

ЗАО «ПКФ «НК», г. Старый Оскол Белгородской обл., Россия

УДК 666.762.1.043.2.001.8

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ЗАО «ПКФ «НК»

Представлены сведения о созданных в ЗАО «ПКФ «НК» теплоизоляционных материалах. Приведены основные физико-химические свойства разработанных энерго- и ресурсосберегающих изделий.

Ключевые слова: энергосбережение, теплоизоляционные изделия, теплопроводность, футеровка, высокотемпературные теплоизоляционные материалы.

В настоящее время экономия энергии является одной из актуальных задач Российской Федерации. С сожалением приходится констатировать, что энергоемкость экономики России в 3 раза выше энергоемкости мировой экономики [1]. Очевидно, что важная роль в решении проблемы энергосбережения принадлежит высокоэффективной теплоизоляции тепловых агрегатов [2—4].

За последние 10 лет в ЗАО «ПКФ «НК» освоены целый ряд алюмосиликатных и корундовых теплоизоляционных изделий. Разработанные теплоизоляционные изделия имеют низкую и длительно не меняющуюся теплопроводность, достаточную механическую прочность, необходимую огнеупорность и неизменность свойств при высоких температурах. Построено производственный участок, включающий две печи — туннельную и периодического действия (рис. 1), контроль качества выпускаемой продукции осуществляется в современной лаборатории предприятия. Изделия поставляются в ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Лебединский ГОК» и др.

ЗАО «ПКФ «НК» производит алюмосиликатные теплоизоляционные изделия (в том числе по ГОСТ Р 52803) методом полусухого формования с использованием пустотелых гранул — зольных полых алюмосиликатных микросфер, которые выделяются из золы-уноса тепловых электростанций и образуются в результате грануляции расплава минеральной части каменного угля при его сжигании. Эта технология получила достаточно широкое применение благодаря тому, что изделия из полусухих масс не требуют механической обработки в отличие от изделий, получаемых на основе пенометода. Это существенно облегчает технологический процесс производства. В частности, не требуется использование резательных станков. Отсутствие механической обработки снижает количество обслуживающего персонала, а также

не требует складирования и использования обрезки. Кроме того, применение полусухого способа формования облегчает выпуск фасонных изделий. Изделия формируются преимущественно методом объемного вибропрессования. В некоторых случаях используют статическое прессование и ручное трамбование.

Применение микросфер позволяет получить достаточно широкую гамму алюмосиликатных теплоизоляционных изделий как по плотности, так и по максимальной температуре эксплуатации (см. таблицу). Предприятие производит также алюмосиликатные изделия пластическим способом формования без использования микросфер (ШЛ-1,3 по ГОСТ 5040 и др.). К сожалению, этот способ не лишен недостатков. Размеры изделий, сформованных из пластичных масс, значительно уменьшаются при сушке и обжиге, что ведет к деформации изделий. Кроме того, метод не позволяет получить изделия с низкой кажущейся плотностью. Однако отсутствие микросфер в составе шихты существенно снижает себестоимость продукции.

ЗАО «ПКФ «НК» производит высокотемпературные теплоизоляционные изделия, в частности КЛ-1,1 (ГОСТ 5040), которые по-

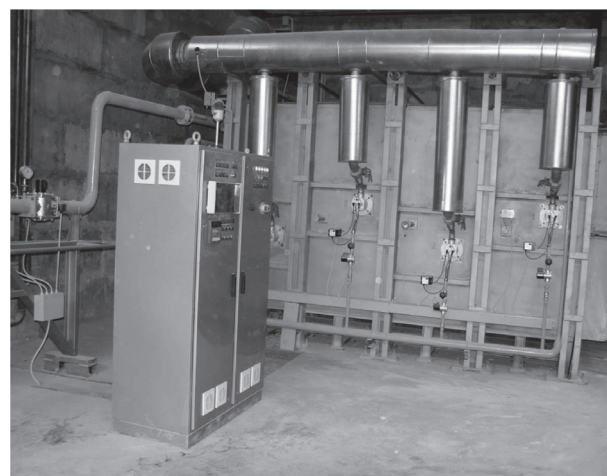


Рис. 1. Периодическая печь участка производства теплоизоляционных изделий

Некоторые характеристики теплоизоляционных изделий, выпускаемых ЗАО «ПКФ «НК»

Показатели	NK-23	NK-25	NK-26	NK-29
Массовая доля, %:				
Al ₂ O ₃ , не менее	—	—	50	63
Fe ₂ O ₃ , не более	—	—	1,0	1,0
Кажущаяся плотность, г/см ³ , не более	0,5	0,8	0,8	1,35
Остаточные изменения размеров, %, не более (при температуре, °С)	1,0 (1200)	1,0 (1300)	1,0 (1350)	1,1 (1500)
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее	1,2	2,5	2,5	4,0
Теплопроводность, Вт/(м·К), не более, при средней температуре, °С:				
(350±25)	0,20	0,35	0,35	0,55
(650±25)	0,25	0,40	0,40	0,60

ставляются уже в течение нескольких лет для футеровки арматурного слоя вакуум-камер и установок металлизации цеха окомкования и металлизации ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат». Предприятием изготавливаются также для различных тепловых агрегатов корундовые теплоизоляционные изделия марки КЛ-1,3 (ГОСТ 5040).

На некоторых промышленных предприятиях (огнеупорных, керамических) достаточно широко используются высокотемпературные печи периодического действия. Футеровка таких печей в процессе службы подвергается резкому нагреву и охлаждению, в результате чего между поверхностью и внутренней частью материала возникает перепад температур; при снижении температуры возникает обратный процесс. При неоднородном распределении температур в материале из-за различия ТКЛР высокотемпературной и низкотемпературной частей материала возникает напряжение, которое может привести к разрушению материала [5]. Согласно теории двух стадий термостойкости разрушение материала под влиянием термических напряжений происходит в две стадии: зарождения трещин и их роста. Зародившиеся трещины в гетерогенных материалах развиваются медленно или могут вообще не развиваться [6]. Известно, что одним из распространенных методов повышения термостойкости керамики является армирование волокнами, препятствующими распространению зародышевых трещин [7].

ЗАО «ПКФ «НК» выпускает изделия NK-29 с повышенной термостойкостью (см. таблицу). Изделия состоят из высокоглиноземистого легковесного заполнителя, сцепленного круглыми, тонкими извилистыми алюмосиликатными волокнами, контактирующими в отдельных зонах между собой и с зернами заполнителя (рис. 2). Присутствие волокон в огнеупоре

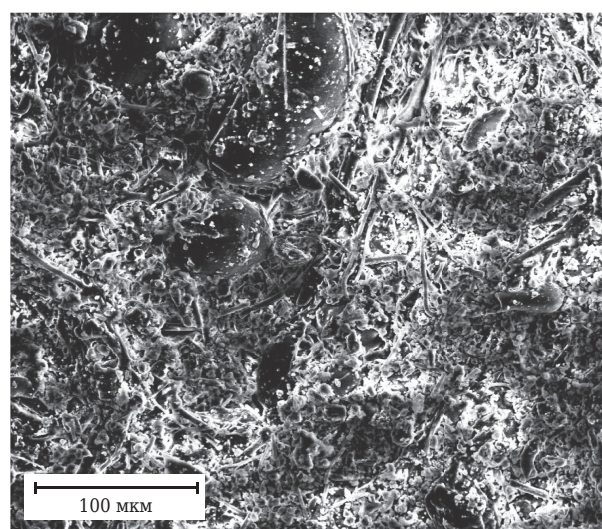


Рис. 2. Микроструктура изделия марки NK-29

обеспечивает ему устойчивость к резким температурным колебаниям. Кроме того, благодаря такой структуре доля теплового потока, передающаяся кондукцией по волокнам к заполнителю изделий, невелика. Это является следствием значительного теплового сопротивления образующихся таким образом точечных контактов. В данном случае основной вклад в общий поток тепла вносит молекулярный, конвективный и лучистый перенос тепла в пространстве между волокнами и заполнителем. Последняя составляющая доминирует при высоких температурах эксплуатации изоляции [7].

Во многих работах по анализу эффективной теплопроводности $\lambda_{изл}$ приводится выражение для радиационной теплопроводности [8]:

$$\lambda_{изл} = 4f\sigma T^3 \delta,$$

где f — коэффициент, связанный с оптико-геометрическими характеристиками, принятой моделью поры и схемой расчета, для пор в

гомогенном материале со степенью черноты ε_m принимают $f = \varepsilon_m / (2 - \varepsilon_m)$ [7]; σ — постоянная Стефана — Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м² · К⁴); T — температура; δ — размер поры.

Как видно из формулы, $\lambda_{изл}$ зависит не только от температуры, степени черноты поверхности, но и от особенностей пористой структуры. Особенно велик вклад излучения в эффективную теплопроводность крупнопористой огнеупорной теплоизоляции в связи с малым поглощением его в порах [8]. Вкладом излучения, например, объясняется то, что шамотные изделия с крупными порами при высокой температуре более теплопроводны, чем изделия с мелкими порами, при одинаковой пористости. До 500 °С, наоборот, изделия с мелкими порами более теплопроводны [6]. Очевидно, что для конкретной температуры эксплуатации теплоизоляционных материалов имеется некоторая оптимальная поровая структура, при которой в наибольшей степени подавляется передача тепла. Разработанные изделия НК-29 имеют мелкопористую структуру, обеспечивающую сравнительно невысокое значение радиационной составляющей эффективной теплопроводности (см. рис. 2). Как было показано выше, это чрезвычайно важно для высокотемпературной теплоизоляции.

Теплоизоляционные изделия НК-29 находят применение в различных тепловых агрегатах. Так, они показали длительный срок службы в печи периодического действия ЗАО «ПКФ «НК» (см. рис. 1). Печь эксплуатируется уже более пяти лет при максимальной температуре 1490 °С. Изделия НК-29 были установлены в рабочий слой футеровки как стен, так и свода этой печи. Следует отметить, что отсутствие плотных огнеупоров в конструкции этой периодической печи существенно снижает аккумуляцию тепла кладкой. Изделия НК-29 успешно были применены в рабочем слое футеровки агрегата горячего цинкования ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» и печей обжига керамической плитки ОАО «Объединение строительных материалов и бытовой техники» (г. Старый Оскол). В 2012 г. при ремонте

туннельной печи ЗАО «ПКФ «НК» изделия НК-29 были использованы также в зоне обжига. Имеются и другие успешные примеры использования этих изделий.

Ассортимент выпускаемых теплоизоляционных изделий не ограничивается приведенными выше примерами. Он постоянно расширяется, а применяемые технологии непрерывно совершенствуются. ЗАО «ПКФ «НК» планирует и в дальнейшем уделять особое внимание освоению новых видов теплоизоляционных материалов и приглашает к сотрудничеству в промышленном применении выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. **Лисиенко, В. Г.** Хрестоматия энергосбережения : справочное издание : в 2 кн. Кн. 1 ; под ред. В. Г. Лисиенко / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. — М. : Теплоэнергетик, 2002. — 688 с.
2. **Ижорин, М. Н.** Сооружение промышленных печей. Том II. Строительство печей : справочное издание ; под ред. М. Н. Ижорина / М. Н. Ижорин, Ю. П. Сторожков. — М. : Теплотехник, 2006. — 720 с.
3. **Исламов, М. Ш.** Проектирование и эксплуатация промышленных печей / М. Ш. Исламов. — Л. : Химия, 1986. — 280 с.
4. **Кащеев, И. Д.** Свойства и применение огнеупоров : справочное издание / И. Д. Кащеев. — М. : Теплотехник, 2004. — 352 с.
5. **Масленникова, Г. Н.** Керамические материалы / Г. Н. Масленникова, Р. А. Мамаладзе, С. Мидзута, К. Коумото. — М. : Стройиздат, 1991. — 320 с.
6. **Стрелов, К. К.** Теоретические основы технологии огнеупорных материалов / К. К. Стрелов. — М. : Металлургия, 1985. — 480 с.
7. **Кац, С. М.** Высокотемпературные теплоизоляционные материалы / С. М. Кац. — М. : Металлургия, 1981. — 274 с.
8. **Литовский, Е. Я.** Теплофизические свойства огнеупоров : справочное издание / Е. Я. Литовский, Н. А. Пучкевич. — М. : Металлургия, 1982. — 152 с. ■

Получено 04.04.13
© Р. В. Зубашенко, 2013 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ



12th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPs-12)

August 4-7, 2013 | Portland, Oregon

Abstracts due February 6, 2013

12-я Международная конференция по процессам обработки керамики (ICCPs-12)

4-7 августа 2013 г. г. Портланд, США