

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ОТХОДОВ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД – РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПУТЬ ИХ УТИЛИЗАЦИИ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНА

Н.М. Бобкова, С.Е. Баранцева, А.И. Позняк

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Беларусь, e-mail: svetbar@tut.by*

Изучена возможность получения пористого теплоизоляционного заполнителя на основе гранитоидных пород Микашевичского месторождения, разработаны составы и технологические параметры термической обработки, обеспечивающие процесс порообразования.

Ключевые слова: гранитоидные отсевы; порообразование; связующие и пластифицирующие добавки; объемный вес; теплопроводность.

THE OBTAINING OF POROUS HEAT-INSULATING MATERIALS ON THE BASIS OF GRANITIC SCREENINGS – RATIONAL WAY OF THEIR UTILIZATION AND THE IMPROVEMENT OF ECOLOGICAL STATE OF A REGION

N. Bobkova, S. Barantseva, A. Pazniak

*Belarusian State Technological University,
Minsk, Belarus*

The possibility of obtaining porous heat-insulating materials on the basis of granitic screenings is studied; compositions and technological parameters of heat treatment, providing pore formation, are developed.

Keywords: granitic screenings; pore formation; binding and plasticizing additives; bulk density; thermal conductivity.

В настоящее время расширению минерально-сырьевой базы Республики Беларусь, как одному из критериальных факторов улучшения экономики страны, уделяется огромное внимание. В научной литературе приведено большое количество сведений и данных, посвященных исследованиям в области использования различных горных пород как осадочных, так и изверженных для получения различных силикатных материалов. В особый подвид выделяются пористые заполнители для легких бетонов, получаемые практически из одной породы с небольшой корректировкой и добавлением порообразователя. Получение таких материалов связано с изготовлением сырцовых гранул и их поризации при обжиге, что позволяет обеспечить объемный вес заполнителя 300–650 кг/м³.

В районах интенсивного развития горного производства особенно остро стоит проблема постоянно увеличивающихся площадей отвалообразований, возникновению пылевых заносов, ухудшающих качество земель и негативно влияющих на экологическую обстановку прилегающих регионов.

Целью исследования является разработка составов и технологических параметров получения пористого заполнителя на основе отходов производства дорожного щебня РУПП «Гранит», представляющих собой некондиционную фракцию гранитоидных отсевов с размером зерен менее 2 мм.

В связи с ограниченностью месторождений легкоплавких и хорошо вс殊ывающихся глин для производства керамзита, активно ведутся работы по получению пористых заполнителей на основе изверженных горных пород [1–2].

По минералого-петрографическому составу среди пород Микашевичского карьера выделяются граниты, диориты, гранодиориты и лейкократовые граниты, кварцевые диориты, объединенные общим термином гранитоиды. Основными минералами гранитоидных пород являются плагиоклазы, кварц, полевой шпат, роговая обманка, микроклин, амфибол. К вторичным минералам относятся эпидот, серицит, хлорит; к акцессорным – сфен, апатит, магнетит, пирит.

Для проведения исследований использовалась проба гранитоидных отсевов усредненного химического состава, мас.%: SiO₂ 61,64; Al₂O₃ 14,86; CaO 4,38; MgO 3,32; FeO 8,94; Na₂O 3,41; K₂O 2,52; TiO₂ 0,93.

Изучено изменение агрегатного состояния гранитоидных отсевов при термообработке, причем наиболее важным является интервал плавления – переход системы в пиропластическое состояние, создающее условия для поризации при воздействии газообразователя (таблица 1).

Изменение агрегатного состояния гранитоидных отсевов при термообработке

Таблица 1

Интервал термообработки, °С	Состояние порошкообразной пробы гранитоидных отсевов
40–1040	Изменения агрегатного состояния породы не происходит, отмечается лишь изменение цвета от серого до терракотового
1050–1070	Уплотнения спека не происходит, цвет бежево-коричневый
1070–1100	Уплотнение спека, цвет пробы коричневый
1100–1150	Образуется плотный спек коричневого цвета, визуально определяется небольшое количество стекловидной фазы
1150–1170	Неполное оплавление спека, цвет более темно-коричневый
1170–1200	Признаки интенсивного образования жидкой фазы
1200–1250	Проба представляет расплав с видимыми мелкими зернами и слабым блеском поверхности
1250–1300	Расплав темно-коричневого цвета, присутствуют кристаллы по-видимому реликтового характера

Данные, полученные методом дифференциальной сканирующей колориметрии на приборе DSC 404 F3 фирмы NETZSCH (Германия), которые приведены на рисунке 1, коррелируют с экспериментальными данными, представленными в таблице 1. Согласно данным ДСК в области температур экзоэффекта 500–550 °С происходит фазовый переход метастабильной формы $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (маггемита) в стабильную $\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$ (гематит). При 573 °С отмечается слабо выраженный эндоэффект, обусловленный переходом кварца из β -формы в α -форму, эндоэффект в интервале 1160–1240 °С соответствует изменению пиропластического состояния образца за счет образования жидкой фазы при нагревании, поэтому он является критерием выбора температурных параметров обжига.

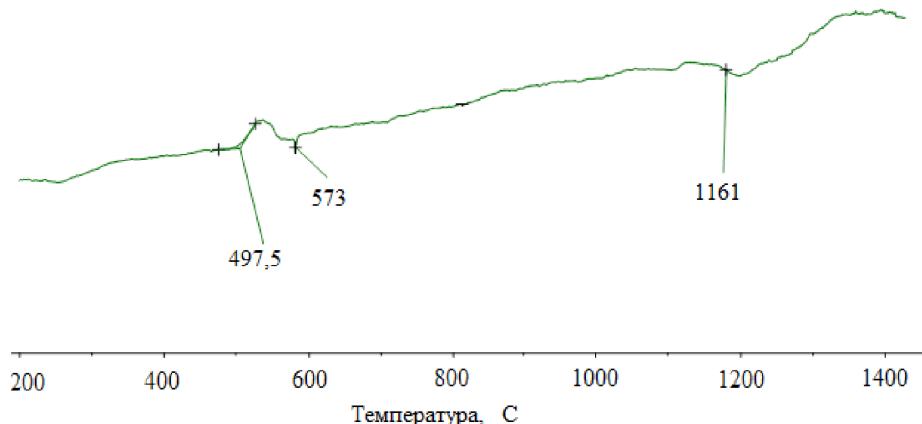


Рисунок 1. Кривая ДСК гранитоидных отсевов исходной пробы

На первом этапе исследования экспериментальная сырьевая композиция состояла из двух компонентов – гранитоидных отсевов и порообразователя. Гранитоидные отсевы являются крайне непластичным компонентом, поэтому при формировании гранул для сохранения их целостности, особенно после сушки и в момент транспортировки в обжиговые агрегаты, необходимо обеспечить их достаточную прочность, что достигалось применением связующих добавок, приведенных в таблице 2.

Установлено, что наиболее эффективной связующей добавкой для сырцовых гранул является карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ); при этом увеличение количества КМЦ от 2,5 до 7,5 % не оказывает существенного влияния на прочность гранул и можно ограничиться введением ее в сырьевую смесь в количестве 2,5 %.

Таблица 2

Результаты исследования введения связующих добавок

Вид добавки	Количество добавки на 100 г смеси	Способность к гранулообразованию	Визуальная оценка гранул после сушки 100 °C, 10 мин
Жидкое стекло: – 2 мл на 100 мл воды	40 мл	Недостаточная	Гранулы непрочные, склонны к растрескиванию
	40 мл	Недостаточная	
КМЦ (клей обойный), по сухому веществу	2,5 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	Гранулы достаточно прочные, имеются единичные образцы со склонностью к растрескиванию
	5,0 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	
	7,5 г + 40 мл воды	Удовлетворительная	
Клей ПВА: – 10 мл на 100 мл воды	40 мл	Хуже, чем при использовании КМЦ	Гранулы непрочные, склонны к растрескиванию

Однако единичные гранулы все-таки склонны к растрескиванию, поэтому для улучшения гранулообразования и увеличения прочности сырцовых гранул требуется введение пластификаторов. В качестве пластифицирующей добавки были использованы глины отечественных месторождений, приведенные в таблице 3, причем их количество варьировалось от 2,5 до 10 %.

Таблица 3

Используемые глинистые породы

Глина	Основные глинистые минералы
«Городок» (Лоевский)	Монтмориллонит, каолинит, иллит
«Лукомль» (Чашникский)	Каолинит, монтмориллонит
«Заполье» (Шумилинский)	Каолинит, монтмориллонит, гидрослюдя
«Городное» (Столинский)	Каолинит, монтмориллонит, гидрослюдя
«Туровское» (Столинский)	Каолинит, иллит, кварц
«Гайдуковка» (Молодечненский)	Каолинит, гидрослюдя, монтмориллонит, иллит, вермикулит
«Кустиха» (Петриковский)	Монтмориллонит, иллит

Установлено, что наиболее эффективным является применение глин «Заполье» и «Городное» в качестве компонента, улучшающего пластичность увлажненной смеси в количестве 7,5–10,0 %. Однако не исключается применение других глин, но это потребует корректировку количества связующего компонента и воды. Выбор глинистого компонента в перспективе будет связан с расположением будущего производства пористого заполнителя на территории Республики Беларусь и оценкой наименьших затрат на его транспортировку.

Таким образом, качественный состав сырьевой композиции представлен гранитоидными отсевами определенного фракционного состава; порообразователем – карбидом кремния, применение которого обосновано реологическими характеристиками гранитоидных отсевов; пластифицирующей добавкой – глинистым компонентом и связующей – карбоксиметилцеллюлозой. Для получения пластичной массы, способной гранулироваться, использовалась вода в подобранных экспериментально количествах (40–45 мл на 100 г смеси).

Стадия обжига является наиболее важной и ответственной, обеспечивающей процессы порообразования, формирования структуры будущего теплоизоляционного заполнителя и необходимые физико-химические свойства, в частности, насыпную объемную массу, теплопроводность, прочность при сжатии, водопоглощение и коэффициент вспучивания.

В результате проведенных экспериментов по подбору температурно-временных режимов обжига рекомендовано проведение комплексной термообработки в одном тепловом агрегате, включающей сушку, состоящую из стадии подъема температуры до 100 °C в течение 10 мин с выдержкой при 10 мин; стадии плавного подъема температуры от 100 до 600 °C со скоростью 10 °C/мин с выдержкой при 600 °C в течение 10 мин и обжига в интервале температуры 1170–1190 °C с последующим быстрым охлаждением до 800 °C, а затем инерционным. В результате проведенных исследований синтезирован теплоизоляционный пористый заполнитель на основе гранитоидных отсевов с использованием в качестве пластифицирующей добавки глин «Заполье» и «Городное», имеющий характеристики и показатели физико-химических свойств, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Показатели свойств пористых заполнителей, полученных из экспериментальных сырьевых композиций

Свойства	Состав с глиной «Заполье» (ГЗ)	Состав с глиной «Городное» (ГГ)
Объемная масса, кг/м ³	490–500	550–560
Насыпная объемная масса, кг/м ³	400	440
Теплопроводность, Вт/м·К	0,089	0,104
Механическая прочность при сжатии, МПа	2,5	2,6
Водопоглощение, %	7,9	8,1
Коэффициент всучивания	3,5–4,0	3,5–4,0

Для проведения испытаний возможности изготовления образцов блока типа «Термокомфорт» по разработанной технологии изготовлена партия пористого заполнителя состава ГГ фракции 4–10 мм согласно техническим пористого заполнителя состава ГГ фракции 4–10 мм согласно техническим условиям на ее применение для легких бетонов такого типа. Объем гранул вышеуказанного размера в количестве 1,5 л был передан на предприятие ОАО «Завод Керамзитового Гравия» г. Новолукомль, где в лабораторных условиях по существующему заводскому рецепту, были изготовлены образцы блоков 70x70x70 мм, фотография которых приведена на рисунке 2.

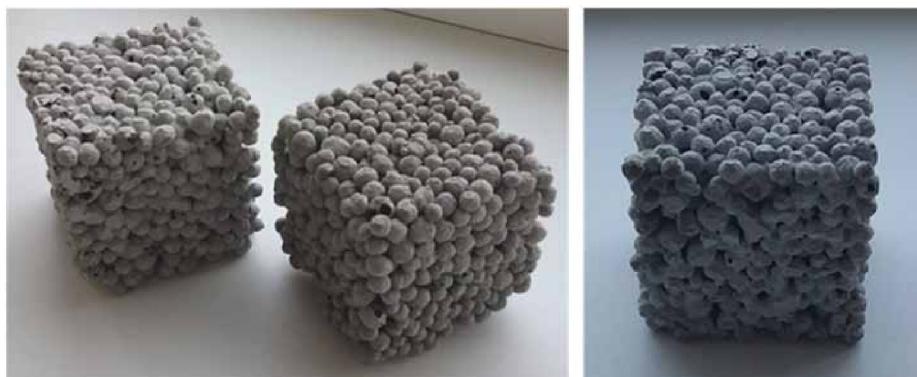


Рисунок 2. Фотографии лабораторных образцов блока типа «Термокомфорт»

Показатели плотности, теплопроводности и водопоглощения полученных образцов соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны составы и технология получения пористого заполнителя для легких бетонов на основе гранитоидных пород – некондиционной фракции отсевов производства дорожного щебня РУПП «Гранит».

Целесообразность и перспективность использования гранитоидных отсевов для производства теплоизоляционного пористого заполнителя оправдана и подтверждена проведенными исследованиями. Масштабная организация его производства внесет вклад в решение вопросов расширения минерально-сырьевой базы республики, обеспечения строительной отрасли легкими заполнителями и улучшения экологической ситуации регионов, перерабатывающих горные породы.

Список литературы

1. Сыревая смесь для пористого заполнителя : патент № 1813080, SU, С 04 В 18/04 / Г.И. Аржевитин, В.А. Федоров, А.А. Токмаков, В.П. Соенин, В.И. Фоменко, Л.К. Казанцева, В.А. Кутолич, С.Г. Прокудин, В.А. Широких. Опубл. 30.04.93 // Бюл. № 16.

2. Сыревая смесь для получения пористого заполнителя : патент № 2497780, РФ, С 04 В 38/02 / В.А. Отмахов, С.Г. Прокудин, М.И. Колонтай. Опубл. 10.11.2013 // Бюл. № 31.