

Б.С. СЕМУХИН¹, А.В. ВОТИНОВ¹, О.В. КАЗЬМИНА²

СВОЙСТВА ПЕНОСТЕКЛА С ФУЛЛЕРЕНОПОДОБНОЙ МЕЗОСТРУКТУРОЙ

Ключевые слова: пеностекло, мезоскопический уровень, симметрия пятого порядка, фуллереноподобный.

На сегодняшний день твердое тело трактуется как многоуровневая, иерархически соподчиненная система структурных элементов разных масштабов. Элементарными представителями мезоуровня являются объемные структурные элементы конечных размеров (зерна, блоки, субзерна, поры, ячейки, клетки) [1, 2]. Обычно объектом изучения на мезоуровне является мезообъем материала, в котором наблюдаются и анализируются элементы с явно выраженными внутренними границами и специфическими характеристиками. Внутренние границы выступают как мезоконцентраторы напряжений [3–8].

В данной работе представлено исследование иерархической структуры на мезоуровне неорганических веществ – жидкостей. Объектом исследования выбрана твердая жидкость – пеностекло. Его уникальные свойства прямо зависят от того, какие мезообъекты или объемы материала и по каким структурным законам расположены на мезоуровне. Форма, степень однородности распределения пор, состав и толщина перегородки предопределяют основные эксплуатационные характеристики пористого материала. Микро- и наноразмерные частицы кристаллической фазы, присутствующие в аморфной матрице, значительно увеличивают механическую прочность пеностекла [9–11].

Цель работы – оценить влияние добавки наноразмерных частиц диоксида циркония при получении пеностеклового материала на его структуру и свойства.

Выбранный для исследования диоксид циркония представляет собой циркониевый концентрат со значительным содержанием ZrO_2 99.9 %. Данный концентрат имеет усредненный размер частиц (30 нм), полученный путём плазмохимического синтеза. Для получения образцов использован порошок листового стекла, который измельчали на планетарной мельнице PULVERISETTE 5 до удельной поверхности $6000 \text{ см}^2/\text{г}$. Наноразмерный диоксид циркония вводился в смесь порошка стекла с сажой в количестве 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 и 1.1 мас. %. Количество сажи, выполняющей роль газообразователя, было постоянным и составляло 0.5 мас. %. Процесс вспенивания осуществляли в муфельной печи при температуре 850°C , выдерживая образец при этой температуре 20 мин. Показатели основных эксплуатационных характеристик полученных образцов приведены в таблице.

Характеристики пеностекла, модифицированного наноразмерным ZrO_2

Добавка ZrO_2 , мас. %	Кажущаяся плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Средний размер пор, мм	Предел прочности при сжатии, МПа	Акустический коэффициент пропускания звуковой волны для частоты, Гц		Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
				400	800	
0	181.0	1.1	1.56	0.43	0.30	0.056
0.3	142.5	1.2	0.89	0.10	0.15	0.049
0.5	166.2	1.6	1.10	0.30	0.23	0.052
0.7	132.7	2.0	0.23	0.31	0.26	0.050
0.9	143.5	2.1	0.60	0.29	0.18	0.049
1.1	114.2	2.5	0.19	0.28	0.17	0.045

Одним из основных свойств пеностекла является механическая прочность, прямо связанная с пористой структурой материала, а также её плотностью. Экспериментально установлено, что максимальной прочностью обладают образцы, модифицированные ZrO_2 в количестве 0.5 мас. %. При увеличении добавки в дальнейшем замечено снижение как плотности образцов пеностекла, так и их прочности.

Другим свойством пеностекла, о котором стоит упомянуть, является звукопоглощение, которое характеризуется через акустический коэффициент. Было установлено, что структура пеностекла оказывает влияние на акустический коэффициент. Добавление в пенообразующую смесь ZrO_2 приводит к изменению в размерах пор и характере их распределения по размерам и форме. Это приводит к уменьшению коэффициента пропускания звуковой волны в диапазоне частот 250–800 Гц.

Введение наноразмерного диоксида циркония также существенно влияет на теплопроводность материала, что видно по изменениям значений коэффициента теплопроводности (таблица). Зависимость является

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>