

**С.Е. Баранцева, Ю.А. Климош, А.И. Позняк**

## **ПОРИСТЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД БЕЛАРУСИ**

Приведены результаты исследования по получению пористых теплоизоляционных материалов строительного назначения из магматических горных пород Республики Беларусь – гранитоидов, диабазов, базальтов.

**Ключевые слова:** магматическая порода, порообразование, насыпная плотность, теплопроводность.

**S.E. Barantseva, Yu.A. Klimosh, A.I. Pazniak**

## **POROUS HEAT-INSULATING MATERIALS BASED ON IGNEOUS ROCKS OF BELARUS**

Herein, we present the research results on producing porous heat-insulating materials for construction purposes with using of magmatic rocks of the Republic of Belarus – granitoids, diabases, basalts.

**Keywords:** igneous rock, pore formation, bulk density, thermal conductivity.

В районах интенсивного развития горного производства особенно остро стоит проблема постоянно увеличивающихся площадей отвалообразований, негативно влияющих на экологическую обстановку региона. Это исключение из хозяйственного оборота больших площадей земель, занятых отходами производства, уничтожение или снижение качества земель из-за пылевых заносов с отвалов и хвостохранилищ. Разработка техногенных месторождений обеспечивает освобождение земель от техногенных отходов с последующей их рекультивацией.

Использование техногенных месторождений – составная часть малоотходной технологии. За счет этого существующий уровень промышленного производства может быть обеспечен при уменьшении объема добычи горной массы на 20–25 % (главным образом в результате производства стройматериалов из отходов), снижении общей себестоимости продукции на 10–15 %, оздоровлении экологической обстановки в районах горно-перерабатывающих предприятий.

Микашевичское месторождение, являющееся частью кристаллического фундамента юга Беларуси, разрабатывается карьерным способом РУПП «Гранит», который представляет собой многофункциональный технологический комплекс с мощностью предприятия порядка 11 млн м<sup>3</sup>/год<sup>1</sup>. Производимый гранитный щебень как наиболее твердый и прочный является одним из основных материалов, используемых в строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог. Однако при его производстве образуется около 25 % некондиционного продукта – гранитоидных отсеков и циклонной пыли.

Разведанное в республике месторождение диабаз, также относящееся к кристаллическому фундаменту юга Беларуси, при его перспективной промышленной разработке также будет сопровождаться образованием большого количества некондиционных отходов. Кроме этого, планируется промышленная разработка базальтов вендской трапповой формации Новодворского месторождения Брестской области.

Цель исследования – разработать составы сырьевых композиций и критериальные технологические параметры получения пористых керамических заполнителей на основе гранитоидных, диабазовых и базальтовых пород, применяемых в качестве основного компонента керамических масс при получении пористых теплоизоляционных материалов, широко используемых в производстве легких бетонов, блоков «Термокомфорт» и в качестве самостоятельного засыпочно-строительного материала в индивидуальном домостроении. Химический состав экспериментальных магматических пород приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Химический состав экспериментальных магматических пород

Название породы	Содержание оксидов, мас. %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
Гранитоидная	60,85	15,40	4,55	2,85	2,52	4,41	7,84	1,58
Базальтовая	51,68	15,65	9,53	3,76	2,78	1,34	12,59	2,67
Диабазовая	47,59	17,80	5,2	9,22	2,4	0,35	16,85	0,59

<sup>1</sup> Полезные ископаемые Беларуси / П.З. Хомич [и др.]. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. 528 с.

В качестве основных компонентов сырьевых смесей для получения пористого материала использовались индивидуально гранитоидные, диабазовые и базальтовые породы определенного фракционного состава; порообразователь – карбид кремния, применение которого обосновано реологическими характеристиками расплавов магматических пород; пластифицирующие добавки (глинистые компоненты), связующее и вода. Процесс получения пористого теплоизоляционного материала состоит из следующих технологических стадий: дозирование компонентов; подготовка пластической массы; формование сырцовых гранул методом окатывания; сушка гранул при комнатной температуре; обжиг по двухступенчатому режиму при быстром подъеме температуры (450 °С/ч) до первой стадии – 600 °С, затем до второй стадии – 1210 °С и выдержке в течение 10 мин для вспучивания; быстрое охлаждение до 800 °С; последующее инерционное охлаждение; рассев по фракциям.

Стадия обжига является наиболее важной и ответственной, обеспечивающей процессы порообразования и формирования структуры будущего пористого материала, поэтому выполнено детальное исследование по определению его температурно-временных параметров, основанное на изучении изменения агрегатного состояния порошкообразных проб при нагревании до температур расплава. В результате многопозиционной термической обработки установлено, что температура начала спекания с уплотнением проб пород составляет 1140–1160 °С; температура начала плавления – 1165–1180 °С; полное плавление с образованием расплава фиксируется при 1300 °С. В момент образования жидкой фазы происходит вспучивание за счет взаимодействия карбида кремния с компонентами керамической массы, сопровождающееся выделением большого количества газообразной фазы. Однако повышение температуры обжига выше оптимальной приводит к образованию пор большого диаметра и, соответственно, резкому уменьшению прочности обожженных гранул и повышению допустимых значений водопоглощения.

Проведение обжига по оптимальным температурно-временным параметрам обеспечивает необходимые физико-химические свойства получаемого пористого заполнителя, в частности насыпную плотность, теплопроводность, прочность при сжатии, водопоглощение и заданный коэффициент вспучивания.

Установлено, что оптимальной температурой обжига для сырцовых гранул, изготовленных из масс с использованием исследу-

дуемых магматических пород (гранитоидов, диабаз и базальта), является 1200–1210 °С, что подтверждается динамикой изменения их агрегатного состояния на примере композиции, содержащей гранитоидную породу, приведенной на рисунке. Показатели физико-химических свойств полученных пористых заполнителей наиболее востребованных фракций приведены в табл. 2.

Следует отметить, что используемые магматические породы (гранитоиды, диабаз, базальт) по своему химическому составу, поведению и динамике изменения агрегатного состояния в процессе термообработки не имеют существенных отличий, поэтому показатели основных эксплуатационных свойств пористых материалов близки.



Рис. Динамика изменения агрегатного состояния сырцовых гранул на основе гранитоидной породы в процессе термообработки

Таблица 2

Показатели основных свойств разработанных пористых заполнителей

Свойства	Фракция 4–10 мм	Фракция 14–16 мм
Объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	450–470	400–450
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	250–260	180–200
Теплопроводность, Вт/м · К	0,08–0,09	0,110–0,112
Механическая прочность при сжатии, МПа	2,5–2,6	2,1–2,2
Водопоглощение, %	14,6–15,5	14,6–15,5
Коэффициент вспучивания	2,8–3,0	2,9–3,1
Температура обжига, °С	1210±5	1210±5

Полученные при выполнении исследований результаты позволили разработать научные основы управления процессами структуро- и порообразования во взаимосвязи с составами сырьевых композиций для получения пористого легкого заполнителя на основе магматических пород Беларуси, целесообразность и перспективность использования которых вполне оправданна и подтверждена проведенными исследованиями.

### **Об авторах**

**Баранцева Светлана Евгеньевна** (Минск, Республика Беларусь) – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры стекла и керамики, Белорусский государственный технологический университет, e-mail: [stetbar@tut.by](mailto:stetbar@tut.by).

**Климош Юрий Александрович** (Минск, Республика Беларусь) – кандидат технических наук, доцент, декан факультета «Химическая технология и техника», Белорусский государственный технологический университет, e-mail: [klim-aspir@mail.ru](mailto:klim-aspir@mail.ru).

**Позняк Анна Ивановна** (Минск, Республика Беларусь) – кандидат технических наук, научный сотрудник кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», e-mail: [poznyak.a87@gmail.com](mailto:poznyak.a87@gmail.com).