

УДК 666.3.016

Характеристики пористого материала на основе базальтового волокна

Степанова О. В., студент

Нуриллов К. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: д.т.н., доцент Азаров С. М.,

к.т.н., доцент Дробыш А. А.

Аннотация:

Приведены результаты исследований характеристик пористых материалов на основе базальтового волокна, полученных радиальным прессованием с последующим спеканием на воздухе.

Интерес к использованию базальтового волокна для получения пористой керамики основан на возможности формирования волокнистой матрицы, обладающей не только высокой проницаемостью, но и достаточной технологической прочностью. Применение пористых материалов на основе керамических волокон в качестве фильтрующих материалов при очистке жидкостей и газов в системах каталитического крекинга, очистке выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания определяется возможностями эксплуатации при высоких (свыше 15 МПа) давлениях, температурах (до 700 °С) с сохранением прочности в режиме длительной эксплуатации. В отличие от известных тканых материалов (волоконные базальтовые плиты) размер и конфигурация пор создаваемых пористых материалов остаются постоянными в процессе эксплуатации за счет жесткости каркаса.

Такое техническое решение позволяет повысить стабильность фильтрующих характеристик.

Базальты по содержанию кремнезема и глинозема наиболее близки к Е-стеклу, из которого производят лучшие стеклянные нити. Но температурный интервал применения базальтовых волокон составляет от –40 °С до +700–900 °С, а стеклянных – от –60 °С до +450 °С [1]. В зависимости от температуры и времени нагрева в базальте существенно изменяется содержание оксида железа. Переход FeO в Fe₂O₃, про-

исходит при температуре выше 600 °С. Гигроскопичность базальтовых волокон не превышает 1 %, стеклянных – 10–20 %.

В целом базальтовые волокна превосходят стеклянные по термическим, физическим, электрическим и акустическим характеристикам, а также по химической стойкости.

В тоже время, при обработке давлением пакетов базальтовых волокон (длина превышает поперечные размеры на 2–3 порядка) проявляется жестко-гибкий характер их деформирования. Наличие нескольких контактных узлов для каждого волокна затрудняет их относительное смещение. Защемление в контактных узлах приводит к деформации в области контактных узлов. Кроме увеличения контактных площадок за счет изгиба волокон образуется их взаимное механическое зацепление. Традиционно возможность изготовления пористых материалов на основе волокон реализовано лишь для пластичных материалов таких, как металлические или полимерные волокна. В работе [1] показано, при радиальном прессовании дисперсная среда изменяет свою плотность лишь в результате структурной переукладки частиц, которая происходит достаточно равномерно во всем объеме прессуемого тела. Благодаря этому удастся сформировать технологически прочное изделие из частиц с низким ресурсом пластичности. Эта особенность радиального прессования позволяет получать длинномерные пористые трубы (основы фильтрующих элементов) с отношением длины к диаметру более 35.

Целью данной работы является исследование влияния режимов радиального прессования и температуры спекания на характеристики пористых материалов из базальтовых волокон.

Материал и методики исследований. В диапазоне давлений 20–50 МПа из шихты на основе базальтового волокна марки БС16-6-76 способом радиального прессования были сформованы заготовки в форме труб с размерами: \varnothing 19 мм, длина – 100 мм и образцы в виде цилиндров \varnothing 19 мм и высотой 10 мм с последующим спеканием на воздухе в диапазоне температур 1050–1150 °С. Давление прессования – 45 МПа.

Характеристики полученных опытных образцов определяли по стандартным методикам, принятым в порошковой металлургии и материаловедении.

Фазовый состав пористого материала представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Фазовый состав пористого материала из базальтового волокна, спеченного при температуре 1050 °С

Кристаллическая фаза (формула), мас.%			
Анортит (CaAl ₂ Si ₂ O ₈)	Андрадит (Ca ₃ Fe ₂ (Si ₃ O ₁₂))	Оксид кремния (SiO ₂)	Калий-алюмосиликатный шпинелид (K _{0,85} Al _{0,85} Si _{0,15} O ₂)
65	9	14	11

В таблице 2 представлены характеристики пористых материалов из базальтового волокна результаты исследований характеристик которого представлены в работе [2].

Таблица 2. – Сравнительные характеристики пористых материалов

Характеристики	Материал
	Базальтовое волокно
Пористость, %	52–75
Максимальный размер пор, мкм	13–29
Средний размер пор, мкм	8–18
Коэффициент проницаемости $\times 10^{-12}$, м ² *	42–55
Прочность на сжатие, МПа	7–13

Примечание: *по воздуху

В результате проведенных исследований установлено, что спекание базальтового волокна при 1050 °С и 1100 °С формирует пористый материал со структурой, характеризующейся пористостью 52–75 %, средним размером пор 8–18 мкм, коэффициентом проницаемости (42–55) 10^{-12} м², прочностью на сжатие 7–13 МПа. Полученные результаты доказывают, что пористый материал из базальтового волокна способен обеспечивать лучшие фильтрующие характеристики по сравнению с аналогами.

Список использованных источников

1. Петюшик, Е. Е. Основы деформирования проволочных тел намотки: монография / Е. Е. Петюшик, О. П. Реут, А. Ч. Якубовский. Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 218 с.
2. Петюшик Е. Е. Структура и свойства пористых композиционных материалов на основе порошков алюмосиликатов и базальтового волокна / Е. Е. Петюшик, С. М. Азаров, А. А. Дробыш, И. В. Фомихина Л. В. Маркова, Т. В. Гамзелева// Порошковая металлургия: респ. межвед. сб. науч. трудов / редкол.: А. Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 41. – С. 147–153.

УДК 672.793.74

Пути снижения коробления плоских деталей с покрытием из самофлюсующихся сплавов

Хилюк И. М., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д.т.н., профессор Иващенко С. А.

Аннотация:

Коробление детали с покрытием является следствием того, что образовавшиеся в ней напряжения превысили по величине предел упругости материала основы. Если жесткость основы больше образовавшихся в покрытии напряжений, то релаксация напряжений происходит путем отслаивания или растрескивания покрытия в зависимости от того, что выше, прочность самого покрытия или же его сцепление с основой.

В то же время величина и знак остаточных напряжений в поверхностном слое покрытия зависят от конкретных условий эксплуатации детали с покрытием. Следовательно, технологическое обеспечение получения качественного покрытия, обладающего комплексом требуемых свойств при минимальных затратах на его механическую обработку, должно идти по двум направлениям: во-первых, снижение