

И.Д. КАЩЕЕВ, д-р техн. наук, Уральский государственный технический университет – УПИ (Екатеринбург), Е.А. НИКИФОРОВ, канд. экон. наук, компания «Диатомовый комбинат» (Ульяновск)

Эффективная теплоизоляция печных агрегатов

Главная задача теплоизоляционных материалов в промышленных печных агрегатах сохранять тепло и поддерживать температуру на требуемом технологическом уровне. Для практического использования любого материала в качестве теплоизолятора важны две основные характеристики: температура длительного применения и аккумулирующая способность.

Температура длительного применения и ее колебания в процессе эксплуатации влияют на величину коэффициента теплопроводности теплоизоляции. При постоянной температуре теплопроводность изоляции повышается примерно на 10–15% за счет упорядочения структуры, повышения ее плотности и других физико-химических процессов, а в условиях переменных температур понижается вследствие образования дополнительных микротрещин в структуре материала.

Потери тепла на аккумуляцию и излучение кладкой промышленных печей колеблется от 50 до 90% в зависимости от конструкции печей. Эти потери могут быть сокра-

шены двумя основными способами: уменьшением объема кладки стен и дверей печи и уменьшением теплоемкости или температуропроводности материала кладки печи. Оба способа тесно взаимосвязаны, так как при высоких температурах уменьшение объема футеровки может быть произведено лишь при наличии малотеплопроводного материала с низкой аккумулирующей способностью.

Футеровка теплового агрегата чаще всего выполняется по схеме, представленной на рис. 1.

Толщина слоев футеровки рассчитывается по теплопроводности материалов и допустимым температурам на границе слоев. При этом принимают, что максимальная температура эксплуатации, например каолиновой ваты ~1260°C, минеральной шлаковой ваты ~700–750°C.

Одной из сложных проблем эксплуатации является крепление волокнистой изоляции к кожуху печи и отсутствие жесткости конструкции. Поэтому в последние годы все чаще применяют жесткие изделия в виде плит, кирпичей, блоков и т. п. В таблице приведены срав-

Свойства	Вермикулитовые	Диатомитовые	Шамотные, ШЛ-04	Силикат-кальциевые
Кажущаяся плотность, кг/м ³	$\frac{420}{374}$	$\frac{466}{572}$	$\frac{460}{-}$	$\frac{-}{261}$
Теплопроводность, Вт/(м·К) при температуре, °C				
200	$\frac{0,133}{0,138}$	$\frac{0,115}{0,162}$	$\frac{0,211}{-}$	$\frac{-}{0,083}$
400	$\frac{0,136}{0,153}$	$\frac{0,134}{0,203}$	$\frac{0,23}{-}$	$\frac{-}{0,11}$
600	$\frac{0,16}{0,167}$	$\frac{0,154}{0,245}$	$\frac{0,248}{-}$	$\frac{-}{0,136}$
Дополнительная усадка, % после выдержки 700°C в течение 40 ч	$\frac{-1,05}{-}$	$\frac{-0,16}{-0,16}$	-	$\frac{-}{-0,47}$
800°C в течение 64 ч	$\frac{-1,05}{-}$	$\frac{-0,47}{-0,31}$	-	$\frac{-}{-0,47}$
900°C в течение 5 ч	$\frac{-0,74}{-0,79}$	$\frac{-1,55}{-}$	$\frac{0}{-}$	-
900°C в течение 24 ч	$\frac{-1,98}{-}$	$\frac{-3,28}{3,27}$	-	$\frac{-}{-1,1}$
Предельная рабочая температура, °C	$\frac{<750}{<750}$	$\frac{<800}{<850}$	$\frac{<1150}{-}$	$\frac{-}{<780}$
Ползучесть, % (24 ч при 800°C)	$\frac{0,62}{0,64}$	$\frac{1,02}{-}$	-	$\frac{-}{0,48}$
Термический коэффициент линейного расширения, К ⁻¹ , в интервале температуры 20–750°C	$\frac{3,62 \cdot 10^{-6}}{19,9 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{1,55 \cdot 10^{-6}}{2,66 \cdot 10^{-6}}$	$\frac{4,81 \cdot 10^{-6}}{-}$	$\frac{-}{1,52 \cdot 10^{-6}}$
Предел прочности при сжатии, МПа	$\frac{1,1}{0,7}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{1,9}{-}$	$\frac{-}{2,8}$

Примечание. Над чертой – показатели отечественных материалов, под чертой – зарубежных.

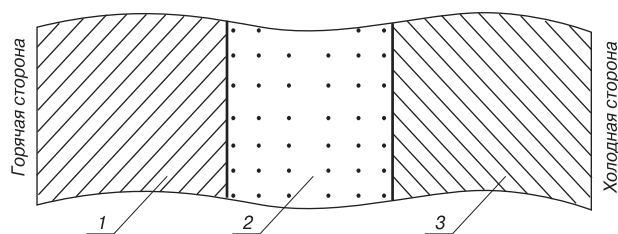


Рис. 1. Схема футеровки теплового агрегата: 1 – рабочий слой; 2 – теплоизоляционный слой; 3 – кожух печи

нительные характеристики некоторых видов жестких теплоизоляционных изделий по данным ОАО «Санкт-Петербургский институт огнеупоров».

Данные таблицы показывают, что диатомитовые теплоизоляционные материалы имеют преимущества по многим показателям в сравнении с вермикулитовыми и силикаткальциевыми, в том числе и зарубежными.

Диатомитовые теплоизоляционные изделия изготавливают из природных диатомитовых материалов, представляющих собой кремнистую породу, сложенную мельчайшими опаловыми створками древних диатомитовых водорослей – диатомей. Скелет (створки) диатомовых водорослей состоит из аморфного коллоидного кремнезема, который сформировался за счет диффузионных поверхностных процессов.

Аморфный характер кремнезема в диатомите отличает его от обычного кремнезема. Небольшие размеры отдельных створок диатомей (до 0,2 мм в диаметре) и микро- и нанопоры в них формируют структуру материала, показанную на рис. 2.

Применение таких природных материалов с собственной высокой пористостью является наиболее эффективным методом получения теплоизоляционных изделий. Высокие технологические свойства диатомитовых изделий достигаются специальной технологией, сочетающей два способа формирования пористой структуры: пенометод и способ выгорающих добавок (патент РФ № 2225381).

Применение пенодиатомитового кирпича

В производстве керамики и строительных материалов.

Благодаря своим теплотехническим параметрам пенодиатомитовый кирпич перспективен для предприятий керамической промышленности и строительных материалов. В 2006 г. Диатомовый комбинат выиграл тендер австрийской компании «Винербергер» и чешской строительной компании «Теплотехна» на поставку пенодиатомитового кирпича для теплоизоляции туннельной печи одного из самых современных заводов в Европе по производству строительного кирпича. Строительство завода ведется в районе г. Киржач Владимирской области. На рис. 3 показан пример кладки обжиговой туннельной печи строящегося завода.

Диатомитовый кирпич активно применяется в строительстве печей в стекольной промышленности. Стекольные компании России, Казахстана, Молдовы и других стран используют теплоизоляционные кирпичи особых форматов, изготавливаемых Диатомовым комбинатом специально для этой отрасли.

В коксохимической промышленности. Пенодиатомитовый кирпич применяется для теплоизоляции самих коксовых печей и в качестве барьерного демпфирующего слоя в дверях коксовых печей, в футеровке устройства сухого тушения кокса (СТК). По заключению специалистов коксохимического производства ОАО «Северсталь», в составе коксовой батареи при ее нормативных сроках работы до капитального ремонта в течение 20 лет теплоизоляционный слой из пенодиато-

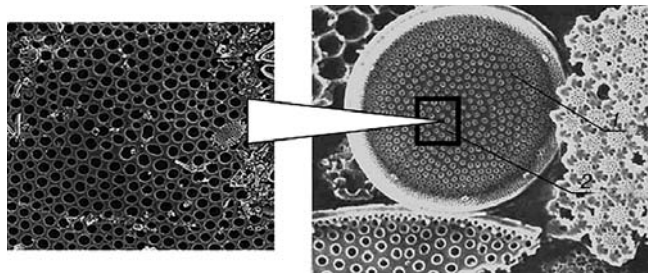


Рис. 2. Микроструктура створки диатомей (увеличено): 1 – створка диатомей; 2 – пористая структура створки (Источник: World Minerals Inc., 1999)

митового кирпича работает без смены на большинстве участков батареи около 40 лет.

В доменном производстве. Пенодиатомитовый кирпич применяется в футеровке свода доменной печи, стен и купола воздухонагревателей, а также в энергетическом хозяйстве металлургических заводов в футеровке паросиловых котлов.

В алюминиевой промышленности. Пенодиатомитовый кирпич используется в теплоизоляции электролизеров для выплавки первичного алюминия. Верх катодной части состоит из катодных углеграфитовых блоков, непосредственно под катодными блоками располагается барьерный слой из шамотных изделий. Во многом срок службы электролизера зависит от способности огнеупоров противостоять агрессивному воздействию фторидов и компонентов электролита, которые проникают через углеродный слой.

Кроме приведенных областей применения пенодиатомитовые изделия широко используются в мартеновских и других нагревательных печах металлургической промышленности; для футеровки различных тепловых



Рис. 3. Футеровка туннельной обжиговой печи кирпичного завода «Винербергер»: 1 – огнеупорный слой; 2 – слой легковесных огнеупоров; 3 – пенодиатомитовый кирпич КПД 400-И; 4 – облицовочный слой

сетей и энергетических установок, изоляции тепловых агрегатов в пищевой, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей промышленности, в качестве тепло-, звукоизолирующего и огнестойкого материала в промышленном и гражданском строительстве.

Мелкоштучность пенодиатомитовых изделий компенсируется качеством машинной обработки, которое обеспечивает малые отклонения от номинальных размеров, в результате чего образуется очень узкий шов между кирпичами и улучшается равномерность кладки. За счет совершенствования состава шихты и подготовки массы увеличена прочность кирпича. Запуск новых станков по машинной обработке всех граней позволяет в настоящее время соблюдать допуски размеров пенодиатомитового кирпича по всем шести граням $\pm 0,5$ мм — это параметр на уровне западных аналогов и превышающий требования российских стандартов.

В настоящее время предприятие приступает к производству пенодиатомитовых блоков размерами 250×250×65 мм. Увеличение размеров пенодиатомитовых изделий позволит значительно сократить число швов кладки и обеспечить снижение трудозатрат при проведении футеровочных работ.

Инновации

Диатомовый комбинат имеет порядка пятнадцати охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности. За последние пять лет проведен ряд НИОКР, которые показали принципиальную возможность производства ряда новых продуктов из диатомита. Также были проведены маркетинговые исследования и сформирован ряд инновационных проектов. Наиболее перспективные проекты, которые формируют стратегию развития предприятия в ближайшем будущем, это разработка и производство теплоизоляционных материалов из диатомита с улучшенными свойствами и изготовление сорбентов и пористых наполнителей для сухих строительных смесей.

Инвестиции

Расширение ассортимента и совершенствование качества продукции требует инвестиций, поэтому в течение последних двух лет диатомовый комбинат проводит мероприятия, формирующие инвестиционную привлекательность и открытость предприятия. В декабре 2005 г. успешно осуществлена сертификация системы менеджмента качества в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9001:2000 с получением сертификата международной сертификационной компании TÜV; осуществлен переход предприятия на международные стандарты финансовой отчетности; подготовлен инвестиционный проект в соответствии с требованиями ООН по промышленному развитию (UNIDO).

Комбинат выиграл конкурс Федерального агентства по науке и инновациям по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники». В результате реализации государственного проекта будет закончена НИОКР по разработке новых теплоизоляционных изделий из диатомита с улучшенными свойствами и организовано их производство.

В связи с уникальностью сырья и технологии, отличием свойств диатомита от свойств других материалов, применяющихся для изготовления теплоизоляции, и несмотря на то, что залежи диатомита достаточно широко распространены во всем мире, мировое лидерство в производстве высококачественных теплоизоляционных материалов из диатомита смогли обеспечить лишь несколько стран. Россию на глобальном мировом рынке теплоизоляционных изделий из диатомита представляет компания «Диатомовый комбинат». Качество продукции и сертифицированная система менеджмента качества предприятия, соответствующие мировым стандартам, позволяют отечественному предприятию успешно конкурировать с западными компаниями на рынках России, СНГ, Европы, Азии и Африки.