

АКУСТИЧЕСКИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА БИОМОРФНЫХ ПОРИСТЫХ КОМПОЗИТОВ SiC/Si И КАРБИДА КРЕМНИЯ БИО- SiC

Смирнов Б. И., Смирнов И. А., Кардашев Б. К., Орлова Т. С., Шарфеньева Л. С.

*Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург,
smir.bi@mail.ioffe.ru*

Исследовались электрические, тепловые и акустические свойства углеродной биоматрицы, биоморфного композита SiC/Si и биоморфного карбида кремния био-SiC, приготовленных последовательно путем пиролиза (обугливания) в атмосфере аргона дерева (белого эвкалипта и дуба), последующей инфильтрации в вакууме в пустые каналы этой матрицы расплавленного кремния с образованием композита SiC/Si и дополнительной химической обработки SiC/Si для удаления избыточного Si и получения биоморфного пористого био-SiC. В широком интервале температур измерены удельное электросопротивление (5–300 К), теплопроводности (5–300 К), теплоемкости (3.5–500 К) и амплитудные зависимости модуля Юнга и декремента акустических колебаний (100 и 300 К).

Биокомпозиты SiC/Si являются весьма перспективными материалами для практических приложений. Они обладают большой механической прочностью, противостоят окислению и коррозии, имеют небольшой вес (их плотность составляет ~ 2,3 г/см³), легко обрабатываются при задании формы изделия и могут использоваться при высоких температурах (до 1500⁰С).

На практике био-SiC/Si могут использоваться:

- как легкие сверхпрочные материалы в аэрокосмической и автомобильной промышленности;
- в медицине в качестве различных имплантантов;
- для изготовления высокотемпературных нагревателей;
- как высокотемпературные пористые поглотители газов.

Основные результаты работы:

Показано, что в композите SiC/Si и био-SiC процессы адсорбции-десорбции молекул внешней среды (воздуха) в значительной степени влияют на величины действующего модуля упругости и внутреннего трения (декремента упругих колебаний).

По данным о теплопроводности и теплоемкости установлено, что в биоматрице эвкалипта (в области 100–300 К) длина свободного пробега фононов $l \approx 13 \text{ \AA}$ и близка к размеру составляющих ее графитоподобных кристаллитов.

Био-SiC обладает выраженной анизотропией электросопротивления вдоль и поперек роста дерева. В интервале $5 < T < 30 \text{ К}$ процесс переноса заряда в био-SiC является нетермоактивированным. При $140 < T < 300 \text{ К}$ энергия активации переноса заряда $E = 12\text{--}18 \text{ эВ}$, что, наиболее вероятно, связано с ионизацией примеси азота.

Электросопротивление композита SiC/Si контролируется сопротивлением Si, концентрация носителей в котором составляет $3\text{--}7 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, что на 3–4 порядка выше концентрации в Si до его инфильтрации.

Измерена теплопроводность био-SiC для направлений вдоль и поперек роста дерева. Определена величина теплоемкости Si, расположенного в канальных порах биокомпозита SiC/Si.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект N07-03-91353ННФ_а) и программы Президиума РАН П-03_02.