



ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА НА ВЫСТАВКЕ В МЮНХЕНЕ: ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Развитие высоких технологий в строительстве, металлургической и химической промышленности во многом стало возможным благодаря появлению широкого спектра керамических материалов. Исключительно высокая механическая, термическая и химическая стойкость этих материалов, а также полученных на их основе композиций и покрытий, делают их незаменимыми составляющими металлорежущего инструмента, высокотемпературных устройств, химических аппаратов.

Проведенная в октябре 2009 г. Международная выставка по технической керамике Ceramitec показала, что технический прогресс даже в последние кризисные годы не замедляется как в традиционной сфере использования керамики (строительные материалы, изоляторы), так и в специальных областях (композиты, покрытия). Предыдущую выставку 2006 г., проходившую в период подъема мировой экономики, Ceramitec '2009 смогла превзойти как по числу экспонентов, увеличившемуся с 612 до 656 фирм, так и по доле иностранного участия, возросшей до 60%. Из 35 стран-участниц наиболее активно на ее стендах были представлены, кроме Германии, фирмы Италии, Австрии, Чехии, Испании и Франции.

Неисчерпаемый кирпич

Всеобщий спад объемов строительства увеличил конкуренцию в промышленности строительных материалов и повысил интерес к современному высокотехнологичному оборудованию. Примером может служить новый **автоматизированный кирпичный завод** немецкой фирмы **Horl & Hartmann Ziegel-Technik**, открывающий почти безграничные возможности в производстве стеновых керамических материалов.

Завод производительностью 471 т/сут. выпускает поризованный и непоризованный, сплошной и пустотный, звуко- и теплоизоляционный строительный кирпич. В общей сложности это около 100 различных форматов плотностью от 0,8 до 2 т/м³ с частично отшлифованной после обжига поверхностью среза. Базовый формат кирпича составляет 365×247×238 мм, вес — 17,33 кг.

Комплект завода наряду с основным производством включает высокопроизводительное подготовительное оборудование, обеспечивающее достаточную резервную мощность. Главные подготовительные блоки — это накопители для хранения предварительно размешанной глины в течение 3–6 мес. и установка производительностью 50 м³/ч для перемешива-

ния рабочей массы с добавлением наполнителей.

В состав смесительной установки входят бегуны и валковая дробилка с двойной гидромеханической вибросистемой для тонкого (до 0,8 мм) измельчения материала. Подготовленное сырье хранится в течение 8 сут. в четырех глинохранилищах объемом по 1300 м³, обслуживаемых продольным экскаватором с направляющей и противодавлением.

Перед формованием сырца глину интенсивно перемешивают с наполнителями. Это могут быть опилки для производства теплоизоляционного кирпича, гранит или окалина для звукоизоляционного кирпича. Перемешивание ведут в двухвальном 10-тонном смесителе с дополнительной подачей пара и воды.

Перемешанная мягкопластичная масса прессуется в глиняный брус на вакуумной установке производительностью 60 т/ч. Нарезку сырца ведут универсальным струнным режущим устройством, оснащенным счетчиком и электронным управлением, плавно регулирующим длину сырца в пределах от 50 до 370 мм. Грейферное устройство разворачивает сырцы на 90°, укладывает в рамы и передает автоматическому погрузчику. Приводы механизмов нарезки, подачи и погрузки рам автономны.

Сырцы автоматически укладывают на решетки сушильных вагонеток в 8–17 слоев и на автоматической платформе транспортируют в одну из 11 двойных сушильных камер. Работа камер автоматизирована, включая открывание ворот, поддержание тепловых режимов и регулировку воздухопотоков. Сушка проходит за 24 ч при плотности 0,8 т/м³ и воздушной усадке до 4%.

Различные форматы подсушенного кирпича группируют на двух подающих конвейерах, укладывают на печные вагонетки и отправляют в высокопроизводительную туннельную печь DrySeal. В зонах ее нагрева и обжига установлены скоростные газовые горелки, работающие на сжиженном газе. В испаритель газ подается насосом с электромагнитным приводом, полностью исключая утечку. Длина туннельной печи составляет 126 м, сечение внутреннего канала — 5,5×1,7 м. Температура обжига достигает 1040 °С, время обжига — 22 ч. Усадка кирпича при обжиге не превышает 1%.

Печь оснащена рекуперативной установкой для улавливания газа, получающегося при термическом разложении составляющих обжигаемого материала. Выделяющееся при

охлаждении печи тепло улавливается масляным теплообменником. Печные вагонетки автоматически направляются на линию разгрузки, оборудованную грейферами для послойной выемки продукции, блоком шлифования поверхностей среза и упаковочной линией, передающей обмотанные термоусадочной пленкой поддоны кирпича на склад.

Система автоматического управления регулирует работу сушилки и печи, включая температурные режимы, воздушные потоки, сопровождение вагонеток, энергобаланс процессов сушки и обжига, сбор продукции и информационное обеспечение процесса.

Существенным дополнением к новой технологии производства многопустотного кирпича стала сконструированная немецкой фирмой *Lingl линия для заполнения пустот кирпича гранулированным минеральным волокном*. Работа линии базируется на технологии, включающей обработку внутренних поверхностей кирпича жидким связующим, подачу гранулированного базальтового волокна, а также кирпича (ленточным конвейером), вибрационное заполнение его пустот, отверждение связующего и пневмоотсос избыточного волокна.



Линия для заполнения многопустотного кирпича минеральным волокном

Минеральный гранулят доставляют автопоездом, вмещающим 66 крупногабаритных мешков по 300 кг, и пересыпают в приемный бункер на 8 м³. Расход минерального наполнителя составляет 60 кг на 1 м³ стенового кирпича базовых размеров 365×240×249 мм с пустотностью 50%. Для соединения гранулята со стенками пустот они обрабатываются перед загрузкой жидким стеклом с расходом около 35 л на 1 т наполнителя.

В состав оборудования линии входит закрытая система циркуляции минерального гранулята. Система отсасывает избыток минерального волокна после наполнения пустот и возвращает отфильтрованное из воздушного потока волокно в технологический процесс. Суммарная производительность вытяжной установки составляет 17 000 м³/ч, электрическая мощность — 37 кВт.

В целом линия подачи и наполнения кирпича производительностью 1920 шт/ч имеет размеры по длине/высоте/ширине 9×5×1,5 м. Потребляемая электрическая мощность — 85 кВт.

Жаростойкая теплоизоляция

Одно из основных направлений развития в области керамических материалов связано с устройством жаростойких облицовок и покрытий. Австрийская фирма СВ Feuerfest предложила и широко запатентовала оригинальный **метод производства легковесных огнеупорных блоков**. Технология ориентирована на использование вторичного сырья — отработанных огнеупоров, отслуживших в качестве теплоизолирующего слоя промышленных печей. Метод заключается в дроблении очищенного утилизированного огнеупорного материала, добавлении в него патентованного химического связующего, последующем формовании смеси и сушке заготовок в специальном режиме.

Построенный в 2009 г. завод СВ Feuerfest выпускает огнеупорные изделия различных форматов, включая стандартный кирпич, блоки двойной ширины, тычковые, клиновые и

сводные кирпичи, плитки и плиты. Возможен выпуск комбинированного кирпича, составленного из двух различающихся по свойствам слоев, например, отвечающих маркам СВ 125-05 и СВ 125-10 с плотностью 0,5 и 1 г/см³.

Основная продукция завода — **шамотный кирпич СВ 140-05** класса 26 по ASTM плотностью 0,5 г/см³, прочностью 2 Н/мм² и теплопроводностью в интервале 200–800 °С от 0,2 до 0,29 Вт/(м·К). Изделие рассчитано на температуру до 1400 °С при продолжительности нагревания 12 ч и усадке в пределах 1%.

По сравнению с классическим способом производства огнеупоров новая технология позволяет в несколько раз ускорить производственный цикл, например, изготавливать огнеупорные цилиндрические гильзы для сталелитейной промышленности всего за 72 ч!

Кирпич СВ Feuerfest особенно эффективно используется в составе сборной жаростойкой облицовки, запатентованной немецкой фирмой Burwitz Feuerungsbau. Это многослойная конструкция с защитным слоем из кирпича СВ Feuerfest, под которым располагаются теплоизолирующие слои из пористого или даже волокнистого материала. Конструкция удерживается на стенках печей специальными анкерами. Предлагаемая облицовка представляет интерес для металлургической, стекольной и фарфоровой промышленности.

Комбинируя керамические технологии с нанотехнологиями, немецкая фирма Porotherm Dammstoffe разработала **жаростойкие теплоизолирующие листовые покрытия WDS**. Листы WDS имеют нанопористую структуру, образованную шаровидными частицами кремниевой кислоты с нанопорами размером порядка 20 нм. Точечные контакты между частицами сокращают до минимума прямую передачу тепла, а сверхтонкие поры почти исключают конвекционную теплопередачу, поскольку размер пор меньше длины свободного пробега молекулы газа, которая соударяется не с другой молекулой, а со стенками



Печь для обжига керамики

поры. Специальный инфракрасный замутнитель дополнительно уменьшает абсорбционную теплопередачу за счет отражения ИК-излучения.

Коэффициент теплопроводности WDS в интервале температур от 100 до 700 °С лежит в пределах 0,02–0,05 Вт/(м·К), что меньше теплопроводности неподвижного воздуха. В то же время плотность WDS достигает 250–350 кг/м³. По сравнению с обычно используемыми теплоизоляторами толщина такой изоляции сокращается в 6 раз, а ее вес уменьшается в 2–15 раз. Полный ассортимент включает 14 видов жестких или гибких листов WDS, рассчитанных на работу при температурах до 1100 °С.

Еще более низкой, чем WDS теплопроводностью на уровне 5 мВт/(м·К) обладает выпускаемая фирмой Porotherm Dammstoffe **микропористая теплоизоляция Vasipor**. Листы Vasipor соединяют в себе достоинства микропористой с преимуществами вакуумной изоляции.

В объемной структуре Vasipor шаровидные кремнекислые элементы армированы волокнистым карка-

сом, придающим листам достаточную механическую прочность, позволяющую использовать их без дополнительной оболочки. Изоляция Vasipor может вторично перерабатываться, она не вредна для здоровья, не горит, не содержит органических примесей, ей не свойственна эмиссия при нагревании.

Материал не рассчитан на высокие температуры. Сфера его применения лежит в интервале от -50 до +120 °С и включает строительство, холодильную технику, легкую промышленность, автомобилестроение. Наиболее эффективен Vasipor в тех случаях, когда особенно большое значение придается уменьшению собственной толщины изоляции.

Сходную идею армированного волокном **микропористого силикатного материала** осуществила американская фирма **Microtherm**. Разработанные ею теплоизоляционные облицовки для промышленных печей получены на основе пирогенных кремниевых кислот с добавлением минеральных отражателей и стекловолокна. Microtherm в состоянии длительное время выдерживать температуры до 1200 °С. Теплопроводность материала плотностью 320 кг/м³ доходит до теоретического минимума и остается на этом уровне во всем диапазоне рабочих температур. К тому же благодаря отражателям материал не поглощает инфракрасное излучение.

Microtherm выпускается в виде жестких плит и блоков, гибких листов, деталей заданной формы, сыпучего гранулята и паст. Он прочен, легко обрабатывается, негорюч, безопасен для здоровья, безвреден для окружающей среды.

Одним из самых свежих примеров использования теплоизоляции Microtherm может служить последняя разработка немецкой фирмы Rohde — **печь для обжига керамики серии Ecotop**. Это самая экономичная печь из предлагаемых на мировом рынке. Ее рабочая камера диаметром 400 мм и высотой 450 мм имеет стенки толщиной 110 мм. Полный вес агрегата достигает 60 кг. Листовая изоляция

Microtherm толщиной 15 мм введена в принципиально новую трехслойную конструкцию стенок, позволяющую сократить расход электроэнергии на 20% и длительно поддерживать температуру 1320 °С при потребляемой мощности 3,6 кВт и силе тока 16 А.

В конструкцию агрегата внедрен целый ряд новых решений. Так, крышка его верхней загрузки открывается пружинным устройством с компрессионной поддержкой сжатым газом. Для повышения жаростойкости внутренняя каменная облицовка крышки закреплена не на растворе, а механическим способом. С целью удобства транспортировки внутри здания печь составлена по высоте из нескольких модулей, которые легко проходят в дверь шириной 55 см.



Деталь, изготовленная методом плазменной наплавки керамического покрытия

Керамические волокна и композиты

Для конструкций, подверженных особенно высоким термическим, а также механическим и электрическим воздействиям, немецкое отделение фирмы 3М вырабатывает **жаростойкие текстильные материалы на основе керамического волокна Nextel**. Последнее представляет собой поликристаллические нити диаметром 10–12 нм, образованные кристаллами длиной до 500 нм.

Выпускаются пять марок волокон Nextel, различающихся химическим составом — содержанием оксидов алюминия от 62 до 99% при участии оксидов кремния и бора. Волокна характеризуются плотностью в пределах 2,7–3,88 г/см³, прочностью от

1700 до 2930 МПа, модулем упругости 150–370 ГПа.

Наиболее жаростойкая марка волокна Nextel 440 выдерживает температуру до 1371 °С, сохраняя коэффициент термического удлинения в пределах 0,2 ppm на 1 °С при разрывной прочности 2000 МПа и модуле упругости 290 ГПа.

Из волокна Nextel вырабатывают материалы, которые намного эффективнее остальных известных мировой практике жаростойких текстилей. Готовая продукция поставляется в виде полотен, лент или рукавов.

Технические текстили Nextel находят применение в керамической промышленности в качестве гибкого высокотемпературного уплотнения или покрытия. Величина диэлектрической постоянной (порядка 5,5) в сочетании с высокой электромагнитной проницаемостью позволяют использовать их в качестве изоляции в обмотках электромагнитов, в оплетках кабелей, в электронагревательных системах.

Широкие перспективы открывает введение армирующей сетки Nextel в композиты. В сочетании с керамическими материалами получают тонкослойные жаропрочные, устойчивые против термошока и химических воздействий детали для авиационных турбин, промышленных печей и горелок. Армированный высокопрочным керамическим текстилем Nextel 610 полимерный материал препрег незаменим в тех случаях, когда требуется сочетание высокой прочности и жесткости с неэлектропроводностью.

Богатыми техническими возможностями обладают сочетания керамики не только с керамическими, но и с другими видами волокон. Немецкое отделение международного концерна SGL Group активно работает в области комбинирования силикатов с углеродом. Освоен выпуск **композиционного силикарбидного материала Sigrasic** типа C/SiC на основе углеродного волокна, внедренного в керамическую матрицу. Углеродное волокно может вводиться в различной концентрации и форме —

короткие или длинные волокна, тканые либо нетканые полотна. В зависимости от состава получают материал плотностью 1,9–2,7 г/см³ и пористостью соответственно от 7 до 0%.

По характеристикам прочности, твердости и истирания Siggrasic не уступает чугуну и стали, превосходя их по легкости, тепловой и химической стойкости. Первоначально Siggrasic был очень дорог и предназначался для использования в аэрокосмической технике. Однако по мере совершенствования производства область применения материала расширялась. Теперь она уже включает подверженные усиленному истиранию детали железнодорожных вагонов, лифтов, ветроколес, высокотемпературные аппараты в стекольной и химической промышленности, а также пуленепробиваемые и бронезащитные устройства для военной техники.

Плазменная наплавка

Для повышения температурной и абразивной устойчивости металлических и керамических деталей немецкая фирма LWK-PlasmaCeramic разработала **технология plascera, основанную на плазменной наплавке керамических покрытий**. По этой технологии керамический порошок вначале разогревается плазменной горелкой до температуры плавления. Далее расплав набрызгивается на металлическую поверхность, сцепляется с ней и застывает в виде защитного покрытия, образуя так называе-

мую плазموкерамику. Наплавка ведется за одну операцию.

Технология plascera применяется для обработки трубчатых деталей различной конфигурации диаметром от 10 до 1500 мм и длиной до 7000 мм. Толщина покрытия составляет от 1 до 50 мм и выдерживается с высокой точностью. Возможно армирование покрытия волокнистыми материалами и сталью. Термокерамика допускает все виды металлообработки.

Термокерамические детали plascera применяют при температурах до 1700 °С. Они устойчивы против резких температурных перепадов, действия кислот и растворителей, по отношению к расплавам цинка, меди, алюминия и их сплавов, а также в атмосфере окислителей, инертных газов и в вакууме. Покрытия plascera неэлектропроводны, малотеплопроводны. В зависимости от состава керамического порошка они характеризуются водопоглощением от 7 до 15%, прочностью при изгибе 15–45 МПа, модулем упругости 12–75 ГПа, твердостью HV30 от 210 до 550.

Компания LWK-PlasmaCeramic предлагает также **технология plasia/plasmet для создания керамического покрытия** на вращающихся и трущихся деталях, прошедших чистовую механическую обработку. Главное назначение покрытия — защита деталей от абразивного или эрозионного износа, кавитации и коррозии.


В технологии plasia/plasmet используется чистый оксидный или

двух-, трехкомпонентный смешанный термоплавкий порошок. Возможно также применение металлических порошков и любых других термоплавких материалов. Порошок наносится на металл, стекло, волокнистый композит методом огневого, плазменного или дугового напыления. Обычно толщина покрытия лежит в пределах 0,1–0,5 мм, но возможны и более толстые покрытия до 0,5–2 мм.

Обработку деталей ведут в щадящем температурном режиме. Поверхность детали нагревается до температуры не выше 200 °С, что исключает структурные изменения в материале. Технология plasia/plasmet позволяет также частично или полностью возобновлять изношенные покрытия. Обработанные поверхности приобретают твердость 600–1500 HV, высокую ударную прочность, а их электро-, теплопроводность и сцепление резко снижаются. Детали можно эксплуатировать в диапазоне температур от -150 до +900 °С.


Технологию plasia/plasmet применяют для защиты шлифованных и полированных поверхностей валов, валцов, гильз, поршней, манжет и уплотнительных колец. Максимальный диаметр обрабатываемых деталей достигает 1000 мм, длина — 6000 мм, наибольший вес — 2,5 т.

Альберт Полуновский,
г. Мюнхен, Германия



АвтоТехСервис

10 Всероссийская специализированная выставка



2010

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Легковые и грузовые автомобили
- Автоприцепы
- Спецавтотранспорт
- Автозапчасти, инструмент
- Оборудование для АЗС и автосервисов
- Автомасла и смазки, автохимия
- Автосигнализация, системы охраны

Волгоград ЭКСПО
 Организатор:
 Выставочный центр "ВолгоградЭКСПО"
 Тел./Факс: (8442) 26-50-59
 E-mail: auto@volgogradexpo.ru
 www.volgogradexpo.ru

14-16

МАЯ

ВОЛГОГРАД