

0 1000 2000 3000

1700°C

## Пенокерамика: удаление связующих веществ и спекания одним процессом

Институт керамических технологий и систем им. Фраунгофера (IKTS), Дрезден, Германия, проводит исследования в области разработки современной керамики, от предварительных исследований до широкого спектра специализированных областей применения. IKTS активно участвует в развитии промышленных технологий порошков и создании экспериментальных образцов строительной, функциональной керамики и кермета (металлокерамики).

Результатом научно-исследовательской работы IKTS стала разработка такого **инновационного композиционного материала, как пенокерамика**, который может использоваться в различных отраслях промышленности. Пенокерамика играет важную роль в сфере фильтрации и управления энергетикой, а также служит основой для блоков-носителей в производстве каталитических нейтрализаторов. Она идеально подходит для фильтрации пыли и жидких материалов. Пенокерамика представляет собой идеальное сочетание механической прочности и малой массы и используется при производстве композиционных материалов с металлической матрицей.

Для своего последнего проекта IKTS потребовалась **печь с карбидокремниевыми нагревателями, изготовленная по индивидуальному заказу, с рабочей температурой 1400°C и объемом 35 л для удаления связующих веществ и спекания пенокерамики**. Печь была изготовлена по **индивидуальному** заказу на основе стандартной печи RHF компании CARBOLITE, спектр которых включает рабочие камеры 4 различных объемов: 3, 8, 15 и 35 л и три максимальные температуры: 1400, 1500 и 1600°C. При производстве пенокерамики во время сгорания полиуретана и органических вяжущих материалов образуются токсичные газы, в частности цианид, изоцианат или двуокись азота, что требует использования катализаторов для обеспечения их полного сгорания. Было принято **решение установить печь дожига, включающую модифицированную трубчатую печь серии G компании CARBOLITE**, оснащенную трубкой из сплава инконель. Трубка, в свою очередь, оснащалась керамическим фильтром с катализатором на поверхности. Это обеспечивало полное сгорание токсичных газов, содержащих до 150 г полиуретана. Вентилятор производительностью 150–250 л/мин подавал газ в трубу печи, где находился катализатор, после чего очищенные газы подавались в систему вытяжки в Институте Фраунгофера.

*Специализированная система на базе камерной печи RHF и трубчатой печи серии G.*



Данная печь была разработана как **полностью автоматизированная система для выполнения двухэтапного процесса удаления связующих веществ и спекания**. Для цикла удаления связующих веществ печь медленно нагревалась от комнатной температуры до 600□°C. В это время образующиеся газы выводились из камеры и проходили через катализатор. Важным моментом была защита катализатора, температура которого не должна превышать 700°C.

Для защиты катализатора во время последующего цикла спекания при температуре 1290□°C вытяжной вентилятор отключался при температуре рабочей камеры печи 600□°C. Это обеспечивало постоянную идеальную температуру катализатора, защиту от перегрева и повреждения горячими газами, проходящими через него. Температура рабочей камеры печи регулировалась с помощью термопары; отдельная цепь защиты предотвращала перегрев печи. Кроме этого, комплексная система контроля обеспечивала защиту нагревательных элементов трубчатой печи. Даже при повышенной температуре отходящих газов всегда поддерживалась правильная температура катализатора и нагревательные элементы имели защиту от перегрузки.

## Трубчатые печи серии G

Трубчатые печи серии G отличаются гибкими возможностями **нагрева образцов различных размеров** с максимальной длиной зоны нагрева 1200 мм. Данные печи не имеют основной рабочей трубки, но адаптеры рабочей трубки делают возможным использование **целого спектра рабочих трубок диаметром до 170 мм**. Быстрая и удобная смена трубок также делает возможным использование **рабочих трубок из различных материалов** и помогает предотвратить взаимное загрязнение образцов.

В то время как печь дожига от IKTS разработана на основе односекционной вертикальной трубчатой печи, печи серии G имеют и **трехсекционную версию**, отличающуюся увеличенной зоной равномерного **распределения температуры**. Длина зоны нагрева разделяется на три зоны, для каждой из которых имеется собственный контроллер — два контроллера в торцевых секциях регулируют температуру в центральной зоне, компенсируя теплопотери на концах рабочей трубки. Благодаря широкому диапазону концевых уплотнений рабочей трубки и теплоизоляционных заглушек печи серии G можно использовать с инертной средой и/или вакуумом при давлении 10-6 мбар.



## ОСОБЕННОСТИ

### Печь для удаления связующих веществ и спекания

- ▶ Высокая равномерность распределения температуры при спекании
- ▶ Регулируемый объем всасывания с автоматическим отключением для процесса спекания
- ▶ Комплексная защита для нагревательных элементов трубчатой печи
- ▶ Специальный катализатор для обеспечения полного сгорания полиуретана
- ▶ Долгий срок службы катализатора
- ▶ Отдельный контроль температуры рабочей камеры и катализатора

## ОСОБЕННОСТИ

### Трубчатые и камерные печи

- ▶ Максимальная температура рабочей камеры камерной и трубчатой печи — 1100–1800□°C
- ▶ Широкий диапазон объемов рабочих камер
- ▶ Широкий диапазон трубок различного диаметра и длины
- ▶ Защита нагревательного элемента камерных печей

Трубчатые печи серии G выпускаются как горизонтальном, так и в вертикальном исполнении.