

УДК 666.6:536.21

ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОГО ЗАПОЛНЕНИЯ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ

Р.Н. Фисенко

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: aleks@ped.tpu.ru

Зависимости коэффициента теплопроводности ультралегковесного пеностекла от давления и газового заполнения (воздух, гелий) определены в вакууме калориметрическим методом. Показана возможность изменения внутреннего газового заполнения керамики, обладающей закрытой пористостью.

Введение

На кафедре Силикатов ТПУ разработана технология получения ультралегковесного пеностекла с закрытой пористостью, плотность которого колеблется в пределах $150 \div 200 \text{ кг/м}^3$. Данный материал весьма перспективен для использования его в качестве теплоизолятора для трубопроводов, бетонных панелей и т.п.

Постановка задачи проведения исследования

В настоящее время керамические материалы не нашли широкого применения в теплоэнергетике. Между тем они зачастую обладают достаточно полезными свойствами (высокая температура плавления, высокие рабочие температуры, высокая жаропрочность, химическая и коррозионная стойкость). Термостойкость термических материалов можно повысить, увеличив их пористость.

Объектом исследования в данной работе является пеностекло (плотность 190 кг/м^3). Изучение теплопроводности этого материала в зависимости от давления ($0,1 \div 36000 \text{ Па}$) и газового заполнения представляет достаточно большой практический интерес. На основе полученных результатов можно судить о принципиальной возможности изменения газового заполнения керамики, обладающей закрытой пористостью (с целью влияния на ее теплопроводящие свойства или создания теплоизоляционных пористых керамических материалов с внутренней инертной газовой средой, способствующей повышению жаростойкости сталей).

Методика проведения исследований

В данной работе определение коэффициента теплопроводности проводилось по калориметрическому методу. Вакуумная камера периодически заполнялась определенным газом (воздух, гелий), производилась откачка до необходимого давления ($0,1 \div 36000 \text{ Па}$). Газ с высокой теплопроводностью (гелий) использован с целью облегчения обнаружения различия в теплопроводящих свойствах при разных газовых заполнениях пор керамики. По достижению определенного давления включался нагреватель центрального образца (центральный образец нагревается нагревателем, вмонтированным в него; два боковых образца воспринимают тепловой поток от центрального и передают его на холодильники). Мощность нагревателя фиксировалась с помощью измерения силы тока (амперметр Д 553) и напряжения (вольтметр Д 556) электрической цепи, к которой он подключен. Для измерения температур боковых поверхностей образцов (а также спиралей нагревателя)

используются термопары ХА в количестве семи штук. Показания термопар снимались при установившемся стационарном теплообмене между образцами (выдержка в режиме стабилизированного давления в камере и при работающем нагревателе производилась приблизительно в течение 4 ÷ 5 часов с целью полного завершения протекания диффузионных процессов, связанных с заполнением или откачкой пор керамики). Давление в вакуумной камере контролировалось с помощью преобразователя ПМТ-2 в комплекте с вакуумметром ВТ-3 (а также использовался образцовый вакуумметр). Таким образом, получали информацию для определения зависимости коэффициента теплопроводности исследуемого материала от давления и газового заполнения (при обработке экспериментальных результатов использовались данные предыдущих исследований), которые отражены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Экспериментальная зависимость коэффициента теплопроводности пеностекла от давления при заполнении пор воздухом (средняя температура образцов: 212 ÷ 216°C)

Давление в камере, Р, Па	0,013	0,196	1,1	2,45	4,8	6,67	10,27	19,87
Коэффициент теплопроводности, $\lambda \frac{Вт}{м \cdot °К}$	0,0947	0,0955	0,0939	0,0985	0,1008	0,1072	0,1091	0,1150

Таблица 2. Экспериментальная зависимость коэффициента теплопроводности пеностекла от давления при заполнении пор гелием (средняя температура образцов: 215 ÷ 226°C)

Давление в камере, Р, Па	0,1	1	10	30	4895	19181	36194
Коэффициент теплопроводности, $\lambda \frac{Вт}{м \cdot °К}$	0,096	0,0999	0,1166	0,1521	0,4785	0,4951	0,5261

Анализ экспериментальных результатов

Верхний предел работы сталей, применяемых в теплоэнергетике, по условию жаростойкости составляет примерно 600 ÷ 620°C. Между тем, по условию жаропрочности некоторые марки сталей можно применять и при более высоких температурах. Одним из способов повышения жаростойкости стали является создание вокруг поверхности какой-либо детали защитного газового слоя (который не обладает окислительными свойствами). Для этих целей могут применяться такие газы, как аргон, азот, диоксид углерода и другие. Данный способ повышения жаростойкости конструкционных материалов широко применяется, например, при изготовлении термопар с внутренним газовым заполнением.

Результаты данных исследований показывают, что теплопроводность пеностекла (пористость закрытая) при заполнении пор гелием выше, чем при заполнении воздухом. С повышением давления в вакуумной камере теплопроводность также возрастает (в поры керамики проникает газ). Таким образом, подтверждена возможность создания теплоизоляционного материала на основе керамики с закрытой пористостью, поры

которой заполнены определенным газом (не вызывающим окисление), с целью повышения жаростойкости изолируемых металлических материалов. Заполняя поры керамики требуемым газом, можно также изменить ее теплопроводящие свойства (увеличить или уменьшить) на какой-то промежуток времени.

Механизм защиты от окисления стали кратко можно представить следующим образом: газ, постепенно покидая поры керамики, концентрируется на поверхности изолируемой детали (за счет более высокой температуры металла), предотвращая контакт с кислородом воздуха. Благодаря закрытой пористости керамики процесс термодиффузии (выход защитного газа из пор; заполнение пор воздухом) должен протекать достаточно долго, что, однако, может быть подтверждено только результатами дополнительных исследований.

УДК 662.765:662.613.11:662.66

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЗОЛЫ УНОСА КАНСКО-АЧИНСКИХ И КУЗНЕЦКИХ УГЛЕЙ ПРИ ДЕНИТРИФИКАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

К.В. Буваков, А.А. Купрюнин
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: aleks@ped.tpu.ru

Потребляя огромное количество природных первичных ресурсов, энергетическое производство выдает товарный продукт в виде электрической и тепловой энергии, превращая затраченные материалы в отходы, которые поступают в окружающую среду в виде твердых продуктов сгорания и токсичных газообразных веществ. С каждым годом поступления в атмосферу NO_x увеличиваются, что отражается на повышении требований к ограничению выбросов газообразных веществ, а это, в свою очередь, обуславливает актуальность проблем очистки отходящих газов топливосжигающих установок экономичными и эффективными способами.

Проведенные ранее исследования [1] показали, что в комплексе мероприятий, направленных на сокращение вредных выбросов тепловых электростанций, возможно использование золы уноса, которая способна поглощать из дымовых газов оксиды азота.

Предположительный механизм взаимодействия молекул NO_x с золой может быть связан с физической адсорбцией на алюмосиликатных составляющих золы уноса ($m\text{SiO}_2 \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$) подобно адсорбции на цеолитах [2].

Произведен химический анализ золы уноса кузнецкого угля марки Т для пяти проб с усредненными размерами частиц: 0.023 мм, 0.053 мм, 0.08 мм, 0.15 мм, 0.35 мм и канско-ачинского бурого Б2 для трех проб с размерами частиц: 0.078 мм, 0.097 мм, 0.12 мм. Результаты анализа приведены на рисунках 1 и 2 для SiO_2 и Al_2O_3 .