основном за счет образования водорастворимых металлсодержащих продуктов. В присутствии кальцита (и других минералов с высокой химической активностью) после длительной обработки частично депрессируются как сульфиды никеля и меди, так и пирротин. Флотоактивность нерудных минералов несколько повышается и становится сопоставимой с флотоактивностью пирротина. Такие изменения обусловлены образованием гидроксидов железа на поверхности сульфидных зерен при увеличении pH и окислением элементарной серы до сульфат-ионов. Значительно возрастают потери цветных металлов как в твердой фазе, так и в водорастворимой форме. Образующиеся пленки гидроксидов железа на поверхности сульфидов меняют кинетику сорбции ксантогената. Наблюдается изменение технологических свойств и нерудных минералов – увеличивается их дисперсность, возрастает удельная поверхность, снижается контрастность свойств (Чантурия и др., 2005). Следовательно, при вовлечении в переработку техногенных руд необходимо разрабатывать нетрадиционные технологические подходы с учетом свойств минералов.

Впервые проведено всестороннее изучение инженерно-геологического состояния и гипергенных преобразований сульфидсодержащих хвостохранилищ Кольского полуострова. Оценены потенциальная экологическая опасность хвостов и их свойства как техногенного сырья (Изменения ..., 2004). Проведенные исследования показали, что хотя pH поровых растворов во всех пробах лежалых хвостов в среднем выше 8, концентрации тяжелых металлов в них достаточно высоки и представляют реальную угрозу окружающей среде даже через 30 лет после завершения эксплуатации хвостохранилища. Таким образом, процессы гипергенеза снижают ценность техногенного сырья. С другой стороны, присутствие сульфидов в хвостах ограничивает возможность утилизации силикатной составляющей в строительные материалы. Вместе с тем, экологическая опасность хвостов сохраняется на протяжении десятков лет. Поэтому предложен способ складирования и внутриотвального обогащения техногенного сульфидного материала с использованием физико-химической геотехнологии (Чантурия и др., 2005).

Исследованиями В.Н. Макарова с сотрудниками установлено, что эффективное и экономически оправданное вовлечение в переработку техногенного сырья возможно при условии утилизации нерудной составляющей. Учитывая большие объемы таких продуктов, наиболее перспективной областью их применения является производство строительных и технических материалов.

Выявлены причины, сдерживающие переработку такого сырья – присутствие некоторых минералов-примесей, непостоянство состава и свойств. Впервые в мировой практике показано, что устранение влияния этих факторов может быть обеспечено управлением качеством вторичного сырья, а в ряде случаев – параметрами технологического процесса (Макаров, 1994). Для обеспечения последнего установлены и математически описаны взаимосвязи состава вторичного сырья и ряда важнейших технологических свойств – температуры полного плавления, вязкости при заданной температуре, растворимости в расплаве компонентов, инициирующих ликвацию, химической стойкости получаемых материалов (Математическое ..., 1998а, Калинин и др., 1998б). Разработана программа вычисления температуры ликвидуса и логарифма вязкости алюмосиликатных расплавов по их химическому составу, которая позволяет оперативно регулировать технологические параметры и организовать управление процессами варки, осветления и выработки расплавов и отжига готовых изделий при получении высокосортного минерального волокна, стекол, стеклокристаллических и керамических материалов, в том числе – со специальными свойствами (декоративных, кислото- и щелочестойких, термостойких и др.). Предложенный подход может быть применен и к другим технологиям (цветной и черной металлургии) и системам (шлакам, солевым расплавам и др.).

Разработан ряд технологий первичной подготовки, управления качеством техногенного сырья и переработки его в строительные и технические материалы: заполнители бетонов, компоненты комплексных вяжущих, материалов экологического назначения (Использование ..., 1999).

Таким образом, геоэкологические исследования В.Н. Макарова с сотрудниками являются научной основой снижения нагрузки на окружающую среду при разработке месторождений полезных ископаемых и хранении отходов горнопромышленного комплекса. В то же время, реализация разработок позволит существенно сократить потребности в первичном сырье, повысить полноту, комплексность использования руд, а также улучшить экономические показатели их переработки.

Литература

- Изменение свойств техногенных руд цветных металлов в процессе хранения / В.А.Чантурия, В.Н.Макаров, Калинин А.М. и др. // Цветные металлы. - №10. - 2000. - С.80-85.
- Изменения содержания Ni, Cu, Co, Fe, Mg в хвостах обогащения медно-никелевых руд в процессе их хранения / Д.В.Макаров, В.Н.Макаров, Т.Н.Васильева, Е.Р.Фарвазова // Инженерная экология. - №1. - 2004. - С.18-28.
- Использование горнопромышленных отходов как сырья для производства строительных и технических материалов / В.Н.Макаров и др. // Химия в интересах устойчивого развития. - Т.7. - 1999. - С.183-187.
- Калинников В.Т., Макаров В.Н., Суворова О.В., Макарова И.В. Математическое описание некоторых свойств расплавов базальтового состава. - Апатиты, КНЦ, 1998. - 105 с.
- Калинников В.Т., Макаров Д.В., Макаров В.Н. Последовательность окисления сульфидных минералов на действующих и выведенных из эксплуатации хранилищах горнопромышленных отходов // Теоретические основы химической технологии. Т.35, - №1, - 2001. С.68-72.
- Макаров В.Н. Оценка и управление качеством горнопромышленных отходов при переработке их в строительные и технические материалы. Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Москва, 1994. 30 с.
- Макаров В.Н. Экологические проблемы хранения и утилизации горнопромышленных отходов. – Апатиты, КНЦ, 1998. - Ч.1. 126 с. - Ч.2. 146 с.
- Макаров Д.В., Макаров В.Н. Взаимодействие нерудных минералов горно-промышленных отходов с водорастворимыми продуктами окисления сульфидов железа // Химия в интересах устойчивого развития. Т.8, - 2000. С.829-835.
- Математическое описание зависимости вязкости от состава и температуры сульфидсодержащего базальтоидного расплава / В.Т.Калинников, В.Н.Макаров, О.В.Суворова др. // Доклады АН. - Т.362. - №3. - 1998. - С.357-358.
- Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Изменение нерудных минералов горнопромышленных отходов в процессе хранения под воздействием минеральных кислот // Инженерная экология. - №1, - 2000. С.31-40.
- Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Классификация горнопромышленных отходов по типу минеральных ассоциаций и характеру процессов окисления сульфидов // Геоэкология. - №2, - 2000. С.136-143.
- Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Экологические и технологические проблемы переработки техногенного сульфидсодержащего сырья. – Апатиты, КНЦ, 2005. - 227 с.

USE OF AMELIORATING MATERIALS BASED ON WASTE FROM ORE MINING AND PROCESSING PLANTS FOR RECUPERATION OF FORESTS AFFECTED BY ACID RAINS

N.K. Manakova¹, V.N. Makarov^{†1}, N.V. Lukina²

¹ Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KoltSC RAS;

² CAPL RAS (Institute of forest)

“Acidic” rains promote a selective leaching from vegetation and soils of the forest ecosystems a series of vital elements, Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} cations in the first place. An effective method of eliminating the adverse effect of ‘acidic’ atmospheric precipitation is applying low-cost ameliorating agents which could both replenish the lost elements, improve the soil structure and neutralize excess acidity, and have a prolonged and mild action. Low production costs of the agents can be achieved by involving mining wastes in the production.

We have obtained magnesium-based ameliorating agents by the method of thermal activation of serpentine-bearing starting products (magnesium hydrosilicates) and magnesium-based ameliorating agents from olivine-bearing sources (magnesium silicates) coupled with acidic treatment. The resulting fertilizers contain MgO from 23 to 40 mass % as well as calcium and manganese. All the components are present in a hard-to-solve in water phase, which means that they are not washed out by rains but are easily extracted to the solution by weak organic acids, thus being accessible for plants.

Pilot testing has shown that thermally activated sungulite effectively enriches the soil with mobile compounds accessible for plants; the concentration of principal nutritious elements in soil solutions is observed to increase; and the soil acidity reliably decreases.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЛИОРАНТОВ НА ОСНОВЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЛИЯНИЮ «КИСЛОТНЫХ» ДОЖДЕЙ

Н.К. Манакова¹, В.Н. Макаров¹, Н.В. Лукина²

¹ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН, root@chemy.colasc.net.ru;

² ЦЭПЛ РАН

“Кислотные” дожди в определенных условиях могут приводить к значительным изменениям свойств почв лесных биогеоценозов. Под их воздействием повышается кислотность почв, возрастает растворимость и мобильность катионов, в том числе тяжелых металлов и алюминия. Они также способствуют снижению запасов элементов минерального питания (катионов кальция, калия, магния, марганца и других) и замещению в почвенном поглощающем комплексе этих элементов ионами водорода, катионами тяжелых металлов. Из-за дисбаланса в поглощении элементов питания растениями возникает явление дефолиации лесов.

Действенным способом сохранения и восстановления поврежденных территорий может быть оптимизация питательного режима почв путем внесения безвозвратно утраченных экосистемами элементов питания в виде удобрений и мелиорантов. Применение традиционных удобрений в качестве мелиорантов для восстановления дефолирующих лесов дает положительный эффект, но ограничено прежде всего из-за того, что они имеют ряд недостатков: удобрения достаточно дороги, некоторые из них быстро вымываются из почвы, а также слишком резко снижают кислотность почв.

Актуальной задачей является поиск и разработка нетрадиционных мелиорантов, позволяющих оптимизировать функционирование природных экосистем в индустриально развитых регионах. Для почв Кольского полуострова наиболее дефицитным элементом питания растений является магний. В связи с этим, первоочередной задачей является получение магниевых мелиорантов. Классическое магниевое сырье является дефицитным, Предприятиями Мурманской области накоплено большое количество отходов, содержащих силикаты магния. Следует отметить, что разработка безотходных технологий переработки минерального сырья и, в частности, технологий утилизации горнопромышленных отходов в настоящее время является основной тенденцией развития промышленности.

Нами были разработаны мелиоранты на основе серпентинсодержащих (термоактивированного сунгулита) и оливинсодержащих (хвостов обогащения вермикулитовых руд) горнопромышленных отходов (Пат. ..., 2000, 2002). Мелиоранты испытывались в лабораторных и в полевых условиях. Производились исследования содержания питательных элементов в почве, лизиметрических водах и хвое.

В образцах хвои, отобранной на контрольном участке, содержание магния уменьшается с увеличением возраста хвои, что является причиной дефолиации. После внесения термоактивированного сунгулита в почву опытных участков прослеживается динамика роста содержания магния в хвое разного возраста относительно контрольного опыта, причем наибольшее возрастание происходит в хвое 6 - 9 лет (рисунок 1).

Эти данные свидетельствуют о том, что мелиорант способствует улучшению питательного режима растений.

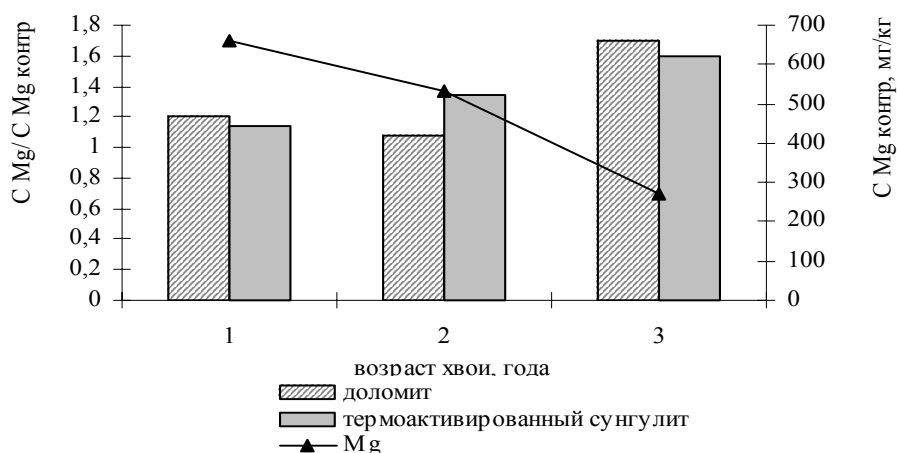


Рис. 1 - Содержание магния в хвое ели разного возраста в контрольном опыте (кривая) и его изменение относительно контрольного опыта при внесении в почву доломита и термоактивированного сунгулита (гистограмма)

В результате сравнения нескольких опытных участков выявлено, что внесение мелиорантов позволяет увеличить концентрацию Mg в почвенных растворах на площадке 2 до 54 мг/кг, т.е. до контрольного уровня 1 площадки. Если содержания Mg в почве после внесения мелиорантов сопоставимы, то концентрация Mg в лизиметрических водах площадки 1 в 8 раз больше, чем площадки 2.

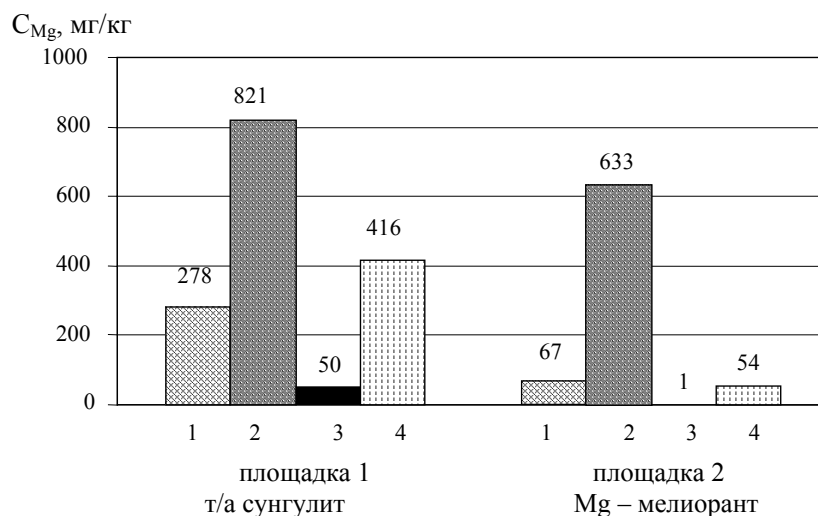


Рис. 2 - Сопоставление содержания магния в почве (1,2) и почвенных растворах (3,4) контрольных (1, 3) и опытных (2, 4) участков на различных экспериментальных площадках

Не смотря на то, что содержание Mg в лизиметрических водах существенно возросло, поступление Mg в ассимилирующие органы древесных растений не наблюдалось. Исключением является хвоя возраста 6 - 9 лет, т.е. наиболее обедненная магнием, для которой зафиксировано увеличение концентрации Mg при внесении мелиоранта в количестве 2 т/га. В эксперименте с магниевым мелиорантом на основе оливинсодержащего сырья получены данные по изменению концентрации элементов в почвенных растворах с течением времени.

При внесении мелиоранта на основе оливинсодержащего сырья в количестве 2 т/га наблюдается вымывание питательных веществ из почвы в начальный период. Через 3 месяца происходит выравнивание химического состава почвенных растворов в экспериментах с различными дозами мелиоранта. Кратковременный избыток магния в растворе, по-видимому, способствует его активному поглощению ассимилирующими органами (хвоя 6 - 9 лет).

Опытные партии мелиоранта на основе термоактивированного сунгулита и мелиоранта, полученного из оливинсодержащего сырья с помощью сернокислотной обработки вносили в почву опытных участков района, подверженного вредному воздействию кислотных дождей.

Натурные испытания показали эффективность применения предложенных мелиорантов для восстановления дефолирующих лесов. Достоинствами разрабатываемых мелиорантов, произведенных на основе отходов горнопромышленных предприятий - силикатов и гидросиликатов магния, являются:

1. высокая эффективность снижения негативного воздействия "кислотных" дождей на лесные биогеоценозы благодаря уменьшению кислотности почв, обогащению их дефицитными элементами питания (магнием и кальцием);
2. пролонгированное и мягкое действие вследствие медленного высвобождения элементов питания, которые поглощаются микроорганизмами и растениями и не выносятся в грунтовые и поверхностные воды;
3. частичная иммобилизация соединений алюминия и тяжелых металлов;
4. относительно низкая стоимость, широкая распространенность сырья - горнопромышленных отходов («хвосты» обогащения оливинитов, вермикулита, медно-никелевых руд) для его получения на Кольском полуострове.

Литература

Пат. 2151132 РФ МПК⁶ С 05 D 5/00, 9/00. Способ получения магниевое удобрения / Макаров В.Н., Калинин В.Т., Корытная О.П., Васильева Т.Н., Никонов В.В., Лукина Н.В.; № 99110045/12; Заявл. 07.05.99; Оpubл. 20.06.2000, Бюл. № 17.

Пат. 2206554 РФ МПК⁶ С 05 D 5/00, 9/00. Способ получения магниевого удобрения / В.Н. Макаров, Н.К. Манакова, Калинин В.Т., Никонов В.В., Лукина Н.В.; № 2002111945/12; Заявл. 06.05.2002; Опубл. 20.06.2003, Бюл. № 17. Приложение А.

MORTAR ON THE BASIS OF ALUMINIUM PHOSPHATE

V.A. Matveev, I.P. Kremenetskaya, T.V. Kochetkova, O.V. Suvorova, I.S. Kozhina

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

Data on the properties of aluminium phosphate-based composition are presented. A theoretical possibility of using it as a mortar component for chamotte lining of drying apparatuses is discussed. There has been obtained evidence on the beneficial effect of NiO on the properties of phosphate-bearing compositions.

МЕРТЕЛИ НА ОСНОВЕ ФОСФАТА АЛЮМИНИЯ

В.А. Матвеев, И.П. Кременецкая, Т.В. Кочеткова, О.В. Суворова, И.С. Кожина

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

Одной из особенностей фосфатных связующих, обусловившей их широкое применение, является способность образовывать достаточно прочные структуры при относительно невысоких температурах и сохранять прочностные характеристики при нагревании (Копейкин и др., 1976). Фосфатными связующими обычно называют растворы фосфорных кислот и их солей, а также твердые кислые соли различной степени замещения. Наиболее широкое применение нашли алюмофосфатные растворы с весовым отношением P_2O_5/Al_2O_3 в пределах от 3 до 4 (алюмофосфатные связки АФС).

В настоящей работе представлены предварительные данные о свойствах композиции на основе фосфата алюминия. Связующее (ФА) представляет собой высушенную на воздухе смесь фосфата алюминия $AlPO_4$ и фосфорной кислоты, отношение. Использование ФА вместо АФС является более удобным при футеровке промышленных сушильных агрегатов.

Традиционно для кладки шамотных кирпичей используют мертель следующего состава, мас. %: шамот 75 и глина 25. Опыты по использованию фосфатных связующих выполнены на образцах, в которых отклонения содержания компонентов от указанного состава находятся в пределах 5 -15%. Поскольку в обычных мертелях роль связующего играет глина, часть глины заменяли сухим порошком состава $AlPO_4 + H_3PO_4$ (ФА). Кроме того, для сравнения ряд образцов вместо воды, которой затворяют обычные мертели, содержат АФС.

По результатам ограниченного количества опытов можно сделать следующие выводы. Образцы на АФС, как и следовало ожидать, имеют большую прочность по сравнению с образцами с добавлением ФА (обр. 1к, 5к, 10к и 6к – 8к табл.1). Известно, что в фосфатных системах в процессе взаимодействия основного и кислого компонентов возникают в зависимости от скорости и условий реакции продукты, обладающие вяжущими свойствами, - кислые фосфаты или не обладающими такими свойствами – средние фосфаты (Копейкин и др., 1976). Вследствие этого процесс структурообразования является процессом связывания частиц наполнителя за счет формирования на их границах пленок клеящего вещества. В концентрированных растворах фосфатов, т.е. в алюмофосфатных связках, сильное межмолекулярное взаимодействие, обусловленное водородными связями, обеспечивает малую подвижность молекул в растворе, что затрудняет их переориентацию при переходе от жидкости к твердому телу и способствует формированию структур с высокой механической прочностью. Очевидно, что раствор, содержащий композицию $AlPO_4 + H_3PO_4$ (ФА), не обладает указанными свойствами.

Следует отметить, что изменение содержания ФА в пределах 10 -20% практически не влияет на механическую прочность фосфатсодержащих мертелей (обр. 6к – 8к).

Известно, что при нагревании фосфатных клеев или изделий на их основе происходит дегидратация гидратов фосфатов и некоторое их разупрочнение, которое при более высоких температурах компенсируется спеканием (Сычев, 1974). Введение в состав связующего NiO увеличивает термостойкость материалов на фосфатной связке (Копейкин, 1976). Прочностные свойства образца с добавлением NiO (10к) либо не отличаются, либо несколько ниже характеристик аналогичных образцов без добавки NiO (обр. 1к и 5к).

Испытания на высокотемпературном микроскопе материала образцов 1к, 6к-8к показали отсутствие каких-либо изменений вплоть до температуры 1380°C.

Таблица 1

Свойства фосфатсодержащих мертелей

№ обр.	Состав					Свойства образцов			
	Наполнитель, г		Фосфатсодержащий компонент		Вода, мл	Сушка		Обжиг	
	Шамот	Глина	Вид	Кол-во		20°C	100°C	Температура, °C	Прочность при сжатии, кг/см ²
1к	75	25	АФС	15мл	-	Схватился	Плотный	1000 1100	121 146
5к	75	25	АФС	20 мл	-	Не схватился	Плохо расформ.	1000 1100	266 199
6к	75	20	ФА	5г	19	Схватил-ся	Осыпается	1000 1100	44 27
7к	75	15	ФА	10г	20	Схватился	Не осыпается	1000 1100	49 58
8к	75	10	ФА	15г	21	Схватился	Не осыпается	1000 1100	32 49
10к	75	25	АФС NiO	22мл 3%	-	Не схватился	Плохо расформ.	1000 1100	137 140

Выполнены испытания клеевого шва на термическую стойкость в различных условиях. Для определения термостойкости мертелей использовали шамотные плиточки размером 7х7 см. Промышленные сушильные агрегаты после футеровки шамотным кирпичом медленно нагревают до рабочей температуры, после завершения технологического цикла происходит постепенное понижение температуры. Осуществление нагревания и охлаждения в указанных выше условиях (нагрев до 1000°C, охлаждение в печи, экспериментальная серия I) показало, что мертели всех использованных составов (таблица 2) выдерживают более 18 циклов. Аналогичный результат получен при охлаждении образцов на воздухе (экспериментальная серия II).

В третьей серии экспериментов для определения наиболее термостойких составов образцы охлаждали в воде. Составы 2п и 7п-N выдержали 2 цикла, остальные – 1 цикл (таблица 2). Таким образом, уменьшение в составе мертеля количества шамота и добавление ФА, а также введение NiO способствуют увеличению термостойкости образцов. Прочность при сдвиге клеевого шва образцов 1п (шамот 75 и глина 25%) и 2п (шамот 30, глина 15 и ФА 15%) сопоставимы, однако состав с фосфатным компонентом более термостоек. Можно отметить корреляцию прочностных свойств клеевого шва и термостойкости для составов 7п и 7п-N.

Таблица 2

Характеристики мертелей, использованных для скрепления шамотных плиток

№ обр.	Состав						Предел прочности при сдвиге, кг/см ²		Число циклов 1000°С - 20°С (вода)
	Наполнитель, г		Фосфатсодержащий компонент		Вода, мл	NiO, г			
	Шамот	Глина	Вид	Кол-во			Серия I	Серия II	
1п	75	25	-	-	20	-	1.7	1.8	1
2п	70	15	ФА	15 г	20	-	2.0	1.0	2
7п	75	15	ФА	10г	20		0.6	0.6	1
7п-N	75	15	ФА	10г	20	3	1.1	0.9	2
6п	75	20	ФА	5г	20	-	1.4	-	1
6п-N	75	20	ФА	5	20	3	0.8	1.1	1
10п	75	25	АФС	22 мл	-	3	-	0.7	1

Полученные результаты показали, что NiO оказывает определенное влияние на свойства фосфатсодержащих мертелей, для мертелей более термостойких составов выполнены дополнительные исследования. На рисунке показано изменение прочности при сжатии материалов состава 2п и 7п-N в зависимости от температуры обработки.

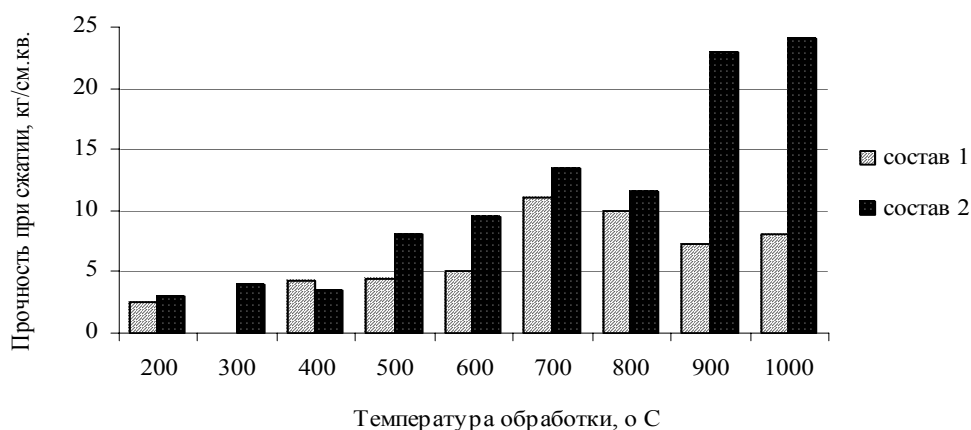


Рис. Зависимость прочности при сжатии от температуры обработки образцов. Состав мертеля, мас. %: 1 - шамот 70, глина 15, ФА 15; 2 - шамот 75, глина 15, ФА 10, NiO 3 сверх 100%.

Составы существенно различаются по характеру влияния температурной обработки на прочностные свойства при температурах 900 - 1000°C. Вплоть до температуры 800°C прочности образцов близки, при более высокой температуре наблюдается упрочнение состава с добавлением NiO и снижение прочности образца 2п (шамот, глина, ФА).

Выполненные исследования показали принципиальную возможность использования композиции $\text{AlPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ (ФА) в составе мертелей для шамотной футеровки сушильных агрегатов. Получены данные, свидетельствующие о положительном влиянии NiO на свойства фосфатсодержащих составов.

Литература

- Копейкин В.А., Петрова А.П., Рашкован И.Л. Материалы на основе металлофосфатов. М: Химия. – 1976. – 199 с.
 Сычев М.М. Неорганические клеи. Л.: Химия. – 1974. – 160 с.

ON THE USE OF AMORPHOUS SILICA (A PRODUCT OF NEPHELINE DIGESTION BY ACID) IN PRODUCTION OF BUILDING AND TECHNICAL MATERIALS

V.A. Matveev, D.V. Mayorov, K.V. Zakharov

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

The problem of comprehensive processing of Kolan nepheline with acids is considered. It is shown that acidic methods of nepheline concentrate treatment yield not only alumina, soda and potash but also other products such as Si-Stoff, amorphous silica, sodium alkali, and liquid glass that can be turned into advanced building materials.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АМОРФНОГО КРЕМНЕЗЕМА – ПРОДУКТА КИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФЕЛИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Матвеев, Д.В. Майоров, К.В. Захаров

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

Одной из крупнейших технических задач Баренцева региона является решение проблемы повышения комплексности использования апатито-нефелиновых руд Кольского полуострова. Решению этой проблемы уделялось очень большое внимание с самого начала разработки апатитовых

месторождений. Однако если степень извлечения апатита из апатито-нефелиновых руд в настоящее время достигает 90%, то нефелина извлекается не более чем на 10%, а остальные 90% и все сопутствующие минералы – эгирин, сфен, титаномагнетит и др. полностью сбрасываются в хвостохранилища с хвостами обогащения. Основным компонентом их является нефелин (до 60% по массе). За годы перестройки производство нефелинового концентрата не только не возросло, но и упало с 1,6 млн.т до 800 тыс. т.

Практически единственным потребителем нефелинового концентрата остался Пикалевский глиноземный завод, где он перерабатывается на глинозем, соду, поташ и цемент по методу спекания с известняком. Этот метод переработки нефелина, не смотря на резкое изменение экономической конъюнктуры в стране, оказался экономически эффективным и в новых условиях. Однако, необходимость производства 10 тонн цемента на 1 тонну глинозема, значительно ограничивает мощности предприятий, перерабатывающих нефелин. Оптимальной является относительно невысокая для глиноземных предприятий (200-250 тыс. Al_2O_3 в год) мощность. В то время как глиноземные заводы, работающие на бокситах, имеют мощность до 1 млн. тонн и более Al_2O_3 . Ограничение мощности глиноземных заводов, работающих на нефелине, связано с трудностью сбыта цемента. Экономическая эффективность использования этого относительно дешевого продукта ограничена транспортными расходами. Перевозка его на расстояние более 500 км считается нерентабельной, особенно при сложившихся железнодорожных тарифах.

Кроме того, спекательная технология связана с необходимостью дальней перевозки нефелина к местам переработки, располагающими достаточными запасами высококачественного известняка, т.к. на 1 тонну нефелина необходимо подшихтовывать 3 тонны известняка. Эта технология отличается также громоздкостью аппаратного оформления и высокими энергетическими затратами.

Анализ проблемы более полного вовлечения нефелина в переработку однозначно показывает, что она может быть решена только при условии создания новых методов переработки этого минерала, позволяющих снизить энергетические и материальные расходы, расширить ассортимент получаемой продукции. Без разработки таких методов, а также изыскания новых областей применения нефелина и получаемых на его основе продуктов эта проблема не может быть решена.

К весьма перспективным относятся кислотные методы переработки нефелина, которые позволяют отделить кремнеземную составляющую этого минерала и нерастворимые минеральные примеси на первых стадиях процесса с последующей переработкой получаемой смеси солей алюминия и щелочных элементов на глинозем, соду, поташ и другие соли натрия и калия.

Нефелин является одним из немногих природных алюмосиликатов, которые очень легко без всякой предварительной активации вскрываются даже слабыми растворами кислот с выделением значительного количества тепла. Однако особенностью кислотного разложения нефелина является выделение кремнезема не в виде нерастворимого остатка, сохраняющего каркас исходного минерала, как это наблюдается, например, у каолина, а в виде студенистых, практически не фильтруемых масс. Это явление было одной из основных технологических трудностей для реализации кислотных технологий нефелина.

В результате исследований, проведенных в ИХТРЭМС (Химико-технологические ..., 1995), эту проблему удалось решить. Найдены условия (температура процесса, концентрация кислоты, введение затравки активного кремнезема, режимы загрузки нефелина) при которых кремнезем выделяется в хорошо фильтруемой форме. Получаемый нерастворимый осадок (сиштоф) состоит из аморфного кремнезема (75-85%) и кислотоустойчивых минералов – эгирина, сфена, титаномагнетита и полевых шпатов (15-25%). Химический состав его, %: SiO_2 – 85-90; Fe_2O_3 – 1,5-2; Al_2O_3 – 2-3; CaO – 0,3-0,5; MgO – 0,15-0,25; TiO_2 – 0,6-0,8; Na_2O – 0,5-0,8; K_2O – 0,6-0,9; ппп 8-10. Насыпная плотность 360-400 кг/м^3 , удельная поверхность, определенная по адсорбции аргона, составляет 60-120 $\text{м}^2/\text{г}$.

Исследованиями, проведенными совместно с отделом строительных материалов Института химии КНЦ РАН (Строительные..., 1995) и др. организациями установлено, что сиштоф, вследствие большого содержания в нем аморфного кремнезема с очень развитой удельной поверхностью, обладает высокой химической активностью и может использоваться как эффективная гидравлическая добавка при получении различных строительных материалов. В настоящее время для этих целей используются трепел и другие дорогостоящие и дефицитные материалы. Установлено, что один грамм сиштофа поглощает 350-410 мг CaO из известкового раствора. Это более чем в два раза превышает требования (150 мг) к обычным кремнеземным добавкам. Содержащиеся в этом продукте примесные минералы (полевые шпаты, эгирин, титаномагнетит) могут рассматриваться как обычные инертные заполнители в строительных смесях.

Портландцемент с добавкой 7-15% сиштофа отвечает марке 400, пуццолановый цемент с содержанием 20-30% сиштофа – марке 300, а 40-50% - марки 200. При содержании 70% сиштофа

прочность резко снижается, однако такой цемент может быть использован для приготовления низкопрочных бетонов, используемых в качестве закладки выработанных шахтных пространств. Добавка 10-15% сиштофа повышает прочность газобетона на 30-50%, при этом несколько снижается его плотность.

Известно, что аморфный кремнезем и кремнегели эффективно используются в качестве добавки к цементам и бетонным смесям при строительстве гидротехнических сооружений. Это направление использования сиштофа представляется весьма перспективным в связи с планируемым освоением в ближайшем будущем нефтегазовых месторождений шельфа Баренцева моря. Проведенными в отделе строительных материалов ИХТРЭМС исследованиями установлено, что образцы, приготовленные на чистом портландцементе, потеряли более половины своей прочности после двух месяцев хранения в проточной воде, в то время как цементы с добавкой 40% сиштофа сохранили прочность более чем на 80%. Пуццолановые цементы с 20-40% сиштофа через 2 года сохранили свою прочность на 74-82%. При гидратации цементов, полученных с добавлением к портландцементному клинкеру при помоле более 30% сиштофа, образуется цементный камень, характерный для пуццолановых цементов, отличающихся от портландцемента низким содержанием гидроксида кальция и наличием низкоосновных гидросиликатов кальция.

Известно, что для получения бетонов, стойких к агрессивной среде, в частности в морской воде, весьма перспективно использование щелочных вяжущих силикатов щелочных металлов (жидкого стекла). Однако масштабы использования жидко-стекольных вяжущих крайне ограничены, что связано с их дефицитностью и дороговизной, обусловленными сложностью производства. Как правило, растворы жидкого стекла получают путем автоклавной разварки силикат-глыбы, которую, в свою очередь, получают путем высокотемпературного сплавления чистого кварцевого песка с содой или сульфатом натрия в стекловаренных печах.

Кислотные технологии нефелина предусматривают переработку получаемой смеси солей алюминия и щелочных элементов на глинозем, соду, поташ и едкую щелочь. Получение последней позволяет организовать производство жидкого стекла по более простой технологии, базирующейся на гидрохимическом растворении высокоактивного аморфного кремнезема в растворах едких щелочей.

Жидкостекольные растворы могут быть получены непосредственно на основе сиштофа. Однако более рациональным представляется предварительное отделение содержащихся в нем инертных минеральных примесей, что можно осуществить путем гидроциклонирования и отстаивания. Значительное различие в крупности и удельных весах позволяет выделить аморфный кремнезем в виде продукта содержащего, масс. %: 98-99 SiO_2 ; 0,4-0,8 Fe_2O_3 ; 0,4-0,7 Al_2O_3 и незначительное количество других примесей. Насыпная плотность его 280-310 кг/м³. Удельная поверхность по адсорбции азота составляет 90-140 м²/г.

Обработка этого продукта в обычных реакторах с мешалками растворами едкой щелочи с концентрацией 10-25% NaOH при температуре 95-110^oC в течение 1-2 часов позволяет получить растворы жидкого стекла с силикатным модулем от 1 до 3.

Таким образом реализация кислотных методов переработки нефелина позволит получить не только глинозем и соли щелочных металлов, но и продукты (сиштоф, аморфный кремнезем, натриевую щелочь, жидкое стекло), на основе которых возможно получение различных перспективных строительных материалов.

Литература

Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова. Часть 2. Апатиты. Изд-во КНЦ РАН, 1995, 196 с.

Химико-технологические основы и разработка новых направлений переработки и использования щелочных алюмосиликатов / В.И.Захаров, В.Т.Калинников, В.А.Матвеев, Д.В.Майоров. - Апатиты: КНЦ РАН, 1995. - 177 с.

DETAILED MINERALOGICAL-AND-GEOCHEMICAL MAPPING OF OBJECTS OF MINING AND INDUSTRIAL WASTE AS A MEANS OF THEIR COMPREHENSIVE RESOURCE-ECOLOGICAL INVENTORY AND EVALUATION FOR THE BENEFIT OF THEIR MORE EFFECTIVE UTILIZATION

G.B. Melentjev

Research centre "Ecology and industrial power technology" of Institute of high temperatures, RAS

The report gives the results of detailed multi-element geochemical mapping in undisturbed formations of various types of mineral ores including the ones that are being extracted by mining enterprises and those that are being prospected. Different options of use of individual and multiple geochemical parameters to demonstrate more expressly the volumetric distribution in the bowels of earth of minerals-concentrators of the more valuable and toxic components, which were disregarded in evaluation of the quantity of the main material, are discussed in the report. Special importance in the suggested methodology is given to quantitative-and-mineralogical and mineral-geochemical confirmation of the discovered geochemical abnormalities, including calculation of the mineral-wise balance of distribution of the specially valuable and toxic components in the complex types of ores and in non-ore material.

ДЕТАЛЬНОЕ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КАК СПОСОБ ИХ КОМПЛЕКСНОЙ РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ В ЦЕЛЯХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Г.Б. Мелентьев, emalina@rol.ru

НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» Института высоких температур РАН

Градообразующие горно-промышленные комплексы (ГПК) России в полной мере унаследовали от бывшего СССР экстенсивный способ производства и преимущественно монопродуктовый его профиль, оказавшиеся весьма уязвимыми в условиях естественного истощения недр, роста издержек производства и рыночной экономики. За 70 с лишним лет, прошедших после известных инициатив А.Е. Ферсмана в обосновании на государственном уровне необходимости территориально-производственного комбинирования, глубокой комплексной переработки и использования минерального сырья, эта проблема и связанные с ней задачи в масштабах нашей страны остались неразрешенными. В советское время основным препятствием в их решении явилась пресловутая ведомственная разобщенность предприятий ГПК, а в настоящее время – частная собственность на средства производства и стремление владельцев предприятий к получению максимальной прибыли и «коротких денег» при минимально возможных издержках, т.е. без учета перспектив продления жизнедеятельности предприятий и социально-экономических последствий в случае ее прекращения. В новых экономических условиях предприятия ГПК, с одной стороны, по-прежнему являются основными бюджетобразующими, хотя доля поступлений в бюджет в ресурсодобывающих регионах заметно снизилась – например, в Мурманской области, а с другой – превратившимися из доноров в дотационные, стали эпицентрами медико-экологического неблагополучия населения и территорий, вплоть до формирования новой геологической сущности – геотехносферы. Благодаря трансграничным переносам загрязняющих веществ с атмосферным воздухом и водами ареалы геотехносферы приобретают межрегиональный и даже международный характер.

С этих позиций, в развитие разработанных нами ранее (60-70-е годы) для редкометальных и нерудных месторождений гранитовых формаций прогнозно-поисковых методов, в 70-90-х годах были организованы и выполнены значительные объемы научно-производственных работ по детальному многоэлементному картированию крупнейших эксплуатируемых месторождений горно-химического, глиноземного и нерудного сырья, железорудно-фосфатного, железорудного и комплексного редкометального сырья. Эти работы, помимо решения задач прикладного характера в рамках договоров с предприятиями Кольского ГПК, Карелии, В. Казахстана и Красноярского края, позволили впервые провести детальную геохимическую, минералого-геохимическую и техногеохимическую паспортизацию, т.е. комплексное эталонирование указанных месторождений и представляющих их типов сырья. Основные направления и результаты этих комплексных инновационных разработок иллюстрируются следующими примерами.

1. На Костомукшском ГОКе (ныне ОАО «Карельский окатыш») был организован и выполнен комплекс детальных картировочно-оценочных работ в целях выявления закономерностей распределения золота и сопутствующих микроэлементов в пределах железорудной залежи и вмещающих ее пород. Золото как попутный и особо ценный микрокомпонент железорудного сырья давно привлекает внимание исследователей минералого-геохимической специализации эксплуатируемых месторождений Криворожья,

КМА, Оленегорской группы в Кольском регионе и за рубежом. Спорадическое обнаружение его повышенных содержаний в пробах железистых кварцитов, в том числе – Костомукшского месторождения (до 0,3-3 г/т), а также в концентратах, выделенных из хвостов мокрой магнитной сепарации (до 3,3-7,7 г/т), и из лежалых хвостов обогащения (6,5 г/т), а также значительные объемы добычи и обогащения железорудного сырья (более 19 млн. т/год) бывшим Костомукшским ГОКом (ныне ОАО «Карельский окатыш») с выпуском окатышей порядка 6,5 млн. т и ежегодным сбросом в хвостохранилище около 12,5 млн. т обогатительных песков и шламов, обусловили необходимость организации нами на этом предприятии, как эталонном и потенциально перспективном, комплексных научно-производственных работ в сотрудничестве со специалистами предприятия.

На первом этапе решались задачи геометризации в недрах распределения золота и выявления минеральных форм его концентрации. Работы были сосредоточены в карьере Южном, вскрывающем ЮВ фланг Костомукшского железорудного поля (зоны), которое простирается в СЗ направлении почти на 25 км. В пределах карьера проводилось систематизированное малообъемное геохимическое опробование вмещающих вскрышных пород и фрагментов железорудной залежи в уступах действующих карьеров, а также отбор дубликатов керновых проб из скважин геологической и эксплуатационной разведки, привязанных к сети погоризонтного опробования железорудной залежи, вскрываемой преимущественно на дне карьеров. Все геохимические пробы были подвергнуты массовым атомно-эмиссионным спектральным анализам на 40 элементов, а их представительные выборки (250 проб) – спектрохимическим анализам на золото с контрольной заверкой результатов по 20 пробам. Обработка значимых результатов ($\geq 0,003$ г/т) по 75% проб произведена в 4-х градациях, отвечающих минимально-промышленным содержаниям золота как попутного компонента подобных, эксплуатируемых открытым способом и россыпных месторождений: 0,001; 0,01; 0,01; ≥ 1 г/т). При этом учитывался и нижний предел его содержаний ($\geq 0,03$ г/т), допустимый при извлечении тонкодисперсного золота новейшим технологическим методом.

Результатом геометризации распределения золота в недрах по карьеру Южному в указанных градациях на продольном и поперечном разрезах явилось оконтуривание и параметризация зон его повышенных концентраций. Золотосодержащая зона прослежена на 600-700 м по простиранию и 130-140 м на глубину (по вертикали) от дневной поверхности. Она имеет конфигурацию «конского хвоста», с увеличением мощности к СЗ в несколько раз. В том же направлении, с некоторым смещением к висячему боку железорудной залежи, увеличиваются и содержания золота. Корреляционный анализ данных 40-элементного анализа и спектрохимических определений золота в указанных выборках одних и тех же проб позволил рассчитать коэффициент продуктивности на золото $K_p = As \cdot Ag \cdot Sb \cdot (Pb)$ и коэффициент зональности $K_z = As \cdot Ag \cdot Sb \cdot (Pb) / Ni \cdot Co \cdot Cu$ золотоносных зон в железорудной залежи и вмещающих породах.

В целях количественно-минералогической заверки выявленных геохимических аномалий, выделения мономинеральных фракций для анализов на золото с сопутствующими ценными и лимитируемыми микрокомпонентами и определения форм их концентрации были составлены групповые минералогические пробы весом 20-25 кг по 4-м указанным выше градациям содержаний золота в аномальных зонах и участках. Установлено, что ведущие минералы – его концентраторы представлены пирротинном (от 48-58 до 186-290 кг/т), арсенопиритом (от 96-156 г/т до 0,5-10,2 кг/т) и пиритом (от 134-340 г/т до 0,2-2,3 кг/т). Обнаружена прямая зависимость уровней концентрации золота в руде и породах вскрыши от содержаний этих сульфидных минералов и обратная – с содержаниями магнетита. Результаты анализов мономинеральных фракций этих минералов на золото нейтронно-активизационным методом свидетельствуют о преимущественной его концентрации в арсенопирите (от 11 г/т до 2,23 кг/т), в меньшей степени – в пирите и пирротине (0,02-0,11 г/т), а также в магнетитах и ильмените ($\leq 0,02$ г/т). Свободное золото на данной стадии выполненных работ обнаружено не было, что требует дополнительных специальных исследований и, прежде всего, составления поминеральных балансов распределения золота в исходном железорудном сырье.

Результаты выполненных работ позволяют рекомендовать руководству ОАО «Карельский окатыш» их продолжение в направлениях детального геохимического картирования остальных эксплуатационных участков железорудного поля, комплексной оценки его перспектив на золото с сопутствующими особо ценными и лимитируемыми с технологических позиций микрокомпонентами (Ag, Co, Ge, Ti, V, Nb, Zr, S, P, As, Pb, Tl, U, Th и др.) в соответствии с разработанной методикой и изучения их распределения в сквозном элементопотоке производства по схеме «недра – обогащение (ДОФ) – агломерация (ЦПО) – хвостохранилище» с выявлением технологических узлов возможной концентрации золота.

2. На эксплуатируемых месторождениях апатит-нефелиновых руд ОАО «*Anatut*» разработаны эффективные способы геометризации в недрах распределения промышленно-ценных минералов с использованием результатов экспрессных количественно-спектральных анализов по индивидуальным элементам-индикаторам и геохимическим мультипликативным показателям: Sr - для апатита, $Ti \cdot V$ - для

титаномагнетита, $Ti \cdot Nb$ - для сфена. С использованием указанных и других коэффициентов продуктивности, составленных комплектов многоэлементных геохимических карт на погоризонтных планах, продольных и поперечных разрезах Хибинских месторождений и результатов заверки выявленных повышенных концентраций особо ценных и токсичных элементов-спутников количественными минералого-геохимическими методами разработаны рекомендации на селективную добычу и обогащение разновидностей апатит-нефелинового сырья, имеющие значение для перспектив повышения эффективности и продления жизнедеятельности ОАО «Апатит». В частности, в висячем боку (кровле) апатит-нефелиновой залежи оконтурена зона концентрации сфена, содержащего 0,3% Nb_2O_5 , а в лежащем боку (подошве) – зона концентрации титаномагнетита (1% V_2O_5). Распространение последней прослеживается в экзоконтактах апатит-нефелиновой залежи и, далее, на десятки метров – во вмещающих ее уртитах, которые в этих пределах представляют собой бедное фосфатное, но наиболее богатое титаном сырье. Как известно, опробование при подсчетах запасов профилирующего фосфатного сырья в Хибинах осуществлялось исключительно на титан, что не позволило оценить сопутствующее титановое сырье в реально извлекаемых минеральных формах и, соответственно, их обогатимость. Более того, детальными количественно-минералогическими анализами установлено, что черная тяжелая фракция, традиционно диагностируемая как титаномагнетит, фактически обогащена ильменитом.

Таким образом, для ОАО «Апатит» обоснованы возможности и перспективы селективной добычи сфена из прикровельной зоны апатит-нефелиновой залежи, что практиковалось в довоенные годы на Кировском руднике в целях получения из сфеновых концентратов титанового пигмента, а из фосфатной руды и фосфатно-титановых уртитов подошвы – получения 2-х титановых концентратов: ванадийсодержащего титаномагнетита и обогащенного титаном ильменита. С другой стороны, в осевой зоне апатит-нефелиновой залежи установлено присутствие апатита с аномально высокими для хибинских месторождений содержаниями стронция – до $\geq 5\%$, что также представляет интерес для селективной отработки этой зоны с целью извлечения из апатитового концентрата стронция в условиях временного отсутствия в России других сырьевых источников этого редкого металла. С другой стороны, геохимическим картированием эксплуатируемых месторождений Хибин с количественно-минералогической заверкой выявляемых аномальных зон и участков впервые определены уровни концентрации в рудах и апатитах урана и тория, соотношения между ними и минеральные формы их концентрации. В целом, содержания радиоактивных элементов в апатит-нефелиновом сырье и разнообразие минеральных форм их концентрации возрастают с запада (от Кировского рудника) на восток, т.е. с приближением к Ловозеру, до максимума в апатит-нефелиновом сырье Восточного рудника (Коашвы).

3. На эксплуатируемом ОАО «Ковдорский ГОК» месторождении апатит-магнетитовых руд с сопутствующим тонковкрапленным *бадделейтом* в карбонатах разработана и внедрена методика погоризонтного минералого-радиогеохимического картирования, позволяющая прогнозировать его качество на нижележащих горизонтах до их вскрытия на весь комплекс полезных и лимитируемых компонентов в реально извлекаемых минеральных формах; составлены карты распределения Zr, Hf, U, Th и их отношений на сводном плане месторождения; выявлены 3 сорта бадделейтсодержащих руд, различающихся по характеру радиоактивности, установлена повышенная извлекаемая ценность бадделейтовых и других товарных концентратов и рекомендован комплекс мер по повышению эффективности их реализации и обеспечению радиационной безопасности.

4. На эксплуатируемых и разведываемых месторождениях бывшего *Белогорского ГОКа* в В.Казахстане, профилированного на выпуск собственно *танталовых* концентратов, и *Ловозерского ГОКа*, профилированного на выпуск *лопаритовых* концентратов (Ta, Nb, TR, Ti), т.е. для двух основных источников редкометального сырья в СССР, разработаны и усовершенствованы способы дифференцированного выделения и комплексной оценки различных типов руд с составлением поминеральных балансов распределения в них полезных и лимитируемых компонентов, включая редкие и радиоактивные элементы, т.е. их паспортизации.

5. С применением методов геохимического картирования и минералого-геохимической паспортизации *рудных песков* выполнена комплексная оценка перспективности *Караоткельского месторождения ильменит-цирконовой россыпи*, разведанного в В. Казахстане. Установлены повышенные содержания ниобия (с танталом) и скандия в ильменитах и крайне низкие содержания радиоактивных элементов в цирконах, что позволило рекомендовать это месторождение в качестве первоочередного объекта промышленного освоения среди других россыпных месторождений бывшего СССР, как правило, содержащих радиоактивный циркон и ильменит, обедненный редкими элементами-примесями. Экспериментально подтверждена технологическая возможность получения из ильменитового концентрата восстановительной плавкой титанового шлака со скандием и чугуна, природнолегированного ниобием (с танталом). Результаты исследований использованы в качестве раздела в сводном отчете с подсчетом запасов, утвержденном ГКЗ СССР.

6. На крупнейшем химико-металлургическом предприятии по переработке необогащенного нефелинового сырья на глинозем с сопутствующими содопродуктами и цементом – ОАО «Ачинский глиноземный комбинат» (АГК) разработана комплексная техногеохимическая методика оценки распределения и выявления узлов концентрации рассеянных особо ценных и лимитируемых микрокомпонентов в материальном потоке производства. Установлены повышенные концентрации галлия и рубидия в остаточных растворах, рекомендованные для промышленного извлечения по технологиям Волховского алюминиевого завода и ИХТРЭМС КНЦ РАН. Реализована рекомендация на попутное извлечение галлия как особо ценного товарного продукта созданием на предприятии опытно-промышленной установки. Впервые дана полная характеристика химическому составу объемных твердых отходов производства – пылевым выбросам печей и шламам, загрязняющим окружающую среду в районе г. Ачинска. Реализована рекомендация на попутное извлечение галлия как особо ценного товарного продукта созданием на предприятии опытно-промышленной установки.

7. На месторождениях мусковитового и калиевополевошпатового сырья, эксплуатировавшихся ПО «Карелслюда» и «Ковдорслюда», а также Белогорским ГОКом (Новобратское – 25% общесоюзной добычи к.п.ш.) разработан способ прогнозной геохимической оценки гранито-гнейсовых толщ с аплитами и пегматитами на промышленную слюду – мусковит с использованием коэффициента продуктивности $Pb \cdot Ce \cdot La \cdot Y \cdot Yb / Ti \cdot Cr \cdot V \cdot Ni \cdot Co$, способ петрохимической разбраковки выходов пегматитов по степени перспективности на к.п.ш. и редкие металлы и методика составления поминеральных балансов распределения основных петрогенных элементов и микроэлементов для комплексной оценки качества и выхода керамического сырья в вариантах его ручной выборки и механизированного обогащения после измельчения.

В целом, разработки и применения рассматриваемых методов позволяют решить задачи прогнозной оценки и рационального использования природного минерального и техногенного сырья на всех стадиях геолого-разведочных работ, эксплуатации месторождений и комплексной переработки руд, концентратов и отходов горно-промышленных и химико-металлургических производств, включая утверждение запасов в ГКЗ и организацию новых производств в условиях их оптимизации и экологизации. Применительно к соответствующим месторождениям техногенного сырья их минералого-геохимическое картирование и оценка представляются необходимой основой для любых вариантов капитализации, комплексной переработки и эффективного использования. При этом особое значение имеет привязка выявляемых геохимических аномалий к конкретным природным или техногенным их источникам, представленным реально извлекаемыми минеральными формами концентрации рудного вещества или ингредиентами загрязнения окружающей среды, причем как индивидуальными, так и ассоциированными. Это обеспечивает возможности расшифровки и оценки этих аномалий, необходимых для принятия инновационно-технологических решений на всех стадиях работ с минеральным сырьем и техногенными ресурсами.

NATURAL MINERAL SORBENTS AND COMPONENTS OF FERTILIZERS AS A COMPETITIVE LOCAL AND EXPORT RAW MATERIAL FOR DEVELOPMENT OF INNOVATIVE BUSINESS IN THE SPHERE OF RESOURCES AND ECOLOGY

G.B. Melentjev¹, L.M. Delitsyn¹, A.A. Zubkov², V.V. Skiba³

¹ Research centre "Ecology and industrial power technology" of Institute of high temperatures, RAS

² JSC "Ecomet Plus"

³ Geological institute, KolSC RAS

The report provides justification for wide use in the industry and agriculture of local raw materials represented by small deposits of natural sorbents and non-traditional fertilizers, also as an alternative to technological products of major industrial monopolists, which are mostly oriented on international market. In this respect the authors remind of the similar experience of the former USSR in the 20s-30s and the existing practice abroad of effective use of natural sorbents and agricultural raw materials in various spheres of production.

Possibilities of utilization of the local resources of natural sorbents and ores by mining, ore processing and technical-and-ecological enterprises have been studied taking into consideration the drastically changed geography of location of their sources and processing facilities with collapse of the USSR and importance of creating a network of respective innovative entrepreneurship in the regions of Russia.

ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ УДОБРЕНИЙ КАК
ВЫСОКОЛИКВИДНОЕ МЕСТНОЕ И ЭКСПОРТНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО
РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Г.Б. Мелентьев¹, emalina@rol.ru, Л.М. Делицын¹, А.А. Зубков², В.В. Скиба³, skiba@geoksc.apatity.ru

¹ НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» Института высоких температур РАН;

² ООО «Экомет»;

³ Геологический институт, Кольский научный центр РАН

Проблема интенсификации и экологизации промышленных и сельскохозяйственных производств России, а также снижения экологически обусловленной заболеваемости населения требует изыскания эффективных способов ее решения. С этих позиций в условиях системного социально-экономического кризиса в нашей стране, сложившегося в «переходный период» уместно вспомнить опыт преодоления подобной же ситуации в 20-30-х годах прошлого столетия в сельском хозяйстве, в котором из-за отсутствия отечественных производств искусственных минеральных удобрений были широко использованы местные природные удобрения (фосфориты, торфы, сапропели и др.). В частности, количество малых предприятий по производству фосфорной муки с содержаниями 12-14% P_2O_5 (вместо 20% по ГОСТу) из местных фосфоритов достигало 30. В настоящее время в связи с высокой стоимостью апатитового концентрата, монопольно выпускаемого ОАО «Апатит», и получаемых из него фосфатных удобрений перерабатывающими предприятиями ФПГ «РосФосфоагро», направляемых преимущественно на экспорт (более 90%), сельскохозяйственные предприятия и фермеры России из-за низкой платежеспособности практически лишены возможности приобретать и использовать при обработке земли дорогостоящие искусственные удобрения. Тем более, что установленная ОАО «Апатит» и ФПГ «РосФосфоагро» цена апатитового концентрата на российском рынке (45 долл./т) превышает его стоимость на мировом (35 долл./т), что создает напряженную ситуацию и на перерабатывающих его предприятиях в Новгородском, Смоленском и других регионах. Кроме того, значительное снижение поголовья крупного скота в регионах (например, в Ивановской обл.) исключает прежние возможности замены искусственных минеральных удобрений отходами животноводства.

Местные сырьевые ресурсы традиционно используются в строительстве и производстве стройматериалов, в качестве энергоносителей и, в меньшей степени, в целях обеспечения экономической эффективности и экологической безопасности промышленных и сельскохозяйственных производств. В то же время назревшая необходимость интенсификации и экологизации последних, причем с минимальными издержками и сроками реализации, требуют привлечения как нетрадиционных или неиспользуемых в необходимых масштабах специфических видов местного сырья, так и инновационных технологий, с созданием на их базе малых (и средних) горно-технологических и техноэкологических предприятий (соответственно МГТП и МТЭП). Среди источников местного сырья для рекомендуемой инновационно-предпринимательской деятельности, прежде всего, привлекают внимание своей перспективностью легкодоступные небольшие месторождения *природных сорбентов и минеральных удобрений*. Их эксплуатация как правило открытым способом (карьерами) может быть организована инвесторами в течение 6 мес. – 1 года после оформления лицензий на геологическое доизучение и опытно-промышленную добычу сырья. При этом уровни ожидаемых затрат на создание МГТП и МТЭП и освоение ими рассматриваемых объектов малого и среднего недропользования вполне приемлемы как для местных госбюджетов, так и частных предпринимателей и, тем более, для их корпораций.

Природные сорбенты как гомологи и современные заменители традиционно активируемых или синтезируемых сорбционных материалов представлены следующими основными видами сырья:

- углеродными (вместо активированного угля) – шунгитами и их модификациями;
- щелочноалюмосиликатными – бентонитовыми глинами и слюдой-вермикулитом;
- кремнеземистыми (опал-кристобалитовыми) осадочными породами – опоками, диатомитами, трепелами;
- цеолитовыми туфами (вместо синтетических цеолитов);
- силикагелями, получаемыми из нефелинового сырья (вместо синтезируемых путем обработки искусственного силиката натрия серной кислотой).

Природные сорбенты являются нетрадиционным минеральным сырьем многоцелевого назначения. Специфика их минерального состава и кристаллохимической структуры, а также характер пористости определяют широкий диапазон их использования в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве, в природоохранных и медико-экологических целях. Объемы их мировой добычи 80-х годов составили 11,8 млн. т/год. При этом в США, наряду с традиционным использованием в агропромышленном комплексе бентонитов в количестве 800 тыс. т, широкое развитие получило использование природных

цеолитов – до 800 тыс. т (по данным на 1995 г.), в то время как масштабы использования опок, диатомитов и трепелов составили 400 тыс. т. Кроме того, обращают на себя внимание значительные объемы использования в тех же целях палыгорскитов – 650 тыс. т как наиболее «экзотических» и дефицитных, но эффективных природных сорбентов, а также перлитов (300 тыс. т) и вермикулитов (115 тыс. т). На этом фоне достигнутые к 1995 г. уровни использования природных сорбентов в нашей стране несоизмеримо ниже: для цеолитов – в 8 раз, бентонитов – в 16 раз, опок, диатомитов, трепелов – в 4-5 раз, перлитов – в 7 раз, вермикулита – в 40 раз, а для «экзотических» палыгорскитов – в сотни раз.

Как известно, для природных сорбентов, наряду с многоцелевым назначением, характерна определенная «избирательность» преимущественных направлений их использования, которая максимально проявлена в их модификациях и композитных материалах. Так, например, США в 80-х годах ежегодно использовали по 360 тыс. т бентонитов в качестве сорбентов в нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности при общих объемах их потребления 3,5 млн. т, из которых 53% использовались в бурении, литейном производстве и окомковании железорудных концентратов, 15% - в сельском хозяйстве, а также в производствах текстиля, бумаги, пластмасс, резины и т.д. Соответственно, в нашей стране уровни использования бентонитов достигли к началу 90-х годов 330 тыс. т в нефтеперерабатывающей промышленности и 110 тыс. т – в пищевой, а затем сократились в 10 раз в связи с распадом СССР и утратой как основных месторождений, так и заводов-производителей бентопорошков, сосредоточенных в южных государствах СНГ. Уровни цен на мировом рынке при экспорте бентонитов в развивающиеся страны и США варьируют от 40-50 долл./т тонкоизмельченного бентонита, соответственно, до 200-500 долл./т активированных и наиболее высококачественных итальянских бентонитов. В этих условиях широкое развитие получило использование природных цеолитов, объемы которых за рубежом в 80-х годах составили сотни тыс. т/год, причем на 80-90% - в производствах стройматериалов, в качестве мелиорантов и наполнителей. Остальные 10-20% использовались за рубежом в качестве сорбентов, катализаторов и в ионообменных технологиях. В России, в отличие от зарубежных стран, сложилась иная структура потребления цеолитов: 85-90% - в сельском хозяйстве, 5-10% - в охране окружающей среды, водоподготовке и водоочистке, 2-3% - в других отраслях. В сельском хозяйстве доказана высокая эффективность использования сорбционной способности цеолитов в повышении продуктивности животноводства, птицеводства и рыбководства, сохранности поголовья и снижении расхода кормов. В промышленности используется избирательная способность цеолитов, их модификаций и композитов поглощать различные химические соединения, анионы и катионы, включая радионуклиды, из жидкостей и газов. Однако, широкое их использование в Европейской части страны лимитируется наличием здесь единственного Хотинецкого месторождения клиноптилолитовых туфов в Орловской области, в то время как все остальные разведаны и эксплуатируются в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

Эти обстоятельства обуславливают в настоящее время повышенное внимание к *силикагелям*, получаемым сернокислотным методом из нефелинового сырья, и карельским *шунгитам*, которые представляют собой эффективные сорбенты многоцелевого назначения, доступные географически и экономически. Авторские разработки нового направления комплексной переработки нефелина с получением аморфного кремнезема (силикагеля), квасцов и синтетического каолина с попутным выпуском раствора нефелинового флокоагулянта (РНК), иллюстрируются созданной в институте демонстрационной опытно-промышленной установкой, защищены патентами, успешно апробированы в производственных условиях и рекомендуются для промышленного использования в 2-х вариантах: 1) централизованном, предназначенном для выпуска всех видов химической продукции и абонементного снабжения потребителей РНК для очистки сточных вод и сгущения осадков и 2) локальном, предназначенном для очистки промстоков и других сточных вод РНК на отдельных промышленных, сельскохозяйственных и жилищно-коммунальных предприятиях. В 80-е годы производство *синтетических* аморфных кремнеземов (с использованием дефицитной соды для получения силиката натрия) за рубежом, исключая США, достигло 700 тыс. т/год, а в СССР – 40 тыс. т при годовом дефиците к 1990 г. порядка 24-27 тыс. т. Стоимость силикагеля и его модификаций на мировом рынке в то время составляла 2,2-2,4 тыс. долл./т, что в среднем почти в 100 раз превышает цену апатитового концентрата и, тем более, нефелинового; стоимость получаемых нами попутно особо ценных химических продуктов варьирует в пределах 800-2500 долл./т.

Сорбционные свойства шунгитовых пород позволяют прогнозировать наиболее широкое их использование в природоохранных целях и, прежде всего, для очистки сточных вод. Первый опыт использования шунгитовых фильтров в системе дренажа и очистки поверхностных стоков на трассе МКАД ориентирует на отсыпку шунгитовым щебнем (вместо обычного) всех габрионно-фильтрационных сооружений на малых реках и водоемах Москвы и Московской области. Не менее эффективным представляется подобное же использование шунгитовых пород в целях водозащиты и водоподготовки гидросистем в районах питьевого водоснабжения и, наоборот, для обезвреживания промышленных, городских и сельскохозяйственных сточных вод. Более того, углеродные сорбенты на

базе шунгита по своей способности очищать воду от нефтепродуктов и других примесей не уступают активизированным углям, но обходятся значительно дешевле. Поэтому шунгитовые сорбенты могут быть рекомендованы не только для очистки промстоков рудников, шахт, хвостохранилищ и других сбросов предприятий ГПК, ГМК, ТЭК, металлообрабатывающих и химических отраслей, включая гальваностоки, но и для аккумуляции особо ценных микрокомпонентов в целях последующего их извлечения в товарную продукцию. Не исключено, что шунгитовые сорбенты могут использоваться подобным образом и в промышленной газоочистке. Наибольшая их эффективность ожидается при извлечении и концентрировании микропримесей благородных металлов.

Однако, главным направлением деятельности в увеличении объемов добычи и многоцелевого использования шунгитового сырья является маркетинг на внутреннем российском и внешнем мировом рынках. Несмотря на его значительные запасы и, тем более, прогнозные ресурсы (более 1 млрд. т), их доступность, дешевизну этого уникального карельского сырья (от 10-35 руб./кг и 5-15 руб./т) для различных фракций измельчения, от 40-10 до 1-0,05 мм) и наличие разнообразных технологических направлений и опыта промышленного использования, необходимый потребительский рынок для шунгита в России и, тем более, за рубежом пока не сформирован. Между тем, коммерческие перспективы его создания могут быть проиллюстрированы и оценены как с позиций крупнотоннажных поставок значительно более качественного тонкоизмельченного (до 10-120 микрон) шунгитового сырья наиболее емким потребителям (например, шинным заводам), так и организации малых инновационных производств прецизионных материалов, в том числе – для нанотехнологий и их композитных производных.

Необходимо подчеркнуть, что приоритетные направления использования различных видов природных сорбентов определяются не только их спецификой, включая ионообменные свойства и пористость исходного сырья и модификаций, но и географией размещения их месторождений относительно наиболее емких потребителей, наличием у них соответствующей технологической базы и, главное, необходимой информацией о возможностях и перспективах вовлечения в промышленное использование.

Местные минеральные удобрения представлены широким ассортиментом нетрадиционного агрохимического сырья, как природного (фосфориты, торфы, сапропели, глаукониты и др.), так и техногенного (углегуминовые удобрения, гидролизный лигнин и т.д.). Необходимость их использования определяется не только дороговизной искусственных минеральных удобрений, проводимых ФПГ «РосФосфоагро», и возрастающей стоимостью их перевозки, но и целым рядом преимуществ, обуславливающих значительную экономическую и экологическую эффективность местных агроруд. Так, например, при внесении в почву традиционных водорастворимых удобрений – суперфосфата, аммофоса и других происходит вымывание фосфора в количествах, в 2-3 раза превышающих его поступление; подобным же образом вымывается азот. Кроме того, в продуктах переработки апатитовых концентратов концентрируются содержащиеся в них токсичные компоненты (фтор, стронций, редкие земли и радионуклиды), что, в частности, исключает использование в сельском хозяйстве фосфогипса как объемного техногенного продукта. Местное агрохимическое сырье, в отличие от искусственных удобрений, находится с окружающей средой в природном равновесии, экологически безвредно и обеспечивает необходимый пролонгирующий эффект относительно вносимых в почву полезных компонентов.

Более половины пахотных земель России представлено малоплодородными и кислыми почвами, облагораживание которых, согласно столетнему опыту, наиболее эффективно осуществляется фосмукой (15-17% P_2O_5). Повышение агрономической эффективности фосмуки достигается компостированием ее с органоминеральными удобрениями или суперфосфатом, механической и химической активацией, повышающей ее растворимость и усвояемость растениями. Наиболее эффективны в повышении плодородия почв местные органоминеральные удобрения, среди которых наиболее распространены торфы, в том числе – карбонатные и железистые (торфовивианиты); как правило торф используется в составе компостов: торфопометно-фосфоритных, торфо-навозных и других, а также в гранулированном виде с минеральными удобрениями. Исключительно перспективными представляются разработки торфо-сапропелевых смесей. Сапропели содержат 10-45% гуминовых веществ, до 4-6% азота, 1% фосфора, биологически активные вещества, кальций и микроэлементы. Они используются в компостах с фосмукой для повышения плодородия дерново-подзолистых почв в Нечерноземье, а также в качестве эффективных кормовых добавок. Подобной «двойной» эффективностью обладают также глаукониты и цеолитовые туфы, представляющие собой одновременно местное агросырье и природные сорбенты. Более того, глаукониты содержат 5-9,5% K_2O , ассоциируют с фосфатными породами и представляют собой сырье для производства наиболее дефицитных бесхлорных калийно-фосфатных удобрений.

Техногенные углегуминовые удобрения получают путем экстрагирования гуминовых веществ из окисленного бурого угля и отходов буроугольных фабрик. Они представлены гумитами натрия. Для получения 10 тыс. т этого эффективного агрохимического продукта требуется 100 тыс. т окисленных углей, в

которые добавляется гидроокись натрия. Не менее перспективно использование в качестве органоминерального удобрения смеси гидролизного лигнина с фосмукой в пропорции 1:1, что повышает усвояемость фосфора в 2-3 раза. Лигниновые отходы целлюлозных производств содержат 64% углерода и остаточную кислотность. Объемы их ежегодного накопления в отвалах ЦБК достигают 2,5 млн. т. Следует также отметить возможности и перспективы использования отходов горнопромышленных комплексов (ГПК) и местного сырья для организации производства плавящихся фосфатно-магниевого удобрений (ПФМУ) и бесхлорных калиевых. Для получения ПФМУ используются фосфатное, кварцевое и магниевое сырье: например, в Карело-Кольском регионе – черновые апатитовые концентраты, кварц и оливиниты; в Центре России и Поволжье могут быть использованы фосфориты, диатомиты и доломиты (или бишофиты). О незаменимости этого вида удобрений для обводненных и кислых земель и, прежде всего, рисовых чеков свидетельствует создание за рубежом и, прежде всего, в США заводов по его производству, в то время как в нашей стране, где оно было оформлено изобретением Б.Н. Мелентьева (Кольская база АН СССР) еще в послевоенные годы и успешно апробировано на станции ПОВИРа, действующие предприятия ГПК ограничились организацией спорадического производства опытных партий ПФМУ на малых установках в г.г. Кировске и Ковдоре. Подобным же образом при дефиците бесхлорных калийных удобрений не получило промышленной реализации изобретение Б.П. Соболева (НИИ УИФ) способа получения сульфатов калия путем конверсии фосфогипса при плавлении его смеси с калиевоалюмосиликатными отходами ГПК за счет обменных реакций в расплаве и расслоения его на несмешивающиеся солевую и силикатную (плагиоклаз) фазы.

С изложенных позиций очевидно, что местные ресурсы природных сорбентов и минеральных удобрений при условии их активизации представляют собой значительный резерв интенсификации и экологизации производственной деятельности и обеспечения экологической безопасности населения России. Однако следует иметь в виду, что с распадом СССР и в условиях рыночной экономики радикальным образом изменилась не только география минерально-сырьевой базы рассматриваемых видов сырья, но и приоритеты их активизации. В частности, все главные месторождения щелочных бентонитов, локализованные на южных окраинах России, оказались за ее пределами; основные месторождения цеолитов и перлитов расположены в Восточной Сибири и поэтому не пригодны для использования в Европейской части страны; подобным же образом месторождения торфовиванита сосредоточены в Западной Сибири и только там могут активно разрабатываться и использоваться в качестве местного агрохимического сырья и т.д. С другой стороны, в Европейской части России расположены основные, временно приостановленные разработки торфа, месторождения сапропеля и глауконита, а также опок, диатомитов и трепелов. В Карелии сосредоточены уникальные по запасам и качеству сырья месторождения шунгита, разрабатываемые в небольших объемах (до 70 тыс. т/год) ООО «Карбон-шунгит», которое предлагает для широкого использования доломит-шунгитовые удобрения. В Кольском регионе вермикулит и отходы его добычи служат исходным сырьем для использования в различных отраслях промышленности, в гидропонике и в природоохранных целях. Активизация многоцелевого использования этих ресурсов, прежде всего, требует создания межрегионального информационного поля о их размещении, технологической изученности и свойствах и, главное, наиболее эффективных направлениях использования. Информационно-аналитическая база данных по регионам несомненно привлечет внимание заинтересованных отечественных и зарубежных инвесторов, включая страны Баренцрегиона и ЕС. К числу высоколиквидных и приоритетных видов рассматриваемого сырья, которые могут служить объектами инвестирования и экспорта, несомненно относятся карельские шунгиты, кольские вермикулиты и силикагели, получаемые из нефелинового сырья, и, главное, их модификации и композитные материалы. В частности, отечественная технология комплексной сернокислой переработки нефелина с получением целого ряда особо ценных химических продуктов и РНК рекомендуется нами для использования в Норвегии, традиционно эксплуатирующей нефелиновые сиениты в качестве керамического сырья. В Карело-Кольском регионе может быть также создано достаточно крупное производство ПФМУ, а в Ленинградском – бесхлорных калийных удобрений (на базе фосфогипса заводов АО «Пикалевский глинозем» и «Волховский алюминий» и калиевоалюмосиликатных отходов ОАО «Ковдорселюда» и «Чупинский ГОК»). В то же время интенсификация и экологизация сельскохозяйственных производств в этих и других регионах Северо-Запада может производиться за счет создания сети МГТП и МТЭП, ориентированных на добычу и переработку торфа, сапропеля и доломит-шунгитовых удобрений.

В связи с изложенным авторы рассматривают возможности и перспективы развития в регионах сетевого инновационного горно-техноэкологического предпринимательства на базе местных ресурсов природных сорбентов и агрохимического сырья как вклад в обсуждаемую систему поэтапного реформирования сырьевой экономики страны в инновационную.

TECHNOGENIC MATERIALS AND INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN THE KARELIA-KOLA REGION AS A RESERVE OF DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF DECORATIVE, FACING, CERAMIC AND NEW NON-ORGANIC MATERIALS

G.B. Melentjev¹, L.M. Delitsyn¹, O.N. Krashenninnikov²

¹ *Research centre "Ecology and industrial power technology" of Institute of high temperatures, RAS;*

² *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, Kolsk RAS*

Technological waste, which is being accumulated in ever increasing quantity by enterprises of the mining, power and wood industries in the Karelia-Kola region as well as in other regions in the northwest Russia, should be regarded as reserve source for development of material production. At the same time it presents an imminent ecological threat. The report gives an estimation of possibilities and effects of industrial reprocessing of accumulated and currently produced wastes from various specialized enterprises using physical-and-chemical methods. With the help of innovative technologies it is feasible to manufacture exclusive decorative lining materials using colourful natural stone, crushed stone and mineral fines, new ceramic materials and products from unutilized raw materials and non-organic materials of special applications. It is recommended to establish regional centres of such innovative industries on the base of existing mining companies "Lovozerskaya" and "Chupinsky" and an associated network of independent small mining, dressing enterprises and ecological tourism companies with the aim to produce competitive final products, to provide additional employment and to extend the life cycle of mining enterprises.

ТЕХНОГЕННОЕ СЫРЬЕ И ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В КАРЕЛО-КОЛЬСКОМ РЕГИОНЕ КАК РЕЗЕРВ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВ ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ, КЕРАМИЧЕСКИХ И НОВЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Г.Б. Мелентьев¹, emalina@rol.ru, Л.М. Делицын¹, О.Н. Крашенинников²

¹ *НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» Института высоких температур РАН;*

² *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН*

Гигантские техногенные ресурсы России, с одной стороны, представляют собой неиспользуемую в полном объеме резервную материальную базу, а с другой – очевидный источник экологического неблагополучия и заболеваемости населения. В целом, эти ресурсы остаются не оцененными, не учтенными и, как следствие, не управляемыми органами власти всех уровней. Более того, содержание складированных отходов, предприятий ГПК, ГМК, ХМЗ, ОПК, ЛПК, ЖКХ и сельского хозяйства тяжелым бременем ложится на их экономику и усугубляется рисками природно-техногенных катастроф. Радикальным средством решения рассматриваемых проблем авторы считают комплексное освоение и использование природного минерального и техногенного сырья в широком понимании академика А.Е. Ферсмана, сформулированном еще в 1932 г. на заседании Комиссии ГОСПЛАНа СССР, т.е. территориальное комбинирование и замыкание предприятий ГПК и ГМК, ТЭК и других ТПК в единую технологическую сеть, применение при переработке добытого и техногенного сырья комбинированных технологических процессов и, наконец, получение и использование всех без исключения рудных и нерудных полезных компонентов в соответствии с их извлекаемой ценностью и технологическими возможностями. За рубежом переработка и использование горнопромышленного техногенного сырья достигли 85-90% (США, Зап. Европа). Этому способствовали дефицит и высокая стоимость земель, санкции за загрязнение среды, система контроля за использованием земель и недр, в том числе – из космоса, а также поощрительные платежи. Более того, оценка потребностей промышленно-развитых стран в природном сырье стала проводиться за вычетом объемов возможного производства необходимой продукции из техногенных источников. Промышленное использование «отходов», которые в Европе с 60-65 годов оцениваются и используются как ценное сырье, возрастает каждые 10 лет на 10-30%. Примечательно, что в мировой практике для переработки техногенного сырья широко применяются мини-заводы и модульные установки, перемещаемые с объекта на объект по мере выполнения своих задач.

С этих позиций представляется своевременным и актуальным выделить ряд приоритетных направлений поэтапного вовлечения в промышленное использование как крупными предприятиями ГПК, так и небольшими автономными нерудных и редкометалльных составляющих природного, техногенного и нетрадиционного сырья в Карело-Кольском регионе путем организации инновационно-производственного предпринимательства в форме малых (и средних) горных, горно-технологических и техноэкологических предприятий (МГП, МГТП и МТЭП), ориентированных на выпуск декоративно-отделочных материалов и изделий с использованием цветного камня, керамических, стекольных и новых неорганических материалов многоцелевого и специального назначения.

Природные и искусственные декоративно-отделочные материалы в интерьере города и архитектурного наследия

В XVIII веке в России одновременно была создана *культура* промышленного производства и использования облицовочного, декоративно-поделочного и ювелирного камня. Понятие «культура камня» введено в XVII-XVIII веках одним из первых русских историографов и горных деятелей В.Н. Татищевым и развито А.Е. Ферсманом в его двухтомной монографии «Очерки по истории русского камня» (1954 г.). Сначала *культ* камня, а затем – *культура* его использования неотделимы от истории развития человечества. Свой специфический и весомый вклад в развитие камнеобработки и ювелирного дела внесла Россия, «прорыв» которой в Европу связан со строительством «северной Венеции» – Петербурга. Петр I использовал при строительстве не только мрамор, но и гранит Карелии, которого не знала «белокаменная Москва». Широкое использование естественного облицовочного камня во внешнем городском интерьере Петербурга сопровождалось внедрением в отделку внутреннего интерьера дворцов, храмов и общественных зданий еще более широкой цветовой гаммы и богатого разнообразия поделочного камня. Эпоха Петра I и Екатерины II, благодаря их инициативам, привела к открытиям и вводу в промышленную эксплуатацию многочисленных и уникальных месторождений цветного камня в России, считавшейся бедной этим сырьем и ранее поступавшим в нее с Востока. Достойное место среди этих месторождений заняла добыча и промышленная обработка самоцветов, т.е. прозрачных разновидностей цветного камня, которые начали широко использоваться в ювелирных украшениях. Заметим, что самоцветы – сугубо русский термин, подобный «спутнику» в современной космической терминологии. В кратчайшие сроки были созданы три главных центра русской камнерезной промышленности – Петергоф, Екатеринбург, Колывань (Алтай). Изделия этих центров затмили произведения античного мира и эпохи Возрождения, в том числе – благодаря использованию оригинальных отечественных способов обработки камня и, прежде всего, изобретению специфической русской мозаике, удачно сочетавшейся в архитектурной отделке дворцов и художественных изделиях из цветного камня с античной, византийской и наиболее тонкой и красочной флорентийской мозаиками.

В настоящее время, наряду с развитием производства и использования в архитектурно-строительных целях природного облицовочного камня, представляют интерес многолетние разработки и предпринимательские инициативы авторов по использованию широкой цветовой гаммы отходов горной промышленности Кольского региона, а также цветного камня небольших неэксплуатируемых месторождений в производствах новых декоративно-отделочных материалов: цветной мелкоформатной плитки из естественного камня, цветного щебня и минеральной крошки. Последние могут быть использованы как самостоятельно, например, в декоративных отсыпках при планировке территорий, так и в виде наполнителей в изделиях из бетона или в составе стеновых покрытий из полимерцементных и пастовых составов, а также термодекорируемых методами глазурирования и оплавления. Эти материалы могут применяться для создания многокрасочных и долговечных орнаментов, панно и мозаичных картин на любых горизонтальных, включая дно бассейнов, и вертикальных поверхностях при создании наружных и внутренних интерьеров. Производство строительно-архитектурного легкого бетона (или пеногазобетона) с белым цементом и наполнителем из цветного камня предусматривает формовку наливных объемных блоков (до 1 м³), их распиловку на плитку размером до 200х400 мм и, наконец, ее шлифовку. Использование шлакозольных отходов ТЭЦ и металлургических предприятий позволяет получать по той же схеме, но без шлифовки, с добавками пигментов, плитку – имитацию розового ереванского туфа и цветной тисненой кожи. Односторонним напылением из пневмопистолетов различно окрашенного слюдяного скрапа на стекло, плитку или другие, в том числе – пожаростойчивые панели, можно декорировать подвесные потолки и т.д. Особый интерес представляет дизайн комбинирования природного и искусственного камня в облицовке и внутренней цветной отделке общественных помещений. Принципиально новым направлением получения декоративного искусственного камня являются разработки специалистами Северо-Запада России технологий получения многокрасочных и черных, матовых и опалесцирующих стекол, химически и термостойких стеклокристаллических материалов. Исходным сырьем для этого класса элитных декоративных материалов служит широкий ассортимент горных пород, минеральных концентратов и отходов Кольского ГПК, а главным фактором образования многокрасочных эмульсионных структур в расплаве стекломассы – образование 2-х и более несмешивающихся жидкостей, которые избирательно концентрируют добавляемые в шихту микропримеси хромофоров. Эти структуры фиксируются отжигом плава, предварительно разливаемого в специальные формы-заготовки. Рассматриваются местные природные и техногенные ресурсы различных минеральных пигментов на примерах регионов Северо-Запада и Центра России, включая наполнители для атмосферостойких лакокрасочных материалов (ЛКМ).

Рекомендуемое авторами использование ресурсов местного минерального сырья и отходов горнопромышленного комплекса, прежде всего, для оптимизации интерьера северных городов России и Баренцрегиона естественным образом включает и задачи реставрации архитектурного наследия прошлого,

наиболее актуальные для Вологодской и Архангельской областей, и строительства новых храмов, как православных, так и мусульманских. Их специфический колорит, включая планировку территорий, может быть в полной мере обеспечен «белокаменным» карбонатным сырьем этих регионов и соответствующим белым или цветным силикатным (черным и зеленым) Карело-Кольского региона. При этом следует иметь в виду, что белый *карбонатный* материал (известняки, доломиты, мраморы), традиционно используемый в интерьерах православных храмов, не может считаться атмосфероустойчивым в условиях Севера и крупных мегаполисов без специальных *силикатных* покрытий («шубы»), так же как и кирпич и цементный раствор оказываются недолговечными в условиях обводненности грунтов и подтоплений оснований храмов. То же самое относится к использованию реставраторами ЛМК, которые давно испытывают дефицит в природных минеральных красках, обладающих необходимой атмосфероустойчивостью.

Для продвижения авторских разработок, остающихся невостребованными в Кольском регионе в течение всего «переходного периода», требуется организация постоянных выставочных экспозиций как в Мурманске, так и в Москве для привлечения отечественных и зарубежных инвесторов. Следует заметить, что, несмотря на значительные объемы строительства в Москве и начавшееся обновление Санкт-Петербурга, перспективы широкого использования кольского и карельского декоративного камня и новых цветных материалов пока остаются неизвестными для архитекторов, проектировщиков, строителей и реставраторов.

Керамические и стекольные производства: состояние и перспективы использования местного сырья

В соответствии с бурным ростом зарубежных производств *керамических* материалов и изделий, прежде всего, для строительной промышленности, мировая добыча каолинов достигла 50 млн. т (из них 20 млн. т – огнеупорных каолинов и 6 млн. т – беложгущих каолинов), в то время как в России к 2000 г. она составила всего 0,5 млн. т. В зарубежных странах преимущественно (на 80-90%) используются обогащенные каолины (США, Великобритания, Австралия и др.), автоматизированные технологические линии с компьютерным управлением и микропроцессорной техникой. Объемы ежегодного потребления каолинов составили в США – 8,2 млн. т, Японии – 2,5 млн. т, Германии и Испании – по 2 млн. т. При обогащении каолинового сырья (кроме огнеупорного) его стоимость возрастает с 20-40 до 60-430 долл./т. Выработка на одного рабочего на кирпичных заводах США, стран ЕС и Австралии достигла 5 млн. шт. условного кирпича в год; как в России она в 50 раз меньше при низком качестве и узком ассортименте. При этом до 80% зарубежной продукции представлено пустотелыми керамическими камнями, включая крупноразмерные керамические конструкции, кирпичные и керамобетонные плитки, выпускаемой Италией и Испанией как основными ее производителями, насчитывает до 12 тыс. видов, причем и сантехники лишь 5 оснащены современным оборудованием. Общий спад производства в условиях «переходного периода» составил 50%. Серьезным препятствием для восстановления керамических производств и достижения зарубежных уровней по качеству и широте ассортимента выпускаемой продукции является отсутствие в России добываемого сырья, способного конкурировать с импортируемыми с Украины каолинами Проснянского месторождения. Объем этого импорта составляет 200 тыс. т/год при средней цене 33-34 долл./т, в то время как импорт обогащенного тонкодисперсного каолина для бумажной промышленности в объеме 6-7 тыс. т/год обходится в 260-440 долл./т.

Подобным же образом в зарубежном мире в течение последних 10 лет развивается *стекольное* производство, как в объемном выражении (более 20 кг на душу населения), так и в качественном. Практически все листовое стекло вырабатывается по флоат-методу, что позволяет расширять его ассортимент и качество, в том числе – в целях энерго- и теплосбережения, звукоизоляции и обеспечения безопасности. В России производство стекла на душу населения в 2 раза ниже среднемирового уровня (при 3-4-х кг в странах третьего мира), производство по флоат-методу осуществляется только 3-мя предприятиями (30% общего выпуска продукции), количество дефектов на 1 м² достигает 2-3, в то время как на Западе оно не превышает 1 дефекта на 100 м². Высококачественные стекла и стеклопакеты у нас выпускаются единичными фирмами, в то время как в Финляндии таких фирм 150, а в Германии – 1000. Рост производства стекла на 10-12% в последние годы не позволяет рассчитывать на радикальное изменение ситуации в нашей стране без внешних финансовых и технологических инвестиций, что может обусловить преобладающую зависимость российских потребителей стекла от его импорта. В связи с этим, в частности, крупнейший в России Борский стекольный завод в Нижегородской области (полированные и автомобильные стекла) полностью перешел под контроль бельгийской группы Glaverbel (83% акций).

В Карело-Кольском регионе объектами сложившейся добычи 2-х видов керамического сырья служат пегматиты (ОАО «Ковдорслюда») и отходы их обогащения ручной сортировкой после измельчения и грохочения (ОАО «Чупинский ГОК»), из которых получают кусковые калиевополевошпатовые концентраты (к.п.ш.), а также апатит-магнетитовые руды карбонатитов, при обогащении которых получают особо ценный бадделитовый (Zr₂O₂) концентрат – единственный в России циркониевый продукт. Калиевополевошпатовое сырье, в основном, экспортируется в европейские и среднеазиатские страны, а циркониевое – в Норвегию,

где на специально построенном заводе с проектной мощностью 8-10 тыс. т бадделеита в год производится его переработка в спецкерамику, стабилизированную иттрием. Уровни их потребления в России значительно ниже, в том числе – из-за высокой стоимости бадделеита (от 1300 до 3000 долл./т). Таким образом, оба концентрата – керамический и редкометалльно-керамический служат сырьем для получения наиболее ценной конечной продукции, включая изделия, за пределами ресурсодобывающих регионов. В то же время Карело-Кольский регион обладает значительным потенциалом и возможностями развития добычи различных видов керамического и, в меньшей степени, стекольного сырья, включая перспективы поставок на предприятия других регионов России и экспорта в страны СНГ и ближнего зарубежья, а также организацию собственных высокотехнологичных производств широкого ассортимента материалов и изделий: строительных, включая сантехнические, тепло- и электроизоляционные, антикоррозионные, термостойкие, бальнеологические, природоохранные и др., огнеупорных, бытового и технического фарфора, глазурей, эмалей, спецкерамики и т.д. С этих позиций, прежде всего, привлекают внимание перспективы объемного, практически неограниченного использования в керамических и стекольных производствах хибинского и ловозерского нефелинового сырья, накапливаемого в огромных количествах в хвостохранилищах ОАО «Апатит» и «Ловозерская ГОК». Благодаря своим высоким флюсующим свойствам нефелин как щелочная добавка может также использоваться в производстве цветной фасадной облицовочной плитки, а его маложелезистые модификации – получать изделия достаточно высокой белизны. Эти технологические возможности в свое время были экспериментально доказаны на бывшем Ловозерском ГОКе, а ОАО «Апатит» реализует их в настоящее время поставками керамическим заводам Центра России нефелиновых концентратов в объемах порядка 100 тыс. т/год по цене 20 долл./т. Для производства *специальных стекол* в Кольском регионе подготовлено к эксплуатации месторождение жильного гранулированного кварца Перчатка (Ковдорский район) и имеются перспективы на подобное сырье в Кейвах, в то время как добавки в стекломассу диопсида из отходов ОАО «Ковдорсклуда» позволяют получать декоративное зеленое стекло.

В течение ряда лет нами разрабатываются новые направления многоцелевого использования нефелина как уникального минерально-химического сырья за счет его сернокислотной переработки с получением широкого ассортимента особо ценной химической продукции: силикагеля и его модификаций, калиевых квасцов, синтетического каолина и раствора нефелинового флококоагулянта (РНК), успешно апробированного в целях очистки сточных вод и сгущения осадков более чем на 20 предприятиях различных отраслей и ЖКХ, включая Московский, Кольский и Карельский регионы. В Москве на базе ИВТ РАН создана демонстрационная опытно-промышленная установка по получению РНК, что позволяет выполнять пилотную стадию проектных разработок для заказчика на сериях отобранных и проанализированных проб. С коммерческих позиций следует иметь в виду, что стоимость химической продукции, получаемой из нефелина при производстве РНК для внутреннего потребления, значительно выше (800-2500 долл./т) исходного сырья (900 руб./т) и местного реагента – серной кислоты (370 руб./т в Кольском регионе), т.е. эта продукция, в отличие от РНК, может служить предметом эффективного экспорта. Кроме того, соседняя Норвегия, добывающая около 1 млн. т необогащенного нефелинового сырья для традиционного использования его в составе шихты стекольных и керамических производств, может быть заинтересована в создании новых производств силикагеля в качестве антикоррозионной добавки в гидротехнические бетоны для буровых платформ на шельфе и морских причалов, а также в применении РНК в целях водоподготовки и водоочистки.

Подобным же образом должны оцениваться перспективы промышленного использования эгирина – $\text{NaFe}^{+3}\text{Si}_2\text{O}_6$ и сфена – CaTiSiO_5 . Эгириновые концентраты представляют собой попутное нетрадиционное сырье, предлагаемое ОАО «Апатит» и «Ловозерская ГОК» потребителям в керамической отрасли, а также в производствах железорудных окатышей, т.е. непосредственно для ОАО «Карельский окатыш», «Северсталь» и черной металлургии соседней Швеции. Эти концентраты как продукт обогащения хвостов выше указанных ГОКов могут выпускаться в объемах от десятков до сотен тыс. т/год по цене порядка 1000-1200 руб./т. Сфеновые концентраты ОАО «Апатит» традиционно рассматриваются, но не используются в промышленных масштабах как сырье для получения дефицитных титановых пигментов. Возможно также, но пока не реализовано их использование в составе обмазки электродов и шихты для получения эмалей, а также упомянутых выше декоративных стеклокристаллических материалов. Мощности выпуска сфеновых концентратов оцениваются в десятки-тысячи т/год.

Перспективы вовлечения в промышленное освоение и использование резервных месторождений редкометалльно-керамического и керамического сырья

В Кольском регионе десятилетиями не осваиваются крупнейшие по запасам и уникальные по качеству минерального сырья месторождения редких металлов и высокоглиноземистого сырья, примыкающие к району деятельности ОАО «Ловозерская ГОК». Редкометалльное сырье этих месторождений, с одной стороны, представлено *эвдиалитовыми* рудами, слагающими верхние горизонты Ловозерского массива. С 30-х годов они рассматриваются в качестве источника циркония с сопутствующими танталом, ниобием и редкими землями. Их запасы только в пределах одного уч. Аллуайв, примыкающего к промплощадке

действующего лопаритового рудника Карнасурт и обогатительной фабрики, оцениваются в 80 млн. т при бортовом содержании 2,5% ZnO_2 , но остаются не подсчитанными и не утвержденными ГКЗ. С другой стороны, в 30-50 км к северу от Ловозерского массива, т.е. в районе деятельности ОАО «Ловозерская ГОК», эксплуатирующего в нижних горизонтах одноименное месторождение лопаритовых руд (тантал, ниобий, редкие земли, титан), расположена Воронье-Колмозерская группа месторождений *редкометалльных пегматитовых* руд, соответствующих по запасам и качеству сырья мировым стандартам и представляющих собой источник лития с сопутствующими танталом, ниобием, цезием и рубидием, а также разнообразного керамического сырья. В том же районе расположена группа месторождений *высокоглиноземистого* сырья, представленных *кианитовыми* (дистеновыми) сланцами Кейв.

Эвдиалит – $(Na,Ca)_5Zr(Si_6O_{17})OH$, может быть использован в качестве нетрадиционного редкометалльно-керамического сырья. Это обусловлено, прежде всего, ведущей ролью в составе эвдиалитовых концентратов диоксида кремния (54%) и циркония (11-13%) в ассоциации с редкими землями (1,8-2,5%), среди которых преобладает иттрий (20-30%) при содержании в концентрате 0,5%. Первоначальная идея использования эвдиалитового сырья исключительно в качестве источника циркония не реализована до настоящего времени из-за крайне низких содержаний в нем этого дефицитного компонента сравнительно с россыпным цирконом (60-70% Zr_2O). Необходимость решения этой проблемы определила развитие соответствующих исследований в 2-х направлениях: переоценки эвдиалита в качестве высококомплексного редкометалльного сырья и изыскания оптимально эффективных способов его переработки. Специфика химического состава эвдиалита и, в то же время, его легкоплавкость обуславливают возможности его промышленного применения в производствах эмалей и глазурей, специальных стекол, теплоизоляционных покрытий, химически стойкого волокна, сварочных флюсов и обмазок для электродов и т.д. Выявлены возможности использования эвдиалита для модифицирования чугунов и сталей, получения специальных сплавов и электродов. Однако, наиболее перспективной и пока наименее исследованной сферой его применения нам представляется производство металлокерамики, включая сверхпроводящие и другие принципиально новые неорганические материалы. За рубежом товарные эвдиалитовые концентраты пока производятся на базе единственного месторождения в Гренландии. Их отпускная цена – 28 долл./т. В связи с этим поэтапное промышленное освоение месторождения ловозерских эвдиалитовых руд в нашей стране представляется исключительно актуальным. Это обусловлено назревшей необходимостью развития ОАО «Ловозерская ГОК» и создания емкого отечественного рынка потребления эвдиалита производителями наукоемкой продукции, включая новые керамические и другие неорганические материалы, а также перспективами его экспорта в промышленно развитые страны и своевременного завоевания мирового рынка.

Литийсодержащие минералы – сподумен – $LiAlSi_3O_8$ (4,5-7,5% Li_2O) как литиевый пироксен, петалит – $LiAlSi_4O_{10}$ (4,3% Li_2O) как литиевый полевой шпат, лепидолит – $LiKA_2F_2Si_3O_9$ (4,26% Li_2O и 3,57% F) как фторидно-литиевая слюда и амблигонит – $LiAlFPO_4$ (9% Li_2O , 40,3% P_2O_5 , 1,57% F) как алюмолитиевый фторофосфат традиционно и в возрастающих масштабах используются зарубежными промышленно-развитыми странами в различных стекольных и керамических производствах. Причем как в качестве сырья для получения химической литиевой продукции, добавляемой в шихту, так и непосредственно в качестве ее компонентов, т.е. без вскрытия минералов. Зарубежные концентраты, применяемые в керамической промышленности, характеризуются следующими средними содержаниями лития (мас. %): лепидолитовые – 1,6, петалитовые – 1,4-2,2, амблигонитовые – 3,9. Цены на них неоднократно и незакономерно изменялись, однако соотношение между стоимостями литийсодержащих концентратов остается практически постоянным: петалитовый в 2,5 раза, лепидолитовый в 1,5-1,7 раза дешевле сподуменового концентрата, в то время как амблигонитовый концентрат в 1,5-1,6 раза дороже сподуменового. В зарубежных странах литийсодержащие минералы используются в производстве глазурей и стекол со специальными свойствами, ситаллов и термостойких керамических материалов, включая высоковольтный фарфор и ступалит, применяемый в качестве покрытий для продления срока службы камер сгорания и сопел реактивных двигателей. Главным потребителем литиевых концентратов, как химических, так и минеральных, являются США, где по объемам их использования до середины 70-х годов после военных отраслей доминировали керамические и стекольные производства (30%). В дальнейшем по темпам и объемам использования лития их опередила алюминиевая промышленность. Одновременно, наряду с традиционной добычей минералов лития из крупнейших пегматитовых месторождений мира (Зимбабве, Намибия, Канада и др.), химическую литиевую продукцию стали получать из новых источников, представленных литийсодержащими высокоминерализованными водами (США, Чили, Боливия и др.), что обусловило снижение мировых цен на литий. Однако, возрастающие масштабы использования литиевой минеральной и химической продукции керамическими и стекольными производствами США, стран ЕС и Японии обусловили не только продолжение и развитие добычи таких минералов лития как петалит, лепидолит и амблигонит из пегматитового сырья, в том числе –

селективной ручной разборкой и сортировкой (Китай, США, Бразилия, Суринам, Франция, Мозамбик и др.), но и организацию производства маложелезистого (менее 0,14% Fe₂O₃) сподумена в США и Канаде. Новыми источниками петалита и сподумена стали также пегматиты Австралии.

В нашей стране, имеющей опыт организации производства литийсодержащих стеклокристаллических материалов – ситаллов в качестве термостойких оболочек спускаемых аппаратов, в остальных подотраслях керамической промышленности минералы лития не используются. Более того, в России прекращена добыча сподумена из пегматитов Забайкалья, а в пегматитовых месторождениях, эксплуатировавшихся на тантал (Белогорским ГОКом в В. Казахстане) все без исключения минералы лития не учитывались при подсчетах запасов и поэтому накоплены в хвостах обогащения. В свое время они могли извлекаться попутно – либо селективно ручной рудоразборкой (амблигонит, петалит, лепидолит), либо в процессе обогащения (сподумен, фторидно-литиевые слюды). За исключением сподумена остальные минералы лития в бывшем СССР не имели даже установленной цены в качестве товарной продукции.

В то же время специальные исследования эффективности использования природных минералов лития в качестве добавок в фарфоровые массы, выполненные по инициативе и при участии одного из авторов, показали их положительное влияние на структуру и свойства бытового фарфора. Установлено оптимальное количество добавок каждого минерала в фарфоровых массах, получаемых с использованием к.п.ш. (микроклина) с Кольского месторождения Кууру-Ваара (Чалмозеро). Экономическая эффективность выполненных исследований определяется уменьшением тепло- и энергозатрат фарфоровым производством за счет снижения температуры обжига и повышением сортности изделий вследствие возрастания их белизны и прочности, а также повышением комплексности использования исходного сырья. В настоящее время Россия и страны СНГ практически не имеют эксплуатируемых пегматитовых месторождений собственно литиевого сырья и, тем более, высококомплексного с сопутствующими танталом и ниобием, цезием и рубидием, бериллием, оловом, а также неотделимыми от них в извлекаемой ценности полевыми шпатами, слюдами и кварцем. Поэтому единственной альтернативой закрытию профилирующего производства сподуменовых концентратов в Забайкалье и консервации Белогорского ГОКа, принадлежащего теперь Казахстану, может явиться промышленное освоение значительно более крупных и качественных по содержаниям редкометалльных компонентов пегматитовых месторождений Кольского региона, сосредоточенных в Воронье-Колмозерской зоне.

Кианит (дистен) Al₂SiO₅ – по аналогии с кордиеритом, может рассматриваться как перспективное минеральное сырье для производства высокоглиноземистой керамики. На составы, технологию и области применения кордиеритовой керамики за последние 10 лет в США выдано около 30 и в Японии 10 патентов. Такая керамика и изделия из нее, получаемые горячим литьем, пластическим формованием и прессованием, предназначены для использования в условиях резких и многократных изменений температур и действия агрессивных сред. Кордиеритовая керамика нашла применение при изготовлении носителей катализаторов для очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания, теплообменников и фильтров для разных сред, включая расплавленные металлы. По кислотостойкости эта керамика превосходит электрофарфор и кварцевое стекло. Ресурсы и запасы кианита в центре Кольского региона в Кейвах как высокоглиноземистого сырья, не имеющего аналогов в мире по количеству и качеству, практически не ограничены (более 10 млрд. т при содержаниях глинозема около 30%). Месторождения кианитов могут отрабатываться открытым способом (карьером). Доказана пригодность кианитового концентрата для изготовления силумина и высококачественных огнеупоров, включая формы для особо точного авиационного литья. Кианитовое (дистеновое) сырье давно привлекает внимание германских металлургов, которые предлагали концессионный вариант промышленного освоения этих месторождений, расположенных в труднодоступном районе.

Перспективы создания многоотраслевых инновационно-холдинговых центров в районах локализации эксплуатируемых и резервных месторождений

Таким образом, перспективы промышленного освоения резервных месторождений редкометалльно-керамического, керамического и редкометалльного сырья в районе деятельности ОАО «Ловозерская ГОК» связаны с возможностями и перспективами его инфраструктуры для поэтапного создания современного многоотраслевого производства различных минеральных концентратов, конечной продукции и изделий с использованием сырья, соответствующего по качеству и запасам мировым стандартам. Перспективы создания такой холдинговой структуры включают завершение строительства Центрально-Кольской железной дороги, начатого в предвоенные годы и до сих пор законсервированного. Эта магистраль, соединившая в свое время район деятельности ОАО «Апатит» (г.г. Кировск, Апатиты) с районом ОАО «Ловозерская ГОК» (пос. Ревда) рабочей железной дорогой, должна была пересечь зону Воронья-Колмозеро и Кейвы, т.е. рассматриваемые районы неосвоенных месторождений, и соединить их с незамерзающим портом Гремиха (бывшей базой ВМФ). Очевидно, что планы дальнейшего развития экономической инфраструктуры Кольского ресурсодобывающего региона должны включать и ТЭО на комплексное освоение Центрально-Кольского рудного района, которое было отложено более чем на полвека.

Подобным же образом предлагается оценивать перспективы возрождения и развития производства ОАО «Чупинский ГОК», т.е. прежде всего, за счет инвестирования в добычу как традиционного для него нерудного сырья (к.п.ш., слюды мусковита, кварца), так и в добычу и переработку до конечной продукции эксклюзивного облицовочного камня (белого и красного гранитов, габбро-норитов, гранатовых амфиболитов и т.д.), а также широкого ассортимента декоративно-отделочных, абразивных и других материалов, включая сувенирную продукцию и коллекционное минеральное сырье Карелии. Необходимо заметить, что как Ловозерский, так и Чупино-Лоухский районы деятельности двух рассматриваемых предприятий ГПК, оказавшихся в переходный период на грани банкротства, представляют значительный интерес для создания в них центров развития геоэкологического научно-познавательного туризма.

В качестве принципиально новых направлений исследований и инновационно-предпринимательской деятельности следует рассматривать авторские разработки химических способов получения аморфного кремнезема и его модификаций (силикагелей, сиштоффа, сипластов и др.) из нефелинового, эвдиалитового и, возможно, других видов минерального сырья, а также продуктов их переработки. С другой стороны, пионерным представляется изучение возможностей химического обескремнивания и снижения зольности шунгита в целях использования специфики его структуры и физико-химических свойств для создания принципиально новых композитных материалов. Эти и другие направления поисковой инновационной деятельности могут оказаться перспективными в продвижении разработок в области тонкой керамики, нанотехнологий, сверхпроводимости и т.д.

RADIATION-TECHNICAL BASEMENTS OF USING OF SHALES OF THE KOLA PENINSULA IN MANUFACTURE OF POROUS AGGREGATES

N.A. Melnik, T.P. Belogurova, O.N. Krashenninnikov

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

Radiation-hygienic characteristics of different views of clay shales of peninsulas Sredny and Ribachy, their associations on a deposit, variety and mineral make up are investigated. It was determined, that radioactivity of shale has thorium preferentially - potash character. Mean of an efficient specific activity of shale equally 180 ± 40 Bq/kg. Greatest values A_{eff} are characteristic for clay fine-course shale with shungite and silt shale which are stipulated by the contents accessory minerals up to 1 %, the heightened contents of biotite and hydromica.

The radiant estimation of clay shale which technical characteristics allow to use them in the capacity of porous aggregates and raw materials for manufacture of pottery work is given.

РАДИАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛАНЦЕВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Н.А. Мельник, Т.П. Белогурова, О.Н. Крашенинников

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

К настоящему времени на территории Мурманской области геологами выявлен ряд проявлений вспучивающихся сланцев, из которых наибольший практический интерес представляют сланцы полуостровов Средний и Рыбачий. Эти полуострова сложены слабо метаморфизованными верхнепротерозойскими осадочными отложениями трех серий: рыбачинской, кильдинской, волоковой. В разрезе этих серий преобладающее развитие имеют песчаники, среди которых отмечаются пачки глинистых (алевропелитовых) сланцев и аргиллитов, алевролитов, гравелитов. В результате поисковых работ Центрально-Кольской экспедиции (ЦКЭ) в 1995-2002 гг. были изучены и выделены перспективные участки развития сланцев на полуострове Средний и Рыбачий (Крашенинников и др., 1999). По данным ЦКЭ, прогнозные ресурсы этих пород составляют более 200 млн. м³. Отобранные ЦКЭ технологические и рядовые пробы подверглись испытаниям в лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН, результаты которых позволили положительно оценить свойства вспучивающихся сланцев и установить возможность их использования в качестве пористых заполнителей (Вспучивающиеся ..., 2003).

Отобранные ЦКЭ технологические и рядовые пробы подверглись испытаниям в лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН, результаты которых позволили положительно оценить свойства вспучивающихся сланцев и установить возможность их использования в качестве пористых заполнителей при изготовлении легких бетонов, сырья для изготовления керамических материалов и других изделий стройиндустрии. Согласно Федерального закона «О радиационной безопасности» минеральное и техногенное сырье должно отвечать действующим нормам радиационной безопасности, предъявляемым к строительным материалам и изделиям. В связи с этим была проведена радиоэкологическая оценка различных видов глинистых сланцев. Исследования проводили радиометрическими и гамма-спектрометрическими методами анализа в аккредитованной лаборатории радиационного контроля ИХТРЭМС КНЦ РАН.

По данным ЦКЭ, глинистые сланцы представлены преимущественно грубыми тонкослоистыми разностями, с прослоями алевроитовых, песчано-аргиллито-алевроитовых сланцев или тонкими прослоями известковых алевролитов. Минеральный состав пород обусловлен варьирующим содержанием труднодиагностируемых глинистых частиц (хлорит, биотит, серицит, гидрослюда) – от 45 до 88%, кварца от 8 до 45%, полевых шпатов – от 1 до 6%. В алевроитовых разностях содержание кварца достигает 50%, что снижает качество сырья. В известковых алевролитах наблюдается до 15-25% карбонатов в виде пойкилитового цемента. Содержание рудных минералов, представленных в основном лейкоксенизированными минералами группы титана (рутил, ильменит, сфен) обычно не превышает 3-6%. Акцессорные минералы - циркон, апатит, турмалин, амфибол, пироксен. Структура сланцев пелитовая, алевропелитовая; текстура микрослоистая, тонкосланцеватая, беспорядочная (табл. 1).

По результатам химического анализа проб глинистых сланцев следует, что содержание SiO_2 в них не превышает нормируемых 70%, сумма оксидов Al и Ti находится в пределах 10-25%, содержание CaO не превышает 1.2% (при норме 6%), а MgO не более 4%, сумма оксидов K и Na в нормируемых пределах от 1.5 до 6.0%, содержание SO_3 ниже допустимого. Все разновидности сланцев являются неизмененными породами, количество FeO в 1.7-2.3 раза превышает содержание Fe_2O_3 . В целом по химическому составу пробы соответствуют требованиям ГОСТ 25264-82.

Таблица 1

Обобщенная таблица минерального состава сланцев

№ п/п	Название породы	Минеральный состав, %					
		Хлорит, биотит, серицит, гидрослюда	Кварц	Полевой шпат	Карбонат	Рудные	Акцессорные
1	Глинистый сланец	65-75	20-25	1-3	0-2	1-3	0.1-0.5
2	Глинистый сланец тонкослоистый	40-80	16-45	1-5	-	2-7	0.1-1.0
3	Глинистый сланец тонкослоистый с шунгитом	65-89	5-30	0-3	0-3	3-10	0.1-0.5
4	Алевролитовый сланец	20-30	58-70	4-8	0-5	5-8	1
5	Алевролитовый сланец известковый	25-30	50-55	3-5	12-17	1-3	0.2
6	Глинистый сланец алевролитовый	30-50	43-60	5-8	1-2	4-5	<1
7	Песчаный аргиллито-алевролитовый сланец	45-50	40	4-6	2-3	3-4	0.5

Полученные данные свидетельствуют о достаточно большом разбросе минерального состава исследуемых проб, отобранных с различных участков п-ва Средний и Рыбачий; коэффициент вариации колеблется от 35 для разных минералов и до 119% для карбоната. Наибольшее содержание в пробах приходится на SiO_2 и Al_2O_3 (56.56 и 18.06%, соответственно) при средне-арифметическом значении (объем выборки $n=30$) 49.63 и 16.46%; при этом коэффициент вариации составил всего 9.9 и 4.4%. Несколько превышен 50%-й коэффициент вариации для CaO, Fe_2O_3 и K_2O . Лишь по одной из 30 проб содержание SO_3 превысило 1% (при средне-арифметическом значении 0.14%).

В процессе поисковых работ в районе исследуемых участков и на их площадях аномальных значений гамма-активности пород не было выявлено. По данным радиометрических исследований установлено, что изученные породы имеют радиоактивность, близкую к нормальному фону. Исследуемые пробы сланцев содержали кларковые количества природных радионуклидов рядов урана-

238 (0.0003 мас.%) и тория-232 (0.001 мас.%), а также калий-40; техногенные радионуклиды отсутствовали. Средние значения удельной радиоактивности (Бк/кг) для радия-226, тория-232 и калия-40 равны 40, 55, 800, соответственно (табл. 2). Наибольший вклад в эффективную удельную активность всех исследуемых проб вносят торий-232 (40%) и калий-40 - 40%; вклад радия-226 (урана-238) составляет 20%. Таким образом, радиоактивность проб носит ториево-калиевый характер. Соотношение Th/U колеблется незначительно и находится в пределах 1.0-1.9, радиоактивное равновесие в рядах U^{238} и Th^{232} не нарушено. Кроме того, в табл. 2 приведена радиационно-гигиеническая оценка проб хлоритовых сланцев месторождения Вуручайвенч, ранее изученных как сырье для получения пористых заполнителей (Крашенинников и др., 1979).

Таблица 2

Радиационно-гигиеническая характеристика (Бк/кг) сланцев

Наименование породы (количество проб)	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	$A_{эфф}$, Бк/кг
Проявления сланцев п-овов Средний и Рыбачий				
Глинистый сланец тонкослоистый (7)	780	35	52	170
Глинистый сланец (12)	740	37	49	167
Глинистый сланец тонкослоистый с шунгитом (9)	785	42	62	182
Алевритовый сланец (6)	838	37	64	182
Алевритовый сланец известковый (10)	800	35	45	165
Глинистый алевритовый сланец (3)	782	35	52	173
Песчаный аргиллито-алевритовый сланец (3)	705	37	52	165
Глинистый сланец (32)	1053	51	60	224
Глинистый сланец (30)	1073	79	66	260
Месторождение сланцев Вуручайвенч				
Хлоритовый сланец (15)	266	68	24	120
Хлоритовый сланец (15)	237	51	21	100

Как видно из табл. 2, среднее значение эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) исследуемых проб глинистых сланцев полуостровов Средний и Рыбачий равно 188 Бк/кг, а месторождения хлоритовых сланцев Вуручайвенч – 110 Бк/кг. По возрастанию $A_{эфф}$ сланцы можно расположить в следующий ряд (средние значения $A_{эфф}$, Бк/кг): хлоритовый сланец (100) < хлоритовый сланец (120) < песчаный аргиллито-алевритовый сланец, алевритовый сланец известковый (165) < глинистый сланец (167), глинистый сланец тонкослоистый (170) < глинистый алевритовый сланец (173) < глинистый сланец тонкослоистый с шунгитом, алевритовый сланец (182) < глинистый сланец (224) < глинистый сланец (260).

Согласно НРБ-99 (п.5.3.4), ОСПОРБ-99 (п.3.11) и ГОСТ 30108-94 сланцы относятся к слаборадиоактивным ($A_{эфф}$ < 370 Бк/кг) и могут быть использованы для производства строительных материалов без ограничений по радиационному фактору. Таким образом, добыча и переработка сланцев Кольского полуострова радиационно-безопасна и не внесет изменений в радиэкологическое состояние территорий. Результаты геологических, радиационно-гигиенических и технологических работ позволяют ставить вопрос о целесообразности промышленного освоения местных сланцев для получения пористых заполнителей.

Литература

Вспучивающиеся сланцы Кольского полуострова – перспективное минеральное сырье для получения пористых заполнителей / О.Н.Крашенинников, Т.П.Белогурова, И.А.Миханюшина и др. // Материалы 2 Междунар. конф. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». - М.: РУДН, 2003. - С.236-237.

Крашенинников О.Н., Журбенко Г.В., Вороняева Л.В. Глинистые сланцы Кольского полуострова как сырье для получения пористых заполнителей. - Деп. в ВИНТИ 29.01.99, №297-В99. - 17 с.

Крашенинников О.Н., Журбенко Г.В. Легкие бетоны на основе вспученных хлоритовых сланцев месторождения «Вуручайвенч» // Строительные и технические материалы из минерального и техногенного сырья Кольского полуострова. - Л.: Наука, 1979. - С.43-47.

RADIATION-ECOLOGICAL EVALUATION INDUSTRIAL WASTES FSUO «KANDALAKSHA MARINE COMMERCIAL PORT»

N.A. Melnik, V.V. Lashchuk, T.T. Usacheva

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

Physic-chemical properties and condition of industrial wastes of the Kandalaksha marine commercial port were in open dumps are investigated. The radiation-ecological evaluation of the industrial wastes consisting of aluminium slurry, coal, waste products of apatite concentrate was given. It was shown, that investigation systems were not radiating radioactivity; at long-term storage it is possible pollution of coastal water of chemical non-persistent waste products. The recommendation on utilization industrial wastes are designed.

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ФГУП «КАНДАЛАКШСКИЙ МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ»

Н.А. Мельник, В.В. Лащук, Т.Т. Усачева

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

На протяжении последних 15-20 лет в пределах территории промышленной площадки ФГУП «Кандалакшский морской торговый порт» (КМТП) накоплено значительное количество промышленных отходов навалочных грузов, перерабатываемых и складированных в отвале КМТП. При длительном хранении отходов существует опасность попадания загрязняющих веществ в воды Белого моря, которое может привести к нарушению экосистемы в заповедной зоне. Для улучшения экологической ситуации в этом районе необходимо было изучить вещественный состав и физико-механические свойства отходов, изучить возможность использования промышленных отходов в качестве насыпного грунта при устройстве оснований автодорог, складских площадок открытого хранения навалочных грузов, конструкций забора ограждений.

Отвал промышленных отходов представляет собой холм эллипсоидной формы: вытянут с севера на юг, имеет размер 60 x 20 м в плане и высоту 9 м в северном и 3 м – в южном борту. Северный и восточный борта обладают высокими, крутыми склонами, которые наиболее благоприятны для опробования.

Промышленные отходы составляют 75-85 % по объему от горной массы и включают следующие виды насыпных грузов: апатитовый и железный концентраты, уголь, кокс, алюминиевый шлам. 15-25 % отходов по объему составляют, главным образом, валунно-гравийно-песчаный грунт отсыпки и меньше – строительный мусор: бетонные блоки, кирпич и деревянные изделия.

Наиболее экологически опасными являются сыпучие материалы, которые отличаются повышенной химической активностью и, как правило, обладают слабой устойчивостью в качестве грунтов оснований (ГОСТ-97..., 1997). Они преобладают в отвале и поэтому были выбраны в качестве объектов специальных исследований. По результатам опробования, главным образом, крутых откосов северного и восточного бортов, установлены следующие основные виды отходов: содержащие алюминиевый шлам и кокс, уголь, апатитовый и железный концентраты. Проведенные исследования включали изучение содержаний естественных радионуклидов в промышленных отходах, их потенциальной реакционной способности и несущей способности в качестве грунтов оснований (Лалетин, 1970; Ломтадзе, 1970; Инженерно-экологические..., 1997). В качестве сравнения были использованы природные пески Хибин, отобранные на территории промышленной площадки АНОФ-2 (нефелиновые пески).

Минералогическими исследованиями (Минералогические..., 1981) установлено, что алюминиевый шлам (АЛШ) включает химические соединения, образовавшиеся при электролизе алюминия, остатки минерального сырья (бокситов, плавикового шпата) и посторонние примеси. Конечными продуктами электролиза глинозема являются металлический алюминий и продукты его взаимодействия с плавиковой, серной кислотами и содой.

Уголь представлен дробленным обогащенным однородным материалом черного цвета, который при тонком измельчении интенсивно поглощает влагу. Он содержит 88.7 мас.% аморфного углерода и 17.3 мас.% примесей, которые включают кварц, полевые шпаты с каолином, карбонаты, гидроксиды железа, биотит и магнетит, составляющие соответственно 4.7, 3.2, 2.7, 0.7 и 0.2 мас.%. По химическому составу уголь относится к бурому углю. Он содержит 10.0 мас.% NO₃. Установлено незначительное количество сульфидов, о чем свидетельствует содержание сернистого ангидрида, составляющее 0.34 мас.%.

Апатитовый концентрат – однородный, тонкозернистый, сыпучий материал зеленовато-желтоватого цвета. Он включает 97.0 мас.% апатита и 3.0 мас.% примесей минералов нефелина, эгирина, калишпата и эвдиалита, содержание которых составляет соответственно 1.2, 0.9, 0.6 и 0.3 мас.%.

Нефелиновые пески АНОФ-2 – это природные пески, характерные для моренных образований Прихибины. Они содержат нефелин, ортоклаз, арфведсонит, натролит, эгирин, гидрогетит, эвдиалит, апатит и магнетит, количество которых составляет соответственно: 41.2, 20.9, 17.0, 7.7, 5.6, 2.6, 2.8, 1.6 и 0.6 мас. %.

По гранулометрическому составу алюминиевый шлам и углесодержащие отходы отнесены к классу гравелистых песков, неоднородных. Доверительные интервалы значений коэффициентов неоднородности исследуемых объектов составляют соответственно 15-24 и 17-52, а коэффициенты вариации – 30 и 68 %. Отходы, содержащие апатитовый концентрат и нефелиновые пески, отнесены к пылеватым и мелким пескам. Доверительные интервалы значений коэффициентов неоднородности для них составляют соответственно 5-8 и 3-8, а коэффициенты вариации – 32 и 59 %. Они загрязнены растительными остатками.

Средние значения эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) исследуемых промышленных отходов из Кандалакшского морского торгового порта находятся в пределах 10-150 Бк/кг. Изучение радиационно-гигиенических характеристик исследуемых объектов показало, что эффективная удельная активность (средние значения $A_{эфф}$, Бк/кг) возрастает в следующей последовательности: медные, железные концентраты (до 30 Бк/кг) < алюминиевый шлам (53 Бк/кг) < углесодержащие отходы (78 Бк/кг) < апатитовый концентрат (134 Бк/кг) < нефелиновые пески (183 Бк/кг). Вариации этих значений незначительны и соответственно были равны 35-71, 64-92, 115-153, 159-207 Бк/кг, т.е. радиоактивность во всех отходах распределена практически равномерно. Увеличение радиоактивности связано с повышенным содержанием природных радионуклидов ^{232}Th в апатитовом концентрате, ^{226}Ra - в углесодержащих отходах и ^{40}K - в нефелиновых песках. Удельная радиоактивность ^{232}Th в апатитовом концентрате находилась в пределах 50-83 Бк/кг (при среднем значении 72 Бк/кг) и обусловлена содержанием акцессорных минералов. Удельная радиоактивность ^{40}K в нефелиновых песках колебалась в пределах 1010-1310 Бк/кг (при среднем значении 1160 Бк/кг) и обусловлена содержанием нефелина и калишпата. Алюминиевый шлам значительно отличается от всех естественных материалов весьма низким содержанием природного радионуклида ^{232}Th , которое составляет 6-12 (9) Бк/кг. Промышленные отходы из КМТП в виде алюминиевого шлама, отходов медных и железных концентратов нерадиоактивны.

Согласно НРБ-99 (п.5.3.4), ОСПОРБ-99 (п. 3.11) и ГОСТ 30108-94 (ГОСТ-94..., 1994; Нормы..., 1999; Основные ..., 2000) промышленные отходы из КМТП относятся к нерадиоактивным (норма - $A_{эфф} < 300$ Бк/кг) и могут использоваться без ограничений по радиационному фактору.

Испытания потенциальной реакционной способности показало, что отходы, содержащие природные промышленные минералы, являются химически стойкими. Исключение составляют отходы, содержащие алюминиевый шлам. Они являются химически активными и существенно отличаются от природных материалов. Такие отходы, вследствие воздействия атмосферных осадков, могут стать источниками загрязнения окружающей территории фтором и токсичными металлами, включающими алюминий, железо, медь и никель.

При продолжительном хранении на открытых площадках под воздействием факторов атмосферного выветривания из апатитового концентрата возможен вынос фосфора и фтора, из железного концентрата и нефелиновых песков – железа. Предельно допустимые концентрации этих элементов возможны при условии накопления значительного количества отходов в отвалах, превышающих десятки тысяч кубических метров. Таким образом, по экологической опасности промышленные отходы ФГУП «Кандалакшский морской торговый порт» можно разделить по химической стойкости на две группы: 1) химически активные отходы, содержащие алюминиевый шлам; 2) химически стойкие отходы, содержащие концентраты природных минералов: апатита, гематита и угля.

Пылевидные отходы алюминиевого шлама при воздействии атмосферных осадков являются источником выноса алюминия, железа, меди и никеля, в концентрациях, опасных для воды рыбохозяйственных водоемов. Тонко измельченные отходы, содержащие апатит и гематит, могут стать экологически опасными, в том числе с точки зрения радиационного фактора, при условии их большого количества и продолжительного срока хранения в отвалах. Токсичными элементами отходов, содержащих апатитовый и железный концентраты, являются соответственно фосфор, фтор и железо.

По радиационному фактору все отходы отнесены к материалам I класса радиоактивности, признаны нерадиоактивными, что позволяет их перерабатывать и транспортировать без ограничений. Но при длительном хранении и контакте с морской водой из апатитового концентрата и углей могут вымываться торий и уран (радий).

По утилизации промышленных отходов были даны следующие рекомендации. Отходы, содержащие алюминиевый шлам, как продукт химического производства, не пригодны в качестве насыпного грунта. Их необходимо нейтрализовать (деактивировать) слабыми щелочными растворами

каустической соды (NaOH) или СФ-20 (основное дегазирующее средство подразделений ВС И МЧС) и захоронить в хранилище химических отходов. В ОТСМ ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся исследования по оценке возможности использования алюминиевого шлама в качестве дешевого поризатора взамен алюминиевой пудры, применяемой в производстве теплоизоляционных материалов.

Все остальные отходы, содержащие концентраты природных минералов, можно использовать в качестве насыпных грунтов при условии их технической мелиорации. Для увеличения содержания крупных фракций, повышения плотности и неоднородности гранулометрического состава, рекомендуется возведение отсыпки вдоль ограждения территории промплощадки КМТП с использованием отходов и песчано-гравийного материала в соотношении от 1:1 до 1:3 по объему (Лалетин, 1970; Ломтадзе, 1970; Инженерно-экологические..., 1997). Рыхлые грунты необходимо уплотнять укаткой, а при строительстве ограждения – применять трамбование.

Литература

- Лалетин Н.В. Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1970. – 352 с.
Ломтадзе В.Д. Инженерная геология: инженерная петрология. – Л.: Недра, 1970. – 528 с.
Минералогические таблицы. Справочник. / Е.И. Семенов и др. – М.: Недра, 1981. – 399 с.
СП П-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., Госстрой России, 1997.

MINERAL PROCESSING INVESTIGATIONS OF MAGNEZIUM – SILICATE MATERIAL FROM THE KHABOZERSKY DEPOSIT OF THE KOLA PENINSULA AIMED AT PRODUCTION OF FIRE-RESISTANT, BUILDING AND ENGINEERING MATERIALS

T.A. Morozova¹, E.D. Rukhlenko¹, A.I. Rakaev¹, A.I. Nikolaev²

¹ Mining Institute, KolRC RAS

² Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;

The mineral composition of olivinite from the Khabozersky deposit has been studied and the flowsheet including heavy-media separation of coarse fractions (density exceeding 2.9 g/cm³) with the following magnetic separation and recovery of marketable coarse olivinite and sungulite (non-magnetic fraction) concentrates has been proposed.

МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИЙ-СИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ ХАБОЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ОГНЕУПОРНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

**Т.А. Морозова¹, moroz@goi.kolasc.net.ru, Е.Д. Рухленко¹, А.И. Ракаев¹, А.И. Николаев²,
nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru**

¹ Горный институт, Кольский научный центр РАН;

² Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН

Минерально-сырьевая база Кольского полуострова при учете запасов для производства магнезиальных огнеупоров включает в себя два месторождения: Хабозерское и Ковдорское. Сравнительно большие запасы сырья, доступность добычи открытым способом, благоприятное экономико-географическое положение, хорошая разведанность и изученность, достаточно простой вещественный состав позволяют отнести Хабозерское месторождение к наиболее перспективным к освоению в ближайшее время.

Хабозерское месторождение оливинитов расположено в юго-западной части Кольского полуострова и приурочено к интрузии ультраосновных пород Лесная Варака. Площадь интрузии составляет около 9 кв.км. Среди оливинитов выделяют рудные, с вкрапленностью и полосчатыми обособлениями титаномagnetита, и безрудные крупнозернистые и пегматоидные оливиниты, особенностью которых является низкое содержание рудных минералов, в связи с чем состав их часто приближается к анхимономинеральным породам. Все разновидности оливинитов на отдельных

участках подверглись вторичным изменениям, среди которых наиболее интенсивно проявляются процессы кольскитизации и идингситизации.

Оливин в безрудных оливинитах образует крупные (до 10-12 см и больше) правильные кристаллы серого и темно-серого цвета. Микроскопически неизменный оливин прозрачен, но часто содержит тончайшие скелетные закономерно ориентированные микровключения бурой слюды, реже магнетита, размером 10-20 микрон и менее. Молекулярный состав его соответствует содержанию 85-89% $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ – (форстерита) и 11-15% $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ (фаялита). Массовая доля основных компонентов в оливине составляет (%): SiO_2 – 37.85-40.77, FeO – 9.81–12.32, MgO – 42.66–47.33, Fe_2O_3 –

0.85 – 4.26 (Каледонский ..., 1965). По физическим свойствам оливиниты – горная порода крепостью 10-12 по шкале Протодяконова с отдельными участками дезинтегрированных оливинитов с коэффициентом крепости 2-4 по той же шкале, что способствует хорошей раскрываемости материала при измельчении.

Сунгулит (кольскит) относится к минералам группы серпентина – каолина. Серпентин – это обобщающее название для группы минералов слоистого строения (лизардита, антигорита, хризотила), состав которых можно выразить общей формулой $\text{A}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, где позицию А занимают чаще всего ионы Mg^{+2} и Fe^{+2} . Светлоокрашенный сунгулит в виде сетки тонких прожилков и отдельных жил различной мощности часто включен в бурый агрегат идингсита. Удельный вес сунгулита колеблется от 2.05 до 2.45 г/см³. По рентгеноструктурным данным сунгулит близок лизардиту (Кухаренко, 1965). Состав сунгулита отвечает формуле $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

Процесс преобразования оливинитов в бурые дезинтегрированные массы получил название "иддингситизация". Термин "иддингсит" употребляется нами в соответствии с определением (Флейшер, 1990) как смесь силикатов, образующаяся при изменении оливина. Удельный вес таких обломков по нашим данным составляет 2.35-2.55 г/см³. При микроскопическом изучении видно, что тонковолокнистый или скрытокристаллический агрегат как бы "пропитан" бурыми окислами и гидроокислами железа. Рентгеновское изучение идингситовой фазы показало, что она также преимущественно сложена серпентином, структурно близким антигориту. Антигорит и лизардит являются полиморфными модификациями, т.е. минералами, имеющими одинаковый состав, но разную структуру. При получении огнеупорных материалов сунгулит и "иддингсит" являются вредной примесью.

Из второстепенных минералов следует отметить титаномагнетит, присутствующий в пробе в количестве не более 1.5-2.0%. Преимущественно он образует выделения неправильной или округлой формы, размером 0.1-0.3 мм, иногда включенные в оливин. При измельчении он достаточно хорошо раскрывается и легко выделяется из оливинитового концентрата при магнитной сепарации.

Таким образом, структурно-текстурные особенности, физические свойства и относительная простота минерального состава оливинитов Хабозерского месторождения, делают их привлекательным объектом для изучения.

Технологические исследования по обогатимости проводились на пробе руды весом 3т и крупностью – 50 мм, отобранной и доставленной в Горный институт в июне 2004 г. В данной пробе содержание неизменных оливинитов составляет (вес. %): 74.9, оливина измененного – 1.4, сунгулита – 9.8, сунгулит-иддингситовой фазы – 5.8, идингсита – 7, прочие – 1.1.

Минералого-технологическое изучение пробы руды, дробленной до крупности –50 мм показало, что в целом для оливина и сунгулита характерна высокая степень раскрытия даже крупнокускового материала. Под раскрытием здесь понимается наличие в руде кусков практически неизмененного оливинита и сунгулитовой фазы с примазками идингсита не более 5-7%. Для классов крупнее +5 мм около 90-92% оливинитов имеют минимальные признаки вторичных изменений. Для сунгулитовой фазы в крупных классах степень раскрытия составляет около 75 – 80%. Максимальное раскрытие минеральных фаз, соответствующее 93-95% наступает в классах мельче 1.6 мм.

Учитывая, что оливин практически на 90 % сосредоточен в классах крупностью –50+5 мм, а также на существенное различие в плотностях основного минерала оливина (3.0-3.2 г/см³) и второстепенного – сунгулита (2.0-2.4 г/см³), была разработана гравитационно-магнитная технология обогащения руды (рис.). В качестве основного технологического передела выбрана тяжелосредняя сепарация (ТЖС), позволяющая получать крупнокусковой (–50+5 мм) оливинитовый кондиционный концентрат уже в начале цикла обогащения (таким образом, максимально снижены затраты по измельчению).

Исходная руда крупностью – 50 мм после грохочения и отмывки по классу –5 мм, направляется на тяжелосреднюю сепарацию (ТЖС) в барабанный сепаратор при плотности разделения 2.9 г/см³. В качестве утяжелителя используется отечественный утяжелитель – ферросилиций, плотностью 6.8 г/см³. Выход оливинитового концентрата (тяжелая фракция ТЖС) составляет 69.26% от руды при содержании, (%): MgO –45.3, SiO_2 – 37.78, суммарное содержание полуторных окислов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 14.6, п.п.п. – 0.05, CaO – 0.86. Магнезиальный модуль MgO/SiO_2 – 1.19, огнеупорность 1660°. Извлечение MgO – 76.9% от исходной руды.

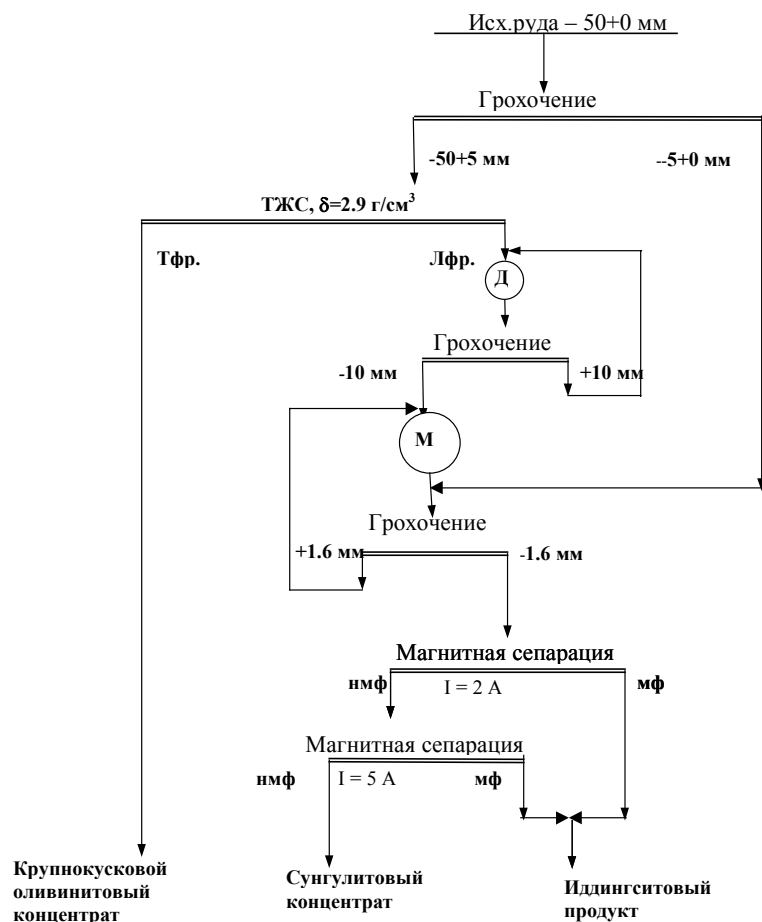


Рис. Предлагаемая схема обогащения оливинитовых руд Хабозерского месторождения

Легкая фракция тяжелосреднего разделения представляет собой продукт, состоящий (%): сунгулит - 40.5, сrostков сунгулита и иддингсита - 24.3, иддингсита - 26.1, оливинитов измененных - 5.1, прочие - 4. Её выход составил 22.25%, содержание MgO 32.26%, п.п.п. - 15.83%. Далее, с целью получения качественного сунгулитового концентрата, легкая фракция объединялась с фракцией -5+0 мм и направлялась на доизмельчение и грохочение по классу 1.6 мм с последующей электромагнитной сепарацией в 2 стадии. При этом получен сунгулитовый концентрат (выход 11.48 %) с содержанием Fe₂O₃ 0.86%, п.п.п. 15.79%, и иддингситовый продукт.

Наибольшую область применения из полученных продуктов имеет оливинитовый концентрат - для производства форстеритовых огнеупоров, огнеупорной и химически стойкой керамики, резиновых смесей для получения каучука и т. д. Сунгулитовый концентрат может быть использован как наполнитель в лакокрасочном производстве, иддингситовый продукт - как наполнитель для строительных материалов, резинотехнических изделий. Совместно с ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся работы в этом направлении по изучению технологических свойств получаемых продуктов обогащения для определения возможности их использования в качестве огнеупорных, а также других технических материалов.

Таким образом, разработана гравитационно-магнитная технология комплексного обогащения магний-силикатного сырья Хабозерского месторождения с учетом минералого-технологических особенностей руды, изучены области применения получаемых продуктов.

Литература

Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии // А.А.Кухаренко и др. - М.: Недра, 1965. - 772 с.
Флейшер М. Словарь минеральных видов - М.: МИР, 1990 г. - 150 с.

PATTERN OF STRENGTH VARIATIONS OF CRUSHED STONE OF KARELIA

O.V. Mjasnikova, V.A. Shekov

Institute of Geology, KarRS RAS

The report contains the results of research of variations of strength properties of crushed stone made of Karelian igneous rocks. Dependence of crushability is one of the most important properties of crushed stone that characterizes its strength (different physical and technical parameters). It has been found that the size and form of grain are very important features that determine the strength of crushed stone

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВАРИАЦИЙ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ЩЕБНЯ КАРЕЛИИ

О.В. Мясникова, force@sampo.ru, В.А. Шеков, shekov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Производство щебня в Карелии позволяет полностью обеспечить потребности республики и дает возможность вывозить его за пределы края. В то же время добытый щебень значительно различался по прочностным показателям. Для высокопрочного щебня дробимость должна быть не ниже F 1400 – F 1200 и истираемость U I. Кроме того, существенное влияние на прочностные показатели щебня оказывает форма его зерен - для высокопрочного щебня лещадность не должна превышать 15%.

Изменение прочностных показателей щебня было изучено на примере горных пород основного состава (10 объектов: габбро, габбродиабаз, долерит) и кислого состава (8 объектов: гранит, гнейсогранит).

Щебень из горных пород как кислого, так и основного состава имеет значительный разброс значений водопоглощения, который косвенно характеризует наличие открытых микротрещин доступных для воды. Более высокие показатели водопоглощения прослеживаются для фракции 5-10 мм и по мере укрупнения фракций щебня снижаются. Абсолютные значения водопоглощения имеют более высокие показатели для горных пород кислого состава (рис.1).

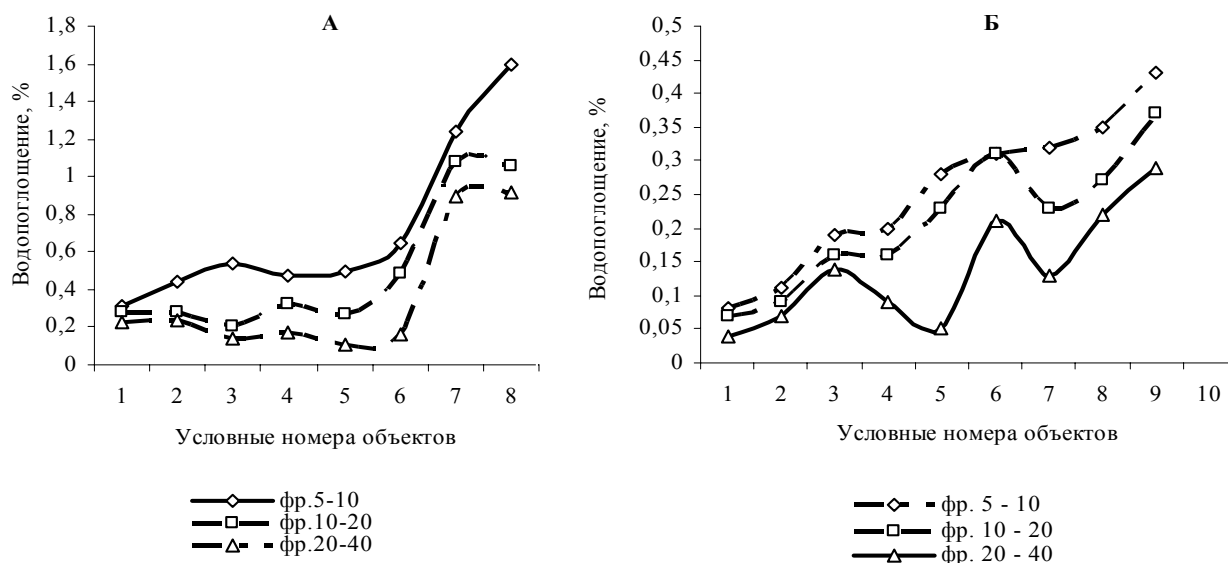


Рис. 1 Значение показателя водопоглощения щебня для различных типов горных пород: А – кислого состава; Б – основного состава

По-видимому, это можно объяснить тем, что при дроблении происходит хрупкое разрушение, которое протекает для крупно- и среднезернистых разностей с развитием и ростом внутризерновых микротрещин, а в мелкозернистых разностях, как правило, между границами зерен. По данным (Akesson et al, 2001) для мелкозернистых пород характерна большая величина внешней границы, где встречаются зерна минералов, а смешанные агрегаты. Межзерновая граница в твердых кристаллических породах обладает большей прочностью т.к. силы сцепления между различными разновидностями минералов являются более стойкими, чем образование агрегатов одной и той же разновидности (Relationship ..., 2001). Приложение критических нагрузок вызывает дальнейший рост уже существующих микротрещин и образование новых в месте наибольшей концентрации напряжений.

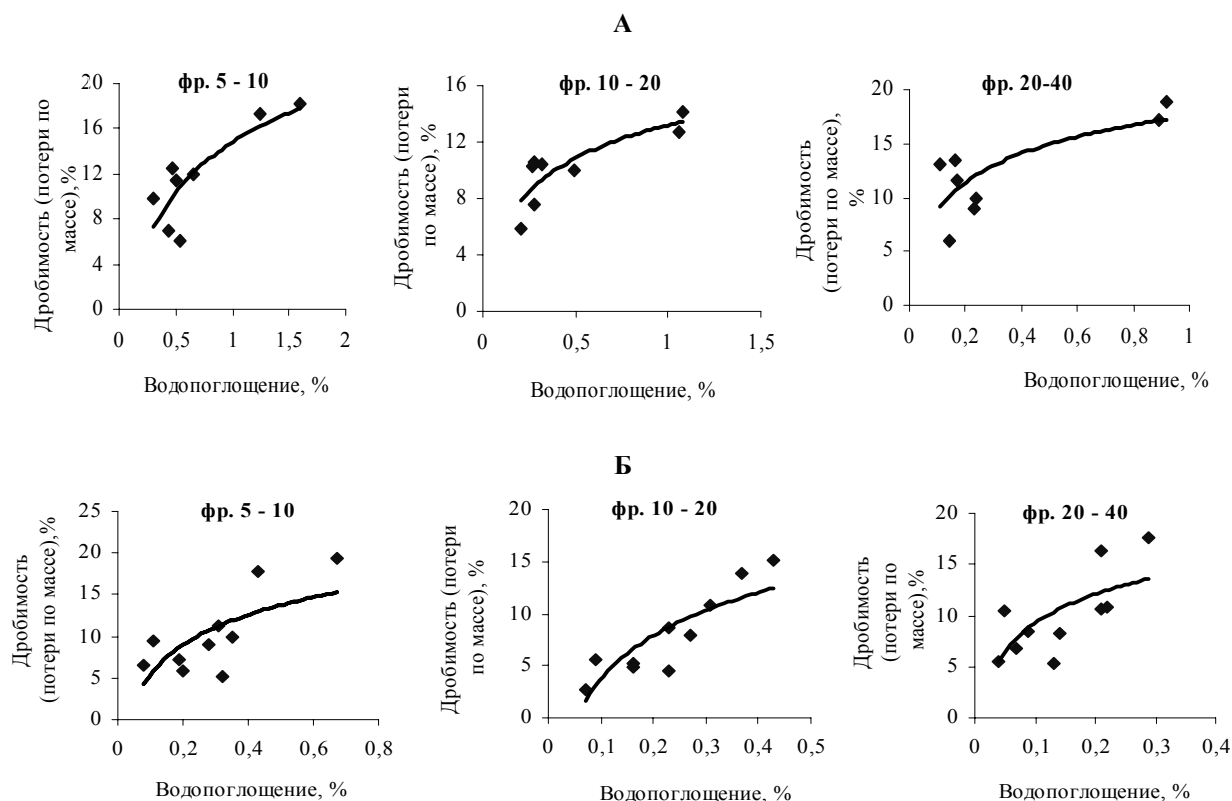


Рис. 2 Зависимость прочности щебня от водопоглощения для горных пород из различных месторождений:
А – кислого состава, Б – основного состава.

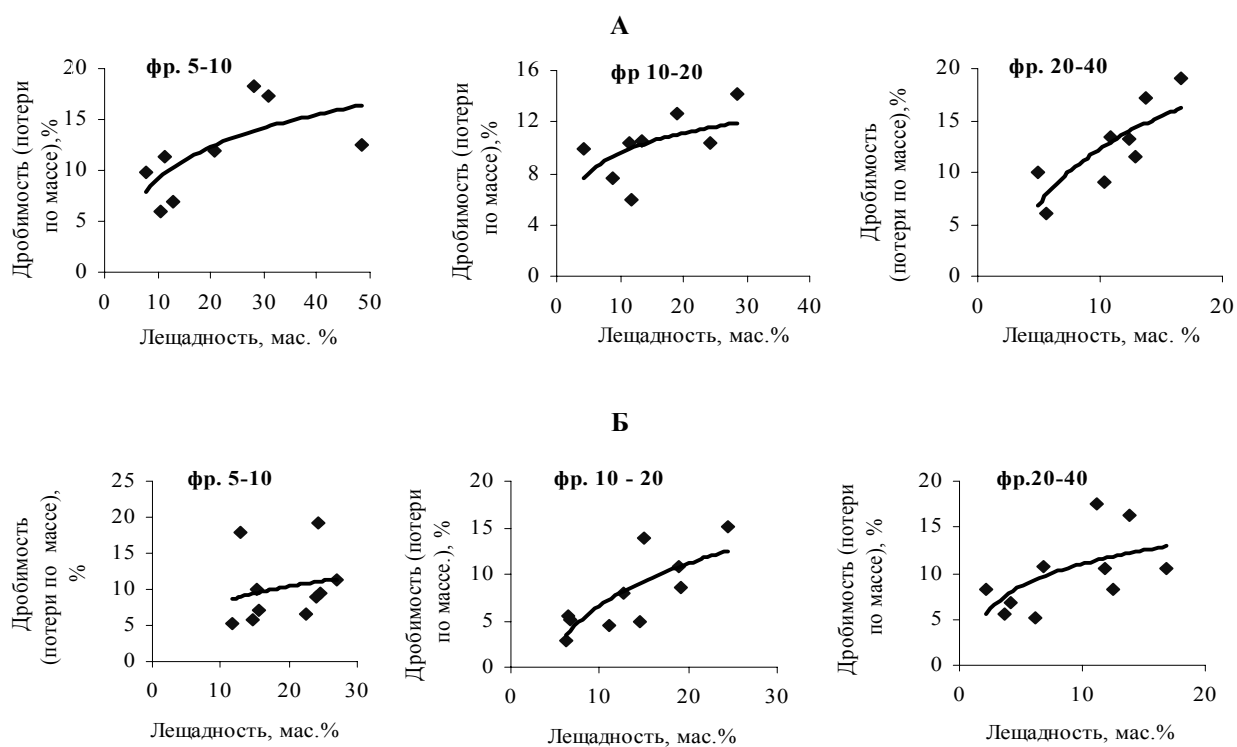


Рис. 3. Зависимость прочности щебня от лещадности для горных пород из различных месторождений:
А - кислого состава, Б – основного состава.

Одним из показателей характеризующих прочность щебня является дробимость, т.е. способность горной породы сопротивляться разрушению. Существенное влияние на прочность, а опосредованно на долговечность щебня оказывает размер и форма зерна. На рис.2 показана зависимость дробимости от водопоглощения (т.е. от содержания микротрещин в породе). Чем выше значение водопоглощения, тем выше потери при дробимости и ниже прочность щебня. При увеличении содержания в щебне зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы (зерна, толщина которых менее длины в три раза и более) прочность снижается (рис.3).

Несмотря на то, что области высоких значений для горных пород кислого и основного состава пересекаются, основная часть пород кислого состава находится в диапазоне пониженного показателя дробимости по сравнению с породами основного состава.

Следовательно, наряду с минеральным составом, размер и форма зерна являются одними из важных показателей, контролирующими прочность и как следствие долговечность щебня.

Литература

Relationship between texture and mechanical properties of granites, central Sweden, by use of image-analysing techniques / U.Akesson, J.E.Lindqvist, M.Goransson, J.Stigh. // Bulletin Engineering Geology Environment. V. 60. - № 4. - 2001. - P.277-284.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ESTIMATION OF DURABILITY OF FACING STONE

O.V. Mjasnikova, V.A. Shekov

Institute of Geology, KarRS RAS

The dependence of durability of natural stone on its physical and mechanical properties has been studied. Estimation figures of the non-destructive tests of strength properties of igneous rocks are given in the report. It has been proved that the higher the effective porosity and lesser the average density of igneous rocks the higher are the values of the specific micro-cleaviness and the lower the strength values in single-axis compression. The results of the tests are important to make a preliminary estimation of the strength properties of igneous rocks as one of the methods of express analysis.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ

О.В. Мясникова, force@sampo.ru, В.А. Шеков, shekov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Одной из важнейших технических характеристик облицовочного камня является долговечность, т.е. способность камня сопротивляться различного рода внешним воздействиям, сохраняя свои специфические свойства в определенных условиях эксплуатации.

Цель наших исследований состояла в том, чтобы установить зависимость между физико-механическими параметрами природного камня и его долговечностью. Поскольку каждый образец горной породы уникален, и испытать его разрушающими методами можно только один раз, были изучены прочностные свойства без разрушения горной породы путем моделирования развития трещин в условиях циклического температурного воздействия с переходом через 0 градусов Цельсия, которому подвергаются горные породы в естественных условиях, и которое позволяет наблюдать процесс разрушения в замедленном ритме.

Для гранитов и габбродиабазов наблюдался рост параметров микротрещиноватости по мере увеличения циклов замораживания-оттаивания, при этом прочность при испытании на одноосное сжатие для габбродиабазов после 50 циклов снизилась на 5%, для гранитов - 9%.

Методика замера микротрещиноватости является достаточно трудоемкой и занимает значительное количество времени. Кроме того, замер микротрещин осуществляется с поверхности образца. О поведении микротрещин в объеме пока нет данных. Для экспрессной оценки дефектов горной породы, которые в дальнейшем могут повлиять на ее долговечность, была предпринята попытка, установить зависимость между эффективной пористостью (в твердых горных породах поры можно рассматривать как мелкие трещины) и удельной микротрещиноватостью (на примере гранитов месторождения Летнереченское). Результаты показаны на рис. 1.

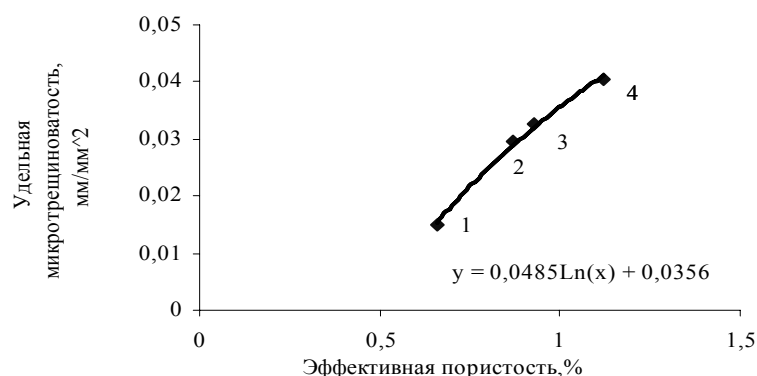


Рис.1 Зависимость удельной микротрещиноватости от эффективной пористости: 1 - естественные значения эффективной пористости и удельной микротрещиноватости; 2 - после 30 циклов циклического температурного воздействия; 3 - после 45 циклов циклического температурного воздействия; 4 - после 60 циклов циклического температурного воздействия.

Была установлена положительная корреляционная зависимость между удельной микротрещиноватостью и эффективной пористостью (коэф. корреляции 0,99), которая подтверждает предположение, что чем больше значение эффективной пористости в горных породах, тем выше значения удельной микротрещиноватости.

Для решения задачи оценки прочностных свойств без разрушения горной породы была исследована зависимость эффективной пористости и средней плотности от прочности при одноосном сжатии на примере изверженных горных пород (рис.2 и 3), основные характеристики которых представлены в таблице.

Таблица

Физико-механические характеристики исследуемых пород

Объект	Прочность при одноосном сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Истинная плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Эффективная пористость, %	Общая пористость, %
К	151	2660	2700	0,23	0,89	1,56
Л	131	2660	2710	0,25	0,67	1,76
С	187	2680	2700	0,27	0,72	1,02
К 1	220	2690	2710	0,15	0,40	1,48
К 3	91	2930	2970	0,14	0,41	1,35
Л 2	148	2960	3000	0,17	0,50	1,17
К 2	265	3060	3090	0,13	0,40	0,79
Д	359	3060	3080	0,06	0,18	0,61
Л 3	268	3160	3190	0,10	0,32	0,79

Примечание: расшифровка объектов дана в пояснениях к рис. 2 и 3.

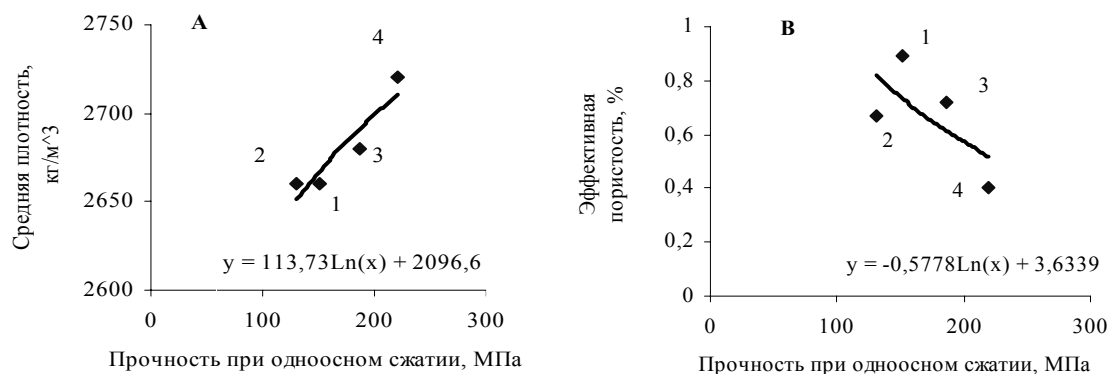


Рис.2. Зависимость средней плотности (А) и эффективной пористости (В) от прочности при одноосном сжатии для горных пород кислого состава, где: 1 - объект Калгувара (К); 2 - объект Летнереченское (Л); 3 - объект Сулку (С); 4 - объект Кашина Гора (К 1)

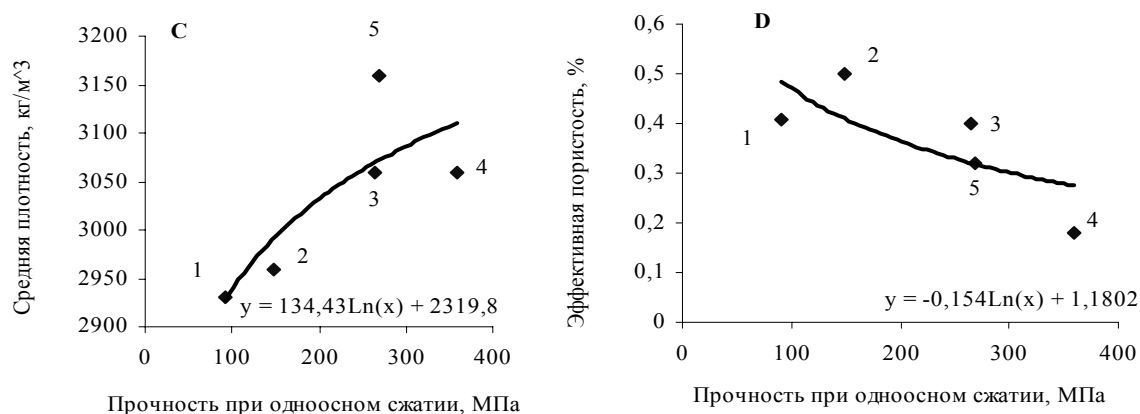


Рис.3. Зависимость средней плотности (С) и эффективной пористости (D) от прочности при одноосном сжатии для горных пород основного состава, где: 1 - объект Керсамяки (К 3); 2 - объект Лукулайсвара (Л 2); 3 - объект Южно-Каскесручейское (К 2); 4 - объект Другорецкое (Д); 5 - объект Летнереченское (Л 3).

Полученные корреляционные зависимости показывают, что для изверженных горных пород кислого, и основного составов средняя плотность имеет нелинейную положительную зависимость от прочности при одноосном сжатии. Чем больше значение плотности породы, тем выше значения ее прочности. Корреляционная зависимость эффективной пористости от прочности при одноосном сжатии имеет нелинейную отрицательную зависимость (чем выше значения эффективной пористости, тем ниже значения прочности при одноосном сжатии).

Вывод заключается в том, что чем выше значения эффективной пористости, тем выше значения удельной микротрещиноватости.

Таким образом, измерение средней плотности и эффективной пористости может служить одним из видов экспресс анализа изверженных пород для ориентировочного установления их прочностных свойств.

NEW PRODUCTS OBTAINABLE BY THE TECHNOLOGY OF TITANIUM-NIOBATES OF THE KOLA PENINSULA

A.I. Nikolaev, L.G. Gerasimova, V.G. Mayorov

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

New variants of the titanium-niobate technology opens up broad possibilities for implementation of advanced and environmentally friendly processes. The range of target products may be appreciably extended by producing various compounds and composite materials to make consumer goods. Whether the processing is effective or not essentially depends on the scale of new processes, the flowsheet selected, product range, and actual demand.

НОВЫЕ ПРОДУКТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ТИТАНО-НИОБАТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А.И. Николаев, nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru, Л.Г. Герасимова, В.Г. Майоров

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

Значительная часть отечественных запасов титано-редкометалльного сырья сосредоточена в бедных рудах, прежде всего в комплексных титано-ниобатах Кольского полуострова. В число наиболее перспективного сырья входят – лопарит (Ловозерское месторождение) и перовскит (Африкандское и Вуориярвинское месторождения), как источники соединений титана, тантала, ниобия и редкоземельных металлов. Среднее содержание основных компонентов в лопаритовом концентрате (ЛК) КЛ-1 по ТУ 48-4-300-74 составляет (масс.%): TiO_2 – 38.1, Nb_2O_5 – 8.14, Ta_2O_5 – 0.57, Ln_2O_3 – 32.0, Na_2O – 8.48, ThO_2 – 0.54, CaO – 4.74, SrO – 2.50, Fe_2O_3 – 2.20, SiO_2 – 1.40 и в перовскитовом концентрате (ПК) из руды Африкандского

месторождения по ТУ 48-04-38-72 (масс.%): TiO_2 – 48-52, Nb_2O_5 – 0.9-1.1, Ta_2O_5 – 0.04-0.06, Ln_2O_3 – 3.3-4.6, Na_2O – 0.4-0.6, ThO_2 – 0.06-0.17, CaO – 34.5-36.3, Fe_2O_3 – 3.2-3.6, SiO_2 – 3.7-4.7.

Производство лопаритового концентрата, перерабатываемого методом хлорирования на ОАО «Соликамский магниевый завод, к настоящему времени составляет около 10 тыс.т/год. По сравнению с 1992 г. оно сократилось в 2.7 раза. Месторождения перовскитовых руд не эксплуатируются. Указанное сырье является нетрадиционным, что ограничивает использование мирового опыта, применяемого для концентрированного редкометалльного сырья.

Сложный состав сырья предполагает необходимость комплексного его использования с извлечением всех ценных компонентов, что отвечает государственной концепции рационального использования природных ресурсов. Освоение месторождений нетрадиционного сырья требует поиска нестандартных технологических подходов и приемов, разработки и реализации энерго- и ресурсосберегающих, малоотходных экологосбалансированных технологий добычи и переработки с комплексным использованием всех ценных составляющих сырья.

Масштабы переработки ЛК хлорным методом связаны не с реальными возможностями его производства, а с количеством избыточного хлора, получаемого при производстве магния. Это делает технологический комплекс в целом устойчивым в рамках единой технологии, но не позволяет закрыть потребности рынка в продукции из лопарита. Хлориды титана, ниобия, тантала и РЗЭ служат прекурсорами для получения соединений этих металлов в наиболее динамично развивающихся отраслях промышленности.

Главным, принципиальным недостатком большинства технологических схем, особенно в свете современных экологических требований, является большое количество отходов - жидких, твердых и газообразных сбросов, необходимость утилизации которых обуславливает низкую рентабельность всей технологической схемы. Следует констатировать, что проблема создания эффективной схемы комплексной переработки титано-ниобатов, полностью отвечающей экологическим требованиям сегодняшнего дня, еще не потеряла актуальность и ждет решения.

Основным разработчиком комплексных гидрометаллургических схем переработки ПК и ЛК является ИХТРЭМС КНЦ РАН. Все перспективные методы переработки ЛК и ПК являются комбинированными и включают операции, характерные для различных схем. Так, в серноокислотной технологии ЛК разделение редких металлов проводят из фторидных растворов, а извлечение РЗЭ из нитратных растворов. В азотнокислотной схеме разделение редких металлов и титана проводят из фторидных растворов либо хлорированием. В гидрофторидной схеме фториды РЗМ конвертируют в сульфаты, а затем в нитраты и проводят их разделение из нитратных растворов. Реализованная хлорная схема включает ряд гидрометаллургических операций и их количество в действующей технологии постоянно растет.

Комбинирование различных последовательностей операций технологического процесса позволяет обеспечить необходимый ассортимент и качество целевых продуктов. Применение новых вариантов технологии открывает широкие возможности для реализации оптимальных и экологически безопасных технологических схем при переработке ЛК и ПК. При этом спектр конечной товарной продукции может быть значительно расширен за счет производства не только основных редких металлов прежде всего для специальных отраслей промышленности, но и широкой гаммы соединений и композиционных материалов для массового применения.

Несмотря на сравнительно невысокое содержание тория в ЛК и ПК, соответственно 0.55-0.71% и 0.06-0.17 ThO_2 , концентраты относятся к естественно-радиоактивному сырью. Все представляющие интерес варианты технологии должны обеспечивать получение продукции, удовлетворяющей нормативу, установленному для строительных материалов по содержанию радионуклидов ($\Sigma\text{Th} \leq 1.0 \cdot 10^{-8}$ Ку/кг), и надежную изоляцию радиоактивных отходов или получение концентрированных ториевых продуктов для применения в будущей ядерной энергетике России.

По нашему мнению, наибольший интерес представляют варианты комплексной переработки ЛК и ПК по комбинированным схемам, сочетающим наиболее эффективные операции их азотнокислотного или солянокислотного вскрытия. Нитратные или хлоридные растворы перерабатывают с выделением РЗЭ и утилизацией отходов известными способами. Из титано-ниобо-танталового остатка – гидратного кека (ГК) - соединения тантала, ниобия и титана выделяют хлорированием или жидкостной экстракцией и гидрометаллургической переработкой. Кроме того, ГК от разложения ПК может быть использован в составе обмазки сварочных электродов или перерабатываться методами хлорирования или серноокислотным подобно богатому титановому шлаку или природному рутилу. Удельная активность этого продукта, по данным Института радиационной гигиены, составляет ^{228}Th – 5.8 и ^{226}Ra – 2.4 пКюри/г, что близко к кларковым. Использование таких материалов не имеет ограничений по радиационному фактору.

Расширение номенклатуры продуктов из ЛК и ПК связано как с углублением переработки концентратов, так и с поиском новых областей применения промежуточных продуктов и отходов переработки ЛК и ПК. Основные продукты на основе РЗЭ включают их индивидуальные соединения,

нитраты, карбонаты, фториды, оксиды, РЗЭ-лигатуры. Шлаки от металлургического производства последних оказались пригодными для использования в составе обмазки сварочных электродов. Титан выделяется в виде диоксида пигментных и непигментных марок, дубителя для кож, перламутровых пигментов, титано-силикатных сорбентов и др. Возможно получение широкой гаммы ниобиевых и танталовых продуктов, включающих их металлы, оксиды различной степени чистоты, фтортанталат калия, ниобат и танталат лития и др. Важной особенностью новых вариантов схем является их ориентирование на сокращение отходов производства и более полное использование сырья. Отмеченные варианты позволяют создать технологию со сниженными расходами реагентов и эксплуатационными затратами.

Основными отходами переработки титанониобатов по отмеченным схемам, помимо ториевого концентрата, являются нитрат натрия из ЛК, пригодный для использования в качестве минерального удобрения или компонента взрывчатых веществ, и титаногипс из ПК, пригодный для производства цементного клинкера. Вместо титаногипса кальций может быть утилизирован в виде нитратных или хлоридных соединений, имеющих широкие области применения, например, минеральные удобрения, средство для борьбы с обледенением дорог, буровые растворы в нефтедобыче. Однако требуются маркетинговые исследования для уточнения реальных масштабов их использования.

Выход основных базовых продуктов на 1 т ЛК для азотнокислотно-гидрофторидной технологии составляет (кг): TiO_2 – 350, Nb_2O_5 – 73.3, Ta_2O_5 – 5.12, карбонаты РЗЭ в пересчете на Ln_2O_3 – 285, NaNO_3 – 770, KNO_3 – 540. Выход основных базовых продуктов на 1 т ПК по различным вариантам технологии близок и составляет в среднем (кг): пигментный TiO_2 – 440-480, Nb_2O_5 – 7.5-8.7, карбонаты РЗЭ в пересчете на Ln_2O_3 – 25-35, 3.3, титаногипс – 900-1400. Фактический ассортимент продуктов будет определяться потребностями рынка в редкометалльной, редкоземельной, титановой и попутной продукции.

Предварительная оценка экономической эффективности комплексной переработки титано-ниобатов Кольского полуострова, выполненная в ЗАО «Росредмет» и КНЦ РАН, положительна. Эффективность переработки в значительной степени зависит от масштабов новых производств, выбранной технологической схемы и номенклатуры продуктов.

WELDING MATERIALS AND FLUXES FROM MINERALS OF THE KOLA PENINSULA AND REPUBLIC OF KARELIA

A.I. Nikolaev¹, Yu.V. Pleshakov², Yu.D. Brusnitsin³, V.B. Petrov¹

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KoltSC RAS;*

² *JS «Apatit»;*

³ *Central Research Institute of Structural Materials «Prometey»*

Potential welding materials from minerals of the Kola Peninsula and Republic of Karelia including mining by-products, mineral concentrates and products of their processing are shown. A specific programme for creating the production of new welding materials has been drawn up. It is suggested that achieving a higher level of mineral and technogenic resource recovery in the region is possible by actively involving them in production of welding materials. This calls for development of original formulas for electrode coatings and welding fluxes with components from the newly recovered resources. Such products may be of interest for both domestic and international markets.

КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ И ФЛЮСОВ ИЗ СЫРЬЯ КАРЕЛО-КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

А.И. Николаев¹, nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru, Ю.В. Плешаков², Ю.Д. Брусницын³, В.Б. Петров¹

¹ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН;*

² *ОАО «Апатит»;*

³ *ФГУП Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей»*

На территории Карело-Кольского региона создан мощный горнорудный комплекс. Наряду с эксплуатируемыми месторождениями традиционных для региона видов минерального сырья имеются перспективные месторождения, чаще не привязанные к действующим предприятиям, и перспективные рудопроявления. Широкий спектр минерального сырья региона позволяет предположить наличие среди него материалов, пригодных для использования в производстве сварочных электродов. Нами рассмотрены минеральные ресурсы Карело-Кольского региона как потенциальные источники

традиционных и новых сварочных материалов Выделены три группы минеральных продуктов, условно названных титансодержащим, магний-кальцийсодержащим и алюмосиликатным сырьем. Проводится изучение их химического состава, некоторых свойств и практического использования в обмазке сварочных электродов.

Большие перспективы по подбору рецептур покрытий электродов и флюсов традиционного состава на основе новых материалов открываются при использовании разработанной в ЦНИИ КМ "Прометей" компьютерной программы для расчета состава сварочных шлаков, электродных покрытий и флюсов на основе диаграмм состояния. Программа предназначена для компьютерного моделирования состава сварочных шлаков электродуговой сварки покрытыми электродами, автоматической сварки с использованием флюсов, порошковой проволоки, а также иных процессов сварки, в которых шлаки являются неотъемлемой частью.

Большинство сварочных материалов имеют ограничения по содержанию вредных примесей фосфора и серы, ухудшающих качество сварного шва. Повышенное содержание фосфора в минеральных продуктах Кольского полуострова определяется главным образом присутствием в концентратах примеси минерала апатита. Наиболее актуально это для сфенового концентрата, в котором содержится до 2% P_2O_5 , а допустимо не более 0,10%. Разработанный в ИХТРЭМС КНЦ РАН метод очистки минеральными кислотами, прошедший проверку в укрупненном и опытно-промышленном масштабах на установках ОАО «Апатит», позволяет снизить содержание фосфора до требуемого содержания ($\leq 0,1\%$ P_2O_5). При этом загрязнение соединениями серы находится на допустимом уровне (не более 0.10% SO_3). Метод кислотной очистки от примесей фосфора и серы, разработанный для сфенового концентрата, оказался пригодным для других концентратов и титанового шлака.

Наличие в ряде концентратов примесей серы определяется присутствием в них сульфидных минералов, например пирита в магнетитовых концентратах ОАО «Олкон». Помимо обработки концентратов разбавленными растворами минеральных кислот для очистки от серы можно использовать термический обжиг, при котором сера удаляется в виде оксидов.

К числу вредных примесей, оказывающих влияние на процесс сварки и приводящих к повышению пористости шва, относятся органические реагенты, в том числе используемые в процессе флотационного выделения концентратов и сорбируемые на их поверхности. Частично органические вещества отмывались водой на стадии химической очистки концентратов от фосфора и серы. Среди рекомендованных нами сварочных материалов флотореагенты из класса оксигидрильных и жирнокислотных собирателей содержались в кианитовом, сфеновом, диопсидовом и форстеритовом концентратах. Кианитовая руда и концентрат из нее содержат углистые вещества, например графит. Наиболее высокое их содержание (до 1.82%) отмечается в продуктах месторождения Новая Шуурурта (Кейвы).

Прокаливание концентратов в течение двух часов при температурах до $\sim 700-900^\circ C$ позволяет снизить содержание углеродсодержащих веществ до 0.001-0.004% в пересчете на углерод. Окончательный выбор условий термической обработки сварочных материалов для очистки от органических веществ зависит от требований производителей электродов. Такие требования не являются одинаковыми для различных материалов.

Возможность использования основных минералов апатито-нефелиновых руд Хибинских месторождений и продуктов их переработки в качестве компонентов обмазки сварочных электродов создает благоприятные предпосылки организации на ОАО «Апатит» самостоятельного производства отдельных сварочных материалов из собственного сырья. Привлечение сырьевых ресурсов других обогащательных и химико-металлургических предприятий области позволит существенно расширить номенклатуру продуктов, утилизировать часть отходов производств, улучшить эффективность использования минеральных ресурсов, экологическую безопасность и обеспечить производство конкурентоспособной продукции.

Изменения в сфере обеспечения минеральным сырьем производства сварочных электродов и не менее острая проблема рационального развития и использования сырьевых ресурсов поставили в разряд первоочередных задач создание минерально-сырьевой базы Северо-Западного региона России для обеспечения производства сварочных материалов на предприятиях Северо-Запада и Центра Российской Федерации.

Создание минерально-сырьевой базы Северо-Западного региона России для производства сварочных материалов нам представляется актуальной и реально выполнимой задачей ближайших лет. Хорошей предпосылкой для этого является совпадение интересов как производителей сырья, так и производителей сварочных материалов. При этом нельзя не принимать во внимание большую социальную значимость новых производств.

Работы по сварочным материалам предполагается вести на продуктах действующих предприятиях Северо-Запада России, в первую очередь, ОАО «Апатит», ОАО Ковдорский ГОК, ОАО Ковдорслюда, ОАО «комбинат Североникель», ОАО «ОЛКОН» и др. Будут продолжены исследования по выявлению новых сварочных материалов и разработке перспективных рецептур электродных покрытий. В настоящее время разрабатываются технические условия на новые материалы в соответствии с отраслевыми требованиями на данную продукцию. Работа должна завершиться созданием производства новых сварочных материалов в готовом для потребителей виде в количестве достаточном для удовлетворения внутренних и экспортных потребностей. Предварительная экономическая оценка показывает более низкую стоимость ряда новых продуктов. При этом повышается эффективность использования минеральных ресурсов и уменьшается количество отходов горно-металлургических предприятий.

UTILIZATION OF WASTE PRODUCTS OF KHABOZERO OLIVINITE ORE DRESSING

A.I. Nikolaev¹, A.I. Rakaev², T.A. Morozova², L.G. Gerasimova¹, K.E. Shamov³

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, Kolsk RAS;*

² *Mining Institute, Kolsk RAS;*

³ *Yaroslavl tire-making plant*

The paper discusses the possibility of utilizing wastes of olivinite ore concentration to make varnish- and – paint materials and mineral sorbents. The production conditions and properties of target products are described.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ОЛИВИНИТОВЫХ РУД ХАБОЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.И. Николаев¹, nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru, А.И. Ракаев², Т.А. Морозова², Л.Г. Герасимова¹, К.Э. Шамов³

¹ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный ЦенрЦ РАН;*

² *Горный институт, Кольский научный ЦенрЦ РАН;*

³ *Ярославский шинный завод*

Многие отрасли промышленности, в том числе строительная, потребляют значительное количество неорганических пигментов и наполнителей. Последние выполняют в строительных материалах как декоративные, так и защитные функции. Некоторые пигменты и наполнители вводятся в состав материалов при их изготовлении, на основе других производятся различная лакокрасочная продукция строительного назначения (грунтовки, шпатлёвки, воднодисперсионные и эмалевые краски). Запасы многих видов сырья, как правило, комплексного по составу, пригодного для производства пигментов и наполнителей, не безграничны. Повышение эффективности его использования, а также привлечение к переработке горнорудных и техногенных отходов действующих производств сыграют положительную роль в решении задачи сокращения дефицита упомянутой продукции, расширения её ассортимента, повышения качества, а также приведёт к сокращению количества отходов, загрязняющих окружающую среду.

Минеральные концентраты получают при обогащении оливинитовой руды по технологии Горного института КНЦ РАН. Разделение руды проводят методом тяжелосредной сепарации. Полученная при этом тяжелая фракция представляет собой оливинитовый концентрат, являющийся товарным продуктом для производства огнеупоров. Легкую фракцию с помощью магнитной сепарации разделяют на магнитную (бурую) и немагнитную (белую) фракции. Именно эти продукты исследованы нами на предмет их использования в качестве наполнителей строительных материалов, при получении цветных композиционных пигментов оболочкового строения, а также в качестве сорбентов. Определены их свойства: белизна, укрывистость (У), маслосемкость (М), содержание водорастворимых солей (ВРС), pH водной вытяжки. Отмечается, что при измельчении продуктов изменяются их оптические свойства, выраженные в повышении белизны. Для изучения влияния на перечисленные выше свойства режима температурной обработки пробы белой и бурой фракций прокаливали при температуре 200 и 500°C. Отмечается, что с увеличением температуры интенсивность жёлтого оттенка усиливается, что связано с окислением железа, входящего в состав продуктов, до трёхвалентного состояния. Основные свойства приведены в таблице.

Основные свойства технологических продуктов (легкая фракция)

Свойства	Белая фракция - $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$			Бурая фракция - $(\text{MgFe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$		
	-	200°C	500°C	-	200°C	500°C
ППП, %	-	2.94	6.19	-	3.59	7.33
ВРС, %	0.82	0.53	0.64	0.55	0.97	0.60
pH	7.34	7.72	7.70	7.62	7.74	9.96
M, г/100г	32.2	32.2	32.2	32.5	41.4	36.8
У, г/м ²	не укрывает – лессирует			233.4	187.9	136.1

Ведётся работа по расширению областей использования магний-силикатных концентратов. Так, выполнены испытания по получению резиновых смесей, в рецептурах которых мел и тальк были заменены на исследуемые продукты. Получены положительные результаты. Кроме того, установлено, что порошки магний-силикатов хорошо сорбируют катионы цветных тяжёлых элементов.

STRUCTURAL FEATURES OF SEMI-CYLINDERS FROM CELLULAR CONCRETE FOR INSULATION OF HEAT PIPELINES

A.A. Pak, R.N. Sukhorukova

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

Compositions for heat insulating gas-and-ash concrete with a mean density of 350-400 kg/m³ and a method for making semi-cylinders, or shells, with both-side protective coating are suggested. When industrially manufactured, the shell's exterior surface is provided with a double-layer coating, while the interior surface is covered with a waterproofing coating from rolled material on the basis of an organic binder. By adding 0.50-0.75 w/o of short synthetic fibres to the gas-ash concrete, we increased the bending strength by 48-50%. Thermodynamic trials didn't show any liberation of deleterious impurities from the dispersely fibre concrete gas-and-ash concrete shell mounted on a pipe with the temperature of 550°C.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЦИЛИНДРОВ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБ ТЕПЛОПРОВОДОВ

А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова

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

По данным Ассоциации производителей и потребителей трубопроводов с индустриальной полимерной изоляцией потери тепла в системах централизованного теплоснабжения в странах СНГ составляют от 7 до 12%, однако фактически эта цифра в большинстве случаев достигает 20-30%, а на многих теплотрассах - и 40% отпускаемого тепла. Это в несколько раз превышает аналогичный показатель в передовых странах Западной Европы.

Долговечность тепловых сетей в России и странах СНГ в 2-3 раза ниже, чем за рубежом и не превышает 10-15 лет (вместо нормативных 25), а труб горячего водоснабжения - и того меньше (от 2 до 5 лет). При этом только в России необходимо ежегодно восстанавливать не менее 10-15% ранее проложенных тепловых сетей, а фактически ремонтируется не более 3-5%. В силу этого снижение потерь на теплотрассах становится одной из важнейших задач государства в области энергосбережения.

Чаще всего теплоизоляцию труб осуществляют при помощи прошивных минераловатных матов с последующим обертыванием пергамином или рубероидом. Такая теплоизоляция, несмотря на ее дешевизну, не обеспечивает длительную защиту труб от теплопотерь. Более полно требованиям к теплоизоляции труб отвечают полуцилиндры или сегменты из полимерных или минераловатных материалов. Из полимерных материалов широко распространены полуцилиндры на основе пенополиуретана. Они обеспечивают весьма высокое теплосоппротивление, имеют низкое водопоглощение, высокую механическую прочность и точные геометрические размеры. К недостаткам пенополиуретановых изделий следует отнести их дороговизну, горючесть и невозможность применения на трубах с температурой выше 150°C.

Большой практический интерес для защиты трубопроводов малых и средних диаметров представляют формованные изделия в виде полуцилиндров-скорлуп из золосодержащего газобетона. Такие изделия являются наиболее дешевыми по сравнению с существующими аналогами, поскольку для их изготовления могут использоваться золоотходы местных ТЭС. По данным Минтопэнерго, площади, занятые под золоотвалы ТЭС России, достигли 20 тыс. км², а объем заскладированных отходов – более 1,5 млрд т (Завадский, 2001). В среднем по стране используется для различных целей не более 10-15% золоотходов. Мурманская область не является исключением из общего правила и золоотходы местных ТЭС практического применения не находят. Наиболее крупной в Кольском регионе является Апатитская ТЭЦ, работающая преимущественно на углях Печорского бассейна и направляющая в отвал золошлаковую смесь (ЗШС) по системе гидрозолоудаления. В настоящее время золоотвалы ТЭЦ занимают более 60 гектаров, в которых накоплено около 10 млн т ЗШС.

В результате проведенных исследований были подобраны составы теплоизоляционного газозолобетона и разработан способ изготовления полуцилиндров-скорлуп полной заводской готовности для утепления труб теплопроводов (Патент ..., 2003). Полученный газозолобетон при средней плотности 350-400 кг/м³ имеет прочность при сжатии 0.7–1.2 МПа, на растяжение при изгибе 0.35–0.7 МПа, коэффициент теплопроводности 0,082–0,095 Вт/м°С. По справочным данным температура на поверхности изоляции не должна превышать 45°С – в закрытых рабочих помещениях и 60°С – на открытом воздухе и в открытых помещениях со штукатурным раствором слоем. Расчеты показали, что для обеспечения требуемых транспортно-монтажных и теплоизоляционных характеристик (при температуре 150°С на поверхности трубы и 60°С на поверхности теплоизоляции) толщина скорлупы при указанной плотности газозолобетона должна составлять 40мм.

С целью повышения такого важного для подобных тонкостенных изделий показателя как прочность на растяжение при изгибе в состав бетонной смеси вводили синтетические (капроновые) волокна в количестве 0,50-0,75 мас.%. Введение синтетических волокон существенно увеличивает прочность газозолобетона при изгибе (на 48-50%). При этом немаловажным является тот факт, что дисперсноармированный бетон разрушается как пластичный материал, без внезапного раскрытия трещин и разделения на отдельные куски.

По условиям эксплуатации тепловых сетей температура на поверхности трубы может достигать 150°С (и 550°С во внутрицеховой разводке). С целью исследования эффективности теплоизоляции труб изделиями из газозолобетона, дисперсно армированного капроновыми волокнами, были проведены термические испытания скорлуп толщиной 80 мм, обеспечивающей требуемую теплозащиту при максимально возможной температуре на поверхности трубы 550°С. Исследования показали, что концентрация выделившегося углекислого газа весьма незначительна и безвредна для человека. Тем не менее при эксплуатации трубопроводов с указанной изоляцией, проходящих в небольших помещениях с кратковременным пребыванием человека, рекомендуется обеспечить проветривание этих помещений через 30 мин после начала прогрева. Выделение других, кроме СО₂, газов (оксида серы, фтор-иона, азота), оказывающих вредное воздействие на здоровье человека при нагреве фиброгазозолобетона до 550°С, не обнаружено (Эффективная ..., 2001).

Разработанный нами способ изготовления полуцилиндров-скорлуп из газобетона позволяет изготавливать в заводских условиях изделия с двусторонним защитным покрытием, повышающим качество изоляционных работ и срок эксплуатации трубопровода. В процессе формования на наружной поверхности скорлупы создается двухслойное защитное покрытие, верхний слой которого выполнен из стеклоткани (либо другого механически и атмосферостойкого материала), а внутренний – из гидроизоляционного рулонного материала на основе термопластичного органического вяжущего (битума), исключающего увлажнение теплоизоляции атмосферными осадками. Также в процессе формования скорлупы на ее внутренней поверхности устраивается гидроизоляционное покрытие из рулонного гидроизоляционного материала на основе битума.

Скорлупы изготавливаются в форме, которая состоит из двух металлических полуцилиндров большего и меньшего диаметров, двух торцевых стенок, выполненных в виде полуколец, ширина которых равна толщине скорлупы. Металлические полуцилиндры скрепляются между собой с помощью накидных болтов.

Изготовление газобетонной скорлупы осуществляется следующим образом. Предварительно внутреннюю поверхность большего металлического полуцилиндра и наружную поверхность меньшего полуцилиндра смазывают антиадгезионным веществом, например, сульфанолам, отработанным машинным маслом и т.п. Затем на эти смазанные поверхности накладывают вырезанные по форме полуцилиндра листы крафт-бумаги, которые приклеиваются к ним вследствие пропитки материалом смазки. На лист крафт-бумаги большего металлического полуцилиндра накладывают лист наружного защитного покрытия, например, из стеклоткани, на него укладывают лист, выполненный из гидроизоляционного материала на основе битума, например, рубероида, толи или изола. К листу крафт-

бумаги металлического полуцилиндра меньшего диаметра прикрепляют съемными зажимами лист из такого же гидроизоляционного материала на органическом вяжущем, что и лист на большом полуцилиндре. Затем меньший полуцилиндр укладывают через уплотняющие резиновые прокладки на торцевые стенки и прижимают к ним и к большому полуцилиндру накладными болтами. В подготовленную таким образом форму в зазор между металлическими полуцилиндрами заливают газозолобетонную смесь. При вспучивании газобетонная смесь плотно прижимает друг к другу вложенные в форму слои листового защитного покрытия. После выдерживания газобетонной смеси для вспучивания и затвердевания, удаления излишка бетонной смеси над верхними кромками формы ее направляют на тепловлажностную обработку в пропарочную камеру. При разогреве бетона до температуры изотермической выдержки $85 \pm 5^\circ\text{C}$ материал на основе термопластичного органического вяжущего размягчается и из него выплавляется битум. При последующем понижении температуры битум затвердевает и прочно приклеивает все вложенные в форму защитные слои друг с другом и к самому газозолобетонному теплоизоляционному слою. После окончания тепловой обработки форму выгружают из пропарочной камеры, ослабляют накладные болты и извлекают бетонную скорлупу, которую подвергают сушке до постоянной массы при температуре $50-60^\circ\text{C}$. Таким образом, получается теплоизоляционная ячеистобетонная скорлупа полной заводской готовности: с двухслойным защитным покрытием наружной поверхности и гидроизоляционным покрытием внутренней поверхности. В дальнейшем при монтаже таких скорлуп на трубопроводе и пропускании по нему высокотемпературной среды, например, горячей воды или пара, материал внутреннего защитного покрытия разогревается и размягчается, заполняя зазоры между изолируемой металлической трубой и теплоизоляционным элементом. При этом выделяющийся при разогреве защитного покрытия битум создает на наружной поверхности изолируемой металлической трубы антикоррозионный слой, что предотвращает коррозию трубы и внутреннее увлажнение теплоизоляционного бетона.

Предлагаемая технология газозолобетонных скорлуп может быть реализована во многих регионах России, где в результате производственной деятельности ТЭС накапливаются золоотходы и необходимо принятие мер по их утилизации и охране окружающей среды. Наряду с использованием золоотходов технология ячеистобетонных скорлуп полной заводской готовности может рекомендоваться и для других видов природных и техногенных сырьевых источников, свойственных конкретному региону России.

Литература

Завадский В.Ф., Косач А.Ф. Производство стеновых материалов и изделий. - Новосибирск: изд. НГАСУ, 2001. - 168 с.

Патент № 2215233 РФ, МКИ⁷, F16L 59/00, 59/10. Способ изготовления теплоизоляционного элемента трубопровода / А.А.Пак, О.Н.Крашенинников, Р.Н.Сухорукова. РАН, Кол. науч. центр, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья. №2002117232/06; Заявлено 27.06.2002. Оpubл. 27.10.2003. Бюл. № 30.

Эффективная теплоизоляция трубопроводов / А.А.Пак, О.Н.Крашенинников, Р.Н.Сухорукова и др. // «Строительные и технические материалы из природного и техногенного сырья Кольского полуострова»: Сб. научн. трудов. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2001. – С.83-91.

TECHNOLOGY AND FEATURES OF COMPOSITE MATERIALS FOR FENCING STRUCTURES OF BUILDINGS

A.A. Pak, R.N. Sukhorukova

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

A brief analysis of the state of the art in heat insulation of building fencing structures, meeting the 'Construction norms and specifications' requirements 23-02.2003 'Heat insulation of buildings', is presented. A new method is suggested which enables to produce composite multi-layered materials of the 'sandwich' type, based on aerated concrete and polystyrene foam, with the thermal conductivity of resulting articles 1.5-1.8 times lower than with cellular concrete. The method represents an innovation in that the articles are made in closed moulds from an aerated concrete mixture and pearl- or partly foamed polystyrene in the process of heat-and wet treatment in the steam-curing chamber at $85-95^\circ\text{C}$. The structural layers feature secure adhesion due to spontaneous self-compaction.

ТЕХНОЛОГИЯ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова

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

С 01.10.2003 г. на территории Российской Федерации введены в действие СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», согласно которым минимальные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий в 2,5–3,0 раза выше действовавших до 01.01.2000 г. значений, приведенных в замененных СНиП 11-3-79 «Строительная теплотехника». Ужесточение нормативных требований вызвано необходимостью повышения комфортности пребывания в зданиях с одновременным снижением топливно-энергетических затрат на их отопление и обслуживание. С учетом новых требований по теплозащите зданий толщина ограждающих конструкций из наиболее известных стеновых материалов (кирпич, легкий и ячеистый бетоны) должна быть также существенно увеличена (в северных регионах до 1,0–2,2 м), что неприемлемо по конструктивным и экономическим показателям. Пока что весьма проблематично получить строительный материал, который по своим физико-механическим и теплотехническим свойствам, эксплуатационным и экономическим характеристикам позволял бы возводить однослойные ограждающие конструкции, соответствующие современным техническим и гигиеническим требованиям.

Наиболее реальным и эффективным выходом из создавшегося положения представляется создание композиционных многослойных стеновых конструкций с применением высокоэффективных теплоизоляционных материалов, преимущественно волокнистых и пенопластовых. По такому пути идут в большинстве развитых стран. В США, странах Западной и Северной Европы около 60% ограждающих конструкций зданий возводится с применением волокнистых утеплителей и примерно 20% - с использованием пенопластов (Завадский, 2001). Чаще всего многослойные конструкции состоят из одного или нескольких несущих слоев (металл, бетон, железобетон) и одного теплоизоляционного слоя, который создают путем использования предварительно изготовленных теплоизоляционных плит или матов. Стеновым изделиям такой конструкции (типа «сэндвич-панелей») характерен ряд недостатков, вызванных, в первую очередь, структурной неоднородностью материалов несущей и теплоизоляционной слоев, недостаточно плотным и надежным сцеплением между ними. Это способствует конденсации водяных паров в зазоре, увлажнению утеплителя и образованию «мостиков холода» между слоями.

В результате анализа состояния вопроса и выполнения экспериментальных исследований нами разработан способ получения многослойного композиционного материала для изготовления стеновых и теплоизоляционных изделий с улучшенными физико-механическими и теплотехническими свойствами с обеспечением бесшовного соединения контактирующих слоев. В отличие от известных способов, в которых для образования несущего конструкционного слоя используются металл либо виброуплотняемые тяжелый или легкий бетоны, в разработанном способе для восприятия нагрузок несущие слои формируются из конструкционно-теплоизоляционного газобетона плотностью 700–900 кг/м³, а теплоизоляционный слой в изделии создается во время его тепловлажностной обработки в пропарочной камере путем вспенивания уложенного на слой газобетона невспененного или частично вспененного суспензионного полистирола. Физический механизм способа основан на той особенности, что два технологических процесса – пропаривание бетона и вспенивание полистирола происходят в одном и том же температурном интервале – 80–100°C.

Изготовление изделий производится в форме, закрываемой фиксируемой крышкой после окончания формования. Первоначально на дно формы укладывается защитный слой толщиной 10–15 мм из плотного мелкозернистого раствора с введением в его состав (при необходимости) минеральных щелочетермостойких пигментов для образования лицевой наружной поверхности изделия с целью улучшения его эксплуатационных и декоративных показателей. Затем заливается газобетонная смесь слоем требуемой толщины и на нее засыпается бисерный (невспененный) полистирол – при изготовлении двухслойных изделий (Пак и др., 2005) или частично вспененный полистирол (с коэффициентом вспенивания 6–10) – при изготовлении трехслойных изделий. Газобетонная смесь затворяется холодной водой, чтобы предотвратить ее преждевременное вспучивание до окончания всех операций по формованию изделия. На слой частично вспененного полистирола (при изготовлении трехслойных изделий) укладывается лист рулонного гидроизоляционного материала на основе органического вяжущего, например, толь, рубероид, пергамин, на который наливают второй слой газобетонной смеси, затем форму закрывают жестко фиксируемой накладными струбцинами, болтами или другими приспособлениями крышкой и загружают в пропарочную камеру, предварительно подогретую до 40–45°C. В результате выдержки в пропарочной камере при этой температуре в течение

20-25 мин газобетонная смесь начинает вспучиваться. При дальнейшем подъеме температуры в камере до 85-95°C довспенивается полистирол, затвердевают защитный слой и газобетон. После окончания изотермической выдержки и охлаждения форма с изделием извлекается из пропарочной камеры и распалубливается.

Лист гидроизоляционного материала, укладываемый между пенополистиролом и верхним газобетонным слоем, выполняет роль пароизоляции, препятствующей конденсации водяных паров в межслойном пространстве. Кроме того, он предотвращает протекание жидкой газобетонной смеси верхнего слоя в межзерновое пространство полистирольных гранул.

Таким образом, композиционное изделие формируется из трех материалов, два из которых – бетонная смесь с газообразующей добавкой и частично вспененные гранулы полистирола – последовательно увеличиваются в объеме в процессе термовлажностной обработки изделия. Так как структурообразование изделия происходит в замкнутой со всех сторон форме, препятствующей свободному расширению составляющих изделие материалов, возникает эффект самопрессования, когда контактирующие материалы вдавливаются друг в друга с обеспечением прочного их сцепления. Более того, при нагревании рулонного гидроизоляционного материала выплавляется битум, который приклеивает пенополистирол к газобетону верхнего слоя и способствует повышению их сцепления.

В строительной практике известен полистиролбетон с равномерно распределенными по всей массе бетона гранулами предварительно вспененного полистирола. В специальной литературе отмечается его долговечность и пожаробезопасность ввиду того, что полистирольные гранулы находятся в цементной оболочке и не подвергаются ультрафиолетовому облучению (Панарин, 2003). В предложенных многослойных композиционных конструкциях полистирольный слой закрыт от лучевого и высокотемпературного воздействия: в трехслойных конструкциях – бетонным слоем с обеих внешних сторон, в двухслойных – с одной стороны бетонным слоем, а с другой стороны – отделочным слоем (например, листом сухой гипсолитовой штукатурки) либо другим таким же двухслойным блоком, повернутым бетонным слоем наружу.

При проведении экспериментальных исследований с целью отработки технологических режимов и определения физико-механических свойств композиционного материала газобетонную смесь приготавливали на смешанном вяжущем, состоящем из 25-40 мас.% портландцемента марки 400 и 10-15 мас.% известково-песчаной смеси с общим содержанием CaO и MgO 26-32 %. В качестве кремнеземистого компонента использовали золошлаковую смесь из золоотвала ТЭЦ в количестве 45-60 мас.% Ячеистую структуру в бетоне создавали с помощью алюминиевой пудры марки ПАП-1, которую вводили в виде водной суспензии в количестве 0.01-0.05 мас.%. Частичное вспенивание бисерного полистирола осуществляли путем его обработки в кипящей воде в течение 2.0-2.5 мин, в результате чего его объем увеличивался в 6-10 раз.

Полученные по предложенному способу композиционные изделия отличаются повышенной заводской готовностью, бесшовным соединением слоев, улучшенными физико-механическими свойствами (см. таблицу).

Таблица

Физико-механические свойства полистиролгазобетона

Номер состава	Наименование свойств					
	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Водопоглощение, мас.%	Морозостойкость, циклы	к.к.к.*	Теплопроводность, Вт/м·°C
1	232	0,7	41	-	130	0,050
2	310	1,3	37	15	135	0,055
3	390	1,8	33	35	118	0,058
4	515	2,6	29	35	98	0,065
5	633	3,3	26	50	83	0,072
6	718	4,1	22	75	80	0,081
7	827	6,3	17	75	92	0,113

* - коэффициент конструктивного качества, рассчитываемый по формуле: $к.к.к. = R_{сж}/\gamma_c^2$, где $R_{сж}$ – прочность на сжатие в кгс/м², γ_c – средняя плотность материала в сухом состоянии в т/м³.

Как видно из таблицы, при достаточно высоких значениях морозостойкости и коэффициента конструктивного качества полистиролгазобетон обладает весьма низкой теплопроводностью, в 1,5-1,8 раза меньше, чем у ячеистого бетона. Кроме того, при испытаниях на сжатие разрушение образца происходит не по стыку между слоями, а по газобетону, что свидетельствует о высокой прочности сцепления контактирующих слоев.

Таким образом, композиционный многослойный полистиролгазобетон по своим физико-механическим и теплотехническим свойствам позволяет изготавливать высокоэффективные ограждающие конструкции, соответствующие действующим нормативным требованиям.

Литература

Завадский В.Ф., Косач А.Ф. Производство стеновых материалов и изделий. Новосибирск: изд. НГАСУ, 2001.-168 с.

Панарин С.Н., Веселова С.И. Эффективный утеплитель полистиролбетон // «Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов»: Мат. Международной конференции. - Апатиты, ИХТРЭМС КНЦ РАН, 2003. - С. 207-208.

Пак А.А., Сухорукова Р.Н., Крашенинников О.Н. Способ изготовления строительных изделий / Положительное решение ФИПС от 18.01.05г. о выдаче патента по заявке №2003136133/03.

PROGRESSIVE METHODS OF UTILIZATION OF AMINO - COMPOUND WASTES

T.M. Petrova¹, V.N. Afanasiev²

¹ Petersburg State University of Railway Communication (PGUPS);

² OORR "Transmehstroy"

The widely spread in the North-Western Region of the RF clay soils are often used in building both as natural foundation and as industrial raw material. The problem of their use is very acute in road building.

The carried out researches showed that characteristics of clay soils might be improved by introducing amino-complex compounds into, which are synthesized out of wastes of chemical products and recycled rocket fuel products. Additions in the form of amino-complex compounds are acting as activators to hardening clay based compositions.

The results of researches have proved that applying of such additions gives increase in durability of clay based compositions in 1,1 - 1,3 times if compared to the structure without the additive in the age of 3 days old and that of in 3,6 - 6,4 times in the age of 1 year old. During the research work two-factorial regressive, roentgen- phases and differential analyses have been used.

The offered structures of compositions containing amino-complex compounds can serve the purposes of long and reliable localization of similar waste products.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ АМИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Т.М. Петрова¹, В.Н. Афанасьев²

¹ Петербургский Государственный Университет путей сообщения;

² ООО «Трансмехстрой»

Глинистые грунты, широко распространенные в Северо – Западном регионе РФ, часто применяются при строительстве и как естественное основание, и как промышленное сырье. Проблема их использования особенно актуальна при дорожном строительстве.

Проведенные исследования показали, что свойства глинистых грунтов могут быть улучшены введением в них добавок аминокомплексных соединений, синтезируемых из отходов химических производств и продуктов переработки ракетного топлива. Добавки аминокомплексных соединений выступали в роли активаторов твердения композиций на основе глины.

Было рассмотрено использование в качестве добавок для следующих аминокомплексных соединений:

-добавка «навозин» - (НВ)

$x\text{ZnCl}_2 \cdot y\text{MgCl}_2 \cdot 3(\text{CH}_3)_n\text{N} - \text{NH}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$;

-комплексное соединение гидразина с «наволитом» - (1)

$\text{ZnCl}_2 \cdot 1,1\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{N}_2\text{H}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; гидразин N_2H_2 ($\text{NH}_2 - \text{NH}_2$);

-комплексное соединение аммиака с «наволитом» - (2)

$\text{ZnCl}_2 \cdot 1,1\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; аммиак NH_3 ;

-комплексное соединение диметиламина с «наволитом» - (3)
 $ZnCl_2 \cdot 1,1MgCl_2 \cdot 2NH(CH_3)_2 \cdot nH_2O$; диметиламин $NH(CH_3)_2$;
 Результаты данного исследования представлены в табл.1.

Таблица 1

Прочностные показатели композиции на основе глины с добавками различных аминокомплексных соединений

Состав композиции	Процент добавки	Вид добавки	Прочность, МПа, в возрасте	
			3 суток	1 год
Композиция на основе глины	-	-	4,05	2,89
	5	(НВ)	5,13	18,38
	5	(1)	4,60	17,18
	5	(2)	4,46	10,49
	5	(3)	4,80	13,40

Как видно из результатов исследования, применение добавок аминокомплексных соединений дает увеличение прочности композиции в 1,1 – 1,3 раза по сравнению с составом без добавки в возрасте 3 суток и в 3,6 – 6,4 раза в возрасте 1 год.

Наиболее высокие результаты в данной серии испытаний были получены при использовании в качестве добавки «навозина». Проведенные ранее испытания глиняных композиций с добавкой «навозин» показали, что дополнительное увеличение прочности композиции дает введение в нее в качестве дополнительного активатора оксида магния.

Исходя из полученных результатов, был проведен двухфакторный регрессионный анализ зависимости показателей прочности глиняных композиций от процента введения «навозина» и MgO. Графическое отображение математической модели приведено на рисунке.

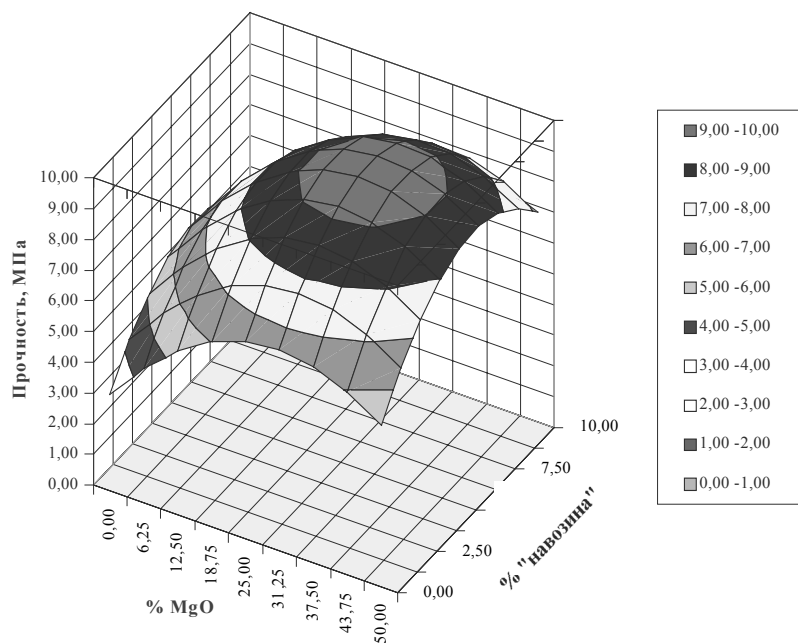


Рис. Результаты двухфакторного регрессионного анализа композиций на основе глины

Регрессионный анализ показал, что с точки зрения получения максимальной прочности глиняных композиций, оптимальным количеством добавки «навозин» является 5–7,5%, добавки MgO – 25–37,5%. С точки зрения максимальной утилизации отходов, возможно увеличение процента введения «навозина» до 10.

Рассмотрение рентгенофазового анализа композиций без добавок и с добавкой показало, что введение добавки «навозина» повсеместно способствует аморфизации соединений, что проявляется в сглаживании отдельных пиков. Для состава на основе глины с добавкой навозина отмечено появление нового пика,

относящегося к соединению $5\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ ($d/n=7,76\text{\AA}$). На рентгенограммах присутствуют пики кварца ($d/n=3,34\text{\AA}$, $1,54\text{\AA}$, $1,375\text{\AA}$). В композициях, содержащих MgO , отмечены пики, относящиеся к нему: ($d/n=2,12\text{\AA}$, $1,485\text{\AA}$).

Результаты дифференциально-термического анализа составов на основе глины без добавки и с добавками представлены в таблице 2. Они наглядно демонстрируют преимущества составов с введение добавки «навозина».

Таблица 2

Результаты дифференциально – термического анализа композиций на основе глины и оксида магния

Состав композиции	Тепловые эффекты							$\Sigma \Delta m, \%$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Глина	-120	+305 400	+428	-570	+787	+872	-905	4,28
Глина+15%НВ	-120 -152	+300 +480	+490	-580	+700	+840	-865	6,42
Гл+MgO 85-15% б/д	-150	-	-425	-590	+728	+837	-	7,14
Гл+MgO 85-15%, 15%НВ	-120	-230	-385	-480	+637	+680	+965	17,14
Гл+MgO 50-50% б/д	-145	-	-430	-586	+650	+855	+897	16,4
Гл+MgO 85-15%, 10%НВ	-167	-	-410 -460	-567	+610	+820	+887	22,14
MgO б/д	-140	-400	-	-	-	-	-	5,4
MgO+3%НВ	-150	-422	-	-	-	-	-	5,5
MgO+10%НВ	-170	-445	-	-	-	-	-	5,85

Предложенные составы композиций, содержащие аминокомплексные соединения, могут служить целям длительной и надежной локализации подобных отходов.

Литература

Афанасьев В.Н. Строительные композиты на матричной основе шлаков и глин, активированные аминоксодержащими отходами. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб, ПГУПС, 2003г.

Масленникова И.С. Новый способ улучшения свойств глинистых грунтов. СПб, Недра, 1993г, 189с.

Успенский Н.А. «Синяя» кембрийская глина окрестностей Ленинграда. Материалы Всероссийского минералогического общества. Вып.2. Л., 1941г., с.235 – 245.

Яковлева М.Е. Минералогический состав кембрийской глины Ленинградской области. Материалы Всесоюзного НИИ строительной керамики. Вып.49. М, 1981г., с.50 – 68.

REFERRING TO COMPREHENSIVE USE OF RAW MATERIAL FROM APATITES OF KOLA PENINSULA IN MANUFACTURE OF PHOSPHOGYPSUM

T.M. Petrova, N.A. Dzhashi

Petersburg State University of Railway Communication (PGUPS);

К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЫРЬЯ ИЗ КОЛЬСКИХ АПАТИТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОГИПСА

Т.М. Петрова, Н.А. Джаши

Петербургский Университет Путей Сообщения, ksmt@pgups.edu

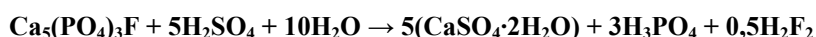
Современная строительная практика свидетельствует о большой востребованности гипса и изделий на его основе. Материалы и изделия на основе гипса обладают целым рядом положительных качеств, в том числе высокой заводской готовностью, пониженной средней плотностью, отличными теплозащитными, звукоизолирующими свойствами и огнестойкостью. Изделия из гипса имеют хорошие декоративные, комфортные и экологические свойства.

Производство фосфорной кислоты из природных апатитовых и фосфоритовых пород и переработка последних в удобрения сопровождается накоплением отходов фосфогипса (ФГ). Устройство и содержание отвалов ФГ, транспортирование отходов к месту их накопления также сопровождается огромными затратами; отвалы занимают значительные земельные территории, кроме этого наличие в отходах кислот и фтористых соединений наносит вред окружающей среде.

Отходы фосфогипса могут найти применение в дорожном строительстве для устройства оснований дорог и в качестве добавок в асфальтобетонные смеси; в качестве добавок в шихту портландцементного клинкера и регулятора сроков схватывания при его помоле, вместо гипсового камня; для гипсования почв в сельском хозяйстве; в качестве наполнителя в производстве бумаги; в роли закладочных смесей в шахтных выработках в цветной и угольной промышленности, в качестве наполнителей в лакокрасочной промышленности и в производстве пластмасс.

При имеющемся дефиците естественных сырьевых источников природного гипса на территории Северо-Запада особый интерес представляют вопросы утилизации фосфогипса как источника вторичного сырья для производства гипсовых вяжущих.

Фосфогипс образуется при производстве фосфорной кислоты из апатитовых и фосфоритовых руд по реакции:



Распространенным видом сырья для производства фосфорной кислоты и удобрений является Кольский апатитовый концентрат, состав которого приведен в таблице 1.

Таблица 1

Минералогический и химический составы гипсодержащего промышленного отхода – дигидрата из кольских апатитов

Содержание, %	
Минералогический состав	
CaSO ₄ ·2H ₂ O	93,30
CaSO ₄ II	0,00
Химический состав	
Кристаллизационная вода (прокаливание при 350°C)	19,50
SO ₃	44,80
CaO	31,76
MgO	0,00

Следует признать, что фосфогипс-полугидрат, получаемый в результате термообработки, зачастую, обладает достаточно высокой водопотребностью и низкими прочностными показателями. Основной

причиной пониженных показателей является присутствие в составе фосфогипса различных примесей, к числу которых, в первую очередь, относятся кислоты и фториды.

Улучшению качества фосфогипса-полугидрата способствуют промывка отходов водой, совершенствование технологии дегидратации фосфогипса, а также применение различных добавок-пластификаторов.

Исследования на кафедре «Строительные материалы и технологии» ПГУПСа проводились по нескольким направлениям:

1. Изучение прочностных показателей ФГ-полугидрата, получаемого из вторичного сырья ФГ-дигидрата непосредственно после технологического цикла основного производства;
2. Изучение прочностных показателей ФГ-полугидрата, получаемого из вторичного сырья - ФГ-дигидрата из отвала;
3. Оценка влияния вида и способа введения пластифицирующих добавок на прочностные показатели ФГ-полугидрата, получаемого из вторичного сырья;
4. Изучение влияния температурного режима на прочностные показатели ФГ-полугидрата, получаемого из вторичного сырья.

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

Свойства гипсового камня на основе фосфогипса-полугидрата, получаемого из Кольского апатитового концентрата

№ опытов	Способ подготовки пробы	НГ ФГ, %	R _{сж} , МПа, в возрасте (нормально-влажное твердение)		Примечание
			2 часа	1 сутки	
1	промывка; сушка при 160-200°C	80	2,44	3,73	Проба из отвала (шурф №1)
2	промывка; двухстадийная сушка при t=105°C, досушивание при 150-155°C	70	4,15	4,90	Проба из отвала (шурф №1)
3	промывка; сушка при 160-200°C	80	2,31	3,28	Проба из производственного цеха
4	промывка; двухстадийная сушка при t=105°C, досушивание при 150-155°C	70	3,30	3,45	Проба из производственного цеха
5	промывка; сушка при 160-200°C	80	2,31	3,28	Проба из производственного цеха
6	сушка при 160-200°C	70	3,90	4,28	Проба из отвала (шурф №2)
7	сушка при 160-200°C, ФГ-полугидрат + Д-1-0,5%	53	3,75	5,75	Проба из отвала (шурф №1) Д-1 вводился в виде водного раствора
8	сушка при 160-200°C, ФГ-полугидрат + Д-1-0,5%	51	4,71	5,88	Проба из отвала (шурф №1) Д-1 вводился в ФГ в сухом виде
9	сушка при 160-200°C, ФГ-полугидрат + Д-2-0,2%	53	4,19	4,75	Проба из отвала (шурф №1) Д-2 вводился в виде водного раствора
10	сушка при 160-200°C, ФГ-полугидрат + Д-2-0,2%	53	5,08	5,25	Проба из отвала (шурф №1) Д-2 вводился в сухом виде

Примечание. Возраст отвала ≈30 лет. Пробы из отвала брались из шурфов, расположенных на разной высоте (шурф №2 располагался в подошве отвала).

Результаты исследований показали следующее:

ФГ-полугидрат, полученный из шурфа №2 отвала, показывает лучшие результаты по прочности, чем ФГ из пробы шурфа №1, что, возможно, связано с большим возрастом отложений отходов в подошве, чем в вышележащих слоях и, соответственно с большей степенью отмывки.

Следует также отметить, что существует возможность значительного повышения прочностных показателей ФГ при введении в его состав современных пластифицирующих добавок, при этом предпочтение следует отдавать введению их в сухом виде. Введение в технологический цикл операции предварительной сушки при 105°C также позволило увеличить прочность ФГ.

Основные выводы. Исследования показали перспективность выбранных направлений по улучшению прочностных показателей фосфогипса-дигидрата, а также продемонстрировали широкие потенциальные возможности по их совершенствованию.

Фосфогипс-полугидрат, получаемый из отвалов, длительно находившихся на открытом воздухе, не требует операции дополнительной отмывки от примесей, в то время как отход, получаемый непосредственно после основного производственного цикла, требует отмывки от примесей с целью повышения качества получаемого на его основе фосфогипса-полугидрата.

Введение в технологический цикл сушки фосфогипса-дигидрата операции предварительного высушивания позволяет повысить прочность фосфогипса-полугидрата в возрасте 2 часа до 70%, по сравнению с прочностью материала, высушенного по одностадийной схеме.

Введение современных добавок-пластификаторов в фосфогипс позволяет значительно снизить его водопотребность и повысить прочностные показатели в оптимальных случаях до 2-х раз, по сравнению с бездобавочными составами.

Введение добавок-пластификаторов в порошкообразном виде предпочтительнее, так как прочность фосфогипса в этом случае повышается до 25%, по сравнению с прочностью составов с водными растворами пластификаторов.

NEPHELINE AS A SOURCE OF REAGENTS FOR EFFLUENTS TREATING OF BUILDING MATERIALS PLANTS

V.I. Petrova, V.A. Matveev, K.V. Zakharov, D.V. Mayorov

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

The problem of nepheline utilization in the production of aluminium salts used in effluent treatment is discussed. The technology for the nepheline-based reagent containing simultaneously aluminium salts (coagulating agent) and active colloid silica (flocculating agent) is simple. High effectiveness of the new reagent is illustrated by the example of bitumen-containing effluents of asphalt-concrete producing plants.

НЕФЕЛИН КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.И. Петрова, В.А. Матвеев, К.В. Захаров, Д.В. Майоров

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

Значительное ухудшение качества поверхностных вод обусловлено в первую очередь громадными объемами жидких сбросов коммунальных и промышленных предприятий. Относительно небольшой, но все-таки существенный, вклад в загрязнение природных вод вносят и строительные организации. Особенно опасными и сложными для очистки являются нефте- и битумсодержащие стоки асфальтобетонных и дорожно-строительных организаций.

Наиболее распространена очистка как питьевых, так и сточных вод с использованием коагулянтов и флокулянтов, которые, как правило, обеспечивают достаточную степень удаления взвешенных частиц, бактерий, а также некоторых растворимых примесей. В качестве коагулянтов наиболее часто используют соли алюминия и железа. Соли алюминия имеют то преимущество перед солями железа, что они обесцвечивают очищаемую воду.

Однако как в бывшем СССР, так и в России в настоящее время наблюдается значительный дефицит в алюминиевых коагулянтах. Поэтому во многих городах страны даже питьевую воду не очищают до необходимых кондиций. Одной из причин этого является дефицитность и дороговизна глинозема на основе которого в России производят подавляющее количество солей алюминия. Наблюдающийся рост мировых цен на глинозем еще более обостряет проблему.

За рубежом значительную часть сульфата алюминия производят на основе сернокислотного разложения природного сырья – коалинов и бокситов. Причем создаются производства небольшой мощности, обеспечивающей потребности в коагулянтах относительно небольшого региона, поэтому его

выпускают в виде растворов, избегая стадий их выпарки, кристаллизации и последующего растворения кристаллического коагулянта на водоочистных станциях.

Для России, в частности для Северо-западных ее регионов, несомненный интерес представляет производство алюминиевых коагулянтов на основе кольского нефелина. Этот минерал, как сырье для получения коагулянтов имеет, существенные преимущества. Он легко, без какой-либо предварительной активации, вскрывается кислотами с выделением значительного количества тепла, что позволяет разлагать его без внешнего подвода энергии. Более того, на основе нефелина возможно получение уникального реагента обладающего не только коагулирующими, но и флокулирующими свойствами. Последние обусловлены особенностями кристаллохимического строения этого минерала, которые позволяют перевести в раствор не только соли алюминия, но и коллоидный (активный) кремнезем, который полимеризуясь выполняет роль флокулянта, эффективно заменяя обычно используемый для этих целей дорогостоящий полиакриламид и др. органические флокулянты.

Процесс приготовления алюмо-кремниевого коагулянта-флокулянта на основе нефелина отличается крайней простотой (рис.) и заключается в кратковременной (15-20 минут) обработке нефелинового концентрата разбавленной (10-15%) серной или соляной кислотой в простейших реакторах с механическим перемешиванием с последующим кратковременным отстаиванием нерастворимого остатка состоящего из кислотонерастворимых минералов. Полученный раствор содержащий, г/л: Al_2O_3 – 30-35; SiO_2 – 40-50; Fe_2O_3 – 1,5-2; Na_2O – 15-20; K_2O – 5-7, направляется непосредственно на водоочистку. Безвредный нерастворимый остаток, выход которого составляет - 220 кг на 1 т нефелина, после промывки водой сбрасывается или используется как обычный песок.

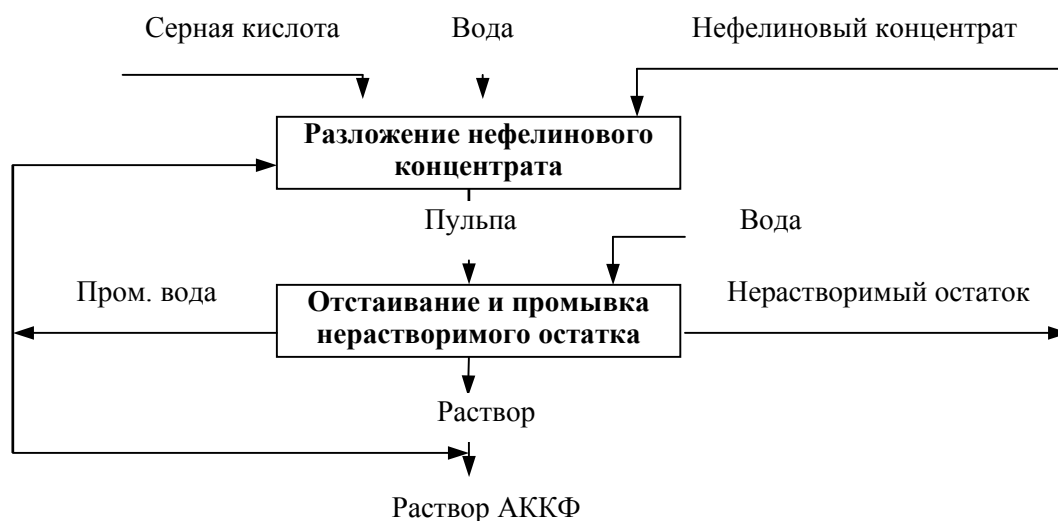


Рис. Принципиальная технологическая схема получения АККФ

Промывная вода направляется на разбавление исходной кислоты, используемой при разложении нефелина.

Эта технология реализована на ОАО «Апатит», где получаемый в объеме до 90 тыс. м³ в год коагулянт используется для сгущения апатитового и нефелинового концентратов, а также для очистки оборотной воды обогатительных фабрик. Часть его направляется на очистку коммунальных сточных вод гг. Апатиты и Кировск и животноводческих ферм. Он успешно испытан также при очистке рудничных сточных вод, стоков металлургических, целлюлозобумажных, рыбообрабатывающих, молочных и др. предприятий. Реагент не содержит каких-либо вредных примесей, поэтому был допущен для очистки питьевых вод.

Проведенными исследованиями установлено, что алюмокремниевый коагулянт может эффективно использоваться для очистки сточных вод асфальтобетонных предприятий. Для исследований использованы подбитумные воды Оленегорского участка «Мурманскавтодора». Эта вода, поступает в отстойник, где удаляется часть всплывающих нефтепродуктов, затем поступает в земляной пруд-накопитель, куда попадают также ливневые и паводковые стоки. Фильтруясь через дамбу пруда-накопителя, она сбрасывается в близлежащую болотистую низменность. Такая схема очистки, бесспорно, не обеспечивает достаточной очистки воды.

Пробы воды, отобранные для исследований из отстойника, имели темно-коричневую окраску, а из пруда накопителя розовато-коричневый цвет. Плотность их составляла соответственно 1,003 и 1,001 г/см³. Химический состав приведен в таблице 1.

Таблица 1

Результаты химического анализа сточных вод

№ п/п	Определяемый показатель	Наименование пункта отбора проб	
		Горизонтальный отстойник	Пруд-накопитель
1	Реакция среды, pH	10,47	7,22
2	Нефтепродукты, мг/л	522,5	19,6
	Экстрагируемые хлороформом Экстрагируемые гексаном	39,0	2,1
3	Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), мг/л	13,0	0,94
4	Щелочность общая, мг-экв/л	11,5	1,5
5	Взвешенные вещества по весу, мг/л	224,0	68,0
	Высушенные при 105°C Прокаленные	155,0	41,0

Лабораторные опыты (пробное коагулирование) показали, что при расходе ~ 42 мл коагулянта-флокулянта, что соответствует $\sim 1,5$ г Al_2O_3 , на 1 литр очищаемой воды удаляется более 90% нефтепродуктов. Вода полностью осветляется. Остаточное содержание нефтепродуктов в ней составляет 2-6 мг/л, однако и такое содержание их значительно превышает ПДК для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/л). Поэтому для доочистки воды использован сорбционный метод – путем фильтрации через слой дробленого шунгизита. Исследованиями установлено, что при содержании в исходной воде 2,5 мг/л нефтепродуктов пропуск их (т.е. превышение содержания более 0,05 мг/л) наблюдается после того как через 1 объем сорбента пропускают более 90 объемов воды.

Разработанная технология была испытана в натурных условиях на Оленегорском УПТК объединения «Мурманскавтодор». Испытания проводились на воде объемом $\sim 600 м^3$, накопленной в пруде накопителе. В процессе испытаний в этот пруд дополнительно поступило $67,5 м^3$ загрязненных вод из отстойника и около $600 м^3$ ливневых стоков. Для очистки этого количества воды непосредственно на очистных сооружениях было приготовлено $18,2 м^3$ раствора коагулянта-флокулянта, содержащего 30 г/л Al_2O_3 , для чего потребовалось 3,5 т нефелинового концентрата и 2,75 т 93%-ной серной кислоты. В среднем на $1 м^3$ воды дозировалось 14 литров коагулянта-флокулянта. После введения всего количества реагента вода в пруде накопителе перемешивалась путем прокачивания всего его объема через специальный насос и отстаивалась. Затем осветленная вода фильтровалась со скоростью 3; 6; 9 $м^3/м^2$ час через трубу длиной 5 м с сечением 0,2 $м^2$, заполненную дробленным шунгизитом. Полученные результаты, приведенные в таблице 2, показали, что использование предложенной технологии позволяет очистить воду асфальтобетонных предприятий до ПДК близких к требованиям для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Таблица 2

Данные результатов анализа очищенных стоков УПТК объединения «Мурманскавтодор»

Показатели	Очищенные при разных скоростях фильтрования, $м^3/м^2$ час			Утвержденные ПДС при сбросе	
	9	6	3	В коллекторы городской канализации	В водоемы рыбохозяйственного назначения
БПК _{полн.} , мг O_2 /л	8,0	7,0	4,5	142,6	3,0
ХПК, мг O_2 /л	11,0	10,2	6,3	ХПК/БПК $\leq 1,5$	
Взвешивание, мг/л	28,5	8,3	4,1	61,0	3,0
pH	6,82	6,86	6,90	6,50-9,00	6,50-8,50
Нефтепродукты, мг/л	1,30	0,80	0,07	1,52	0,05
СПАВ, мг/л	0,41	0,30	0,10	0,27	

Простота технологии, доступность и относительная дешевизна сырья, позволяет организовать производство этого реагента как в отдельных, даже некрупных городах, так и непосредственно на водоочистных сооружениях. Выполненные расчеты показывают, что себестоимость его будет в 2-5 раз ниже, чем стоимость привозного сульфата алюминия. Особенно благоприятным представляется использование этой

технологии в Карелии и Ленинградской области, через территорию которых транспортируется как нефелиновый концентрат, так и серная кислота, производимые в Мурманской области.

SOAPSTONE AND IT'S PROPERTIES

H. Pirinen, heikki.pirinen@gtk.fi, **S. Leinonen**, seppo.leinonen@gtk.fi

Geological Survey of Finland (Kuopio)

Soapstone is a metamorphic alteration product of ultramafic volcanic and igneous rocks, containing talc and carbonate. It's most distinctive qualities are softness (easy to work) and good thermal capacity. Soapstone is greyish in colour, sometimes with shades of blue, green and yellow mixed with grey background. Soapstone is most typically used in fireplaces and stoves. It is also used as a building material in wall and floor surfaces in interiors as well as facades. Furthermore utility articles are produced from soapstone. The soapstone of best production quality is massive in structure, but schistose types are quite common also.

Mineralogy of soapstone

Typical soapstone (a) contains 40-50% magnesite (MgCO_3), 40-50% talc ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) and some chlorite ($\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$). Magnetite, serpentine and amphiboles are common accessory minerals. Carbonate mineral is usually magnesite, but occasionally dolomite, sometimes even calcite. Arvo Vesasalo (1961) has divided Finnish soapstone occurrences in four subtypes, where the type mentioned above is the most common. The others are: b) Amphibole bearing soapstone, c) Serpentine bearing soapstone and d) Chlorite rich soapstone. The question is: can these subtypes b,c and d be classified as a soapstone?

Geology of soapstone

Soapstones have been found all over the world, but the deposits are typically small in size. In Fennoscandian shield (Sweden, Norway, Finland, Russian Karelia and Kola peninsula) soapstone occurrences are often related in ultramafic lava beds (komatiites) of archaean greenstone belts. Soapstone is formed through ultramafic host rock carbonatisation or through dolomite quartzitisation and hydrothermal alteration (*Amin 1952, Wiik 1953, Chidester 1962, Naldrett 1966, Sanford 1982, Brown 1973, Blount and Vassilou 1980, Prochaska 1989*). In Fennoscandian shield the first process is the usual case. In the carbonatisation process, serpentinite is the first alteration product. When the process continues, the soapstone is the next one to be formed. That is why in exploratory work serpentinite is important indicator of soapstone.

Exploration of soapstone

The exploration process of the soapstone resembles that of metallic or industrial minerals. The first task is to carry out proper outcrop mapping in selected target area. Soapstone is soft and thus easily eroding, so it's not easy to find outcrops. After outcrops have been found, a rough estimation of the contacts of soapstone body can be made with percussion drilling. Percussion drilling is a simple sampling method to get small samples from the surface of the rock through soil. It is also possible to use geophysical methods for estimating the shape of the soapstone body. There is usually some magnetite both in soapstone and its indicator, serpentinite. This gives a possibility to measure the magnetic field over the soapstone body, which is usually higher than in country rocks surrounding it. Results from percussion drilling and geophysics can be combined when planning diamond drilling, which is the final phase of the exploration process. The proper diamond drilling program gives reliable information about the shape and volume of the soapstone deposit and even more importantly, information about fracturing, colour and possible country rock inclusions in the soapstone body. Typically small 50m x 200m size soapstone body requires 200-400m of diamond drilling in exploration stage and in evaluation stage additional 1000m of drilling.

Physical properties of soapstone

The texture of the soapstone can vary from completely massive to strongly schistose. Usually talc is in the fine-grained matrix and carbonate is occurring as fine to medium grained, sometimes even coarse-grained crystals. The thin carbonate veins are typically crisscrossing across the soapstone without any distinctive direction. Hardness of soapstone is 2-2,7 Mohs. In comparison, hardness of marbles is 3-4 Mohs and granites 6-6,5 Mohs. Because the soapstone is such a soft material, it can be quarried by hard metal chainsaws and further processing is relatively fast and cheap with diamond bearing tools.

Physical properties of the soapstone

- density	2 980 kg/m ³	more dense than the schists
- porosity	0,08 %	extremely compact

- water absorbing capacity 0,001 doesn't absorb liquids
- compression strength 25-30 MN/m² tenacious material
- flexural strength 10-17 MN/m² tenacious material
- Young's modulus 31-35 MN/m² x 10³
- specific heat 0,9-1,1 kJ/kg°C Higher than other rocktypes and bricks
- nominal resistance 2 x 10⁸ ... 2 x 10⁷ Ωm (45 % relative humidity)

Table

Comparison of technical properties between different rock types. According Seppo Tiira 1986

Rocktype	Density, kg/dm ³	Porosity, %	Compression strength, NM/m ²	Bending strength, NM/m ²	Young's modulus, NM/m ²	Hardness, (Mohs)
Soapstone	2,98	0,08	25	16-17	31-35 x 10 ³	2-3
Granite	2,6-2,9	0-0,5	140-280	10-20	30-78 x 10 ³	6-6,5
Sandstone	2,4-2,6	-	25-290	3-15	8-20 x 10 ³	5-6
Marble	2,6-2,9	0,5-2,0	170	20	50-80 x 10 ³	~4

The soapstone as a building material

The sawing, grinding and other processing techniques are easy with soapstone. The appearance and colour can be changed easily with different processing techniques. Massive soapstone types won't absorb water, which make it frost proof material (Tiira 1986). Soapstone is more tenacious compared with other natural stone material. It's flexural strength is about 66% of it's compression strength (with schists it is only 15%) (Siikanen 1987).

Sulphuric acid doesn't dissolve the soapstone. However it reacts with nitrogen- and hydrochloric acid and sodium hydroxide dissolves it (Pertti Koskinen 1982). In soapstone facades the parts which are subject to harsh climate conditions can be observed slight yellowish shade. This is due to iron oxidation in carbonate grains (Seppo Tiira 1986).

The soapstone as a stove and fireplace material

The stove and fireplace material has to have a good heat capacity and suitable thermal conductivity. The specific heat of soapstone is 0,9-1,1 kJ/kg°C, which is about 20% more than typical natural stones have (Seppo Tiira 1986). Because also the density of the soapstone is high, it's heat capacity per rock volume is considerably higher than other rock materials have. Thermal conductivity of the soapstone can vary substantially depending on the structure of the rock. In the schistose, fine grained soapstone the thermal conductivity can be as low as 2 W/mK, when measured against the schistosity. In contrast coarse grained, non schistose soapstone records the value of 5,5 W/mK (Nunnalahden Uuni Oy). This higher value is almost two times more than granites have and ten times higher than conventional bricks have (Seppo Tiira 1986). Such a high thermal conductivity is desirable property in stoves and fireplaces, because it ensures the quick and smooth warming of the soapstone structure.

What happens when the soapstone is been heated?

When the talc-magnesite soapstone is been heated, some mineral reactions are resulting, when temperature is rising high enough. When the temperature reaches 520-560°C magnesite conversion to magnesium oxide (MgO, periclase) and carbon dioxide (CO₂) commences. This reaction is endothermic and it results c.20% decrease in volume. When the temperature reaches 840-890°C, talc yields it's OH-molecules. This is also endothermic reaction but it results only 2% decrease in volume. So, when the soapstone is been exposed to about 900°C temperatures it has been changed to periclase-talc (without OH-molecules) rock and shrunk same time little more than 20% of it's original volume. Melting point of the soapstone is 1630-1640°C (Pertti Koskinen 1982, Seppo Leinonen 1992).

References

- Amin, M. S., 1952. Metamorphic differentiation of talc-magnesite-chlorite rocks in Shetland. *Geol. Mag. Vol. 89: 97-105.*
- Blount, M. A. & Vassiliou, A. H., 1980. The mineralogy and origin of the talc deposits near Winterboro, Alabama. *Econ. Geol. Vol. 75: 107-116.*
- Brown, C. E., 1973. Talc in Robst, D. A. and Pratt, W. P. (ed.), United States Mineral Resources. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 820: 619-6265.*
- Chidester, A. H., 1962. Petrology and geochemistry of selected talc-bearing ultramafic rocks and adjacent country rocks in North-Central Vermont. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 345. 207p.*
- Koskinen, P., 1982. Vuolukiven tulenkestävyysominaisuudet. *Masters thesis. Helsinki University of Technology, 99 p.*

- Leinonen, S., 1992. Suomussalmen, Haaposen ja Kivikankaan vuolukivien geologia ja soveltuvuus hyötykäyttöön. *Masters thesis. University of Oulu. 111 p.*
- Naldrett, A., 1966. Talc-carbonate alteration of some serpentine ultramafic rocks south of Timmins. *J. Petrol., vol. 7. 489-499.*
- Nunnalahden Uuni Oy., www.nunnauuni.com
- Prochaska, W., 1989. Geochemistry and genesis of Austrian talc deposits. *Appl. Geochem., vol. 4: 511-525.*
- Sanford, R. F., 1982. Growth of ultramafic reaction zones in greenschist to amphibolite facies metamorphism. *Amer. Jour. Of Sci., vol. 282: 543-616.*
- Selonen, O., and Suominen, V., 2003. Nordic Stone. *Geological Science series, UNESCO PUBLISHING.*
- Siikanen, U., 1987. Rakennusaineoppi. RAKI., 2nd. edition, 319 p.
- Tiira, S., 1986. Vuolukivi rakennuskivenä. *Suomen vuolukivi Oy.*
- Wiik, B., 1953. Composition and origin of soapstone. *Bull. Comm. Géol. Finlande, 165. 57 p.*

CUSTOMER BASED REQUIREMENTS AS RULING LIMESTONE AND LIME PRODUCTION

Pihl H.

Nordkalk Oy Ab, Finland, hakan.pihl@nordkalk.com

Limestone is an industrial mineral with a wide range of uses in production of products that are important in our daily life. Limestone can be used as such or it can be the raw material for quick lime and hydrated lime. Lime plays a role in producing our daily newspaper, in glassware, steel products, in agriculture when growing the crops, in drinking and waste water treatment and so on. Different quality requirements are important depending on the function of the lime product during the production process.

Modern process industry put constantly increasing quality requirements on raw materials. The requirements are based on efficiency, quality and environmental measures and of course cost factors. This is true for the whole chain of processing and is finally ruled by the end customer who actually decide what quality he wants to consume and what he is willing to pay for the product.

Globally acting companies introduce similar requirements and quality measures in all markets they enter. Increasing competition force industry to use optimal and most suitable raw materials for each purpose.

Important properties of lime products:

- chemical purity
- reactivity
- colour or brightness
- processing behaviour (thermal)

Looking at these properties we can evaluate some applications where lime products are used and what requirements there is.

Chemical purity

A general aspect concerning all process industry is that the better quality limestone or quick lime they can get as raw material input the higher their process efficiency will be. A pure raw material is in many cases a cost factor. It plays a significant role if quick lime contains 70 or 90 % available CaO. In most cases this is more depending on used lime burning technique than the quality of limestone feed.

Steel industry uses both limestone and quick lime in their process. Important parameters are silica and sulphur content. Silica is removed from iron ore in steel processing and it is undesirable to get it into the process with some raw material as it will consume energy in the process. Sulphur is also removed in the steel process and additions from input material is not welcome.

Modern pulp mills are closing their cycle of chemicals and sometimes silica and aluminium is considered to be a problem if it accumulates in the process. Amount of soluble elements varies in different limestone sources.

Lime products are used in drinking water treatment for pH adjustment and in this case it is of importance not to add any harmful heavy metals into the water.

In glass production high iron content affects the colour of the glass which is of importance when producing white glass.

A different kind of chemical purity is the calcium and magnesia relation in limestone or the degree of dolomitization. In agriculture, improvement of soil may need addition of calcium or magnesia depending on the soil conditions. High content of magnesia in a dolomitic limestone may possess a good market value.

In building material products magnesia is in general to be considered as an impurity especially when quick lime is produced. High magnesia content will cause late hydration and if this happens in a brick or wall construction, cracking may be the consequence.

Brightness

Carbonate based paper pigments are constantly increasing their share on the market. Brightness is the key parameter in these pigments. Carbonate pigments are divided into two main products that are: GCC or Ground calcium carbonate and PCC or Precipitated calcium carbonate.

GCC is finely ground limestone and PCC is produced from quick lime by slaking it and carbonating it back to calcium carbonate. In GCC the limestone in it self need to be of high brightness to produce a quality product. Marble seems to be the solution. Because of PCC production process the colour of limestone is not the ruling factor but rather the amount of elements like magnesia, iron and manganese that may take a place in the crystal lattice of the final product.

In the building material segment plaster and mortar products also demands increasing brightness as white products are requested by the market. Marble is here also the answer for a suitable raw material.

Reactivity

Reactivity is related to surface area of the material. In limestone high porosity increases the available surface and reactivity. In the processed product, for instance a powder, the degree of grinding also increases the surface area.

The most common measure of reactivity of quick lime is the wet slaking reactivity. A certain amount of lime is mixed with water and the temperature increase of the following exothermic reaction is measured. The original properties of the limestone has an influence of this reactivity but to a very high degree it is also affected by the burning process. Different types of lime kilns produce quick lime of varying reactivity. A rough division is that long rotary kilns produce lime of low reactivity and shaft kilns produce high reactive lime.

In some processes high reactivity may be beneficial from productivity point of view. Slaking proceeds faster and the passage time will be shorter.

Pulp mills add external, fresh or so called make up lime to their process continuously and from time to time their lime mud kilns may break down and they have to compensate for all lime externally. It is a clear advantage if to reactivity of the external lime is as much like their own lime as possible.

Coal fired power plants and waste incineration plants release sulphur if they aren't equipped with some kind of cleaning unit for the flue gases. There are many different techniques available and depending on the type, limestone, quick lime or hydrated lime may be used as absorbent. A limestone with as high calcium content as possible must be used to get the most possible reactive matter into the cleaning process. Porosity and available surface area is one of the parameters ruling the limestone properties in this aspect.

Processing behaviour of limestone

A big portion of all quarried limestone is used as feed for lime kilns. The kiln technique in it self affects the result but the limestone also plays a basic role here. Coarse crystalline metamorphic marble type limestone decrepit in the burning process and produce small particulate quick lime. To guarantee even burning conditions limestone feed into kiln must not be too wide. If the limestone falls apart in the kiln it will cause overburning and reduced reactivity of fine particles and a raw burning of coarse material. Young sedimentary type of limestone may produce a lump lime where particle size of product is quite close to feed size. Also this type of limestone behaves differently depending on case and some limestone produce a very soft quick lime. Feeding of a soft quick lime into the steel process for instance, with strong and turbulent air flow will cause great losses of fines material and hence low degree of utilization.

High magnesia content in limestone will cause an uneven quick lime quality as the dolomitic part calcines in a lower temperature than the calcitic part.

All of the above mentioned properties and others, force limestone and lime producers to adjust the choice of raw material to customer requirements. It is not always possible to meet all customer requirements from one deposit of limestone.

In some cases norms and standards approved by authorities regulate the quality for different uses. However customer specific requirements are more and more common and product quality has to meet both the needs of the end usage and cost efficiency aspects in the next process step.

Very few limestone deposits are homogeneous in all dimensions. Sedimentary deposits show great variations between different geological layers and a metamorphic deposit may have very complex folded and faulted structures and inclusions of wall rock and cutting dikes. To produce an even quality product out of such deposits in most cases involves selective mining methods or even some kind of sorting step. Control of mine balance between different qualities becomes critical for the quarry operation.

Quality assurance systems include drillings and chemical analysis prior to quarrying and blasting in order to control stone quality variations and to keep them separated. Chemical analysis must also be done along the production chain to create confidence in what quality is shipped to customer.

Quality variations of a natural geological raw material cannot be changed but it can be processed in a controlled manner in relation to specifications defined by the customer.

USE OF GEO-INFORMATION SYSTEM AND INTERNET TECHNOLOGIES FOR INFORMATION SUPPORT OF PROCESSES OF EFFECTIVE NATURE RESOURCES UTILIZATION IN THE REPUBLIC OF KARELIA

A.K. Polin, A.S. Skovrtsova

Institute of Geology, KarRS RAS

The authors propose a technological plan of informational support of processes of decision-taking in the sphere of effective nature resources utilization in the republic of Karelia using GIS and Internet/Intranet technologies. ASP-technologies allow to create an adequately effective information system for an enterprise with graded levels of access to information resources including map material (AspMap-technology). The report gives examples of implementation of pilot projects of creation of such sub-systems.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

А.К. Полин, А.С. Скворцова

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Анализ существующих тенденций в развитии информационного обеспечения в практике геологических исследований показывает, что приоритетным направлениям в настоящее время остаются создание современной системы информационного обеспечения научной, аналитической и управленческой деятельности по изучению и освоению недр с возможностью выхода на международные системы и сети, комплексное использование картографической, кадастровой, справочной и иной (дополнительной) информации.

Использование экономически обоснованных решений данного вопроса позволит внедрить такие системы для оперативного анализа разнородной информации при оценке состояния фонда недр, анализируя текущее состояние и производя ретроспективное и перспективное оценивание.

В тоже время, такие системы должны достаточно просто агрегироваться с другими системами, используемыми при принятии управленческих решений, таких как, например, инвестиционная деятельность, планирование развития территорий, формирование бюджетов местного и регионального уровней и быть потенциально доступными для широкого круга пользователей.

Создание единых (с технологической точки зрения) баз геологических данных позволит не только существенно повысить оперативность информационного обеспечения тематических исследований научных работников, но и позволит формировать оперативное информационное обеспечение различных структур управления (как федерального, так и республиканского уровня), а также других внешних потребителей (в частности систему образования и потенциальных инвесторов) необходимой геоинформацией (в том числе и о ресурсах недр), создавать системы мониторинга окружающей среды с прогнозированием возможных последствий при разработке природных ресурсов и поставлять общественно значимую информацию населению.

Построение таких систем должно базироваться на основе ГИС - технологий, что позволяет осуществлять пространственную привязку информационных массивов и проводить пространственные запросы к существующим базам данных, одновременно обеспечивая удобный интерфейс представления данных для пользователя. В частности, при разработке концепции управления отходами в РК (Бархатов и др., 2003) в пилотном проекте рассматривалось решение таких задач как:

- создание региональной системы учета образования, использования и размещения отходов (в том числе прогнозируемых);
- паспортизация объектов размещения отходов;
- учет и тенденции пространственного распределения несанкционированных свалок бытовых отходов;
- мониторинг с помощью данных дистанционного зондирования (космоснимки) для оценки негативного воздействия крупных объектов размещения промышленных и бытовых отходов на окружающую природную среду;
- возможности предсказательного моделирования тенденций в области управления отходами.

Использование Intranet/Internet технологий позволяет существенно уменьшить стоимость создаваемой информационной системы и практически решает вопросы лицензирования программных средств. Важно также отметить, что эти технологии позволяют объединить работу как опытных ГИС – специалистов, так и людей с минимальными знаниями в этой области, активно использовать информационные ресурсы для учебного процесса как студентов, так и школьников, а также оперативного информирования ОГВ РК. Поиск информации в базе данных по количественному и качественному составу образуемых отходов, предприятиям-загрязнителям, местам захоронения и переработки отходов облегчается за счет использования шаблонов запросов, а также выполнения хранимых запросов по наиболее востребованной информации.

Использование ASP-технологий (Гомер и др., 2002) позволяет создавать достаточно эффективную информационную систему масштаба предприятия, регламентирующую уровни доступа к информационным ресурсам, в том числе и картографическим (технология AspMap). Применение таких технологий в РАН известно (Институт минералогии УрО РАН), правда, в силу специфики, основной упор там сделан на реляционные базы данных. Важным доводом в пользу такой технологии является то, что по сравнению с сетевыми версиями ГИС-программ (и учитывая стоимость ежегодного их обновления), стоимость Asp-технологии на порядок ниже.

Необходимое серверное программное обеспечение: MS Internet Information Services – Web-сервер, СУБД (например, MS Access), ASP-компонента AspMap, обеспечивающая представление картографической информации на Web-странице. Конечному пользователю достаточно иметь компьютер и санкционированный сетевой доступ к соответствующим данным. Установки дополнительного программного обеспечения на стороне пользователя не требуется. Основным используемым форматом картографических данных является формат файлов MapInfo, так как первой стадией в работе над макетом рабочего места было создание макета на основе настольной ГИС «MapInfo». Но по мере возникновения необходимости, возможно применение и других форматов данных. (Компонента AspMap поддерживает исходные картографические данные в формате шейп-файлов, TAB, TIFF/GeoTIFF и ECW.)

Использование свойств и методов объектов AspMap позволяет добавить в приложение такие функциональные возможности как: увеличение/уменьшение выделенного фрагмента карты, перемещение, получение атрибутивной информации, поиск объектов на карте по названию или определенным характеристикам, послойная работа с картой. Система разграничения прав доступа позволяет предоставить возможность редактирования, добавления/удаления информации в базе данных определенным группам пользователей. Кроме изменения атрибутивной информации возможно обеспечить редактирование и некоторой картографической информации, например, добавление новых точечных, линейных или полигональных объектов по мере изменения ситуации в рассматриваемом районе. (Появление новых предприятий, мест захоронения отходов, изменение инфраструктуры и т.п.).

Отработанная технология применяется в ИГ КарНЦ РАН к обширному картографическому и фактографическому материалу, позволяя оперативно создавать соответствующие информационные ресурсы. Пример формирования такого информационного ресурса с использованием геоэкологических данных приведен на следующем рисунке.

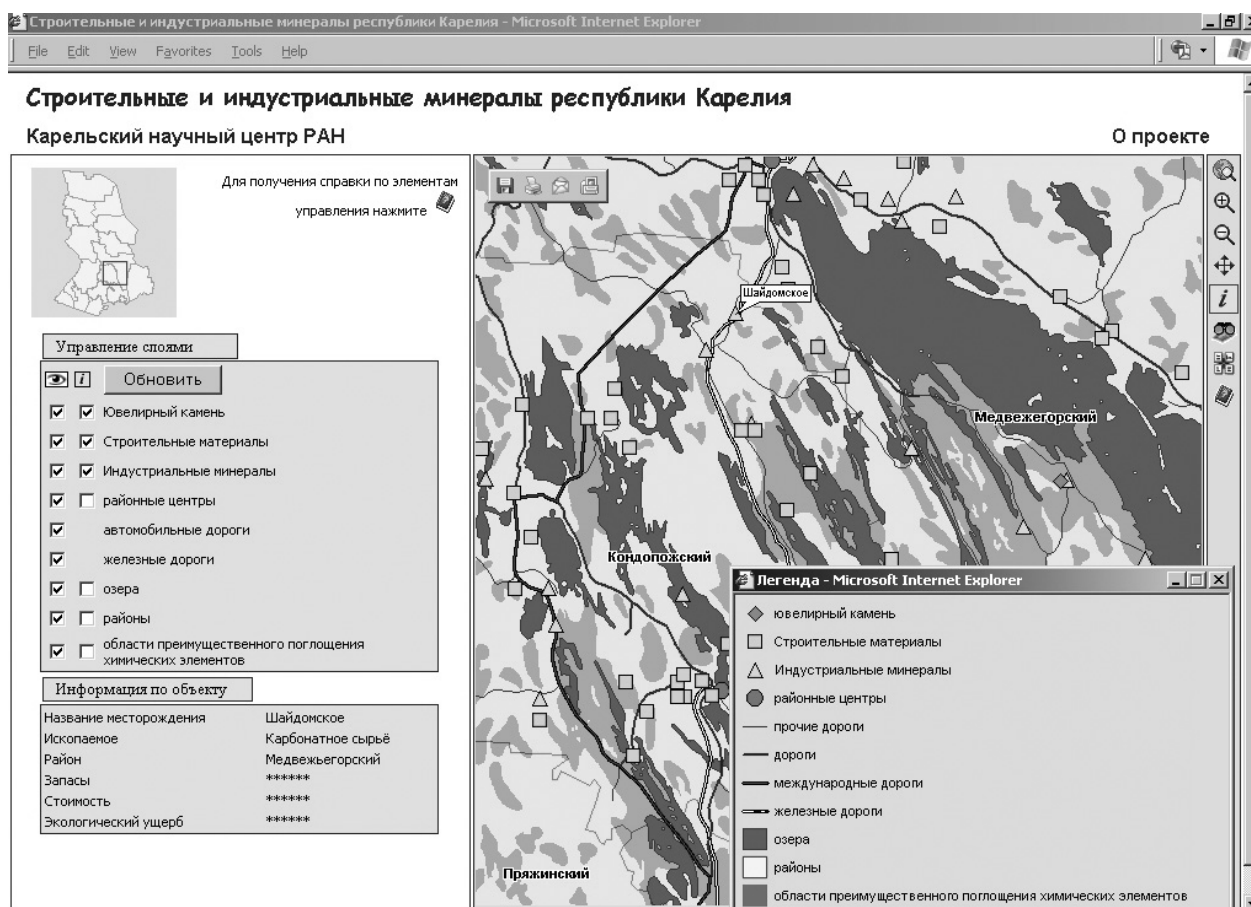


Рис. Пример формирования такого информационного ресурса с использованием геоэкологических данных

В этом информационном ресурсе месторождения и местопоявления строительных и индустриальных материалов даются на фоне зон поглощения химических элементов (выделение таких зон было проведено ИГ КарНЦ РАН в рамках договора с Правительства Республики Карелия в 1999-2001г.). Дополнительными слоями являются районные центры, гидросеть и дорожная сеть РК.

Предложенная технологическая схема использовалась в ИГ КарНЦ РАН при реализации пилотных проектов «Зеленый пояс фенноскандии» и «Потенциальные объекты экологического туризма РК» по материалам научных исследований КарНЦ РАН и показала высокую эффективность, особенно для малобюджетные проектов.

Создание таких систем (подсистем) является основой для построения целостной системы информационного обеспечения НИР ИГ, базирующейся на концепции системы распределенных баз данных с использованием ГИС и Intranet/Internet технологий, что в дальнейшем позволит значительно снизить дальнейшие затраты на проведение научных исследований, одновременно повышая отдачу от них. Важно также отметить, что по мере накопления информационных ресурсов в дальнейшем возможен естественный переход на технологии «ArcGIS» и «Oracle», с сохранением наработанных результатов.

Литература

Бархатов А.В., Парамонова А.С., Полин А.К. Создание информационной системы управления отходами в Республике Карелия// Стратегия развития северных регионов России : Материалы Всероссийской научной конференции. Архангельск: Архангельский филиал ИЭ УРО РАН, 2003. 270-274 с.

Гомер А. и др. Active Server Pages 3.0 (для профессионалов)//М., Изд. «Лори». 2002.

RADIOHYGIENIC ASSESSMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS TAKING INTO ACCOUNT TO RADON EMISSION

A.I. Savitsky¹, A.V. Barkhatov²

¹ *Institute of Geology, KarRS RAS;*

² *Ministry of economic development of republic of Karelia*

The report contains research data on the main natural sources of radioactivity and their role in health hazard with special attention to radon emission. A conceptual forecast classification of rocks into categories of potential radon hazard is proposed based on theoretical-and-experimental calculations of radon concentration depending on uranium (radium) content. The report gives the figures of evaluation of radiation and health hazard taking into account to radon emission of rocks from deposits of Pitkjarantsky and Medvezhjegorsky regions.

РАДИАЦИОННО – ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ РАДОНООПАСНОСТИ

А.И. Савицкий¹, А.В. Бархатов²

¹ *Институт геологии, Карельский научный центр РАН;*

² *Министерство экономического развития Республики Карелия*

Радияция заполняет всю Вселенную, и радиоактивные вещества вошли в состав Земли с самого ее рождения. Они находятся в горных породах, воде, растениях и животных. Даже человек слегка радиоактивен. В связи с этим можно предположить, что радиоактивный фон является необходимым для существования жизни на планете в современной форме. И только повышенный уровень фона связан с риском для жизни. Начиная со второй половины XX века, на естественный фон накладывается увеличивающаяся радиация, обусловленная производственной деятельностью (так называемый техногенный фон). В настоящее время основная часть дозовой нагрузки на население формируется за счет двух факторов – естественных источников ионизирующей радиации (72%), медицинские процедуры 26%, и техногенного фона (радиоактивные осадки, последствия ядерных взрывов в атмосфере, 1,7%, ядерная энергетика 0,3%) (Радиоактивные..., 2000).

Вклад основных источников радиации природного происхождения в дозу облучения, получаемую в течение года, иллюстрируется в таблице 1 (Радиогеоэкология...2003).

Таблица 1

Вклад основных источников радиации природного происхождения

Источник излучения	Доза облучения мкЗв/год		Всего мкЗв/год	Вклад %
	Внешнее	Внутреннее		
Космическое излучение	355		355	14
Космогенные радионуклиды		15	15	2
Ряд урана – 238 (в том числе радон – 222)	100	1240 (1100)	1340	56 (51)
Ряд тория – 232 (в том числе торон – 220)	160	176 (160)	336	14 (7)
Калий - 40	150	180	330	14
Итого	765	1591	2356	100

Из таблицы видно, что средняя эквивалентная доза облучения непрофессиональных групп населения равна примерно 2,4 мЗв/год и основной вклад в дозовую нагрузку вносят источники ряда урана – 238 (56%), причем более 50% приходится на долю радона – 222 и его коротко живущие продукты распада (ДПР), которые являются основными источниками альфа – излучения. Отсюда следует, что при оценке вклада источников ионизирующего излучения в облучение в дозовую нагрузку необходимо обращать особое внимание на радон, дозовая нагрузка которого при неблагоприятных условиях может превышать многократно нагрузки от остальных источников радиации.

До 1980г. ни в одной стране мира не устанавливались нормативы на содержание радона и его ДПР в помещениях. И только исследования, проведенные в последнее десятилетие, показали, что радоновая проблема, включая вопросы нормирования и снижения доз облучения, имеет существенное значение. Соответствующие нормативы для существующих и проектируемых зданий, рекомендованные Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) приняты в различных странах. В России также установлены нормативы (Нормы..., 1999), в соответствии с которыми при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона и торона ($\text{ЭРОА}_{\text{Кп}} + 4,6 \cdot \text{ЭРОА}_{\text{Тп}}$) в воздухе помещений не должна превышать 100 Бк/м³. и для эксплуатируемых 200 Бк/м³.

Радон попадает в атмосферу помещений различными путями: он проникает из недр Земли, выделяется из строительных материалов, привносится с водопроводной водой, бытовым газом и другими объектами жизнеобеспечения. Появление радона в помещениях возможно также за счет его выхода из строительных материалов самих зданий, когда эти материалы содержат повышенные концентрации урана (радия). При этом, количество радона, поступившего в воздух помещений, определяется не только содержанием урана (радия), но и величиной коэффициента эманирования. Последний определяется как отношение количества атомов радона, покинувших породу, к количеству атомов, родившихся за это время.

Для интегральной характеристики степени воздействия ионизирующего излучения (ЕРН) от строительных материалов, используемых в строящихся в жилых и общественных зданиях используют удельную эффективную активность, Аэфф, которую выражают в беккерелях на 1 кг и подсчитывают по формуле (Нормы...1999):

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,3A_{\text{Th}} + 0,09A_{\text{K}} \leq 370 \text{ Бк/кг},$$

где: A_{Ra} и A_{Th} - удельные активности Радий - 226 и Торий - 232, находящиеся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов,

A_{K} - удельная активность Калия – 40, ≤ 370 Бк/кг – верхний предел для строительных материалов первого класса

Аэфф дифференцирует горные породы по степени внешнего гамма- излучения, однако при этом не достаточно полно характеризует интенсивность радоновыделения и как следствие опасность внутреннего облучения.

На основе теоретико-экспериментальных расчетов концентраций радона от содержания урана (радия) делается условная прогнозная классификация горных пород на категории по потенциальной радоноопасности (Радиогеоэкология..., 2003).

В таблице 2 приводится классификация основных типов горных пород, относящихся к первому классу строительных материалов,.

Таблица 2

Классификация основных типов горных пород по радоноопасности

Тип горных пород	Аэфф, Бк/кг	ARa, Бк/кг	ЭРОА, Бк/м ³	Категория опасности
Ультраосновные	<30	<12,6	<50	безопасные
Основные и средние	30-100	12,6-63	50-100	условно безопасные
Кислые и щелочные	100-200	63-126	100-200	потенциально опасные
	200-370	>126	>200	опасные

Многолетними полевыми гамма-спектрометрическими и лабораторными измерениями в Институте геологии Карельского научного центра РАН (г. Петрозаводск) накоплены представительные данные по распределению ЕРН для различных горных пород на территории Карелии. В целом докембрийские кристаллические породы Карелии отличаются заметно более низким содержанием ЕРН по сравнению с разновозрастными породами других кристаллических щитов, а также по сравнению с «гранитным» слоем континентальной коры. Это подтверждается также тем, что горные породы, используемые для производства строительных материалов, по результатам радиационно-гигиенической оценки, проводимой в Институте геологии, преимущественно соответствуют первому классу строительных материалов. Вместе с тем в разных частях региона, в первую очередь в юго-западной, центральной и северной Карелии, по радиометрическим данным контрастно выделяются площади с повышенным фоновым содержанием ЕРН. Эти площади находятся преимущественно в пределах и вблизи линейных зон повышенных и аномальных концентраций ЕРН с контрастно-неравномерным их распределением в дочетвертичных породах. Основные площади развития этих пород находятся в Питкярантском, Медвежьегорском, Кандопожском и Пудожском районах.

В таблице 3 представлена выборка по горным породам месторождений Питкярантского и Медвежьегорского районов для радиационно-гигиенической оценки с учетом радоноопасности.

Таблица 3

Радиационно-гигиеническая оценка горных пород

Тип горных пород	Участок, месторождение	Аэфф Бк/кг	A _{Ra} Бк/кг	категории радоноопасности
Питкярантский район (Приладожье)				
Гнейсо-гранит	Люпико	242	48	условно безопасные
Граниты-рапакиви I фазы	Кяснясельга	240	71	потенциально опасные
Граниты-рапакиви II фазы	Юканкоски	316	87	потенциально опасные
Бiotитовый сланец	Хопунвара	212	50	условно безопасные
Микроклиновый гранит	Хопунвара	343	67	потенциально опасные
Гранит-порфир	Люпико	361	72	потенциально опасные
Гнейсо-гранит	Люпико, карьер	369	202	опасные
Медвежьегорский район (Заонежский полуостров)				
Шунгит III	Загогино	152	88	потенциально опасные
Шунгит III	Максово, карьер	154	113	потенциально опасные
Лидитоподобные породы	Загогино	159	101	потенциально опасные
Карбонатные породы	Шуньга	367	159	опасные

Все приведенные в таблице горные породы соответствуют первому классу строительных материалов, но по радоноопасности они не столь комфортны. Нередки случаи, когда здания, построенные из сравнительно слаборадиоактивных по гамма-излучению материалов, крайне опасны по радону за счет его высокого выделения из вещества строительного материала (Радиоактивные..., 2000).

Лучшим способом борьбы с радоновой опасностью является отказ от строительства домов на радоноопасных площадях, а также от использования строительного материала, содержащего повышенные концентрации радия или характеризующегося повышенным коэффициентом эманирования.

Литература

- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) М. Минздрав России, 1999, 116 с.
- Радиоактивные беды Урала / В.И.Уткин, М.Я. Чеботина, А.В.Евстигнеев и др. Екатеринбург, УрО РАН, 2000.
- Ралиогеоэкология. Беляев А.М, Иванюкович Г.А, Куриленко В.В, Хайкович И.М. СПб: Изд-во, С-Петерб. Ун-та, 2003, 324с.

ECO-EFFICIENT USE OF STONE MATERIAL FROM NATURAL STONE QUARRIES

O. Selonen, olavi.selonen@gtk.fi
Geological Survey of Finland (Kuopio)

Managing of visual impact, leftover stone, and noise are environmental aspects that can be contributed to natural stone quarrying (Aatos 2003, Heldal and Selonen 2003). The recovery rate in the quarries varies from 10 to 70%, depending on stone type. Today, one of the most important issues for the European stone industry is to manage and to find ways to develop the use of the leftover stone (Selonen and Ramsay 2002). The solutions increase the overall acquisition of the deposit and contribute to a higher total recovery, and to a more eco-efficient and sustainable use of stone. Challenges connected to the use of leftover stone include, e.g. logistics and land use planning.

The amount of leftover stone is connected to the high quality demands for feasible stone in the world market. The suitability of stone for natural stone works is controlled mainly by two criteria: homogeneity of colour and size of block (Shadmon 1996, Selonen et al. 2000). If the extracted stone does not satisfy these two demands it cannot be used for production.

The leftover stone can be used either as such or after processing. The processed leftover is broken down to smaller blocks, after which they can be screened or crushed into different sizes. Rock aggregate is the most important product for leftover stone, especially regarding granite leftover. Aggregate products are used, e.g. for foundations of buildings, as underlayment and surface material for roads, and as raw material and surfacing for precast concrete (Räsänen 2004). The production of aggregate from Quaternary deposits is strictly limited in many parts of the Europe due to environmental concern, which favours production of crushed stone and use of leftover stone in aggregate production. Several natural stone quarries have a total recovery of 100 % through crushing of the leftover material.

Industrial mineral applications for the leftover stone are common in marble production as calcium carbonate. Slate, as well as granite and soapstone leftover can be used in ceramic application. Targets in environmental constructions include pavements, rubble walls, road embankments, sound walls, and decorations in traffic dividers, as well as yards and parks. This end use has an increasing interest for the European markets.

Due to the siliceous composition of granite and the mechanical quarrying process no polluting substances or harmful chemicals are found in the granite leftover, which makes it especially feasible in water construction, e.g. as armourstone. Furthermore, the blocks are quarried gently with explosives of low charge, hence the material is sound and durable, containing less incipient cracking than rock aggregate or weathered surface blocks. Water construction applications include river embankments, breakwaters, protective rock grading for flood areas, water treatment dams, harbour structures and docks.

The main challenge for utilization of the leftover stone is the logistical challenge. The use of the leftover is location specific because of the high transport cost. Natural stone quarries are often situated in rural areas far from construction sites. For the utilization costs to stay within reasonable limits more effective arrangements of the logistics both at the quarry area and from the quarry to the final site are needed. Furthermore, the logistical challenge implies a need for socio-economic planning for sustainable utilization of natural resources in a particular region.

On the other hand, the leftover stone is environmentally pure. Aatos (2003) has shown that, being composed of the same material as the bedrock from which it was originally extracted, the leftover stone is inert as material. No chemicals foreign to the environment are added to it during the quarrying process. Storage of the leftover stone causes no chemical impact on the soil or the groundwater. Hence, the leftover blocks or the storage of them poses no risk to the environment or to the human health.

References

- Aatos, S. (ed.) 2003. Environmental impact during the life cycle of Finnish natural stone production. The Finnish Environment 656. Nature and Natural Resources. Ministry of the Environment. Helsinki: Edita Prima Ltd. 188 pp. (In Finnish with an English summary).

- Heldal, T. and Selonen, O. 2003. Environmental impact of the natural stone industry. Pp. 50-51 in Nordic Stone. Ed. by Olavi Selonen & Veli Suominen. Geological Science series. Unesco publishing. Paris, France.
- Räisänen, M. 2004. From outcrops to dust : mapping, testing, and quality assessment of aggregates. Academic dissertation. University of Helsinki. Publications of the Department of Geology D1. Helsinki. 14 pp.
- Selonen, O. and Ramsay, A. 2002. Development of products from Finnish granite quarries. Roc Maquina (47). 38-40.
- Selonen, O., Luodes, H. and Ehlers, C. 2000. Exploration for dimensional stone — implications and examples from the Precambrian of southern Finland. Engineering Geology 56 (3-4). 275-291.
- Shadmon, A. 1996. Stone: an introduction. Second edition. Intermediate Technology Publications. London. 172 pp.

SELECTIVE CRUSHING OF QUARTZ BY EHD METHOD

L.S. Skamnitskaya¹, A.F. Bretskih², O.K. Fomin²

¹ *Institute of Geology, KarRS RAS;*

² *Petrozavodsk State University*

The report gives a comparison of distribution of powders of three types of quartz obtained by EHD method and by triple crushing in a roller-mill. Unlike mechanical crushing EHD method allows to produce relatively selectively quartz powers with grain size 0.1-0.2 mm

СЕЛЕКТИВНОЕ РАЗРУШЕНИЕ КВАРЦА МЕТОДОМ ЭГД

Л.С. Скамницкая¹, skamnits@krc.karelia.ru, А.Ф. Брецих², О.К. Фомин², ofom@psu.karelia.ru

¹ *Институт геологии, Карельский научный центр РАН;*

² *Петрозаводский Государственный Университет*

Кварц широко используется в качестве абразива в пескоструйных машинах для очистки отливок, для удаления краски, ржавчины и пятен, а также для нанесения надписей и рисунков на камнях.

Требования к кварцу для этого вида работ нестрогие. Необходимы чистые, прочные, стойкие зерна, и в большинстве случаев, требуется определенный размер и форма зерен. Для пескоструйных аппаратов предпочтительнее угловатые зерна, для обработки небольших отливок, необходимы округлые зерна. Для наждачной бумаги используют главным образом угловатый кварц. Важно, чтобы зерна кварца тонко не прорастали другими минералами. Трещиноватость зерен может быть густой, но трещины не должны проникать глубоко в тело минерала. Глубокие трещины, как и прорастание другими минералами, ведут к передрабливанию, увеличивая количество мелких фракций, мало используемых промышленностью.

Нами проведены исследования возможностей использования электрического разряда в жидкости для решения технологических задач при переработке промышленных минералов, в том числе и кварца, в абразивные порошки. Теоретические основы этого метода и его приложение для решения задач тонкого помола можно найти в работах (Величинская и др., 1980; Статистика ..., 1971; Курец и др., 1971; Малюшевский, 1981). В нашем случае электрогидродинамическое (ЭГД) измельчение проводилось на лабораторной установке. Разрядная камера имела размеры: диаметр 0.06м, высота 0,08м.

Режим измельчения материалов с размерами порядка 1см., выбран после оптимизации работы установки по удельным энергозатратам на измельчение искусственной керамики, следующий:

- $I_{\text{разр.}}=40\text{кВ}$,
- емкость накопительного конденсатора 0,025мкФ,
- частота разрядов 100 имп/мин, постоянная времени разряда $\tau \approx 10\text{мкс}$;
- межэлектродный зазор в разрядной камере -3,5мм,
- среда - обычная вода.

В таком режиме удельные энергозатраты на получение керамических порошков с размером частиц меньше 500 мкм были минимальными и равнялись 7 кДж/г. Разрядная камера снабжена сепаратором, позволяющим отбирать из разрядной области порошки с диаметром менее 500 мкм.

Проведено сравнение гранулометрических характеристик порошков, получаемых при дроблении двумя методами: ЭГД и механическим (валковая дробилка). Использовался кварц различных генетических типов, (табл.).

На ЭГД-установке кварц измельчается с преимущественным образованием фракции 0,16-0,25мм. Выход фракции -0,1мм при ЭГД-измельчении кварца, в зависимости от типа, колеблется от 37 до 45%.

Таблица

Характеристика исследованного кварца

Номер образца	Тип кварца	месторождение
3/94	Кварцит	Хизоваара
9/98	Кварц жильный	Степаново озеро
Ян-12	Пегматитовый кварц	Куйваниеми

Гранулометрические характеристики порошков, полученные для кварца различных типов двумя методами дробления приведены на рис.1.

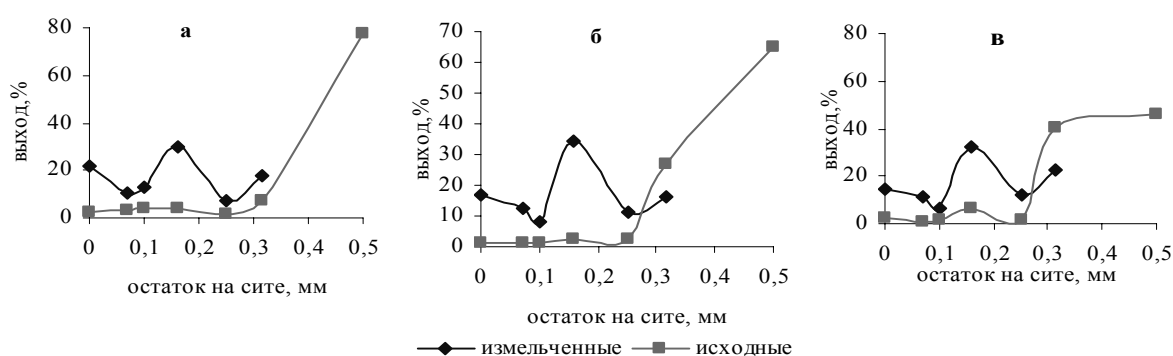


Рис 1. Гранулометрический состав кварца из различных типов пород. а) 3/94, б) 9/98, в) Ян-12,

Общий вид кривых и средний размер частиц, полученных при ЭГД-дроблении кварцитов однотипен и сильно отличается от кривых, полученных при механическом дроблении. Это позволяет предположить, что ЭГД-дробление идет по механизму, отличному от механизма дробления в валковой дробилке.

Процесс осколкообразования при взрыве горных пород удовлетворительно описывается законом Розена – Раммлера, в основе которого лежат статистические представления о механизме разрушения (Толстых, 1977).

$$V(x) = V_0 \exp(-ax^n)$$

Где: $V(x)$ - вес всех осколков, размер которых превышает x ;

V_0 – общий вес разрушенной породы;

a, n – эмпирические параметры.

Цикличность нагружения образца, характерная для ЭГД-метода, в нашем варианте, позволяла ожидать, что накапливающиеся микроразрушения в кварце будут приводить к множественным разрушениям на некотором этапе. При таком разрушении вероятность образования куска с размером, большим того, который заранее определен системой предварительных трещин, менее вероятно, чем куска меньшего размера (Толстых, 1977). Поэтому присутствие в порошке мелких частиц должно заметно выделяться на общем распределении частиц по размерам, приводя по существу к бимодальному (в принципе, возможно и полимодальное) распределению.

В этом случае функция распределения частиц полученного при дроблении порошка в координатах $\ln \ln(1/R) - \ln x$ должна иметь вид ломанной кривой ($R = V_x/V_0$) (Толстых, 1977).

На рис. 2 показаны анаморфозы функций распределения порошков, полученных электрогидроударом,

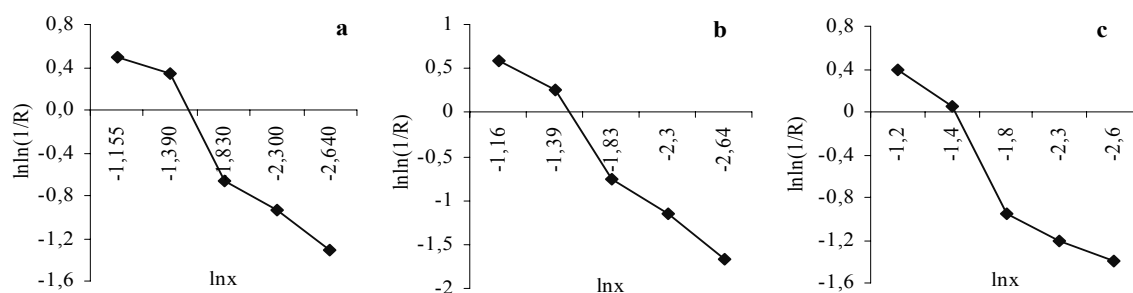


Рис.2. Вид функций распределения порошков, полученных при ЭГД-дроблении кварцитов, в координатах $\ln \ln(1/R) = f(\ln x)$: а – образец 9/98; б – образец 3/94; в – образец ЯН-12.

Вид кривых говорит о том, что в наших условиях дробление кварца идет, по-видимому, по механизму накопления мелких трещин и подчиняется статистическим закономерностям. Тот же механизм, возможно, реализуется частично и при дроблении в валковой дробилке, но там преобладают крупные частицы, что указывает на важную роль больших трещин. Об этом говорит вид функций распределения, приведенных на рис.1 и характер соответствующих кривых, построенных в координатах $\ln \ln(1/R) - \ln x$. Последние кривые не имеют характерных изломов, что, правда, можно объяснить очень слабым вкладом частиц с размером 0,1 – 0,2 мм. Что касается частиц с размерами 0,1 – 0,2 мм, то их можно сопоставить, по-видимому, с размерами микроблоков в структуре кварцитов.

Таким образом, ЭГД-метод дробления кварца оказывается достаточно размерно-селективным и может быть использован для получения абразивных порошков с заданным размером.

Литература

- Величинская А.И., Табельская О.Г., Гутман В.И., Сб.: Электрический разряд в жидкости и его применение в промышленности. Киев, Наукова думка, 1980, с.141
- Курец В.И., Таракановский Э.Н., Финкельштейн Г.А. Статистика осколков, образующихся при разрушении твердых тел взрывом.// ПМТФ. 1971. №2. с.142.
- Малюшевский П.П., Сб.: Электрогидравлический эффект и его применение. Киев: Наукова думка, 1981, с.134
- Статистика осколков, образующихся при разрушении твердых тел взрывом / Э.А.Кошелев, В.М.Кузнецов, С.Т.Софронов, А.Г.Черников // ПМТФ. - 1971. - №2. - С.87-100.
- Толстых А.Б. Электрический разряд в жидкости и его применение. Киев: Наукова думка, 1977, с.157.

LOW WATER CONSUMPTION BINDER ON THE BASE OF ACTIVATED FILLER

V.V. Strokova., R.V. Lesovik. M.S. Vorsina, V.G. Golikov

Belgorod State University

In the paper is shown the results of fillers activating in low water consumption binders (LWCB) on the base of the mostly spread wastes of mining industry of Kursk Magnetic Anomaly/ Wet magnetic separation wastes of ferruginous quartzites is considered.

ВЯЖУЩИЕ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

В.В. Строкова, Р.В. Лесовик, М.С. Ворсина, В.Г. Голиков

Белгородский государственный университет им. В.Г.Шухова

В настоящее время актуальным направлением в технологии бетона является применение многокомпонентных вяжущих веществ с удельной поверхностью 400-550 м²/кг. Это позволяет обеспечить высокую плотность и качество цементного камня или твердой фазы, получаемой за счет гидратации цемента совместно с наполнителями структуры,

и сохранить резерв непрогидратированного цемента для заживления случайных дефектов, которые возникают при воздействии внешних факторов. При этом природа и свойства наполнителя оказывают существенное влияние на качество смешанного вяжущего (Подмазова, 1994; Цементы..., 1997).

В то же время актуальным является вопрос использования техногенного сырья. Что особенно важно для региона КМА, где находятся крупнейшие в мире месторождения техногенного песка – отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (ММС). Они отличаются от традиционно применяемого песка полиминеральным составом, а также наличием кварца различных генетических типов, включая более реакционноспособные разновидности (Лесовик, 2002). Отдельные зерна кварца имеют остроугольные сколы с несовершенной спайностью, раковистым изломом. На некоторых гранях видны следы механического воздействия, но чаще встречаются моно- и полиминеральные агрегаты хвостов ММС. Мономинеральные зерна агрегатов состоят преимущественно из кварца остроугольной, несколько вытянутой формы с ярко выраженным раковистым изломом и шероховатой поверхностью. Преобладают среди хвостов ММС полиминеральные агрегаты, которые состоят из частиц кварца, магнетита, гематита и других минералов. Поэтому использование данных отходов в качестве кремнеземистого компонента ВНВ (наименование вяжущего) позволит обеспечить высокую плотность и качество цементного камня, а, следовательно, и бетонов на их основе и снизить себестоимость последних.

Исследования последних лет показали, что особое внимание следует уделять влиянию кристаллохимических особенностей порообразующих минералов наполнителей на синтез новообразований при взаимодействии с клинкерными минералами.

Разные режимы обжига и охлаждения являются практическими путями управления структурой и свойствами кристаллов. Они обеспечивают различную дефектность кристаллов, качество их окристаллизованности, а в некоторых случаях – частичную аморфизацию. При этом свойства кристаллов и материалов в целом могут быть изменены в нужном направлении.

Нами были проведены исследования по возможности активации отходов ММС путем термической обработки при температуре 600 и 900°C. Анализ рентгенограмм показал общее снижение степени кристалличности данных отходов в направлении «0°C – 600°C - 900°C».

При повышении температуры обжига до 600°C происходит перекристаллизация вещества. Оно становится чище, освобождается от включений и других дефектов кристаллической структуры. Таким образом, степень совершенства кристаллической структуры повышается, что приводит к возрастанию степени кристалличности.

При дальнейшем увеличении температуры до 900°C происходит трансформация кристаллической решетки. Метастабильные формы кремнезема отходов ММС железистых кварцитов (халцедоновая разновидность кварца) подвергаются деструкции, следствием чего является снижение степени кристалличности вещества в целом.

Таким образом, с увеличением температуры вещество первоначально освобождается от присутствующих дефектов, а затем приобретает новые разновидности дефектов кристаллической структуры. Снижение степени кристалличности до 13,5 можно объяснить появлением рентгеноаморфного вещества.

Возрастание дефектности кристаллической структуры вещества способствует разрушению контактной зоны между порообразующими минералами, предел прочности которой значительно ниже, чем прочность кристаллов в техногенном песке. Это ведет к увеличению водопотребности, пустотности, удельной поверхности и скорости помола обожженного песка (табл. 1).

Рост активности у ВНВ на термообработанных отходах и активном портландцементе составляет 33% на отходах ММС(600) и 24% на отходах ММС(900).

Таблица 1

Свойства отходов ММС железистых кварцитов

Материал (t обжига, °C)	Истинная плотность, кг/м ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Водопотребность, %	Пустотность, %
ММС (0)	3120	1300	25	59,3
ММС (600)	3115	1270	27,5	60,55
ММС (900)	3118	1264	28,5	60,75

Но наиболее эффективно, как показали результаты исследований, использовать прошедшие термическую обработку наполнители для получения ВНВ на «лежалом» цементе. Так как увеличение прочности достигает 68% у ВНВ на отходах ММС(600) и 35% на отходах ММС (900) (табл.2).

Таблица 2

Свойства вяжущих на лежалом цементе

Наименов. вяжущего	Наполнитель	НГ, %	Начало схватывания, мин.	Конец схватывания, мин.	Активность при твердении в течении, МПа			
					7 сут.		28 сут.	
					Ризг	Рсж	Ризг	Рсж
ВНВ-60	ММС (0)	22,87	115	585	4,81	23,7	6,85	34,8
	ММС (600)	21,62	110	580	5,77	38,98	7,64	50,63
	ММС (900)	23	120	587	5,70	34,15	7,45	40,68
ПЦ 500 Д0 лежалый	ПЦ 500 Д0	24,75	110	300	5,42	19,88	6,98	30,1

Предпосылкой повышения активности ВНВ на основе обожженных ММС служило образование в последних поверхности с некомпенсированными зарядами за счет самопроизвольного разрушения в процессе термообработки, т.е. активизации макродефекта кристаллов – поверхности.

Одним из возможных методов определения количества брэнстедовских активных кислотных центров является определение обменной ёмкости по отношению к ионам кальция. Разность объёмов кислоты, пошедшей на титрование насыщенного раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и раствора после взаимодействия с минеральным материалом, показывает степень активности поверхности (табл.3).

Таблица 3

Количество активных центров на поверхности минерального материала

Материал (t обжига, °C)	ММС (0)	ММС (600)	ММС (900)
мг экв./г	37	52	44

Результаты опыта показали, что количество брэнстедовских активных центров повышается у отходов ММС 600 °C на 40% и у отходов ММС 900 °C на 19%. При этом продукт совместного помола вяжущего и обожженных ММС имеет смещение распределений частиц по размерам в сторону меньших значений, что предопределяет более высокие скорости гидратации данного вяжущего.

Таким образом, установлена возможность повышения активности ВНВ на основе отходов ММС железистых кварцитов путем обжига последних, за счет образования в отходах поверхности с некомпенсированными зарядами при самопроизвольном разрушении в процессе термообработки.

Литература

Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны для дорожного строительства с использованием отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов. Дисс.... к.т.н., – Белгород, 2002.- 207 с.

Подмазова С.А. Высокопрочные бетоны на вяжущем низкой водопотребности // Бетон и железобетон. – 1994. – № 1 – с. 12-14.

Цементы низкой водопотребности - вяжущие нового поколения / Б.Э.Юдович, А.М.Дмитриев, С.А.Зубехин и др. // Цемент и его применение. – 1997. – №7,8. – С.15-18.

RECOVERY OF TECHNICAL-GRADE MINERAL ACIDS FROM COPPER-NICKEL PROCESS SOLUTIONS

A.V. Tyuremnov, E.K. Kopkova, P.B. Gromov, E.A. Shchelokova

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

Findings on mineral acid (HCl , H_2SO_4) recovery from process solutions by using high-molecular aliphatic spirits as extragents are reported.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ КИСЛОТ ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. Тюремнов, Е.К. Копкова, П.Б. Громов, Е.А. Щелокова

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

В современных гидрометаллургических технологиях при переработке полиметаллических руд в качестве растворителей часто используют минеральные кислоты, которые обеспечивают эффективное вскрытие минералов с последующей переработкой образующихся технологических растворов. В частности применение на вскрытии соляной и серной кислот позволяет комплексно использовать практически все составляющие сырья и получать конечные продукты различного качества. При этом образуются промежуточные и отработанные кислотные стоки, из которых необходимо извлекать кислоты для повторного их использования в цикле производства, как с целью уменьшения экологического вреда, так и для повышения экономики производства. Как показывает мировая практика, одним из наиболее эффективных и высокопроизводительных способов выделения кислот из растворов может являться жидкостная экстракция с использованием органических реагентов, например, нейтральных кислородсодержащих спиртов или аминов. Кроме того, экстракционные методы позволяют очищать полученные кислоты от сопутствующих примесей и получать качественные конечные продукты. В виду низких энергозатрат, простоты экстракционного оборудования и его обслуживания экстракционные процессы весьма привлекательны для практического промышленного использования.

В Институте химии Кольского научного центра РАН проведены физико-химические исследования и разработана экстракционная технологии регенерации серной кислоты из отработанных медно-никелевых электролитов АО «Комбинат Североникель» ОАО «КГМК» (г. Мончегорск), а также показана принципиальная возможность экстракционного выделения соляной кислоты из растворов с высоким солевым фоном. Проведено систематическое изучение физико-химических и экстракционных свойств кислородсодержащих экстрагентов, относящихся к классу высокомолекулярных алифатических спиртов с различной длиной и строением углеводородного радикала ROH ($\text{R} = \text{C}_5\text{—C}_8$). Показано, что алифатические спирты обладают оптимальными экстракционными характеристиками (доступность, невысокая стоимость, низкая плотность, вязкость и растворимость в водно-солевых растворах, высокая температура вспышки) и являются перспективными экстрагентами для выделения минеральных кислот.

Изотермы экстракции изученных кислот алифатическими спиртами имеет вогнутую форму с областью оптимальной экстракции 500-800 г/л для серной кислоты и 100-200 г/л для соляной (Рис.1). Изучение химизма экстракции кислот спиртами методами ИК- и ПМР-спектроскопии показало, что экстракция протекает по гидратно-сольватному механизму с переходом в органическую фазу гидратированных сольватов переменного состава: $m\text{ROH} \cdot n\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HCl}$, $p\text{ROH} \cdot q\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$. Значения сольватных чисел (m , p) зависят от длины углеводородного радикала спирта и возрастают с ее уменьшением. Гидратные числа (n , q) взаимосвязаны с содержанием «свободной воды» в растворе и определяются концентрацией электролита в водной фазе.

Вогнутая форма изотерм экстракции кислот спиртами предполагает легко протекающую реэкстракцию с незначительным расходом реэкстрагента и получением концентрированных реэкстрактов: при соотношении объемов органической и водной фаз $V_o:V_v=8:1$ необходимо всего 3 ступени реэкстракции для полного извлечения кислот из органической фазы. При этом из насыщенной органической фазы может быть, например, получен раствор, содержащий 480-500 г/л серной кислоты, который пригоден для непосредственного использования в производстве для технических целей.

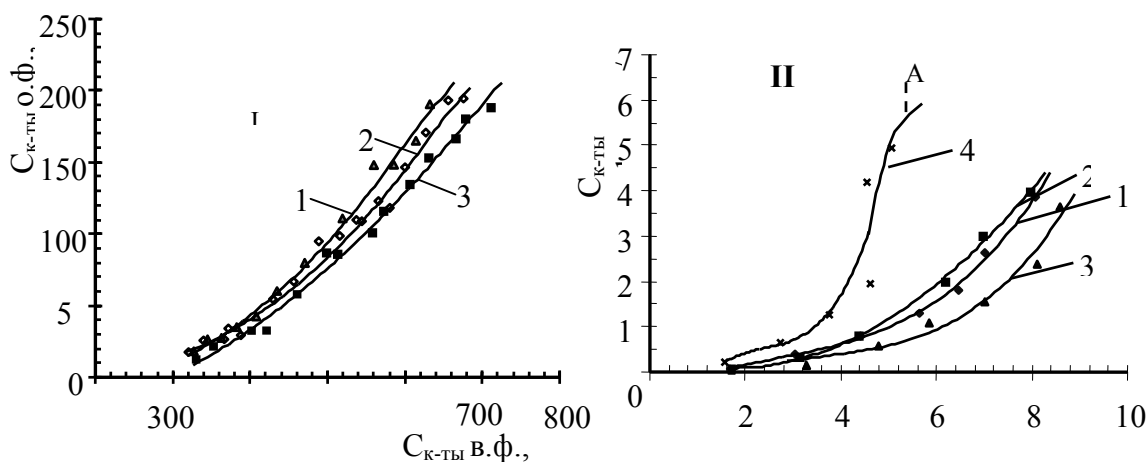


Рис. 1. Изотермы экстракции серной (I) и соляной (II) кислот алифатическими спиртами: 1- н-октанол; 2 – октанол-2; 3 – изо-октанол; 4 – пентанол (А – граница полной смешиваемости фаз)

Установлено, что регенерированные кислоты отвечают необходимым требованиям для их повторного использования в технологическом цикле, либо в других процессах. При использовании операции промывки экстрактов перед реэкстракцией возможно получение кислот улучшенного качества по содержанию примесных элементов. Разработана методика определения рабочих параметров процесса регенерации кислот (необходимое число ступеней и соотношения водной и органической фаз для стадий экстракции и реэкстракции).

Экстракционная технология регенерации серной кислоты проверена в укрупненном масштабе на лабораторном экстракционном каскаде в непрерывном режиме, общее извлечение серной кислоты в реэкстракт составляет 60-70%. Выданы исходные данные для проектирования ОПУ в ЦМ АО «Комбинат Североникель». Аппаратурно-технологическая схема ОПУ экстракции серной кислоты из маточника ЦМ представлена на рисунке 2.

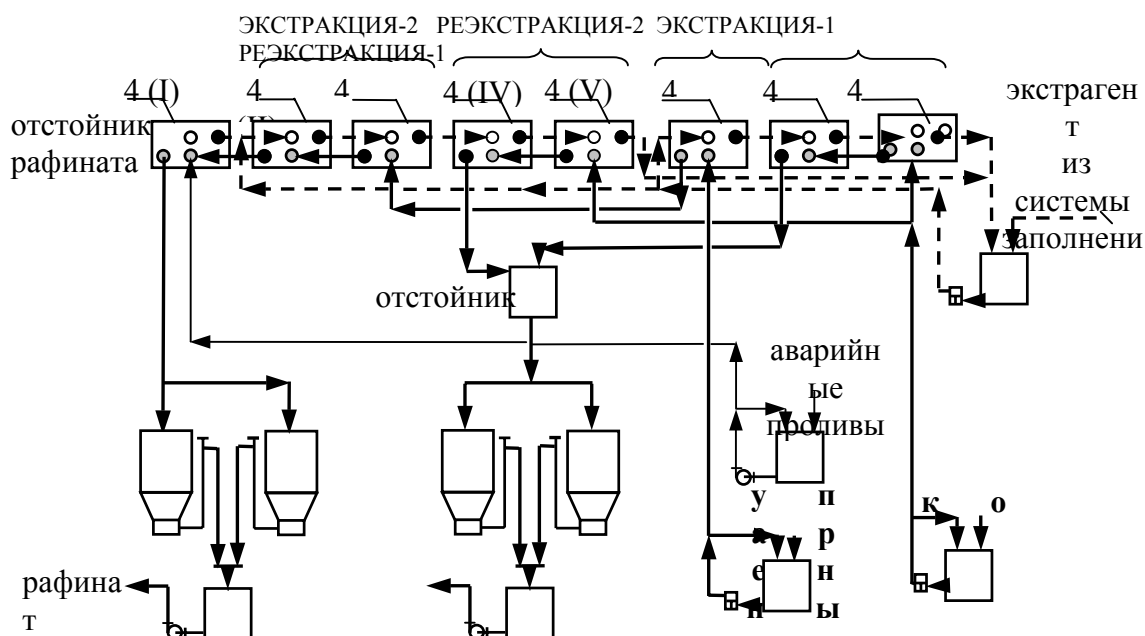


Рис. 2. Аппаратурно-технологическая схема ОПУ экстракции серной кислоты из маточника ЦМ

Регенерация минеральных кислот из отработанных растворов и возврат их в производственный процесс позволяет не только снизить потери и сократить расход дорогостоящих кислот, но и предотвратить вредные выбросы их в гидросферу и снизить экологическую нагрузку на природную среду.

BITUMOLITE ROCKS OF ONEZSHSKAYA STRUCTURE – PERSPECTIVE RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF SHUNGITE CONCENTRATE

M.M. Filippov, V.I. Kevlich, P.V. Medvedev

Institute of Geology, KarRS RAS

New spheres of application of Karelian shungite-containing rocks, creation of construction materials and technologies of manufacture of carbon nano-clusters can be realized if the problem of making of shungite matter with ash content below 1% is solved. Investigation of genesis of shungite rocks in Karelia allows us to suggest to use bitumolite rocks as material for manufacture of shungite concentrate. The preference is given to pyronaphthtoids, in which the mineral matter is not chemically tied with the shungite component and can be separated at the stage of crushing. So far these rocks were not regarded as useful mineral material. Nevertheless, the content of antraxolite in them can be as high as 15% and the accessible reserves are estimated in hundred million tons.

БИТУМОЛИТОВЫЕ ПОРОДЫ ОНЕЖСКОЙ СТРУКТУРЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ ШУНГИТОВОГО ВЕЩЕСТВА

М. М. Филиппов, В. И. Кевлич, П. В. Медведев

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Новые направления практического применения шунгитоносных пород Карелии - создание конструкционных материалов и технологий производства нанокластеров углерода, могут быть реализованы при решении проблемы получения концентратов шунгитового вещества (ШВ)¹ с зольностью, не превышающей 1%.

Впервые проблема обогащения шунгита² Шуньгского месторождения была поставлена в 1931 г. (табл. 1). В институте «МЕХАНОБР» при обогащении использовали операцию дробления, измельчения и комплекс методов: ручную разборку, разделение в тяжелых жидкостях, на концентрационных столах, отсадку, флотацию (Яшин, 1931); были получены концентраты ШВ с зольностью более 15%. В институте Прикладной химии проводились исследования по обогащению разогретого шунгита путем воздействия на него газообразного хлора (Рождественский, 1932). Наиболее эффективно процесс протекает при температуре 1000⁰С, а продукты обогащения содержали 11,06% золы. В том же институте проводились опыты по хлорированию антраксолита³ с исходной зольностью около 3%; получены продукты, содержащие 0,66% золы. В 1984 г. (Дюккиев и др., 1984) в опытах по обогащению максовитов⁴ Зажогинского месторождения использовали автоклавирование в

¹ **Шунгитовое вещество** - органическое вещество (ОВ), входящее в состав осадочных и вулканогенно-осадочных пород (сапропелевое; миграционное - бывшие углеводороды, или смешанное); находится на метаантрацитовой стадии углефикации; состоит из углерода – 95 – 98%, водорода, азота, серы, кислорода.

² **Шунгиты** - породы, содержащие от 45 до 80 % ШВ; имеют параллелепипедальную отдельность, пелитоморфные, относятся к сапробитумолитовым породам, слагают субпластовые тела или локальные участки среди максовитов.

³ **Максовиты** - породы, содержащие от 10 до 45 % ШВ, плотные, пелитоморфные; относятся к экструзивным сапробитумолитовым породам.

⁴ **Антраксолиты** - природные битумы, содержит С - 96-99%, Н - до 1,5%, N, S, O; V, Ni, Mo.

⁵ **Максовиты** - породы, содержащие от 10 до 45 % ШВ, плотные, пелитоморфные; относятся к сапробитумолитовым породам

щелочной среде, а также термообработку с целью дегидратации слюд и перевода других минералов в аморфное состояние, выдерживание в автоклаве, избирательное химическое растворение в кислотах и повторное автоклавирование. В 2000 г. исследована возможность применения МГС-сепарации и индукционного радиорезонансного метода (Скамницкая и др., 2000) с целью получения концентратов с повышенной электропроводностью; электропроводность продуктов обогащения существенно повышается, однако их зольность остается высокой.

Итак, при использовании шунгитов и максовитов, которые генетически относятся к сапробитумолитовым породам (со смешанным ОВ - первично-осадочным, и миграционным), проблема получения концентратов шунгитового вещества не была решена. В том и другом случае основная доля ШВ приходится на органо-минеральные соединения, сформированные на коллоидной стадии развития как органического (протошунгитового), так и минерального вещества. В шунгитах и максовитах первичные органо-кремнистые и органо-глинистые гели представлены криптористаллическим серицитом и кварцем, с которыми ШВ сохраняет химическую связь. Это пленки и глобулы на поверхности колломорфных агрегатов и отдельных кристаллов; в сериците оно также находится в межслоевом пространстве. При дроблении пород связь ШВ и минерального вещества не разрушается, поэтому экспериментальные работы по обогащению шунгитов и максовитов, с использованием весьма тонкого измельчения и флотации, оказались мало эффективными. Более сложные схемы: термоудар, обработка кислотами и автоклавирование в присутствии щелочей, экономически невыгодны, с позиций экологии небезопасны. Кроме того, глубокая химическая обработка влияет на структуру и свойства ШВ.

Таблица 1

Эффективность методов обогащения шунгитов и максовитов

Организация, год исследования	Порода, месторождение, исходная зольность, %	Методы обогащения	Показатели обогащения	
			Выход, %	Выход, %
«Механобр», 1932 г.	Шунгит, Шуньгское, 50 - 66	1. Ручная разборка: фракция >100 мм, 100-50 мм, 50-25 мм.	53 72 20,9	45 45 35
		2. Разделение в тяжелых жидкостях ZnCl ₂ и CHBr ₃ классов 50-25 мм, 25-10 мм, 5-0,5 мм а) с плотностью: 1,80-2,0 г/см ³ б) 2,2-2,4 г/см ³ в) измельчение до 200меш.	6 (кл. 50 – 25) 25 (кл. 5 – 0,5)	29,5 - 38,7 80 – 84 25
ГИПХ, 1932 г.	Шунгит, Шуньгское 33,82	3. Флотация (0074 мм): а) основная + 4 перечистки б) обжиг перед флотацией при T = 600 ⁰ C (15 мин)	5,3% менее 5	25,7% 25
		Прокаливание и обработка газообразным хлором 1. T = 600 – 800 ⁰ C 2. T = 1000 ⁰ C	нет данных. нет данных	16,13 11,06
Институт геологии КарНЦ РАН, 1984 г.	Максовит, Зажогинское 66,4	1. Щелочная обработка в автоклаве (кл. 10 – 15 мм, NaOH 150 г/л, T/Ж 1/8, 2 МПа, T = 200 ⁰ C, 20 час.)	нет данных	13,1
		2. То же + кипячение в H ₂ SO ₄ (3 часа)	нет данных	12,8
		3. Термообработка при 1100-1400 ⁰ C (30 мин), затем автоклавирование (10 ч.), кипячение в минеральных кислотах (3 ч.) и повторное автоклавирование (5 ч.)	нет данных	2,5
Институт геологии КарНЦ РАН, 2002 г.	Максовит, Зажогинское, Максовское, Подсосонье, Карнаволок	1. Индукционный радиорезонансный метод	17,2 – 8,8	Уменьшается в два раза
		2. МГС-сепарация	около 13	Не меняется

Таблица 2

Химический состав антраксолитов

Тип антраксолита, место отбора образцов (количество)	Влажность, %	Зольность, %	C ^{daf} , %	H ^{daf} , %	N ^{daf} , %	S ^{daf} , %	O ^{daf} , %
Пиронафтоид, Суйсарь (1)	7,7	0,45	98,77	0,25	0,15	0,83 (O+S)	
Тектонафтоид, Шуньга (3)	4,5	1,2	97,53	0,64	0,79	0,33	0,70

Примечание: daf – в расчете на сухое вещество

Предполагается, что проблема получения концентратов ШВ может быть решена путем перехода на битумолитовые породы (песчаники, туфопесчаники, алевролиты, брекчированные доломиты и лидиты), в которых ШВ представлено антраксолитом, т. е. является миграционным и занимает в них либо поровое пространство, либо присутствует в виде цемента брекчий. В этих породах минеральное вещество химически не связано с ШВ, т. е. их разделение возможно уже в процессе дробления. При этом предпочтение следует отдать породам-коллекторам пиронафтоидов. В Карелии подобные породы до настоящего времени вообще не рассматривались как полезное ископаемое, однако их прогнозные ресурсы оцениваются в сотни млн тонн, а содержание в них антраксолита может достигать 15%.

Литература

- Дюккиев Е. Ф., Кондратьева Л. В., Калинин Ю. К. Обогащение шунгитовых пород // Шунгиты – новое углеродистое сырье. Петрозаводск. 1984. С. 99 – 104.
- Оршанский Д. Л.. Разработка технологии изготовления угольных порошков для микрофонов из шунгита // Фонды КарНЦ РАН 1, опись 24,ед.хр. 529. Л. 11 – 64.
- Рождественский Б. А. Хлорирование шунгита // Фонды КарНЦ РАН. Ф. 1, оп. 24, ед. хр. 387.
- Скамницкая. Л. С., Галдобина Л. П., Бархатов А. В. Вещественный состав и обогатимость шунгитовых пород Толвуйской структуры // Углеродсодержащие формации в геологической истории. Петрозаводск. 2000. С. 149.
- Яшин П. И. Отчет об испытании обогатимости карельского шунгита // Фонды КарНЦ РАН. Ф. 1, оп. 24, ед. хр. 387.

REGIONAL EXPLORATIONS OF NATURAL STONE IN FINLAND

P. Härmä¹, H. Luodes², O. Selonen²

¹ Geological Survey of Finland (Espoo)

² Geological Survey of Finland (Kuopio)

At the Geological Survey of Finland (GTK), regional explorations of natural stone have been in progress since 1988. The aim has been to explore bedrock outcrops on a certain region to find prospects suitable for natural stone production. Furthermore environmental aspects have been noticed. The work has been carried out jointly with the regional authorities and generally financed by European regional development funding.

Until now the regional explorations of natural stone cover a total of approx. 12 000 bedrock outcrops, covering roughly 30% of Finland's land area. The explorations began from eastern Finland. The aim is to explore the whole Finland by the same methods.

The main method in the regional natural stone exploration is based on a conventional geological mapping. The colour and texture of rock type is very carefully noticed during the exploration. The spacing of fractures are measured or estimated carefully. Different kinds of samples are taken, and also GPR (ground penetrating radar) is used in selected areas.

The exploration has shown that less than 4 % of the bedrock outcrops studied could be suitable for natural stone production. The amount and type of these prospect areas varies in different regions and depends the bedrock geology of the regions. In these areas detailed explorations and more sampling should be done in prospect scale that means detailed mapping along traverses, sampling, GPR, and core drilling.

As a result of the regional explorations different kinds of new granite prospects, and especially from southeastern Finland many rapakivi granite prospects have been defined. Furthermore several soapstone prospects have been identified in eastern Finland.

There are also some challenges in regional exploration. Especially, in rapakivi granite areas the sampling is challenged by the intensive weathering in places. The samples taken from surfaces of outcrops do not always represent the colour of rapakivi granite in deeper part of outcrops. The frequency of vertical and horizontal fractures is not always easily identified due to soil cover and compact fractures. Sometimes, topography is so smooth that horizontal fractures cannot be seen. Hence development is still needed in regional exploration of natural stone.

EXPERIENCE IS FUNDAMENTAL-APPLIED STUDIES OF POTENTIAL TECHNOGENIC PRODUCTS

Y.M. Chernychov, N.D. Potamoshneva, O.R. Sergutkina

Voronezh State Architectural-Building University

It is stated a concept on decision deep and efficient conversion technogenic products in the building materials.

It is offered the methodology and methods of system-defined testing and diagnostics of technogenic products as potential raw materials for building material production. Authors also discussed the examples of utilizing a number of technogenic products.

ОПЫТ ФУНДАМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ (НА ПРИМЕРЕ ЦЧР)

Е.М. Чернышов, Н.Д. Потамошнева, О.Р. Сергуткина

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Исследования по проблеме использования техногенных продуктов входят в круг научных интересов специалистов Воронежского ГАСУ с начала 70-х годов. В результате развития работ по рассматриваемому научному направлению сформировалась концепция, опирающаяся на принцип территориальной и межотраслевой системной организации комплексов безотходных и малоотходных взаимосвязанных технологий производств целевых продуктов и технологий глубокой переработки побочных, попутных техногенных отходов. В рамках концепции реализуется прием оценки потенциала соответствующего техногенного продукта, для чего строится «дерево» материалов, которые могут быть изготовлены из него. «Дерево» формируется по принципу генезисного преобразования техногенного продукта в строительные материалы. Объединение инновационного строительно-технологического потенциала каждого из техногенных продуктов позволяет предложить систему сочетания производств, в которую и может «встраиваться» отрасль строительных изделий как главный потребитель («переработчик») техногенных отходов.

В последние годы в рамках изложенной концепции нами выдвинута и решается задача развития и разработки методологии, принципов и методов системного тестирования и диагностики техногенных продуктов как потенциального сырья для производства строительных материалов (Организация ..., 2001). Центральным моментом при этом принимается структурный подход и соответствующий ему учет механизма «включения» продукта в структурообразующие процессы на уровне механических, механо-химических и физико-химических явлений получения строительного материала. Постановка такой задачи в строительном материаловедении назрела и стимулируется тем, что огромный объем накопленной информации по использованию техногенного сырья нуждается в обобщении на основе фундаментальной научной концепции. Предложенная в таком контексте концепция и логика системного подхода позволяет обозначить комплекс целенаправленных действий, в составе которых исследователь может произвести тестирование характеристик техногенного продукта и осуществить его диагностику с точки зрения наиболее эффективного использования в строительном производстве. Логика обобщенного подхода предполагает определенную процедуру исследования, включающую раскрытие генезиса техногенного продукта, системное тестирование его химических, физических и механических характеристик, прогноз структурообразующей роли в процессах получения строительных материалов, выбор с учетом этого принципов технологии переработки.

Предлагаемая нами методология и методика диагностических исследований в задачах утилизации техногенных продуктов применена в отношении хвостов обогащения железистых кварцитов (Потамошнева,

1999) золо-шлаковых смесей ТЭС (Разработка, 1990), активного алюмосиликатного сырья (Власов, 1997), карбонаткальциевых отходов (Кукина, 2002) и других типичных для Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) разновидностей.

Сформированный банк данных по техногенным продуктам ЦЧР включает более 30 наименований попутно-добываемых и побочных продуктов, промышленных отходов.

Номенклатура техногенных отходов региона отражает его природно-минералогические особенности, а также структуру промышленности региона, включающую горнорудные, металлургические, химические, топливно-энергетические, машиностроительные, пищевые производства.

В научном и прикладном отношении технологические исследования и разработки по проблеме комплексной и глубокой утилизации техногенных продуктов опираются, в том числе на принцип гидротермального синтеза цементирующих соединений, являющийся универсальным в переработке систем щелочных и кислотных оксидов в искусственный камень. Наиболее «продвинута» из осуществленных разработок технология силикатных автоклавных материалов плотной и ячеистой структуры на основе железосодержащих хвостов обогащения руд КМА. Эта разработка подкреплена фундаментальным рассмотрением вопросов синтеза гидросиликатно-железисто-гидрогрантных соединений, структурообразования силикатного микробетона и формирования на его основе различных материалов и бетонов - искусственного заполнителя марок 400-600 (по дробимости), теплоизоляционного бетона средней плотностью 150-250 кг/м³ (А.С. СССР 1239117), конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона. Разработана технология этих материалов. Инженерные ее решения опираются на большой объем заводских испытаний и доведены до стадии регламента и отраслевого нормативно-инструктивного документа - «Инструкции по технологии изготовления изделий из ячеистых бетонов на основе тонкодисперсных побочных продуктов обогащения железных руд КМА», МПСМ СССР, М., 1980 г.

Примером другой продвинутой разработки является технология утилизации алюмосиликатных по составу продуктов (отходы добычи и переработки природного сырья и производства строительной керамики, бой оконного и тарного стекла), на основе которых путем организации гидратационного (в нормальных условиях) и синтезного (в автоклавах) твердения получена гамма эффективных бесклнкерных вяжущих активностью до 50 МПа, бетонов и изделий на их основе (Власов, 1997). Разработка также доведена до стадии регламента на технологию.

Определенное практическое значение имеет цикл проведенных нами работ, касающихся вопросов утилизации многотоннажных отходов карбонаткальциевого типа. Речь идет об отходах химических (конверсионный мел от производства удобрений), топливно-энергетических (отход химводоочистки), сахарных (дефекат), цементных (пыль-уноса) предприятий и заводов. Указанные карбонаткальциевые отходы имеют различный техногенез и обладают спецификой, но тем не менее их утилизация может опираться на единый общий принцип, основывающийся на учете структурообразующей роли карбонаткальциевых частиц как микронаполняющего компонента, как подложки для развития процессов кристаллизации цементирующих новообразований, как кристаллохимического регулятора формирования эпитаксиальных структурных контактов и связей в искусственном камне. Оценка основных видов и потенциала техногенных продуктов с точки зрения возможностей получения из них различной номенклатуры строительных материалов и изделий позволяет утверждать, что главным потребителем должна стать именно промышленность строительных материалов, строительная индустрия и строительство, которые при этом следует формировать в виде системы взаимосвязанных производств как неотъемлемой части территориально-производственного комплекса.

Литература

Власов В.В. Структурные изменения при твердении вяжущих на основе природного и техногенного алюмосиликатного сырья// Известия вузов. Строительство. - №5.- 1997. С.42-48.

Кукина О.Б. Техногенные карбонаткальциевые отходы и технология их использования в строительных материалах с учетом структурообразующей роли: Дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2002.

Организация комплексных диагностических исследований техногенных продуктов в задачах утилизации их в технологии строительных материалов / Е.М.Чернышов и др. // Высокие технологии в экологии: Труды 4-ой Междунар. науч.-техн.конф. - Воронеж, 2001. - С.142-149.

Потамошнев Н.Д. Гидротермальный синтез цементирующих веществ и технология ячеистобетонных изделий на основе хвостов обогащения железистых кварцитов КМА: Дис. ... канд. техн. наук. Воронеж. 1999.

Разработка ресурсосберегающих технологических процессов производства строительных материалов и изделий на основе комплексного использования природного попутно-добываемого сырья, побочных продуктов и отходов промышленности ЦЧР и КМА: Отчет о НИР/ Вор.инж.-строит. ин-т (ВорИСИ). Рук. Е.М.Чернышов.- № Гос.рег. 01.86.0101156.- Воронеж, 1990- 118 с.

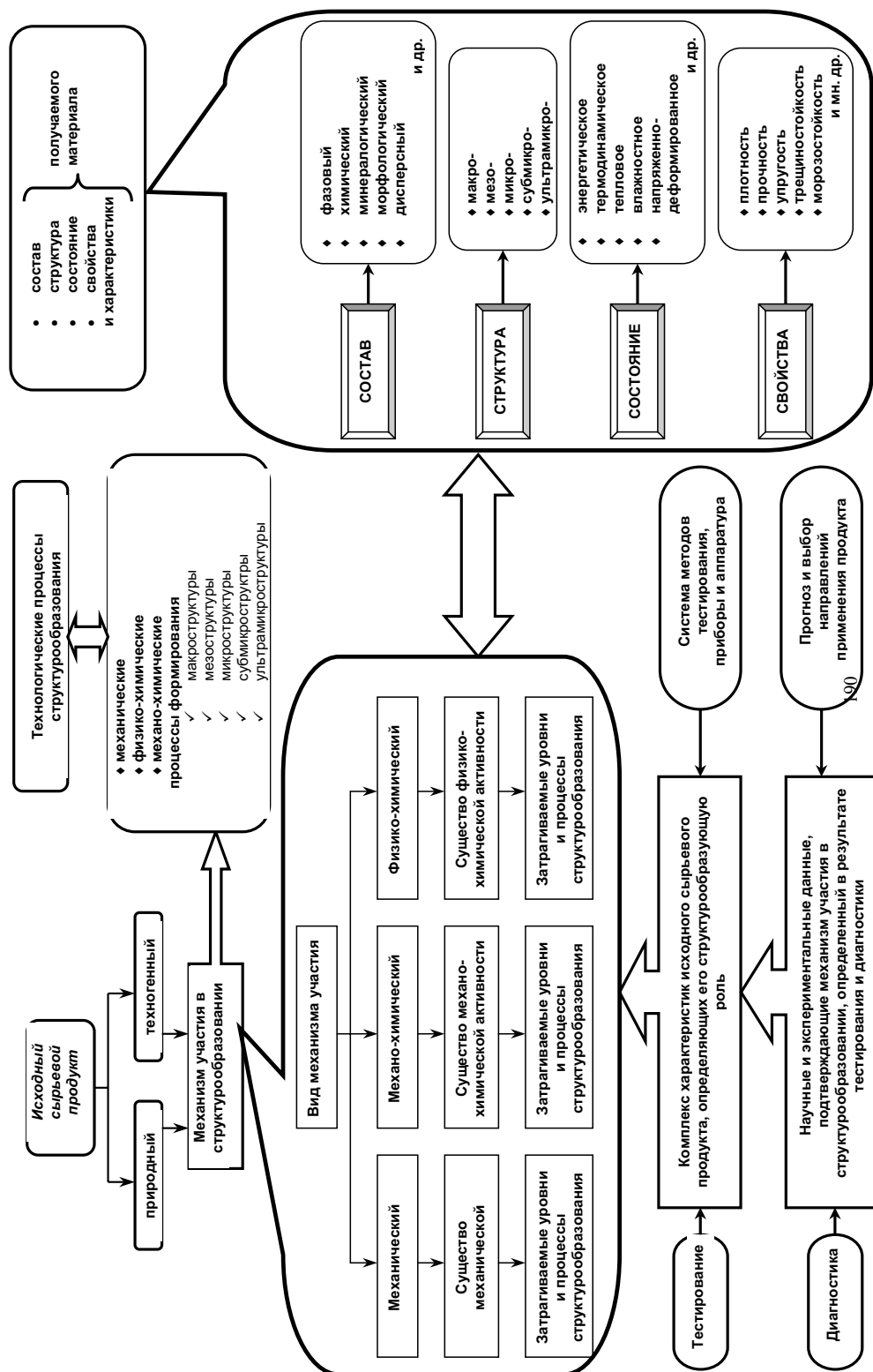


Рис. Методология тестирования и диагностики природного или техногенного сырья для технологичных строительных материалов

NEW METHODOLOGICAL APPROACHES IN EVALUATING OF BLOCK STONE DEPOSITS

V.A. Shekov

Institute of Geology, KarRS RAS

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЛОЧНОГО КАМНЯ

В.А. Шеков

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Несмотря на стойкое убеждение многих специалистов, занимающихся добычей блочного камня, что геологическое изучение массива перед его отработкой не столь важно, можно заявить, что развитие каменной промышленности невозможно без привлечения геологов.

Очень важно учитывать технологический уровень геологических работ, поскольку он во многом определяет качество геологической разведки. В этом смысле очень важно понять, насколько материалы геологической разведки, выполненной российскими специалистами, можно использовать при получении лицензии на разработку месторождения блочного камня зарубежными компаниями, насколько данные такого изучения соответствуют реальности.

Необходимо отметить, что еще в бывшем СССР требования к разведке месторождений находились на очень высоком уровне. Лишь одно отличало методы разведки того периода – это требования к размерам блоков. В настоящее время они также существует регламентация по ГОСТу 9479-98 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий». Блоки классифицируются по объемам и делятся на 4 группы (ранее они делились на 5 групп – это главная особенность).

Точность количественных оценок оставляет желать лучшего. Ниже приведен рис.1, на котором показано расхождение между теоретическим выходом блоков на месторождении и фактическим.

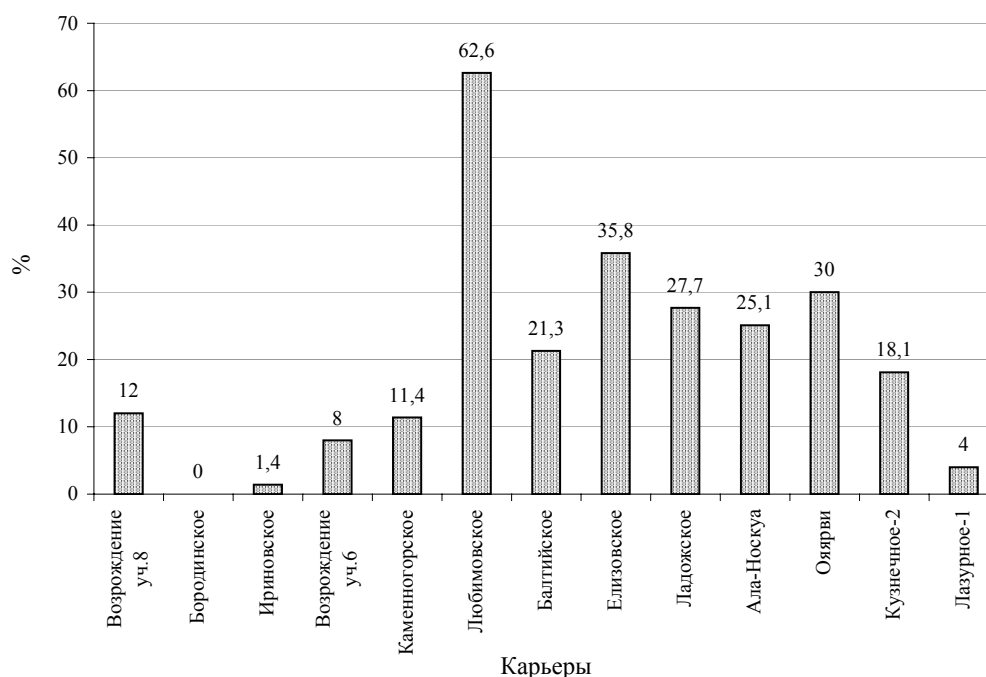


Рис. 1. Разница между расчетным и фактическим выходом блоков на месторождениях Ленинградской области

В стране было разработано и предложено достаточно большое количество методик, вполне адекватно позволяющих оценить выход блоков из горной массы. Определенную сложность представляла оценка трещиноватости на глубине, поскольку из основных методов разведки в этом случае использовалось алмазное бурение и изучение керн. Отсюда хотя и требования к качеству разведки находились на высоком

уровне, результаты оставляли желать лучшего. При этом требования ГОСТ отстают от требований времени в части оценки качества блоков, а результаты разведки можно трактовать достаточно широко.

Другим недостатком, присущим, кстати, и зарубежным методикам является в значительной степени субъективизм разведки. Конечный результат представляет собой интерпретацию фактического материала и в дальнейшем используется, как правило, только она, а исходные материалы в лучшем случае хранятся в специально оборудованных хранилищах, или уничтожаются, как это практиковалось у нас в стране.

Институтом геологии КарНЦ РАН предложен новый методический подход для оценки месторождений блочного камня, чтобы избежать вышеназванных недостатков. Он основан на построении модели трещиноватости для каждого объекта и хранении всех фактических материалов в виде пространственно распределенных данных.

В настоящее время идет разработка прототипа модели. Основная идеология работы связана с разработкой методики на основе компьютерной модели месторождения. На рис.2 показан топографический план местности и следы трещин на поверхности массива.

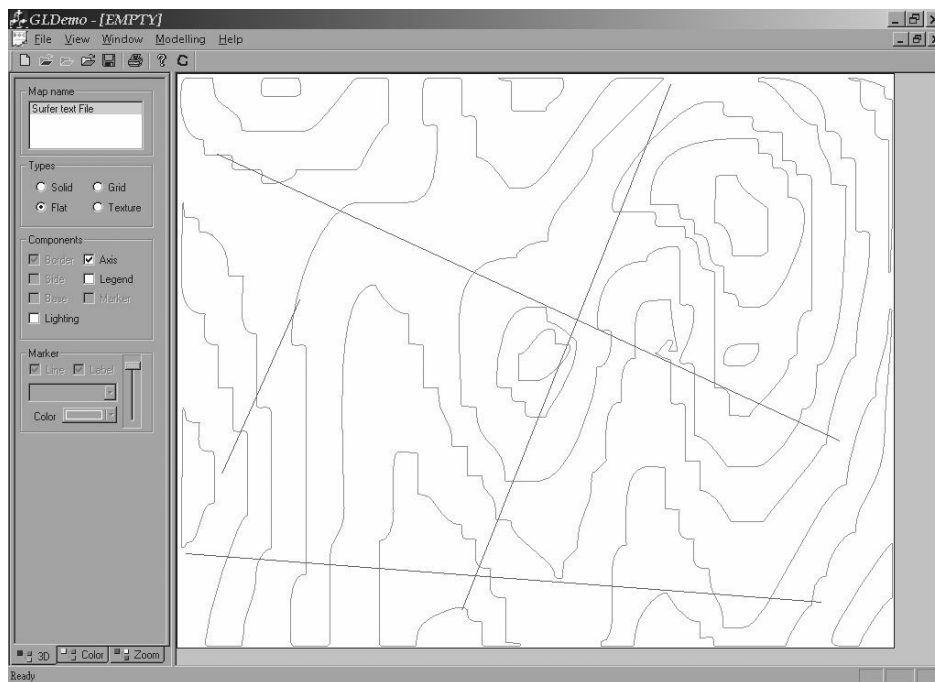


Рис. 2. Топографический план местности с нанесенными трещинами, выявленными на месторождении блочного камня

Поскольку компьютерная модель хранит информацию о пространственном расположении трещин, они могут быть представлены в виде трехмерной модели (рис.3).

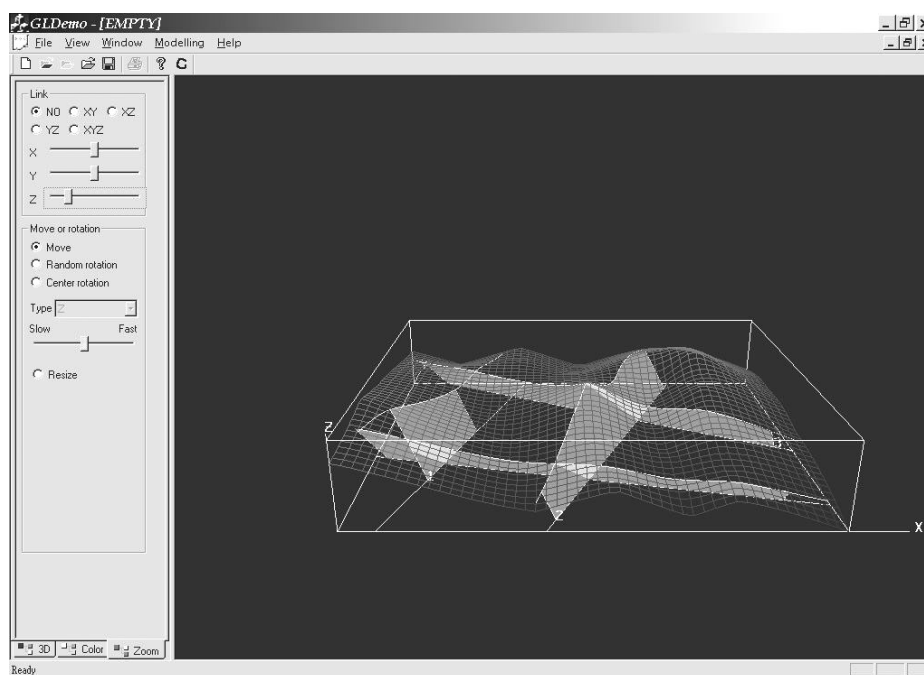


Рис. 3. Модель трещиноватости

Все данные могут быть введены в модель при помощи дружелюбного интерфейса. При необходимости все системы трещин могут быть выделены и классифицированы в различные группы с определенными допусками.

В трехмерной модели все трещины могут быть визуализированы с фиксацией их пересечений. Эта особенность дает нам возможность выделять участки ненарушенной горной породы различного размера и формы, рассчитать сколько можно получить блоков определенного размера из этих бесформенных кусков.

Программа находится в разработке, но уже сейчас возможно визуализировать трещины. Все теоретические задачи по расчету количества блоков решены и закладываются в программу. Продолжение работы связано с различными возможностями сбора данных (алмазное бурение, результаты, полученные при использовании георадара, и т.п.).

Одной из самых важных особенностей такого подхода является возможность изучать перекрытые участки горных пород, где без нарушения покрова мож с достаточной точностью определяются его перспективы на получение кондиционных блоков.

Конечно, высокопрофессиональный специалист с хорошо развитым воображением может решать задачи выбора оптимального раскроя массива без программного обеспечения, описанного выше. Описанная технология и предложенная программа может использоваться для оценки различных месторождений, что сделает работу геолога более эффективной и повысит экономические показатели разработки месторождения блочного камня.

STONE INDUSTRY IN REPUBLIC OF KARELIA

V.A. Shekov

Institute of Geology, KarRS RAS

КАМЕННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

В.А. Шеков

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

В архитектурном облике современного города облицовочный камень является символом долговечности, престижности, красоты. Область использования камня во всем мире значительно расширилась. Помимо культовых сооружений (храмы разных конфессий) и объектов гражданского строительства (театры, вокзалы, банки, спортивные сооружения, офисы и т. п.), камень находит применение в отделке индивидуальных коттеджей, в архитектурном оформлении интерьеров квартир (камины, столешницы, кухни, лестницы, ванные комнаты и т. п.). Традиционно и неизменно камень применяется в монументальном искусстве и индустрии памятников.

Несмотря на постоянную конкуренцию с различными искусственными имитациями, появляющимися на рынке (гранитин, гранитэкс, керамический гранит, бретонстоун и т. п.), потребление природных каменных материалов во всем мире ежегодно возрастает на 7-9 %. Это свидетельствует о высокой конкурентоспособности камня как облицовочного материала. Его привлекательность заключается, прежде всего, в его естественной высокой декоративности и долговечности. Как показывает опыт, при грамотном использовании, особенно в отделке фасадов, каменная облицовка благодаря долговечности обеспечивает сокращение расходов на эксплуатацию зданий в 5-8 раз по сравнению с эксплуатацией зданий, отделанных декоративными бетонами, силикатной краской и т. п.

Промышленность облицовочного камня России переживает сейчас не самое лучшее время. Несмотря на колоссальный потенциал, среди мировых производителей камня мы занимаем скромное, 26-е место. При мировой добыче блоков порядка 20 млн.м³ в год доля России примерно 0.5 % (120 тыс. м²), а у стран-дилеров (Италия, Китай) - 15-16 %. Широкое использование природного камня в проектах последних лет значительно повысило уровень качества градостроительства, оживило цветовое наполнение таких городов, как Москва, С.-Петербург, Казань, Екатеринбург, Тюмень и др.. В этом заключается один из парадоксов нашего времени: расширение гаммы используемых каменных материалов в строительстве на фоне общего экономического кризиса. Объяснение этому феномену кроется, прежде всего, в переходе финансирования градостроительной деятельности с весьма скудных государственных дотаций на рыночную систему, когда в роли заказчиков стали выступать структуры, располагающие крупным капиталом.

К сожалению, архитекторы часто обращались к импортным разновидностям камня, поскольку развитие отечественного производства шло медленно. Это привело к резкому росту импортных каменных изделий (до 30 % от общего объема потребления камня). Сознывая значимость каменных облицовочных материалов для отечественного строительства, необходимо в нынешних сложных экономических условиях сохранить потенциал промышленности.

Камнедобывающая и камнеперерабатывающая отрасли переживают сейчас не лучшие времена. В то время во всем мире область применения природного камня расширяется и, по мнению ведущих зарубежных экспертов, в обозримом будущем достойной замены ему не появится.

Темпы роста мирового производства каменных материалов (до 2005 г.) будут находиться на уровне 6-8 % в год. В нашей стране до 1998 г.а фиксировался ежегодный спад производства камня на 4-5%, и лишь в 1999 г. отмечены стабилизация и даже определенный рост. Из табл. 1 видно, что основной прирост и развитие идет на севере страны и, главным образом, в Карелии, а в табл.2 показано распределение блочного камня РФ по типам пород.

Таблица 1

Характеристика месторождений облицовочного камня Российской Федерации
(статистические данные на 01.01.2000 г)

Регионы Российской Федерации	Количество месторождений	Запасы по категориям А+В+С ₁ , тыс. м ³	% ко всем запасам	Изменения в запасах, тыс.м ³
Север Мурманская обл.,	47	100378	18.1	+9439

Регионы Российской Федерации	Количество месторождений	Запасы по категориям А+В+С ₁ , тыс. м ³	% ко всем запасам	Изменения в запасах, тыс.м ³
Карелия, Коми				
Северо-Запад Ленинградская обл.	15	30726	5.5	+324
Центр Московская обл.	2	15373	2.8	-
Северный Кавказ Краснодарская обл., Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Северная Осетия, Ингушетия, Дагестан	15	23237	4.2	-6
Урал Пермская обл., Башкортостан, Оренбургская обл., Свердловская обл., Челябинская обл.	43	193104	34.8	-180
Западная Сибирь Новосибирская обл., Кемеровская обл., Алтай	17	16520	3.0	+1389
Восточная Сибирь Хакасия, Красноярский край, Бурятия	19	133067	24	+199
Дальний Восток Республика Саха, Амурская обл., Еврейская авт. область, Приморский край, Сахалин	12	42225	7.6	-
Всего	170	554629	100	+11165

Таблица 2

Количество месторождений облицовочного камня Российской Федерации по типам пород

Типы пород	Количество
Мрамор и подобные	51
Граниты и подобные	78
Габбро и подобные	15
Известняки, кварциты, песчаники и т.д.	23
Всего	162

И эта картина вполне объяснима в связи с тем, что территория Фенноскандинавского щита, на которой расположены изверженные породы, очень хорошо обнажена и доступна для изучения и разработки карьеров.

Балансом запасов природных облицовочных камней по Карелии по состоянию на 01.01.2003 г. учтено 42 месторождения, из них 17 - гранита и гнейсогранита, 21 - габбро-диабазы, габбронорита и габбро-амфиболита, 3 - мрамора, 1 – кварцита (рис.).

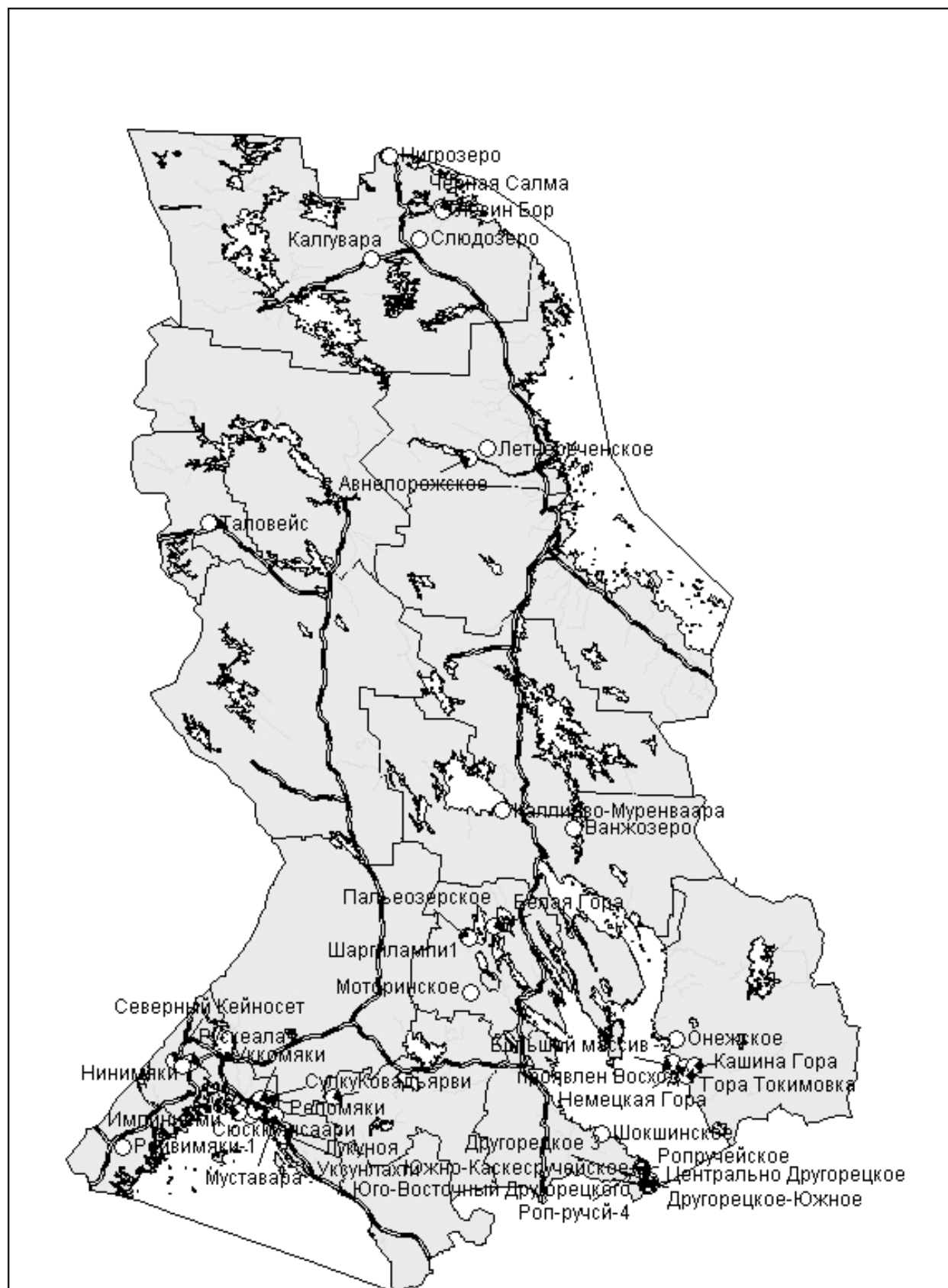


Рис. Схема размещения месторождений облицовочного камня, состоящих на балансе

Следует иметь в виду, что из списка лицензированных объектов не все объекты могут быть расценены как блочные. Очень многие из них получены без должной подготовки со стороны недропользователей, что приводит к различным трудностям при дальнейшей работе. Как правило, немногие пользователи знают, что будет производиться на месторождении и где будет их рыночная ниша.

Вышесказанное можно проиллюстрировать на примере месторождения Таловейс, где отчетливо видно, что массив интенсивно передроблен. Такая же ситуация складывается на втором участке этого месторождения. При такой плотности трещин невозможно получать даже маленькие блоки, не говоря уже о блоках, которые требуются промышленности. Однако с завидным упорством компания продолжает работы. Еще две иллюстрации с месторождений, на которых получены лицензии, но добыча не получается (Ропскала, Анашкино). Сложная геологическая ситуация на месторождениях Черная Салма, Северный Кейносет, Сюскюянсаари, Моторино и многих других не позволяет относить эти месторождения к крупноблочным, учитывая современные требования к блочному камню (к размерам и форме блоков).

Таким образом, наличие материалов геологической разведки не гарантирует, что на изученном объекте будет адекватная экономическая отдача. И это во многом объясняется сложностью изучения объекта (месторождения облицовочного камня), отсутствием современных методик, а также отсталыми современными требованиями (нормативными документами), не учитывающими новые достижения в области обработки камня. Значительную часть месторождений из таблицы 1 можно причислить к мелкоблочным месторождениям, блоки из которых пригодны для производства памятников и мелких архитектурных изделий, но непригодны для производства плит (слябов) на современных крупногабаритных распиловочных станках, в том числе и блоккатерах, где производится модульная плитка.

На основе имеющихся данных можно заключить, что Карелия сегодня имеет едва начинающую набирать обороты камнедобывающую промышленность. При этом экономический эффект от работы этой промышленности очень низок в связи с неэффективно работающей отраслью. Это обусловлено отсутствием различного рода стимулов по внедрению ресурсосберегающих технологий, снижению экологического ущерба окружающей среде, недостатком средств для приобретения современного оборудования, отсутствием в достаточном количестве квалифицированных кадров.

Отсюда и все «достижения» промышленности. В то время как Испания увеличивает производство в десять раз и это по блокам высшей категории качества, в Карелии увеличение объема за этот же срок составляет два раза, при этом качественных блоков производится не более 10% от всего этого количества.

Республика Карелия нуждается в пересмотре собственной политики в области разработки недр.

Другая составляющая экономики – политика. В течение следующего политического цикла (2008-2012 гг.) в России, по мнению российских политологов, будет править именно политика, а не экономика. Например, в железнодорожном транспорте и газовой отрасли последовательно создаются "каскады монополий": отрасль разбивается на сегменты, контролируемые специализированными монополиями меньшего масштаба. Тарифная нагрузка на производителей только растет. Таким образом, вопрос инвестирования в российский камень может решаться иностранными инвесторами уже сегодня, потому что в ближайшее время резких изменений в правилах игры не будет.

CERAMIC HARDWARE FROM NATURAL AND TECHNOGENIC SOURCES OF THE KOLA PENINSULA

N.F. Shcherbina¹, T.V. Belyaeva², T.V. Kochetkova¹

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KoltSC RAS;*

² *GCK MGE*

Characteristics of clay sources of the Kola Peninsula, including their reserves, features and areas of application, are presented. Copper-nickel ore tailings are shown as possible candidates for ceramic hardware production.

КЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Н.Ф. Щербина¹, Т.В. Беляева², Т.В. Кочеткова¹

¹ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, Кольский научный центр РАН, office@chemy.kolasc.net.ru;

² ОАО “Мурманская геолого-разведочная экспедиция”, mgrex@com.mels.ru

Глины - это основной вид сырья применяемого в керамической промышленности. На территории Кольского полуострова разведано большое количество месторождений и проявлений глинистого сырья. В настоящее время балансы запасов по Мурманской области учтены 8 месторождений с суммарным запасом по категории А+В+С₁ 17 млн.м³. Изучение физико-химических и технологических свойств глинистого сырья показало, что глины Кольского полуострова весьма разнообразны по химическому, гранулометрическому и минеральному составу. Минеральный состав представлен, в основном, гидрослюдой, каолинитом, хлоритом с включениями кварца, полевого шпата и амфибола. Глины преимущественно легкоплавкие (огнеупорность 1150-1260°С), умеренно пластичные. Технологическими испытаниями установлена пригодность глинистого сырья для производства изделий грубой керамики: кирпича, облицовочной плитки и черепицы (Кособокова и др., 1996, 1998). Наибольший практический интерес представляют глины и суглинки Ермаковского, Каленгозерского и Урагубского месторождений, характеристика глинистого сырья которых приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика глинистого сырья

Месторождение	Число пластичности	Огнеупорность, °С	Запасы
Урагубское	3.0-17.0	1190-1250	В+С ₁ - 6711 тыс.м ³
Ермаковское	3.1-7.3	1180-1200	В+С ₁ - 287.6 тыс.м ³ С ₂ - 23.6 тыс.м ³
Каленгозерское	4.2-13.2	1200-1250	С ₁ - 104.8 тыс.м ³ С ₂ - 113.3 тыс.м ³

Глинистое сырье Ермаковского и Каленгозерского месторождений пригодно для производства кирпича без дополнительной подшихтовки керамической массы. Однако удаленность месторождений от транспортных путей затрудняет их эксплуатацию. Урагубское месторождение расположено в 30 км от г. Мурманска. Доступное расположение месторождения, разведанные запасы и качество глин позволяют организовать крупномасштабное производство кирпича и облицовочной плитки (табл. 2).

Таблица 2

Техническая характеристика изделий

Кирпич керамический полнотелый марки М 200	
Плотность, кг/м ³	до 1900
Морозостойкость, циклы	25
Облицовочная плитка	
Водопоглощение, %	14.8-15.2
Предел прочности при изгибе, МПа	17.0-18.0
Термостойкость, °С	150
Черепица	
Водопоглощение, %	9.3-10.3
Плотность, г/см ³	2.03-2.08
Общая усадка, %	8.0 - 8.5
Предел прочности при изгибе, МПа	21.0-26.0
Морозостойкость, циклы	35

В керамической промышленности наряду с использованием традиционного природного сырья все чаще находят применение отходы различных производств. Особого внимания заслуживают отходы

горнопромышленного комплекса. Вовлечение в переработку все более бедных руд приводит к резкому увеличению объема отходов. Отсутствие ранее технологий по использованию вызвало огромное накопление отходов, отрицательно влияющих на окружающую среду.

Исследована возможность использования заскладируемых отходов обогащения медно-никелевых руд Печенгского месторождения в качестве компонента керамической массы для получения изделий строительной керамики. Минеральный состав исследуемых отходов представлен силикатами и гидросиликатами магния, кварцем и рудными минералами. Химический состав представлен следующими оксидами, мас. %: SiO_2 - 41.91; Al_2O_3 - 8.66; Fe_2O_3 - 17.72; MgO - 17.26; CaO - 3.66; K_2O - 0.86; Na_2O - 0.74; п.п.п. - 9.16. Гранулометрический состав характеризуется высоким содержанием ультрадисперсных частиц с размерами менее 10 мкм, обладающих развитой удельной поверхностью. Число пластичности - 5, огнеупорность - 1250°C. Возможность использования магнезиальных силикатов в производстве строительных материалов, в том числе и керамики, доказана многими исследователями (Макаров и др., 2003). Однако в большинстве случаев известные технологии разработаны для природного и техногенного сырья содержащего низкожелезистые гидросиликаты.

Исследования проводились на керамических массах содержащих различные компоненты, в том числе и глинистую составляющую. В качестве плавней использовали нефелиновый концентрат, а также комплексные плавни содержащие, в различных соотношениях нефелиновый концентрат и стеклобой. Количество плавней варьировалось от 10 до 30 мас. %. Обжиг шихты проводился в интервале температур 1050-1200°C. Образцы готовили методом полусухого прессования. В результате исследований получены изделия, имеющие следующие характеристики:

водопоглощение, % - 12.8-15.7
прочность при изгибе, МПа - 10.8-22.0
кажущаяся плотность, г/см³ - 1.98-2.70
линейная огневая усадка, % - 0.1-2.7
коэффициент линейного термического расширения, $\alpha \cdot 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ - 5.4-5.8.

В соответствии с полученными свойствами керамические материалы могут быть использованы в качестве облицовочной плитки, кирпича М-100 и камней керамических.

Литература

Кособокова П.А., Беляева Т.В. Глины Карело-Кольского региона России для производства керамических изделий. Обзорно-аналитический справочник. Апатиты, КНЦ РАН, 1996. - 72 с.

Кособокова П.А., Щербина Н.Ф., Васильева Н.Я. Изучение возможности использования легкоплавких глин Кольского полуострова для получения черепицы. – Апатиты, 1998. – 8 с. – Деп. в ВИНТИ 04.02.98, № 310-В98.

Макаров В.Н., Бастрыгина С.В. Дисперсные отходы обогащения. Строительные и технические материалы из минерального сырья Кольского полуострова, ч.2, Апатиты, КНЦ РАН, 2003. - С.63-76.

NATURAL CONSTRUCTION MATERIALS (REPUBLIC OF KARELIA)

V.V. Schiptsov, shchipts@krc.karelia.ru

Institute of Geology KRC RAS

Many industrial minerals and rocks that can be found in the republic of Karelia can be used in production of construction materials of various applications. Examples of diverse utilization of 28 types of mineral resources in the industry of construction materials are given in the report.

Different types of complex deposits are distinguished depending on the form, in which the useful components occur in them: a) one main industrial mineral contains several valuable components; b) two or more valuable industrial minerals are present in one industrial type; c) mixed natural combinations of useful ore and industrial minerals and stone; d) industrial raw material contains many valuable components; e) industrial complex raw material suitable for multiple applications; f) technogenic deposits.

The author is of the opinion that organization of comprehensive research should include scientific geological forecast of deposits, improvement of mining and processing technologies, of technologies of manufacture of

construction materials and economic substantiation of development of the mineral resource base of construction materials

ПРИРОДНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

В.В. Щипцов, shchiptov@krc.karelia.ru

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Наиболее многочисленная группа индустриальных минералов и горных пород Карелии составляет минерально-сырьевую базу для производства на их основе строительных материалов различного назначения.

Карелия по запасам сырья для производства строительных материалов занимает относительно высокую потенциальную ступень, но по объему и широте ее выпускаемого ассортимента на их основе занимает скромную позицию в масштабе Баренцева региона.

Особенности оценки природных строительных материалов определяются в значительной мере горными породами – главными источниками полезного компонента и непосредственными составляющими геологических разрезов земной коры Фенноскандинавского щита. Выделяются для минерального сырья строительного назначения две группы. Первая группа не требует химико-технологического передела, ценность определяется физическими свойствами индустриальных горных пород. Другая группа требует передела, т.е. значение приобретают определенные химические и физические свойства индустриальных минералов.

В Карелии на текущий момент к наиболее распространенным относятся природный камень для получения из него блоков (гранит, габбродиабаз, гранатовый амфиболит и др.), строительный камень для производства щебня (гранит, диабаз и др.) и песчано-гравийные смеси (ПГС), на основе которых организована добыча сырья. На 01 января 2005 г. действует около 100 лицензий на блочный камень и добыто в 2004 г. примерно 20 тыс.куб.м, 80 – строительный камень для производства щебня и добыто более 4.5 млн.куб.м. и более 280 лицензий на ПГС. Годовой объем товарной продукции предприятий горнопромышленного комплекса по двум выше упомянутым видам составил не более 2 млрд рублей (Минерально-сырьевая...2004).

На данном этапе играют огромную роль вопросы систематизации (Щипцов, 2005), что показано в табл.

Таблица

Виды строительных материалов и сырья для их производства, направления их использования

Вид сырья	Использование	Вид обработки	Главные минералы	Главные объекты
Анортзит	Щебень, плитка, бетон, стройкерамика, связующее вещество	Дробление, распиловка помол обогащение	Лабрадор-битовнит	Котозеро
Геллефлинта	Бетон, бутовый камень, санитарная и стройкерамика облицовочные плиты, пиленный камень, песок, цемент, щебень,	Дробление помол, обогащение	Плагиоклаз	Костомукшское
Гранат	Пескоструйный материал	Обогащение	Альмандин	Тербеостровское, Высота-182
Диатомит	Прессованные изделия, гидравлическая добавка в цемент, штукатурка, специальный кирпич	Помол	Диатомит	Ряпуксозеро, Амбарный, Сигозеро
Ильменит	Краски, эмаль	Обогащение	Ильменит, титаномагнетит	Суриваара
Кварц	Строительная керамика, пескоструйный материал, силикатный кирпич, штукатурка, щебень	Дробление. измельчение	Кварц	Чупинская группа пегматитов, Меломайс, Фенькина ламбина,

Вид сырья	Использование	Вид обработки	Главные минералы	Главные объекты
				Степаново озеро
Карбонатит	Вяжущие, силикатный кирпич, цемент	Дробление помол	Кальцит	Тикшеозерское
Известняки (мрамор, доломиты)	Асфальт, бетон, вяжущие, облицовочные плитки, силикатный кирпич, цемент	Дробление, помол	Доломит кальцит	Рускеала-1, Рускеала –2, Виданское, Чирка-Кемь
Кварцевый порфир	Бутовый камень, облицовочные плиты бытовая керамика	Дробление, распиловка, помол, обогащение	Микроклин	Роза-лампи
Кварциты	Асфальт, бетон, бутовый камень, облицовочные плиты, пескоструйный материал, силикатный кирпич, строительная керамика, цемент, штукатурка, щебень	Дробление, распиловка, помол	Кварц	Метчангъярви
Керамические глины	Кирпич, огнеупорный кирпич, прессованные изделия		Монтмориллонит каолинит	Ивинское, Кумское, Рыборецкое
Керамические пегматиты	Асфальт, бетон, бутовый камень, песок, гравий, строительная керамика, наполнители в краски	Дробление, помол, обогащение	Микроклин плагиоклаз	Хетоламбинское, Чкаловское, Ураккозеро, Луппикко, Улялега и др.
Кианит	Жаропрочный цемент	Дробление, помол, обогащение	Кианит кварц	Хизоваарское
Кровельные сланцы	Асфальт, плитки для кровли и облицовки	Дробление, помол		Кютесюръя-II, Турастамозеро, Брусненское
Магнезит	Огнеупорный кирпич, цемент	Дробление, помол, распиловка	Магнезит брусит	Светлоозерское
Мусковит	Наполнители бетонных смесей, огнеупорный кирпич, гипсокартон, текстурные краски, акустический штукатурный гипс, потолочная плитка	Сортировка, дробление, измельчение, обогащение	Мусковит	Отвалы – Тэдино, Малиновая Варакка, Плотина Мелкоразмерный – Восточно-Хизоваарское
Нефелиновые и щелочные сиениты	Асфальт, бутовый камень, цемент, искусственные плитки	Дробление, помол	Плагиоклаз нефелин	Нижнее (Елетьозерское)
Оливин	Цемент	Дробление, помол	Форстерит-файалит	Аганозерское
Пирит	Цемент, пигмент	Дробление, помол	Пирит	Парандовское, Хаутаваарское, Ялонваарское
Пироксеновый порфирит	Облицовочные плиты, щебень, минеральная вата	Дробление		Хавчозерское
Природные пигменты	Силикатный кирпич	Помол		Раудо-Суо, Раймяла, Половининское
Природный камень	Облицовочные плиты	Распиловка		Другорекское,

Вид сырья	Использование	Вид обработки	Главные минералы	Главные объекты
для блоков (гранит, габбродиабаз, гранатовый амфиболит и др.)				Калгувара. Кашина Гора Нигрозера, Пувашвара и др.
Рапакиви	Бетон, бутовый камень, асфальт, облицовочные плитки, щебень	Дробление, распиловка		Уксинское
Сerpентинит	Вяжущие – строительная известь, магнезиальные вяжущие	Дробление, помол		Аганозерское
Ставролит	Наполнитель для красок, портландцемент	Дробление, помол, обогащение	Ставролит	Хизоваара
Строительный камень для производства щебня (гранит, диабаз, габбродиабаз и др.)	Щебень для автодорожного и железнодорожного строительства, для сооружения мостов, дамб, бетонные смеси	Дробление		Голодай Гора, Восозерское, Ранта-Мяки, Большой массив, Серый карьер, Лобское, Нюрин-Саари и др.
Тальковые сланцы	Термоаккумулирующие изделия (камины), бетон, плитки для кровель и облицовки	Распиловка	Тальк карбонат	Турган-Койван-Аллушта, Каллиев-Муренваара, Зеленая Горка, Пенти-Суо
Шунгитовые сланцы А) высокоуглеродистые Б) малоуглеродистые	Облицовочный материал, щебень Бетон, облицовочные плитки, щебень, плитки для кровель и облицовки	Дробление, распиловка Дробление	Шунгитовое вещество	Забогинское Залебяжинское Нигозерское Мягрозерское

В таблице показаны основные общие виды продукции. Естественно надо иметь в виду возможность получения новых строительных и технических материалов на основе традиционного и нетрадиционного сырья, т.е. значительно картина расширится за счет множественности использования в промышленности строительных материалов. С учетом геологических особенностей территории Карелии минерально-сырьевая база для производства щебня рассматривается как высокопотенциальная, но необходимо весьма осторожно подходить к прогнозам о достаточности на многие десятки лет, тем более, если говорить о высокопрочном щебне. Высокопрочный щебень – это сырье с особыми физико-механическими свойствами, и пока в Карелии ресурсы данных месторождений не определены, поэтому здесь необходимы исследования по целевой программе на перспективу. Другой пример с анортозитовыми породами, используемыми на щебень (одно из возможных направлений). Они представляют собой ценное сырье для сооружения светлых дорожных покрытий, садовых дорожек и в качестве компонента каменного литья (Геолого-технологическая..., 2003).

На территории Карелии выполнен определенный объем работ по геолого-технологическому картированию, в т.ч. и малых по запасам месторождений индустриальных минералов. Проведено малообъемное технологическое опробование на месторождениях гранатовых руд «Высота-181», мусковитовых кварцитов Восточно-Хизоваарской площади, нефелиновых сиенитов Елетьозера (Северный участок), на крупных проявлениях анортозитов Котозерского массива и кварца Меломайс, кианитов Хизоваарского месторождения и др. Давно поднимался вопрос (Международное совещание по малому горному бизнесу в Петрозаводске 1995г.) об использовании модульных установок типа «Караван» при освоении месторождений индустриальных минералов и горных пород. В последнее время в Республике Карелия стали внедрять в производство щебня применение мобильных дробильных комплексов, модульных зданий и сооружений контейнерного типа, автономных источников электроснабжения и других элементов.

Остаются в тени комплексные месторождения. К комплексным месторождениям индустриальных минералов относятся те руды, из которых на данном этапе экономически выгодно и технически возможно

извлекать несколько ценных минералов (или компонентов), используемых в различных областях промышленного производства: огнеупорное, керамическое, стекольное, химическое, строительное и т.д.

В зависимости от форм нахождения полезных компонентов выделяются различные типы комплексных месторождений (Изоитко, Щипцов, 2001). Примерами таких типов могут служить:

1. один главный индустриальный минерал, содержащий несколько ценных примесей;
2. два или более индустриальных минералов в горной породе;
3. совокупность рудных и индустриальных минералов в рудоносной толще;
4. индустриальное многокомпонентное сырье;
5. многообразие сортов индустриальных минералов промышленного значения
6. техногенные месторождения

Необходима организация комплексных исследований, включая в себя исследования по научному геологическому прогнозу месторождений, совершенствованию технологий добычи, переработки, технологии создания строительных материалов и экономическому обоснованию развития минерально-сырьевой базы строительных материалов.

Литература

Геолого-технологическая характеристика крупного проявления анортозитов Котозерского участка (северная Карелия). Щипцов В.В. и др. // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.7 Петрозаводск, 2004. – С.151-162

Изоитко В.М., Щипцов В.В. К вопросу о комплексности месторождений полезных ископаемых // тез. докл. Годичного собрания ВМО «Минералогия - основа использования комплексных руд». – С-Пб., 2001

Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Михайлов В.П. и др. Книга 1. Петрозаводск, 2004. – 280 с. + вкл.

Щипцов В.В. Обзор и оценка индустриальных минералов республики Карелия // Геология рудных месторождений, т.47, №1, 2005 – с.3-15

POTENTIAL RAW MATERIALS BASE FOR ORGANIZATION OF CEMENT PRODUCTION IN KARELIA

V.V. Schiptsov, G.A. Lebedeva, G.P. Ozerova, V.P. Iljina

Institute of Geology, KarRS RAS

Availability of carbonate low-magnesia minerals and clay raw material makes it possible to establish production of cement in many administrative regions in Karelia. Louhsky region, where the largest deposit of limestone – Sovajarvy and of carbonatites – Tikshozero are located, is a feasible candidate for that.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАРЕЛИИ

В.В. Щипцов, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, В.П. Ильина

Институт геологии, Карельский научный центр РАН

Большинство гидравлических вяжущих веществ, таких как цемент, известь и др. являются продуктами силикатных технологий, в общем случае включающих технологические процессы добычи минерального сырья, его глубокой механической и термической переработки.

В 1999-2002 гг. в промышленности строительных материалов отмечается устойчивый рост производства практически по всем основным видам продукции. Так объем выпуска цемента ежегодно увеличивался соответственно (млн. т): в 1999 – 28,5, 2000 – 32,4, 2001 – 35,3, 2002 – 37,7. В 2002 г. по сравнению с 2001 г. производство цемента увеличилось на 6,9% (Барина, 2003). Однако с увеличением крупнопанельного домостроения в жилищном строительстве в 2006-2007 гг. в России может возникнуть дефицит цемента – порядка 2 млн. тонн в год, а к 2010 г. от 5 до 10 млн. т. Причиной является дефицит производственных мощностей в цементной промышленности. По прогнозам отраслевых аналитиков, только за счет увеличения этих статей себестоимости цемента цена на него к 2010 году увеличится на 120% и практически сравняется со среднеевропейской - \$ 85-90 за тонну.

В связи с этим возникает необходимость оценки местной сырьевой базы для производства цемента в Карелии.

В целом, для производства цемента используется карбонатное сырье, содержащее не более 4% MgO, глины, а также корректирующие добавки.

Карбонатное сырье. На территории Карелии выявлено 150 ресурсных проявлений карбонатных пород. Разнообразные по своему возрасту, минералогическому и химическому составу, а также по физико-механическим свойствам, карбонатные породы Карелии относятся почти все к осадочно-метаморфическим образованиям.

Основные типы карбонатных пород представлены: доломитизированными известняками (Рускеала, и др.), окварцованными доломитами (Оленеостровское); слоистыми (доломит, кальцит) доломитами (Рускеала1, Оленеостровское); рудными гематитовыми, известковистыми доломитами; доломитами с серным колчеданом и слюдистыми породами. Кроме того, в небольшом количестве развиты карбонатные сланцы и карбонатиты.

Основными минералами карбонатных пород являются кальцит и доломит. В качестве примесей присутствуют кварц, мусковит, серицит, хлорит, тальк, рудный минерал, глинистое вещество. Содержание компонентов в доломитизированных известняках и доломитах изменяется (масс.%), по месторождениям: CaO 18,8-30,36; MgO 10,88-35,0, (по рудопроявлениям) CaO 28,16-31,47; MgO 16,25-28,8. Различие доломитов по химическому составу обуславливается в основном количественным соотношением содержащихся в них минералов. По вещественному составу доломитизированные известняки и доломиты не соответствуют требованиям к карбонатному сырью для производства цемента (MgO более 4%). Чистые известняки составляют менее 1% от всех разведанных запасов.

Маломagneзиальные известняки (содержание MgO < 4%) залегают, главным образом, в виде отдельных горизонтов и линз среди пород с более высоким содержанием MgO (доломитизированных известняков, доломитов).

Месторождения известняков выявлены в различных районах Карелии: Сортавальском (Рускеала-1, Рускеала-2), Муезерском (Чирка-Кемь), Медвежьегорском (Остреченское, Оленеостровское), Лоухском (Соваярви, Вуориярви).

При проведении геолого-разведочных работ известняки испытывались для производства воздушной извести, месторождения : Рускеала-1 (запасы по A+B – 888 тыс. м³), Оленеостровское (известняки и доломиты – A+B+C₁ – 4540 тыс. т.), Чирка-Кемь (A+B+C₁ – 570 тыс. м³) и силикатного кирпича : Остреченское (C₁ – 230 тыс. м³).

Наиболее крупное месторождение (Соваярви) находится в Лоухском районе. Месторождение разведано на цементное сырье на площади 50 км² (на 10 участках). Это месторождение представляется наиболее перспективным в качестве сырьевой базы цементного производства в Карелии.

Важное значение также имеют апатитоносные карбонатиты Тикшеозерского месторождения (Лоухский район), запасы которых составляют более 1 млрд тонн. Использование карбонатитов для производства цемента будет возможно при комплексном освоении месторождения со строительством обогатительной фабрики, по производству апатитового концентрата и кальцитового продукта.

Глины. Во всех административных районах Карелии имеются месторождения или ресурсные проявления глин. Общее число выявленных объектов глин на территории Карелии превышает полторы сотни. Подготовленных к промышленному освоению числится 9 месторождений. К группе разрабатываемых относятся Вороновское (АО «Кондопога», производительность 50 млн. шт. в год кирпича) и Бесовецкое (АОЗТ «Кондопожский шунгизитовый завод», производительность 10 млн. шт. в год условного кирпича) месторождения. В 1998 году в группе подготовленных к освоению учтено одно Куокканиемское месторождение, резервными являются 6 месторождений (Летнереченское, Рыборецкое, Ляскельское, Ивинское, Ладвинское, Шуерецкое).

К промышленному сырью по балансовым запасам, относятся следующие месторождения глин (тыс. м³): Бесовецкое A+B+C₁ - 1458; Вороновское C₂ - 1885, A+B+C₁ - 1846; Куокканиемское A+B+C₁ - 1276; Летнереченское C₂ - 2381; Ивинское C₂ - 37571, A+B+C₁ - 8598; Рыборецкое B+C₁ - 140; Ляскельское C₂ - 388, B+C₁ - 517; Ладвинское C₂ - 1114, A+B+C₁ - 1536; Шуерецкое A+B+C₁ - 2478. Суммарные балансовые запасы глинистого сырья по категориям соответственно равны (тыс. м³): A+B+C₁ - 20230, C₂ - 40958.

Глины Карелии, принадлежат к четырем генетическим типам: ледниковые, озерно-ледниковые и ленточные, морские, озерные. Все генетические типы глин Карелии характеризуются непостоянным химическим составом, зависящим от минералогического состава глинистого вещества, присутствия остатков первичной материнской породы и содержания различных примесей, внесенных в процессе переотложения глин. Содержание отдельных химических компонентов у них колеблется в широких пределах: SiO₂ 45-75%, Al₂O₃ 11-23 %, TiO₂ 0-1%, Fe₂O₃ 0,25-10%, CaO + MgO 1-12% и Na₂O+K₂O 0,5-10% . Химический состав характеризует глины как полиминеральные.

Главными породообразующими минералами глин, как морского так и озерно-ледникового происхождения, являются гидрослюда, монтмориллонит, каолинит, кварц, хлорит и амфибол. В качестве примесей в глинах присутствуют мусковит, биотит, лимонит, микроклин, плагиоклаз, циркон, турмалин, обломки диатомей и органическое вещество. Примером глин, содержащих каолинит являются глины Вороновского месторождения, их состав следующий (%): гидрослюда 10-35, каолинит до 10, хлорит 5-20, кварц 9, плагиоклаз 20. Гидрослюдистые глины Куокканиемского месторождения содержат (%): гидрослюда 50-60, гидроокислы железа 5-6, магнезиальные хлориты 20-25. В песчаных фракциях преобладает кварц 70-75, полевои шпат 20-25. Монтмориллонитовые глины Чупинского месторождения представлены следующими минералами (%): монтмориллонит 87,74-92,42, кварц (трепел) 2,31-5,36, полевои шпат 1,17-2,41, биотит 0,49-0,82, мусковит 0,20-0,45, амфибол 0,30-0,40, гидроксиды железа 0,50-0,61.

Гранулометрический состав свидетельствует о преобладании в глинах пылеватой (17-98%) и глинистой (до 64%) фракций. Огнеупорность глин изменяется от 1050° до 1350°С. Коэффициент чувствительности к сушке низкий, изменяется от 0,3 до 0,9. В зависимости от температуры и степени спекания, глины Карелии относятся к группе (ГОСТ 9169-75) низкотемпературного спекания (до 1100°С).

По величине механической прочности на изгиб (1,8-4,4 Мпа) и сжатия (7,5-30 Мпа), глины после обжига при 950°С относятся к группе с высокой механической прочностью и соответствуют маркам кирпича от 75 до 300 (ГОСТ 530-95 «Кирпич и камни керамические»). Морозостойкость образцов из всех глин удовлетворительная (не менее 15 циклов).

По своим химическим показателям глины Карелии отвечают техническим условиям на сырье для портландцемента. К промышленному освоению подготовлено 9 месторождений. Из них наиболее крупное по запасам – Ивинское (Прионежский район). В настоящее время разрабатываются два: Вороновское (Кондопожский район) и Бесовецкое (Прионежский район).

Корректирующие добавки. На Костомукшском ГОКе при обогащении железных руд ежегодно образуется около 14 млн. т отходов в виде железисто-кварцевых песков. Химический состав их следующий (масс. %): SiO_2 – 74,58-74,80, TiO_2 – до 0,14, Al_2O_3 – 2,38-2,80, Fe_2O_3 – 8,85-10,02, FeO – до 5,89, MnO до 0,087, MgO – 1,66-1,94, CaO – 1,48-2,05, Na_2O – 0,37-0,57, K_2O – 0,09-0,94, H_2O – до 0,02, S – до 0,21, п.п.п. – до 3,01. Они могут быть использованы в качестве железисто-кремнеземистой добавки для производства портландцемента.

Выводы. Проведенная оценка минерально-сырьевой базы Карелии показывает, что в данном регионе имеются основные виды полезных ископаемых, которые могут найти применение при производстве цемента: маломagneзиальные карбонатные породы, глины.

Таким образом, наличие сырьевой базы карбонатного маломagneзиального и глинистого сырья может явиться основой для организации производства цемента в некоторых административных районах Карелии. На наш взгляд, перспективным является Лоухский район, где находится наиболее крупное месторождение известняков – Соваярви и карбонатитов – Тикшеозеро. В этом же районе расположено Софпорогское месторождение глин, с разведанными запасами 529 тыс. м³.

Окончательный вывод о целесообразности производства цемента на базе местных видов сырья может быть сделан после проведения дополнительных геолого-разведочных работ, лабораторных и промышленных испытаний, выполнения технико-экономических расчетов.

Литература

Барина Л.С. Силикатные строительные материалы – основной вид продукции промышленности строительных материалов /Труды Межд. науч.-практич. конф. "Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее" т.1, М., 14-17 октября 2003 г. С. 7-12.

GEOLOGICAL AND REGIONAL-ECONOMICAL FACTORS FOR CREATION OF NEW MINERAL RAW MATERIALS FLOWS IN THE EUROPEAN NORTH

N.P.Yushkin, I.N.Burtsev

Institute of Geology, Komi RS, UB RAS

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕГИОНАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ ПОТОКОВ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Н.П.Юшкин, И.Н.Бурцев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, institute@geo.komisc.ru

Европейский север России характеризуется высоким потенциалом минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, освоение которых имеет принципиальное значение для развития экономики страны. Здесь сконцентрирована подавляющая часть общероссийских запасов и ресурсов апатита, хрома, марганца, титана, редких металлов, барита, флюорита, выявлены и разрабатываются месторождения мирового класса.

Среди геолого-экономических факторов, определяющих доступность и эффективность освоения минеральных ресурсов, приоритетное значение отводится транспортным условиям и организации транспортного обслуживания объектов минерально-сырьевого комплекса. В последние годы на европейском севере России наметились новые направления формирования глобальных транспортных коридоров и связанных с ними минерально-сырьевых потоков.

Арктический транспортный коридор, основой которого является Северный морской путь (СМП), имел огромное значение для освоения крупнейших месторождений железа, никеля, меди, платины, флюорита на севере страны. С выходом на новый уровень развития западного сектора СМП, работающего в режиме продленной или круглогодичной навигации, связываются перспективы освоения крупных ресурсов углеводородного сырья Печорско-Баренцевоморского бассейна, потенциала перспективных месторождений полиметаллов, меди, никеля, флюорита, марганца, коксующегося угля в Архангельской области, Ненецком автономном округе и Республике Коми. В частности, учитывая весьма благоприятную конъюнктуру на внутреннем и на мировом рынках и ограниченную пропускную способность действующих российских портов (около 40 млн. т угля в год), хорошие перспективы имеет строительство угольных терминалов в Баренцевом или Карском морях. Это позволит не только занять устойчивое положение на рынке коксующегося угля в Западной Европе, но вовлечь в промышленное освоение перспективные месторождения Югорского п-ова, о-ва Вайгач. Таким образом, формируется новый морской минерально-сырьевой поток – от портов Югорского и Вайгачского побережий и Индиги на перерабатывающие предприятия Кольского полуострова, запада России и за пределы страны.

Новый импульс развитию восточного сектора СМП может дать полномасштабная реализация планов освоения бокситовых месторождений в Северо-Онежском бокситоносном районе, заявленных ОАО «РУСАЛ». Согласно им на территории Архангельской области планируется строительство горно-обогатительного комбината и глиноземного завода мощностью 1-1.5 млн. т. Производимый глинозем будет перевозиться Северным морским путем через Игаркский и Дудинский порты на металлургические заводы в Саяногорске и Красноярске, обратно тем же путем будет вывозиться алюминий.

Среди основных направлений формирования и развития материковых транспортных коридоров особое внимание уделяется созданию железнодорожных магистралей Белкомур (Архангельск – Сыктывкар – Пермь) и Баренцкомур (Индига – Ухта – Пермь), строительству перехода Лабытнанги-Троицко-Печорск-Ивдель-Енисейск-Усть-Кут, ветки Воркута-Кара. Эти многофункциональные магистрали обеспечивают трансконтинентальную связь портов Белого, Баренцевого и Карского морей с портами Тихого океана, определяют новые направления выхода сырьевых регионов Урала и Сибири на рынки Западной Европы и Северной Америки, и также способствуют формированию новых минерально-сырьевых потоков.

Большое значение для развития транспортной инфраструктуры, повышения эффективности освоения месторождений твердых полезных ископаемых на севере европейской части России имеет реализация проектов прокладки магистральных трубопроводов – системы магистральных трубопроводов Ямал – Центр – Западная Европа, Западная Сибирь – порт Индига, система наземных трубопроводов морских отгрузочных терминалов и морского танкерного пути Варандей – Мурманск – Западная Европа. В зону влияния трубопроводной транспортной сети попадают не только месторождения строительных материалов, предприятия динамично развивающегося топливно-энергетического комплекса создают экономическую и социальную инфраструктуры, необходимые для освоения многих других месторождений – флюорита, меди, никеля, свинца, цинка, золота, платиноидов, фосфоритов, стройматериалов. Немаловажным обстоятельством является необходимость обеспечения строительства и создаваемой инфраструктуры техническими и питьевыми водами.

Создание любой производственно-транспортной инфраструктуры в каком-либо районе неизбежно ставит вопрос о возможности вовлечения в отработку близрасположенных, прежде всего наиболее ценных и дефицитных полезных ископаемых и, как следствие, о целесообразности доизучения известных месторождений и рудопроявлений, а также геологического изучения перспективных площадей для выявления

новых месторождений и новых видов минерального сырья, которые могли бы иметь промышленное значение.

В то же время чрезмерная ориентация экономики на внешние рынки, в сочетании с общей неразвитостью промышленного производства во многих северных регионах и их высокой хозяйственной дифференциацией, создает угрозы закрепления экспортно-ориентированных, сырьевых направлений в развитии экономики. В связи с этим большее внимание должно быть уделено развитию и росту производства в смежных и комплексизирующих отраслях минерально-сырьевого комплекса, в том числе и в нефте- и газодобывающем секторах, созданию и развитию современных высокотехнологичных предприятий цветной и черной металлургии, машиностроения (ремонт и сервисное обслуживание), промышленности строительных материалов. Это позволит сосредоточить основную часть технологических цепочек в пределах Северо-Запада Российской Федерации.

Для принятия социально- и экономически обоснованных управленческих решений в регионах необходимо уделить внимание разработке программ комплексной оценки минерально-сырьевого потенциала в ближних и дальних границах влияния формирующихся транспортных коридоров, а в маркетинговых исследованиях учитывать возможность формирования новых минерально-сырьевых потоков.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ-УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

- Администрация г.Костомукши
- Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова, Белгород
- Воронежский государственный архитектурно строительный университет, Воронеж
- Геологический институт, Кольский научный центр РАН, Апатиты
- Геологическая Служба Финляндии (Эспоо, Куопио и Рованиemi)
- Горный институт, Кольский научный центр РАН, Апатиты
- Департамент природных ресурсов Администрации Архангельской области
- ЗАО Интерпромторг
- Институт водных проблем Севера, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск
- Институт геологии, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск
- Институт геологии, Коми научный центр УрО РАН, Сыктывкар
- Институт леса, Карельский научный центр РАН, Петрозаводск
- Институт проблем промышленной экологии Севера, Кольский научный центр РАН, Апатиты
- Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера, Коми научный центр УрО РАН, Сыктывкар
- Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН, Апатиты
- Институт экологических проблем, Архангельский научный центр УрО РАН, Архангельск
- Институт экономических проблем, Кольский научный центр РАН, Апатиты
- Министерство экономического развития Республики Карелия, Петрозаводск
- Научно-технический журнал «Строительные материалы», Москва
- НИЦ «Экология и промышленная энерготехнология» ИВТ РАН, Москва
- ОАО «Апатит»
- ОАО «Кольская горно-металлургическая компания», Мончегорск
- ОАО «Мурманская геолого-разведочная экспедиция», Апатиты
- ОАО «Оленегорский механический завод»
- ООО «Органикс-ВВ», Санкт-Петербург
- ЗАО «Транском», Москва
- ООО «Трансмехстрой», Санкт-Петербург
- ООО «Экомет Плюс»
- ООО Комигеология
- Петербургский Государственный университет путей сообщения, Санкт-Петербург
- Петрозаводский Государственный Университет, Петрозаводск
- Российская инженерная академия
- ФГУ «Территориальный фонд информации по Архангельской области», Архангельск
- ФГУП «ГИГХС», Люберцы, Московская обл.

- ФГУП Центральный НИИ строительных материалов «Прометей», Санкт-Петербург
- ЦЭПЛ РАН, Москва
- Ярославский шинный завод, Ярославль
- Geological Survey of Finland (Espoo, Kuopio, Rovaniemi)
- Kainuu Union, Finland
- Nordkalk Oy Ab, Finland

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Афанасьев В. Н.	◀	158	➤	Afanasiev V.N.
Бархатов А.В.	◀	14, 172	➤	Barkhatov A.B.
Бастрыгина С.В.	◀	17	➤	Bastrygina S.V.
Белашев Б.З.	◀	55	➤	Belashev B.Z.
Белогурова О.А.	◀	19, 21, 43, 136	➤	Belogurova O.A.
Беляев В.В.	◀	23	➤	Beljaev V.V.
Беляева Т.В.	◀	195	➤	Belyaeva T.V.
Брецких А.Ф.	◀	176	➤	Bretskih A.F.
Брусницын Ю.Д.	◀	150	➤	Brusnitsin Yu.D.
Бубнова Т.П.	◀	26, 28	➤	Bubnova T.P.
Бурцев И.Н.	◀	30, 203	➤	Burtzev I.N.
Бурцева И.Г.	◀	30	➤	Burtzeva I.G.
Быков В.И.	◀	32	➤	Bykov V.I.
Вартиайнен Р.	◀	33	➤	Vartiainen R.
Войтеховский Ю. Л.	◀	26	➤	Voitehovski Y.L.
Ворона А.М.	◀	46	➤	Vorona A.M.
Ворсина М.С.	◀	178	➤	Vorsina M.S.
Ганина Л. И.	◀	34	➤	Ganina L.I.
Гаранжа А.В.	◀	26, 36	➤	Garanzha A.V.
Герасимова Л.Г.	◀	39, 148, 152	➤	Gerasimova L.G.
Голиков В.Г.	◀	178	➤	Golikov V.G.
Голов А.Н.	◀	40	➤	Golov A.N.
Григорьев В.А.	◀	73	➤	Grigorjev V.A.
Гришин Н.Н.	◀	19, 40, 43	➤	Grishin N.N.
Громов П.Б.	◀	181	➤	Gromov P.B.
Губайдуллин М. Г.	◀	46	➤	Gubaidullin M.G.
Гуревич Б.И.	◀	48, 90	➤	Gurevich B.I.
Гусев Б.В.	◀	51	➤	Gusev B.V.
Данилевская Л.А.	◀	54	➤	Danilevskaya L.A.
Делицын Л.М.	◀	125, 130	➤	Delitsyn L.M.
Демидов И.Н.	◀	55	➤	Demidov I.N.
Джаши Н.А.	◀	161	➤	Dzhashi N.A.
Ефременко Н.А.	◀	82	➤	Efremenko N.A.
Жиров Д. В.	◀	57	➤	Zhirov D.V.
Журбенко А.Д.	◀	17	➤	Zhurbenko A.D.
Заверткин А. С.	◀	36, 61, 64, 66, 68, 71	➤	Zavertkin A.S.
Захаров К.В.	◀	119, 163	➤	Zakharov K.V.

Зосин А.П.	↖	73	➤	Zosin A.P.
Зубков А.А.	↖	76, 125	➤	Zubkov A.A.
Иванов А.А.	↖	78	➤	Ivanov A.A.
Илларионов В.А.	↖	30	➤	Illarionov V.A.
Ильина В.П.	↖	55, 80, 82, 85, 201	➤	Iljina V.P.
Инина И.С.	↖	55, 80	➤	Inina I.S.
Калинин Е. П.	↖	87	➤	Kalinin E.P.
Калинкин А. М.	↖	90	➤	Kalinkin A.M.
Калинкина Е.В.	↖	90	➤	Kalinkina E.V.
Каменева Е.Е.	↖	93	➤	Kameneva E.E.
Капитанов В.М	↖	30	➤	Kapitanov V.M.
Касиков А. Г.	↖	95	➤	Kasikov A.G.
Кевлич В.И.	↖	98, 183	➤	Kevlich V.I.
Керанен П.	↖	99	➤	Keranen P.
Киселев В.А.	↖	100	➤	Kiselev V.A.
Кожина И.С.	↖	108, 117	➤	Kozhina I.S.
Комиссарова И.Э.	↖	46	➤	Komissarova I.E.
Конохов Р.В.	↖	17	➤	Konokhov R.V.
Копкова Е.К.	↖	181	➤	Kopkova E.K.
Кочеткова Т.В.	↖	117, 195	➤	Kochetkova T.V.
Крашенинников О.Н.	↖	21, 34, 40, 103, 130, 136	➤	Krasheninnikov O.N.
Кременецкая И.П.	↖	117	➤	Kremenetskaya I.P.
Ларичкин Ф.Д.	↖	34	➤	Larichkin F.D.
Лашук В.В	↖	57, 108, 139	➤	Laschuk V.V.
Лебедева Г.А.	↖	80, 93, 201	➤	Lebedeva G.A.
Лейнонен С.	↖	166	➤	Leinonen S.
Лесовик Р. В.	↖	178	➤	Lesovik R.V.
Лозовик П.А.	↖	82	➤	Lozovik P.A.
Локшин Э.П.	↖	106	➤	Lokshin E.P.
Лукина Н.В.	↖	114	➤	Lukina N.V.
Луодес Х.	↖	107, 185	➤	Luodes H.
Майоров В.Г.	↖	<u>148</u>	➤	Mayorov V.G.
Майоров Д.В.	↖	119, 163	➤	Mayorov D.V.
<u>Макаров В.Н.</u>	↖	108, 114	➤	Makarov V.N. †
Макаров Д.В.,	↖	111	➤	Makarov D.V.
Манакова Н. К.	↖	114	➤	Manakova N.K.
Маслобоев В.А.	↖	73	➤	Masloboev V.A.
Маслова М.В.	↖	39	➤	Maslova M.V.
Матвеев В.А.	↖	117, 119, 163	➤	Matveev V.A.
Медведев П.В.	↖	183	➤	Medvedev P.V.

Мелентьев Г.Б.	↙	76, 122, 125, 130	➤	Melentjev G.B.
Мельник Н.А.	↙	136, 139	➤	Melnik N.A.
Мироевский Г.П.	↙	40	➤	Miroevsky G.P.
Морозова Т.А.	↙	43, 141, 152	➤	Morozova T.A.
Мясникова О. В.	↙	144, 146	➤	Mjasnikova O.V.
Николаев А.И.	↙	39, 141, 148, 150, 152	➤	Nikolaev A.I.
Ноздря В.И.	↙	100	➤	Nozdrja V.I.
Озерова Г.П.	↙	80, 93, 201	➤	Ozerova G.P.
Пак А.А.	↙	153, 155	➤	Pak A.A.
Петров В.Б.	↙	150	➤	Petrov V.B.
Петрова В.И.	↙	163	➤	Petrova V.I.
Петрова Т. М.	↙	158, 161	➤	Petrova T.M.
Плешаков Ю. В.	↙	<u>150</u>	➤	Pleshakov Yu.V.
Пиринен Х.	↙	166	➤	Pirinen H.
Пихл, Х.	↙	168	➤	Pihl H.
Полин А.К.	↙	<u>170</u>	➤	Polin A.K.
Потамошнева Н.Д.	↙	186	➤	Potamoshneva N.D.
Ракаев А.И.	↙	40, 43, 141 152	➤	Rakaev A.I.
Решетников В.К.	↙	32	➤	Reshetnikov V.K.
Робонен Е.В	↙	93	➤	Robonen E.V.
Рухленко Е.Д.	↙	141	➤	Rukhlenko E.D.
Рябов Ю.В.	↙	100	➤	Rjabov Y.V.
Савицкий А.И.	↙	66, 172	➤	Savitski A.I.
Саморукова В.Д.	↙	100	➤	Samorukova V.D.
Самохвалов В.К.	↙	73	➤	Samohvalov V.K.
Сафронов А.Н.	↙	68	➤	Safronov A.N.
Седнева Т.А.	↙	106	➤	Sedneva T.A.
Селонен О.	↙	175, 185	➤	Selonen O.
Сергуткина О.Р.	↙	186	➤	Sergutkina O.R.
Скамницкая Л.С.	↙	28, 54, 85, 100, 176	➤	Skamnitskaya L.S.
Скворцова А.С.	↙	170	➤	Skovrtsova A.S.
Скиба В.В.	↙	125	➤	Skiba V.V.
Соколов С.Я.	↙	78	➤	Sokolov S.Y.
Строкова В.В.	↙	178	➤	Strokova V.V.
Суворова О.В.	↙	111, 117	➤	Suvorova O.V.
Сухорукова Р.Н.	↙	153, 155	➤	Sukhorukova R.N.
Сютинен Х.	↙	107	➤	Sutinen H.
Туполев А.Г.	↙	71	➤	Tupolev A.G.
Тюкавкина В.В.	↙	48, 90	➤	Tyukavkina V.V.
Тюремнов А.В.	↙	181	➤	Tyuremnov A.V.

Тяганова В.И.	↖	71	➤	Tjaganova V.I.
Усачева Т.Т.	↖	108, 139	➤	Usacheva T.T.
Филиппов М.М.	↖	183	➤	Filippov M.M.
Фомин О.К.	↖	176	➤	Fomin O.K.
Фролов П.В.	↖	32	➤	Frolov P.V.
Харма П.	↖	185	➤	Xarma P.
Чернышов Е. М.	↖	186	➤	Chernychov Y.M.
Шамов К.Э.	↖	<u>152</u>	➤	Shamov K.E.
Шеков В.А	↖	78, 144, 146, 189, 192	➤	Shekov V.A.
Шелехова Т.С.	↖	55	➤	Shelekhova T.S.
Шишкин С.П.	↖	39	➤	Shishkin S.P.
Шуленина З.М.	↖	76	➤	Shulenina Z.M.
Щеблыкина Т.П.	↖	51	➤	Shcheblykina T.P.
Щелокова Е.А.	↖	181	➤	Shchelokova E.A.
Щербина Н. Ф.	↖	195	➤	Shcherbina N.F.
Щипцов В.В.	↖	28, 99, 100, 197, 201	➤	Schiptsov V.V.
Юринов М.	↖	99	➤	Yurinov M.N.
Юшкин М.	↖	203	➤	Yushkin N.P.

УДК 577.4:338:553.04:33 (470.22)

О составляющих элементах в системе инвестиционных рисков / *А.В. Бархатов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 3 назв.

Рассматриваются составляющие инвестиционного риска (геологические, технологические, экономические) при разработке горных объектов строительной отрасли. Основное внимание уделено производствам щебня и блочного камня.

УДК 699.86

Снижение усадочных деформаций жаростойкого вермикулитобетона / *С.В. Бастрыгина, А.Д. Журбенко, Р.В. Конохов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 1 назв.

Изучено влияние добавки вермикулитового концентрата и предварительной сушки при температурах выше 100°C на снижение усадочных деформаций вермикулитобетона. Установлено, что введение вермикулитового концентрата в количестве до 20% от массы цемента и предварительная сушка при 200°C позволяет снизить усадочные деформации вермикулитобетона более чем в 2 раза по сравнению с контрольными составами.

УДК 549.621.43:666.972.12

Исследование контактной зоны «нефелинсодержащий заполнитель - цементный камень» методом микрозондового анализа / *О.А. Белогурова, О.Н. Крашенинников* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 2, Библиогр. 4 назв.

Исследованием контактной зоны «нефелинсодержащий заполнитель-цементный камень» с помощью электронно-зондового микроанализатора «Самеса MS-46» установлен характер взаимодействия нефелина с продуктами твердения клинкерных минералов. Поведение нефелина при взаимодействии с цементом соответствует системе, в которой объем твердых фаз-новообразований соизмерим с суммарным объемом исходных твердых фаз и воды затворения и не вызывает опасения разрушения бетона. Установлено, что в результате взаимодействия нефелина с активными компонентами продуктов гидратации минералов цементного клинкера обеспечивается упрочнение структуры контактной зоны.

УДК 666.762.34

Термостойкие форстеритовые огнеупоры из магнезиальносиликатного сырья Кольского полуострова / *О.А. Белогурова, Н.Н. Гришин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 1 назв.

Получен ряд форстеритоуглеродистых огнеупоров с термостойкостью до 50 теплосмен (1300°C – вода) на основе силиката магния из месторождений Кольского полуострова. Исследована зависимость термостойкости от количества углерода и антиоксиданта в шихте.

УДК 553.492.1

Маложелезистые белоцветные бокситы Тимана – природное сырье для разноотраслевых производств / *В.В. Беляев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2.

Приведенные данные о составе маложелезистых белоцветных бокситов и их распространенности в Южнотиманском и Среднетиманском бокситорудных районах, содержащих главные запасы этого вида минерального сырья России. Показано, что в первом из этих районов маложелезистый тип бокситов широко распространен во всех трех месторождениях: Пузлинском, Тимшерском и Кедвинском. Лучшими из них для получения технических материалов являются бокситы Северной залежи Пузлинского месторождения. Наибольшую промышленную ценность представляют высокомолекулярные белоцветные бокситы Среднетиманского бокситорудного района, которые могут напрямую использоваться для производства всего спектра изготавливаемых из бокситов строительных и технических материалов.

УДК 553.85(470.22)

Сравнительный анализ свойств абразивных гранатов месторождения Макзапахк (Кольский п-ов) и проявления Высота (Северная Карелия) / *Т.П. Бубнова, Ю.Л. Войтеховский, А.В. Гаранжа* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 3 назв.

Метаморфические месторождения граната, расположенные в Карело-Кольском регионе, можно рассматривать как перспективную сырьевую базу для получения гранатового концентрата многоцелевого назначения. Обогащение в лабораторных условиях свидетельствует о возможности получения продукта удовлетворительного качества. Для технико-экономического заключения о возможности использования гранатовых концентратов в различных областях промышленности необходимо проведение специальных отраслевых испытаний.

УДК 553.643+553.522(470.22)

О путях многоцелевого использования карбонатитов Тикшеозерского массива / *Т.П. Бубнова, Л.С. Скамницкая, В.В. Щипцов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 4. Библиогр. 2 назв.

В лабораторных условиях выполнена оценка карбонатитов Тикшеозерского массива в качестве сырья многоцелевого назначения. Как исходная руда, так и продукты обогащения, могут использоваться в различных областях строительной промышленности и в процессах переработке нефелина в глинозем.

УДК 553.611.6

Геолого-экономическая оценка ресурсов бентонитовых глин в южных районах Республики Коми / *И.Н. Бурцев, И.Г. Бурцева, В.А. Илларионов, В.М. Капитанов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 3 назв.

На юге Республики Коми выявлено несколько перспективных рудопроявлений бентонитовых глин осадочного генезиса. Поиск и выбор новых, перспективных рынков потребления бентонитовых глин (рынок пищевых продуктов и масел; сельское хозяйство; производство средств сангигиены; производство бумаги; химия и нефтехимия; литейное производство; получение наноминеральных композиций) позволяет дать положительную геолого-экономическую оценку выявленным ресурсам, даже при невысоком качестве сырья, а использование групповых кондиций и предлагаемых решений в ходе строительства и эксплуатации горнодобывающего предприятия позволяет достичь приемлемых финансовых показателей при реализации инвестиционного проекта.

УДК 553.5/.6+691.2

Возможности использования позднеархейских высокомагнезиальных пород Вожемского участка для получения строительных материалов (Медвежьегорский район, Республика Карелия) / *В.И. Быков, П. В. Фролов, В.К. Решетников* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : .

Несмотря на то, что Вожемская площадь характеризуется слабой обнаженностью и практически вся перекрыта четвертичными отложениями, обнаруживаются благоприятные признаки, в частности, в основании толща ультрамафитов представлена серпентинизированными пироксенитовыми коматиитами, выше по разрезу – серпентинизированными оталькованными перидотитовыми коматиитами. Оталькованные серпентиниты имеют хорошие декоративные свойства. Толща перидотитовых коматиитов может являться перспективной на тальковый камень разных типов. Перспективность этого объекта прогнозируется уверенно.

УДК 553.5:550.81(480)

Региональный проект по разведке новых ресурсов природного камня на севере Финляндии / *P. Вартиайнен* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С.

Проект “Блочный камень” в Центральной Лапландии 2002-2004» был направлен на поиск новых месторождений блочного камня, пригодных для разработки. Основное внимание уделялось как общераспространенным видам сырья, так и нетрадиционным.

УДК 338.45:622.7-17(470.21)

Технико-экономические аспекты использования отходов горнопромышленного производства Мурманской области в строительной индустрии / *Л.И.Ганина, О.Н.Крашенинников, Ф.Д.Ларичкин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 6 назв.

Изложены аспекты использования горнопромышленных отходов Мурманской области. Рассматриваются возможности замены природного сырья на горнопромышленные отходы для производства строительных материалов. Отмечены технологические и экономические преимущества переработки отходов Кольского региона и перспективы их использования. Библиогр. – 6.

УДК 666.3-135

Кианитовые породы Карело-Кольского региона и пути их применения / *А.В. Гаранжа, А.С. Завёрткин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 10 назв.

Проведены геологические изыскания наиболее перспективных участков кианитовых пород Карело-Кольского региона для использования их в литейном и огнеупорном производстве. Установлена пригодность кианитового концентрата из руд Хизоваарского месторождения для формовочных, противопожарных материалов, стального и каменного литья, а также для футеровки индукционных тигельных и канальных электропечей, при выплавке чугуна и цветных сплавов.

УДК 661.882

Техногенные отходы обогащения апатито-нефелиновых руд - перспективная сырьевая база для производства строительных материалов / *Л.Г. Герасимова, Л.Г., А.И. Николаев, М.В. Маслова, С.П. Шишкин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 1.

Показана возможность утилизации отходов обогащения апатито-нефелиновых руд с получением новых минеральных продуктов. Новая технология, основанная на принципе каскадных реакций, позволяет практически полностью использовать компоненты, входящие в состав отходов. Изучен состав и свойства конечных продуктов.

УДК 669.052:622.346.1

Комплексное использование сырьевых ресурсов Сопчеозерского месторождения хромитов / *А.Н. Голов, Г.П. Мироевский, Н.Н. Гришин, А.И. Ракаев, О.Н. Крашенинников* // Проблемы рационального

использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Представлены особенности месторождения. Показана возможность комплексного освоения минеральных ресурсов. Разработана схема обогащения хромитовых руд. Изучены хромитовые концентраты и вмещающие породы как сырье для производства огнеупоров и жаростойких бетонов. Испытан строительный щебень из скальных вскрышных пород и отходов обогащения хромитовых руд.

УДК 699.86

Утилизация отходов первичной переработки хромитовых руд / С. Н. Гришин, А.И. Ракаев, О.А. Белогурова, Т.А. Морозова // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2.

На основе отходов первичной переработки хромитовых руд получен ряд огнеупорных материалов, что в целом приведет к повышению рентабельности добычи основного полезного ископаемого, снижению потребности в первичном огнеупорном сырье.

УДК 553.5

Территориальная информационная модель геологических ресурсов строительного сырья Архангельской области / М.Г. Губайдуллин, А.М. Ворона, И.Э. Комиссарова // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 1. Библиогр. 2 назв.

Одним из направлений повышения эффективности управления недропользованием является создание территориальной информационно-компьютерной системы оценки и анализа состояния ресурсов строительных материалов региона. Данные, сформированные в виде цифровых моделей карт геологического содержания, и баз данных с применением ГИС-технологий, позволяют адекватно воспроизвести информационный образ объекта исследований, изучение которого дает возможность осуществить обобщение процессов, протекающих на территории с постоянно обновляющимися сведениями об этом объекте.

УДК 666.9.002

К вопросу о производстве цемента из вторичного сырья / Б.И. Гуревич, В.В. Тюкавкина // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. . Библиогр. 9 назв.

Приведена классификация промышленных отходов по их химическому и минеральному составу для производства вяжущих материалов. Показано, что основным сырьем для производства портландцемента в Мурманской области могут быть продукты, полученные при комплексной переработке минерального сырья, и отходы промышленности. Показана принципиальная возможность получения портландцемента в Мурманской области на основе нетрадиционных материалов и отходов промышленности.

УДК 69.003+502.7

Использование методов экологического менеджмента в области обращения с отходами для повышения эффективности их применения в строительной индустрии / Б.В. Гусев, Т.П. Щеблыкина // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 1 назв.

Приведены экспериментальные данные по применению отходов промышленности, в том числе взаимосочетаемых, для решения проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды при производстве бетона и железобетона. Показано, что одной из причин, сдерживающих создание ресурсосберегающих технологий на основе отходов промышленности, является все увеличивающееся эколого-экономическое противоречие между предприятиями, которые производят отходы, и предприятиями

строительного комплекса, которые могут использовать техногенное сырье. Рассмотрена возможность применения методов экологического менеджмента для стимулирования создания ресурсосберегающих технологий при производстве бетона и железобетона.

УДК 549, 514,51+553,623

Возможности использование кварца Карелии в строительстве и технических материалах / Л. А. Данилевская, Л.С. Скамницкая // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 5 назв.

Основная часть кварца в мировом производстве используется в строительной индустрии. В качестве сырья используются кварцевые пески, кварцито-песчаники, кварциты, жильный и пегматитовый кварц. В Республике Карелии выявлено большое количество проявлений высококремнеземистых пород различных типов. Наиболее перспективными являются кварциты нижнего ятулия, которые широко распространены на территории Карелии и могут быть пригодны для производства некоторых марок стекла, кислых огнеупорных изделий, динасового кирпича, а также в качестве шлакообразующих компонентов в цветной металлургии и для производства декоративного щебня.

УДК 553.578+691.421

Перспективы использования диатомитов Карелии / И.Н. Демидов, В.П.Ильина, Т.С. Шелехова, Б.З. Белаишев, И.С. Инина // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 1.

Диатомиты Карелии изучались с целью использования в качестве фильтров, а также легковесного теплоизоляционного кирпича. В прокаленных образцах как диатомитов, так и диатомовых сапропелей, содержание SiO_2 изменяется от 75 до 90-96%, удельный вес, составляет 0.19-0.8 г/см³, удельная поверхность - 10-40 кв.м./ грамм осадка. В результате термообработки и последующего выщелачивания (кипячение в 5% HCl) содержание железа резко снижается до 0,075%.

УДК 553.04:553.5

Ресурсы и рынок темногоцветного облицовочного камня восточной части Балтийского щита (Северо-Западный Федеральный округ РФ) / Д.В. Жиров, В.В. Лацук // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 15 назв.

В работе рассмотрены ресурсы и рынок "черных гранитов" – темногоцветных высокопрочных пород в пределах восточной части Балтийского щита, которая является главной сырьевой базой по этому виду облицовочного камня.

УДК 669.162.266.232

Противопригарные покрытия для форм и стержней / А.С. Завёрткин // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 2 назв.

Исследованы и опробованы в производстве чугунных отливок водные и самовысыхающие покрытия с цирконом и шунгитом. Подобраны составы покрытий для мелкого, среднего и крупного чугунного литья.

УДК 621.78.067.5

Взаимодействие кислой футеровки с расплавом жидкого металла и шлака при индукционной плавке чугуна / А.С. Заверткин // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 1 назв.

Приведены результаты исследований по взаимодействию огнеупорной кварцитовой футеровки индукционных тигельных печей с расплавом жидкого металла и шлака. Для повышения стойкости футеровки необходимо исключать из состава шихты компоненты, активно взаимодействующие с кремнезёмом тигля. Увеличение содержания углерода и снижение концентрации кремния в металле способствует износу тигля. Из компонентов шлака наиболее активное воздействие на стойкость футеровки оказывают оксиды магния и кальция, получающиеся при модифицировании чугуна, закись железа и марганца по причине снижения вязкости, увеличения смачивающей и проникающей способности в поры и неровности стенки тигля.

УДК 621.74

Геохимические и радиометрические исследования промотходов литейного производства / *А.С. Заверткин, А.И. Савицкий* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

На проезде «Автолюбителей», находящемся в нежилой части города Петрозаводска выявлены аномальные содержания радионуклида цезия-137 в пробах грунта, имеющего характерные признаки отходов литейного производства. На основании договора с Администрацией г. Петрозаводска Институтом геологии Кар. НЦ РАН в очагах заражения грунта цезием-137 отобраны пробы для проведения аналитических исследований. По результатам исследований сделаны выводы о вероятном источнике промотходов литейного производства цезием-137.

УДК 666.3-135

Влияние различных добавок на свойства кварцитных футеровочных масс / *А.С. Заверткин, А.Н. Сафронов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 3 назв.

Проведены исследования по влиянию борной кислоты, ашарита и гидроборакита на технические свойства и стойкость в службе футеровочных масс для индукционных тигельных электропечей. Установлено, что введение борного ангидрида в связанной с окисью магния форме способствует улучшению физико-керамических свойств и стойкости футеровки индукционных тигельных печей при выплавке цветных на основе меди сплавов

УДК 553.91.+622.7

Применение реагентов и техногенного сырья для обогащения шунгитовых пород / *А.С. Заверткин, В.И. Тяганова, А.Г. Туполев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 5 назв.

Исследованы варианты обогащения высокоуглеродистых шунгитовых пород: щелочами, минеральными кислотами, отходами отработанной щелочи после очистки керамических остатков форм точного стального литья. В работе показано влияние с реагентов и температуры автоклавирования на увеличение в концентрате шунгитового углерода до 97,5%.

УДК 622.7

Технические адсорбенты на основе отходов обогащения апатит-нефелиновых руд для решения задач комплексной переработки сложных по минеральному составу руд / *А.П. Зосин, В.К. Самохвалов, В.А. Маслобоев, В.А. Григорьев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 2 назв.

Выполнены исследования по получению новых минеральных вяжущих на основе тонкодисперсных минеральных порошков и жидкости затворения в виде растворов солей, кислот, оснований. Такие по составу дисперсии обладают вяжущими свойствами, а твердотельные продукты обладают адсорбционными

свойствами. Синтез и изучение твердеющих минеральных дисперсий – ТМД подтвердило наличие адсорбционно-активных свойств. Это открытие послужило основанием для разработки новой гидрохимической технологии сложного по составу минерального сырья и адсорбентов на их основе.

УДК 691.27 8

Новое направление использования продуктов переработки вермикулита / *А.А. Зубков, З.М. Шуленина, Г.Б. Мелентьев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2. Библиогр. 2 назв.

Рассматривается технология получения сипласта из вермикулитовых концентратов, включая отходы обогащения. Приводятся основные параметры процессов обогащения и переработки вермикулита. Положительные результаты позволяют рекомендовать новое направление его использования добывающему предприятию.

УДК 553.521

Прогноз блочности на месторождении гранитов «Пувашвара» / *А.А. Иванов, С.Я. Соколов, В.А. Шеков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

При оценке объекта облицовочных материалов наиболее существенным является вопрос о рациональном соотношении геологических и геофизических методов исследования.

Для разработки методического аспекта данного вопроса на объекте плагиомикроклиновых гранитов «Пувашвара» был поставлен комплекс геолого-геофизических методов оценки территории.

Комплекс методов позволил объективно оценить потенциал участка как объекта облицовочного камня.

УДК. 666.32/.36 + 62-431

Талько-хлоритовые сланцы как сырье для получения керамической плитки / *В.П. Ильина, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, И. С. Инина* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 4 назв.

С целью использования мелкофракционных талько-хлоритов для улучшения свойств керамических изделий, проведено их исследование в качестве отошающей добавки к глине в массах керамических плиток. Применение талько-хлоритов в качестве отошающей добавки в керамической массе способствует повышению прочности и снижению усадки плиток по сравнению с традиционным составом при минимальном количестве компонентов в шихте. При этом наилучшие результаты достигаются при использовании талько-хлорита с более высоким содержанием талька.

УДК 666.96+666.972.167

Исследование высолов на кирпичной кладке строящихся жилых домов и определение причины их возникновения / *В.П. Ильина, П.А. Лозовик, Н.А. Ефременко* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 3.

Выполнены испытания кладочных растворов, с целью определения образования высолов на поверхности кирпичной кладки и установлены причины их возникновения. Кладочные растворы, приготовленные в разное время года (февраль, апрель, май) имеют высокое содержание оксида кальция (8,64-16,67%). В высолах наблюдается высокое содержание щелочных оксидов (26,74%) и SO₃ (16,4%). На появление высолов оказывают влияние нерастворимые соли карбоната кальция и сульфата натрия из кладочных растворов, а также избыточное количество влаги в растворах и атмосфере воздуха.

УДК 666.32/36 + 62-431

Использование горных пород Карелии для производства керамики и строительных материалов / *В.П. Ильина, Л.С. Сканническая* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 4.

Исследованы горные породы, пригодные к использованию в производстве керамики и строительных материалов. Нетрадиционные источники полевошпатового сырья, по свойствам не уступают традиционным и могут представлять интерес, как полевошпатовое сырье для производства низкотемпературной керамики и санитарных керамических изделий. Изучено влияние кварц-полевошпатовых отходов обеспыливания на усадку, водопоглощение и прочность облицовочной плитки. Природные пигменты (умбра жженая, умбра темно-коричневая, охра ярко-желтая), окрашенные горные породы (отходы микроклинового пегматита с характерным розовым цветом), образующиеся при добыче и переработке на горнодобывающих предприятиях Карелии изучены в составе известково-песчаной массы, для получения силикатного кирпича объемного окрашивания.

УДК 691 (470.13)

Минерально-сырьевые ресурсы стройматериалов Республики Коми / *Е.П. Калинин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 10 назв.

Ресурсная база строительной индустрии РК представлена 248 месторождениями песков, песчано-гравийных смесей, строительных и облицовочных камней, известняков, доломитов, глин и аргиллитов.

База стройматериалов по концентрации и разнообразию сырья тяготеет к наиболее развитым Ухтинскому и Воркутинскому промышленным районам, в меньшей степени — к Сыктывкарскому, Усинскому и Интинскому.

Ресурсный потенциал стройматериалов в первую очередь необходим при строительстве и обустройстве железнодорожной магистрали Архангельск-Сыктывкар-Пермь, а в перспективе для обустройства газотранспортной системы Ямал-РК-Центр РФ-Европа.

Такие виды минерального сырья как кварцитопесчаники, доломиты, цементное сырье, кварцевые стекольные пески способны обеспечить не только потребности РК, но и стран Баренцева региона, когда с вводом в эксплуатацию ж/д магистрали «Белкомур» обеспечивается выход к крупнейшим потребителям этого сырья в Баренцевом регионе.

УДК 666.9:53.091

Структурно-химические изменения нерудных минералов при измельчении и их влияние на вяжущие свойства / *А.М. Калинин, Б.И. Гуревич, Е.В. Калинин, В.В. Тюкавкина* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 4. Библиогр. 6 назв.

Исследованы структурно-химические изменения мономинерального диопсида Ковдорского месторождения при тонком измельчении в воздушной среде и в атмосфере CO₂. В качестве измельчающего аппарата использовалась центробежно-планетарная мельница АГО-2. Изучено влияние среды измельчения на вяжущие свойства минерала. Приведены данные по вяжущим свойствам виброизмельченных железисто-магнезиальных шлаков комбинатов «Североникель» и «Печенганикель».

УДК [631.5+631.811.6]:66.046.5

Нетрадиционное использование талько-хлоритовых пород Карелии / *Е.Е. Каменева, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, Е.В. Робонен* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 5 назв.

Обоснована возможность использования талько-хлоритовых пород Карелии в составе сырьевой смеси при производстве минеральных удобрений. Приведены результаты исследований по разработке состава минеральной шихты для получения стеклообразных удобрений на основе апатитового концентрата ОАО «Ковдорский ГОК» и тальк-хлорита месторождения Турган-Койван-Аллуста. Показана эффективность их применения при выращивании семян хвойных пород.

УДК 669.3'24.002.68:661.183'185.8

Использование отходов медно-никелевого производства для получения технических реагентов и материалов / *А.Г. Касиков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1.

Показано, что кроме применения отходов медно-никелевого производства в строительной индустрии, они могут использоваться для получения эффективных адсорбентов и коагулянтов, пигментов и шихтовых материалов в производстве бескремнистых комплексных лигатур. Представлены технологические схемы утилизации экологически опасных отходов с получением из них реагентов пригодных для повторного использования в медно-никелевом производстве. Установлено, что технические флотореагенты имеют не только более низкую стоимость, но и обладают более высокой эффективностью в процессах обогащения руд и при получении селективных концентратов никеля и меди.

УДК 622.017.2:549.514.81

О некоторых типоморфных свойствах при разработке методики выделения кордиерита из гнейсов месторождения Лейвойва / *В.И. Кевлич* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Приводятся данные технолого-минералогического изучения и разработанная методика выделения кордиерита из гнейсов участков Лейвойва и оз.Широтное. Показано, что в качестве основных для сепарации, диагностики и контроля целесообразно применение магнитных методов основанных на использовании магнитных свойств, которые возможно отнести к типоморфным для кордиерита гнейсов Карелии.

УДК 679.8

Создание модели камнеобрабатывающей промышленности в Еврорегионе Карелия (район Костомукши, Россия) / *П.Керянен, М.Н.Юринов, В.В.Щипцов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

В результате объединения усилий участников проекта и использования финской методики удалось в настоящее время установить пять перспективных участков на тальк-карбонатный камень.

УДК 553.613+553.552+622.7

Опыт обогащения нефелинсодержащих сиенитов в качестве сырья для изготовления керамо-гранитной плитки на сепараторах с постоянными магнитами / *В.А. Киселев, В.И. Ноздря, В.Д. Саморукова, Ю.В. Рябов, В.В. Щипцов Л.С. Скамницкая* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1.

Приведены результаты разведки Северного месторождения сиенитов Елетьозерского массива (Карелия).

Описан вещественный состав сиенитов и опыт технологического изучения. Показано, что из сиенитов по простой технологии обогащения на сепараторах с постоянными магнитами могут быть получены высококачественные полевошпатовые концентраты с низким содержанием оксидов железа, пригодные для производства керамогранитной плитки.

УДК 691.32

Перспективы развития минерально-сырьевой базы Кольского региона для получения бетонов / *О.Н. Крашенинников* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 4 назв.

Показаны возможности рационального использования природного сырья Кольского полуострова: вермикулита, вспучивающихся сланцев, строительного и декоративного камня, а также побочных продуктов

предприятий горнопромышленного комплекса: вскрышных пород, хвостов обогащения и золоотходов для получения бетонов различного функционального назначения.

УДК 661.842.532'56+549.655

Получение вяжущего гипсового материала в технологии переработки сфенового концентрата / Э.П. Локишин, Т.А. Седнева // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 6 назв.

Разработана технология получения гипсов из отработанных азотнокислых растворов нитрата кальция от вскрытия сфенового концентрата стехиометрической обработкой их концентрированной серной кислотой, удовлетворяющих требованиям строительной индустрии. Попутное получение в азотнокислотной технологии чистого диоксида титана строительных материалов с одновременной рекуперацией азотной кислоты для повторного использования повышают эффективность переработки и степень комплексного использования минерального сырья.

УДК 553.5:550.834.32 (480)

Трехмерная диаграмма проникновения волн при зондировании месторождений природного камня / Х. Луодес, Х. Сютинен // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Использование георадара позволяет получать данные трехмерного проникновения волн на объекте и оценивать прочностные свойства породы.

УДК 691.2:625.072

Оценка вскрышных пород Ковдорского месторождения комплексных руд в качестве сырья для производства строительного щебня / В.Н. Макаров, В.В. Лащук, И.С. Кожина, Т.Т. Усачева // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 4 назв.

Вскрышные породы составляют не менее половины от общего объема горной массы рудника «Железный». Они представлены четырьмя основными видами пород: оливинитами, пироксенитами, ийолитами, фенитами и карбонатитами.

Проведены комплексные исследования минерального состава и технологических свойств этих пород по 135 пробам в соответствии с техническими условиями ГОСТ 8267-93 на щебень из плотных горных пород для строительных работ.

Установлено, что специфическими особенностями изученных пород являются резкие колебания содержания минерального состава, наличие зон выветривания. Изучены взаимосвязи между минеральным составом и свойствами пород и щебня, полученного на их основе.

Физико-механические исследования показали, что вскрышные породы Ковдорского месторождения комплексных руд, за исключением карбонатитов, пригодны для производства щебня. По минеральному составу ийолиты, содержащие более 10 об.% нефелина и фениты, содержащие более 0.5 об.% сульфидов не удовлетворяют требованиям к щебню, используемому в качестве заполнителей для бетона.

Созданы схематические карты качества сырья из вскрышных пород Ковдорского месторождения, пригодного для производства дорожного щебня, по дробимости и истираемости.

УДК 622.7.017+550.4:551.3

Геоэкологические исследования в Институте химии Кольского научного центра РАН под руководством профессора В.Н. Макарова / Д.В. Макаров, О.В. Суворова // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 12 назв.

Рассмотрены направления геоэкологических исследований в Институте химии Кольского научного центра: изучение физико-химических процессов в горнопромышленных отходах, влияния гипергенеза на технологические свойства техногенного сырья и окружающую среду; анализ состояния и возможности вовлечения в переработку техногенных месторождений, повышение комплексности использования минерального сырья; создание технологий переработки горнопромышленных отходов в строительные и технические материалы; разработка научных основ создания геохимических барьеров для очистки сточных и природных вод от загрязнения и осаждения растворенных цветных металлов.

УДК 504.551.577.13

Применение мелиорантов на основе горнопромышленных отходов для восстановления лесов, подверженных влиянию «кислотных» дождей / *Н.К. Манакова, В.Н. Макаров, Н.В. Лукина* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 2, Библиогр. 2 назв.

“Кислотные дожди” способствуют снижению запасов элементов минерального питания (катионов кальция, калия, магния, марганца и других) и замещению в почвенном поглощающем комплексе этих элементов ионами водорода, катионами тяжелых металлов.

Действенным способом сохранения и восстановления поврежденных территорий может быть оптимизация питательного режима почв путем внесения безвозвратно утраченных экосистемами элементов питания в виде удобрений и мелиорантов. Актуальной задачей является поиск и разработка нетрадиционных мелиорантов, позволяющих оптимизировать функционирование природных экосистем в индустриально развитых регионах.

Получены магниевые мелиоранты методом термоактивации серпентинсодержащих исходных продуктов (сунгулита), и мелиоранты из оливинсодержащего сырья (силикатов магния) с помощью кислотной обработки. Получаемые удобрения содержат MgO от 23 до 40 мас. %, а так же кальций, марганец. Все компоненты присутствуют в трудно растворимой в воде форме, т.е. не вымываются дождями, но легко извлекаются в раствор слабыми органическими кислотами - т.е. доступны растениям.

Предварительные натурные испытания мелиорантов показали, что они восполняют дефицит утраченных элементов и мягко снижают кислотность почв.

УДК 666. 768

Мертели на основе фосфата алюминия / *В.А. Матвеев, И.П. Кременецкая, Т.В. Кочеткова, О.В. Суворова, И.С. Кожина* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2. Библиогр. 2 назв.

Представлены данные о свойствах композиции на основе фосфата алюминия. Выполненные исследования показали принципиальную возможность ее использования в составе мертелей для шамотной футеровки сушильных агрегатов. Получены данные, свидетельствующие о положительном влиянии NiO на свойства фосфатсодержащих составов.

УДК 666.971

Об использовании аморфного кремнезема – продукта кислотной переработки нефелина в производстве строительных и технических материалов / *В.А. Матвеев, Д.В. Майоров, К.В. Захаров* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 2 назв.

Рассмотрена проблема переработки Кольского нефелина. Показано, что реализация кислотных методов переработки нефелинового концентрата позволит получить не только традиционные глинозем, соду и поташ, но и продукты – шихтоф, аморфный кремнезем, натриевую щелочь, жидкое стекло, - на основе которых возможно получение различных перспективных строительных материалов.

УДК 553.04

Детальное минералого-геохимическое картирование объектов недропользования и отходов производства как способ их комплексной ресурсно-экологической инвентаризации и оценки в целях рационального использования / *Г.Б. Мелентьев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Приводятся результаты детального многоэлементного геохимического картирования в ненарушенном залегании различных типов минерального сырья, как эксплуатируемого предприятиями горно-промышленного комплекса, так и разведваемого. Рассматриваются варианты использования индивидуальных и мультипликативных геохимических показателей в целях экспрессной геометризации в недрах объемного распределения минералов-концентраторов особо ценных и токсичных компонентов, не учтенных при подсчетах запасов профилирующего сырья. Особое значение в разработанной методике придается количественно-минералогической и минералого-геохимической заверке выявляемых геохимических аномалий, включая составление поминеральных балансов распределения особо ценных и токсичных элементов в высококомплексных типах руд и в нерудном сырье. Рекомендуются применение и совершенствование разработанных методов минералого-геохимического картирования на месторождениях вторичного (техногенного) сырья в целях их комплексной ресурсно-экологической оценки и капитализации.

УДК 661.183+631.8

Природные минеральные сорбенты и компоненты удобрений как высоколиквидное местное и экспортное сырье для развития инновационного ресурсно-экологического предпринимательства / *Г.Б. Мелентьев, Л.М. Делицын, А.А. Зубков, В.В. Скиба* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Обосновывается концепция широкого вовлечения в промышленное и сельскохозяйственное использование местного сырья, представленного небольшими месторождениями природных сорбентов и нетрадиционных удобрений, в том числе – в качестве альтернативы искусственной продукции крупных промышленных монополий, преимущественно ориентированных на внешний рынок. Состояние рассматриваемой проблемы оценивается с учетом подобного опыта в бывшем СССР в 20-30-е годы и сложившейся зарубежной практики эффективного использования природных сорбентов и агросырья в различных сферах производства. Перспективы освоения местных сырьевых ресурсов природных сорбентов и агроруд горно-технологическими и техноэкологическими предприятиями оцениваются с позиций радикально изменившейся географии размещения их источников и перерабатывающих производств с распадом СССР и актуальности задач создания сети соответствующего инновационного предпринимательства в регионах России.

УДК 691.316

Техногенное сырье и инновационное предпринимательство в Карело-Кольском регионе как резерв развития производств декоративно-отделочных, керамических и новых неорганических материалов / *Г.Б. Мелентьев, Л.М. Делицын, О.Н. Крашенинников* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Техногенное сырье, накапливаемое в возрастающих размерах предприятиями ГПК, ГМК, ТЭК и ЛПК в Карело-Кольском регионах и других регионах Северо-Запада, рассматривается как резерв развития материального производства и, в то же время, как источник экологического неблагополучия. Оцениваются возможности и перспективы вовлечения в промышленное производство текущих и лежащих «отходов» различно специализированных предприятий с использованием нетрадиционных способов получения эксклюзивных декоративно-отделочных материалов с использованием цветного природного камня, щебня и минеральной крошки, новых керамических материалов и изделий на базе неиспользуемого сырья и неорганических материалов специального назначения с использованием физико-химических методов переработки исходного сырья. Рекомендуются создание региональных центров таких инновационных производств на базе действующих ОАО «Ловозерская ГОК» и «Чупинский ГОК», включая создание с ее использованием корпоративной сети автономных малых горных, горно-технологических и эколого-туристических предприятий, ориентированных на выпуск конкурентоспособной конечной продукции,

обеспечение занятости населения и эффективное продление жизнедеятельности горнодобывающих предприятий.

УДК 553.02:543:(546.65+546.79):550.835

Радиационно-технические основы использования глинистых сланцев в производстве строительных материалов / *Н.А. Мельник, Т.П. Белогурова, О.Н. Крашенинникова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 3 назв.

Изучены радиационно-гигиенические характеристики различных видов глинистых сланцев полуостровов Средний и Рыбачий, зависимости их от месторождения, разновидности и минерального состава. Установлено, что радиоактивность сланцев носит преимущественно торий-калиевый характер. Средние значения эффективной удельной активности сланцев равно 180 ± 40 Бк/кг. Наибольшие значения $A_{\text{эфф}}$ характерны для глинистых сланцев тонкослоистых с шунгитом и алевритовых сланцев, которые обусловлены содержанием акцессорных минералов до 1 мас.%, повышенным содержанием биотита и гидрослюда.

Дана радиационная оценка глинистых сланцев, технические характеристики которых позволяют использовать их в качестве легких заполнителей и сырья для производства керамических изделий.

УДК 553.02:543:(546.65+546.79):550.835

Радиационно-экологическая оценка промышленных отходов ФГУП «Кандалакшский морской торговый порт» / *Н.А. Мельник, В.В. Лацук, Т.Т. Усачева* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 4 назв.

Изучены физико-химические свойства и состояние промышленных отходов Кандалакшского морского порта, находящихся в открытых отвалах. Дана радиационно-экологическая оценка промышленных отходов, состоящих из алюминиевого шлама, углей, отходов апатитового концентрата. Показано, что исследуемые объекты нерадиоактивны; при длительном хранении возможны загрязнения прибрежных вод химически нестойкими отходами. Разработаны рекомендации по утилизации промышленных отходов.

УДК 622.73.755.

Минералого-технологические исследования магний-силикатного сырья Хабозерского месторождения Кольского полуострова с целью получения на их основе огнеупорных, строительных и технических материалов / *Т.А. Морозова, Е.Д. Рухленко, А.И. Ракаев, А.И. Николаев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 4 назв.

Изучен минеральный состав оливинитов Хабозерского месторождения. Технология обогащения включает тяжелосреднюю сепарацию крупных фракций (плотность среды разделения $2,9 \text{ г/см}^3$) с последующей магнитной сепарацией и извлечением кондиционных оливинитового и сунгулитового концентратов в немагнитную фракцию.

УДК 691.21:620.17+622.35.095

Закономерности вариаций прочностных свойств щебня Карелии / *О.В. Мясникова, В.А. Шеков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 3, Библиогр. 1 назв.

Изучены изменения прочностных показателей щебня из изверженных горных пород Карелии. Рассмотрено влияние различных физико-технических параметров щебня на один из показателей характеризующих прочность – дробимость. Установлено, что наряду с минеральным составом, размер и форма зерна являются одними из важных показателей влияющими на прочность щебня.

УДК 691.212:620.179.1+622.352

Методологические вопросы оценки долговечности облицовочного камня / *О.В. Мясникова, В.А. Шеков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 3, табл. 1.

Исследованы зависимости между физико-механическими параметрами природного камня и его долговечностью. Приведена оценка прочностных свойств без разрушения для изверженных горных пород. Показано, что чем выше значения эффективной пористости и меньше средняя плотность изверженных горных пород, тем выше значения удельной микротрещиноватости, и, тем ниже значения прочности при одноосном сжатии. Полученные результаты важны для ориентировочного установления прочностных свойств изверженных горных пород, как один из методов экспресс оценки.

УДК 546.28'621'82'88

Новые продукты в технологии титано-ниобатов Кольского полуострова / *А.И. Николаев, Л.Г. Герасимова, В.Г. Майоров* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Применение новых вариантов технологии титано-ниобатов открывает широкие возможности для реализации оптимальных и экологически безопасных схем. При этом спектр конечной товарной продукции может быть значительно расширен за счет производства широкой гаммы соединений и композиционных материалов для массового применения. Эффективность переработки в значительной степени зависит от масштабов новых производств, выбранной технологической схемы, номенклатуры продуктов и их реальных масштабов использования.

УДК 621.791.04

Компоненты электродных покрытий и флюсов из сырья Карело-Кольского Региона / *А.И. Николаев, Ю.В. Плешаков, Ю.Д. Брусницын, В.Б. Петров* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Выявлены потенциальные сварочные материалы на основе минерального сырья Карело-Кольского региона, включающие техногенное сырье, минеральные концентраты и продукты их переработки. Представлена программа создания производства сварочных материалов. Для достижения более высокой степени использования техногенного и минерального сырья региона необходимо его применять в производстве сварочных материалов. Для этого требуется разработка оригинальных рецептов покрытий электродов и сварочных флюсов. Такие продукты могут представлять интерес для внутреннего и внешнего рынков.

УДК 622.73.755

Рациональное использование отходов обогащения оливинитовых руд Хабозерского месторождения / *А.И. Николаев, А.И. Ракаев, Т.А. Морозова, Л.Г. Герасимова, К.Э. Шамов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1.

Рассмотрена возможность использования отходов обогащения оливинитовых руд для производства пигментов, лакокрасочных материалов и сорбентов. Описаны условия получения и свойства конечных продуктов на основе отходов обогащения.

УДК 691.327:666.973.2

Конструктивные особенности полуцилиндров из ячеистого бетона для теплоизоляции труб теплопроводов / *А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 3 назв.

Предложены составы теплоизоляционного газозолобетона средней плотностью 350-400 кг/м³ и способ изготовления полуцилиндров-скорлуп с двусторонним защитным покрытием. В заводских условиях при формировании скорлупы на наружной ее поверхности устраивается двухслойное защитное покрытие, а на внутренней – гидроизоляционное покрытие из рулонного материала на основе органического вяжущего. Введение в состав газозолобетона 0,50-0,75 мас.% коротких синтетических волокон позволило повысить показатель прочности при изгибе на 48-50%. Выполненные термодинамические испытания показали, что выделение вредных примесей из дисперсно-армированной газозобетонной скорлупы, смонтированной на трубе с температурой 550°C, не происходит.

УДК 691.327.332: 175.746

Технология и свойства композиционных материалов для ограждающих конструкций зданий / *А.А. Пак, Р.Н. Сухорукова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 3 назв.

Дан краткий анализ состояния вопроса по обеспечению теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий в соответствии с требованиями СНиП 23-02.2003 «Тепловая защита зданий». Предложен новый способ изготовления композиционных многослойных материалов типа «сэндвич» на основе газобетона и пенополистирола, позволяющий получать изделия с коэффициентом теплопроводности, в 1,5-1,8 раза меньшим, чем у ячеистого бетона. Новизна способа заключается в том, что изделия формируются в закрытых формах из газобетонной смеси и бисерного или частично вспененного полистирола в процессе тепловлажностной обработки изделий в пропарочной камере при 85-95°. Благодаря возникающему эффекту самопрессования обеспечивается надежное сцепление конструктивных слоев.

УДК 691.41.

Прогрессивные методы утилизации аминоксодержащих отходов / *Т.М. Петрова, В.Н. Афанасьев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2. Библиогр. 4 назв.

Глинистые грунты, широко распространенные в Северо – Западном регионе РФ, часто применяются при строительстве и как естественное основание, и как промышленное сырье. Проблема их использования особенно актуальна при дорожном строительстве.

Проведенные исследования показали, что свойства глинистых грунтов могут быть улучшены введением в них добавок аминоксодержащих соединений, синтезируемых из отходов химических производств и продуктов переработки ракетного топлива. Добавки аминоксодержащих соединений выступали в роли активаторов твердения композиций на основе глины.

Предложенные составы композиций, содержащие аминоксодержащие соединения, могут служить целям длительной и надежной локализации подобных отходов.

УДК 553.643+553.522(470.22)

К вопросу о комплексном использовании сырья из Кольских апатитов для получения фосфогипса / *Т.М. Петрова, Н.А. Джаши* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2.

Показана перспективность улучшения прочностных показателей фосфогипса-дигидрата, а также продемонстрированы широкие потенциальные возможности по их совершенствованию.

Фосфогипс-полугидрат, получаемый из отвалов, длительно находившихся на открытом воздухе, не требует операции дополнительной отмывки от примесей, в то время как отход, получаемый непосредственно после основного производственного цикла, требует отмывки от примесей с целью повышения качества получаемого на его основе фосфогипса-полугидрата.

Введение в технологический цикл сушки фосфогипса-дигидрата операции предварительного высушивания позволяет повысить прочность фосфогипса-полугидрата в возрасте 2 часа до 70%, по сравнению с прочностью материала, высушенного по одностадийной схеме.

Введение современных добавок–пластификаторов в фосфогипс позволяет значительно снизить его водопотребность и повысить прочностные показатели в оптимальных случаях до 2-х раз, по сравнению с бездобавочными составами.

Введение добавок-пластификаторов в порошкообразном виде предпочтительнее, так как прочность фосфогипса в этом случае повышается до 25%, по сравнению с прочностью составов с водными растворами пластификаторов.

УДК 661.862

Нефелин как источник получения реагентов для очистки сточных вод строительных предприятий / *В.И. Петрова, В.А. Матвеев, К.В. Захаров, Д.В. Майоров* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2.

Обсуждены проблемы использования нефелина как сырья для получения солей алюминия, используемых для очистки воды. Описана простая технология производства на основе нефелина реагента, содержащего одновременно соли алюминия (коагулянт) и активный коллоидный кремнезем (флокулянт). На примере очистки битумсодержащих сточных вод асфальтобетонных заводов показана высокая эффективность нового реагента.

УДК 549.623.81.08 (480)

Тальковый камень и его свойства / *Х. Пиринен, С. Лейнонен* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 14 назв.

Приведены данные, связанные с характеристикой талькового камня различных месторождений Фенноскандинавского щита.

УДК 553.551.108:691.215.1 (480)

Требования покупателей – основной критерий при добыче известняка и в производстве извести / *Х. Пихл* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Рассмотрены различные свойства известняков, как основные критерии при добыче известняка и в производстве извести.

УДК 55.681.3

Применение ГИС и Интернет технологий для информационного обеспечения процессов рационального природопользования Республики Карелия / *А.К. Полин, А.С. Скворцова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 2 назв.

Предлагается технологическая схема информационного обеспечения процессов принятия решений в области рационального природопользования РК с использованием ГИС и Интернет/Интранет технологий. Использование ASP-технологий позволяет создавать достаточно эффективную информационную систему масштаба предприятия, регламентирующую уровни доступа к информационным ресурсам, в том числе и картографическим (технология AspMap). Приводятся примеры реализации пилотных проектов создания таких подсистем.

УДК 691:620.19

Радиационно – гигиеническая оценка строительных материалов с учетом радоноопасности / *А.И. Савицкий, А.В. Бархатов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья

Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 3. Библиогр. 3 назв.

Приводятся данные о вкладе основных источников радиации природного происхождения в дозу облучения и отмечается о необходимости обращать особое внимание на радон. На основе теоретико-экспериментальных расчетов концентраций радона от содержания урана (радия) делается условная прогнозная классификация горных пород на категории по потенциальной радоноопасности. Представлена выборка по горным породам месторождений Питкярантского и Медвежьегорского районов для радиационно-гигиенической оценки с учетом радоноопасности.

УДК 553.5:691.21

Экономически выгодные применения сырья, добытого в карьерах природного камня / *О. Селонен* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 6 назв.

Рассмотрена экономическая целесообразность использования сырья, добытого в карьерах природного камня.

УДК 539.215:621.926

Селективное разрушение кварца методом ЭГД / *Л.С. Скамницкая, А.Ф. Брецких, О.К. Фомин* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 2, табл. 1. Библиогр. 5 назв.

Проведено сравнение функций распределения порошков трех типов кварцитов, полученных ЭГД-методом и при трехкратном дроблении на валковой мельнице. ЭГД метод позволяет, по сравнению с механическим дроблением, получать относительно селективно порошки кварца с размерами, лежащими в интервале 0,1 – 0,2 мм. Обсужден механизм дробления.

УДК 666.97

Вязущие низкой водопотребности с использованием активированного наполнителя / *В.В. Строкова, Р.В. Лесовик, М.С. Ворсина, В.Г. Голиков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 3. Библиогр. 3 назв.

В статье рассматриваются результаты активации наполнителей вязущих низкой водопотребности на основе наиболее крупнотоннажных отходов горнорудного производства Курской магнитной аномалии – отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов.

УДК 661.872.2.321(088.8)

Регенерация технических минеральных кислот из технологических растворов медно-никелевого производства / *А.В. Тюремнов, Е.К. Копкова, П.Б. Громов, Е.А. Щелокова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 2.

Представлены данные по исследованию экстракции минеральных кислот (HCl, H₂SO₄) из технологических растворов с использованием в качестве экстрагентов высокомолекулярных алифатических спиртов.

УДК 552.12:553.9

Битумолитовые породы онежской структуры – перспективное сырье для получения концентратов шунгитового вещества / *М. М. Филиппов, В. И. Кевлич, П. В. Медведев* // Проблемы рационального

использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 5 назв.

Новые направления практического применения шунгитонесущих пород Карелии, создание конструкционных материалов и технологий производства нанокластеров углерода, могут быть реализованы при решении проблемы получения шунгитового вещества с зольностью не превышающей 1%. На основе изучения генезиса шунгитовых пород Карелии, для получения концентратов шунгитового вещества предлагаются битумолитовые породы. Предпочтение отдается пиронафтоидам, в которых минеральное вещество химически не связано с шунгитовым и может быть разделено уже на стадии дробления. Эти породы до настоящего времени вообще не рассматривались как полезное ископаемое. Вместе с тем, содержание антраксолита в них может достигать 15%, а полезные ресурсы оцениваются в сотни млн. тонн.

УДК 553.5:550.81 (480)

Региональная разведка природного камня в Финляндии / *П. Харма, Х. Луодес, О. Селонен* / Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Геологическая Служба Финляндии проводит региональные разведочные работы природного камня, начиная с 1988 года. К настоящему времени данными работами охвачено около 30% территории Финляндии. Планируется провести разведку по всей территории страны.

УДК 658.567.1.002.8:691

Опыт фундаментально-прикладных исследований потенциала техногенных продуктов (на примере ЦЧР) / *Е.М. Чернышов, Н.Д. Потамошинева, О.Р. Сергуткина* / Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, Библиогр. 5 назв.

Изложена концепция решения вопросов комплексной, глубокой и эффективной переработки техногенных продуктов в строительные материалы.

Предлагается методология и методика системного тестирования и диагностики техногенных продуктов с учетом прогнозируемого их участия в процессах структурообразования систем твердения; обсуждаются примеры практического решения вопросов утилизации ряда техногенных продуктов.

УДК 553.5

Новые методические подходы при оценке месторождений блочного камня / *В.А. Шеков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 3.

Институтом геологии КарНЦ РАН предложен новый методический подход для оценки месторождений блочного камня, основанный на построении модели трещиноватости для каждого объекта и хранении всех фактических материалов в виде пространственно распределенных данных.

УДК 679.8(470.22)

Каменная промышленность Республики Карелия / *В.А. Шеков* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : ил. 1, табл. 2.

Карелия сегодня имеет едва начинающую набирать обороты камнедобывающую промышленность. При этом экономический эффект от работы этой промышленности очень низок в связи с неэффективно работающей отраслью. Это обусловлено отсутствием различного рода стимулов по внедрению ресурсосберегающих технологий, снижению экологического ущерба окружающей среде, недостатком средств для приобретения современного оборудования, отсутствием в достаточном количестве квалифицированных кадров.

УДК 553. 611: 691. 42: 666. 7

Керамические изделия из природного и техногенного сырья Кольского полуострова / *Н.Ф. Щербина, Т.В. Беляева, Т.В. Кочеткова* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 2. Библиогр. 3 назв.

Дана характеристика глинистого сырья Кольского полуострова: запасы, свойства, области применения. Показана возможность использования хвостов обогащения медно-никелевых руд для производства керамических изделий.

УДК 691(470.22)

Природные строительные материалы Республики Карелия / *В.В. Щипцов* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : табл. 1. Библиогр. 4 назв.

Многие индустриальные минералы и горные породы Карелии могут быть использованы в производстве строительных материалов различного назначения. На примере 28 видов минерального сырья показаны многоцелевые направления их использования в промышленности строительных материалов.

В зависимости от форм нахождения полезных компонентов выделяются различные типы комплексных месторождений: а) один главный индустриальный минерал содержит несколько ценных примесей; б) два или более ценных индустриальных минерала в одном промышленном типе; в) совокупные природные комбинации используемых рудных и индустриальных минералов и горных пород; г) индустриальное многокомпонентное сырье; д) индустриальное полисортное сырье многоцелевого использования; е) техногенные месторождения.

Показано, что организация комплексных исследований должна включать в себя исследования по научному геологическому прогнозу месторождений, совершенствованию технологий добычи, переработки, технологии создания строительных материалов и экономическому обоснованию развития минерально-сырьевой базы строительных материалов.

УДК 691.215+691.261

О возможностях создания цементного производства с использованием минерально-сырьевой базы Республики Карелия / *В.В. Щипцов, Г.А. Лебедева, Г.П. Озерова, В.П. Ильин*, // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. : Библиогр. 1 назв.

Наличие сырьевой базы карбонатного маломagneзиального и глинистого сырья позволяет организовать производство цемента во многих административных районах Карелии. Перспективным является Лоухский район, где находится наиболее крупное месторождение известняков – Соваярви и карбонатитов – Тикшозеро. В этом же районе расположено Софпорогское месторождение глин, с разведанными запасами 529 тыс. м³.

Геологические и регионально-экономические факторы формирования новых минерально-сырьевых потоков на европейском Севере / *Н.П. Юшкин, И.Н. Бурцев* // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. – Петрозаводск, 2005, С. :

Н а у ч н о е и з д а н и е

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО И
ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ БАРЕНЦЕВА РЕГИОНА В ТЕХНОЛОГИИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Материалы Второй Международной научной конференции

(12-16 сентября 2005)

*Печатается по решению Ученого совета
Института геологии КарНЦ РАН*

Материалы научной конференции опубликованы в авторской редакции

Изд. лиц. № 00041 от 30.08.99. Подписано в печать 18.08.05. Формат 60x84¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times». Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 20,0 Усл. печ. л. 27,0. Тираж 150 экз.
Изд. № 48. Заказ № 414

Карельский научный центр РАН
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50
Редакционно-издательский отдел