

коэнергетического ЭМП на биологические системы, а также закономерностей взаимосвязи молекулярного и системного уровней, позволит объяснить фазонаправленность биоэлектромагнитных эффектов и даст возможность прогнозировать их возникновение, что особенно важно для повышения производительности коконов тутового шелкопряда.

#### Литература

1. Нефедов Е.Н. Концепция единого информационного поля ноосферы Земли / Е.Н. Нефедов, А.А. Яшин // Журнал русской физической мысли, 1995. – Т.67. - №1. – С. 190 – 198.
2. Герловин Н.Л. Основы единой теории взаимодействия в веществе / Н.Л. Герловин. – Л.: Энфюатомиздат, 1990. – 432.
3. Казначеев В.П. Энерго-информационные взаимодействия в биосфере: Опыт теоретических и экспериментальных исследований / В.П. Казначеев, А.В. Трофимов // Русская мысль, 1992. - №1. – С. 22 – 27.

УДК 666.223

### ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛОВ КНБ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

Занкевич В.А., к.ф.-м.н., доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Игнатенко О.В., к.ф.-м.н., Ракицкая Л.И., инженер

*НПЦ по материаловедению НАНБ, г. Минск, Республика Беларусь*

В кратком сообщении приводятся результаты исследования теплофизических свойств беспримесного поликристаллического кубического нитрида бора (КНБ) торгового знака «Светланит» [1]. Известно, что при прямом фазовом переходе графитоподобного нитрида бора (ГНБ) в плотные модификации вюрцитной (ВНБ или  $BN_B$ ) и сфалеритной фаз (КНБ или  $BN_{cf}$ ) на свойства синтезируемых поликристаллов существенно влияют не только режимы синтеза по давлению и температуре, но и чистота, зернистость исходного ГНБ. Варьируя параметрами синтеза и примесями, можно ме-

нять физические свойства, микроструктуру поликристаллов КНБ. Интерес к данным материалам вызван не только широким применением данных поликристаллических сверхтвердых материалов (ПСТМ) в качестве лезвийного и абразивного инструмента, но и в других областях техники [1, 2].

Сырьем для получения ПСТМ данной марки являлся монолитный, высокочистый пиролитический нитрид бора (ПНБ) двух составов: а) содержащий 100 % гексагональной фазы  $BN_{\text{г}}^{II}$ ; б) содержащий 60 % ромбоэдрической фазы и 40 % гексагональной (ГРПНБ [1]). Синтез образцов проводили на аппаратах высокого давления типа «наковальня с лункой» в области давлений 7,0-10,0 ГПа и температур 2500-2900 К по технологии, описанной в [1]. При оптимальном режиме синтеза образцы имели блестящие сколы, мелкозернистой структуры, а полированные шлифы глубокий черный цвет [1], который со временем не меняется. Синтез поликристаллов  $BN_{\text{сф}}^{II}$  данной марки из  $BN_{\text{г}}^{II}$  и ГРПНБ носит кристаллоориентированный характер, и степень текстурирования зависит от их режимов, в частности, от давления, температуры и скорости нагрева [1]. Кристаллоориентированный характер синтеза связан с анизотропией тепловых и упругих свойств исходного пиролитического нитрида бора, которые обусловлены сильным взаимодействием борнитридных гексагонов в плоскости газового осаждения и их слабым взаимодействием между слоями. В [1] установлено, что поликристаллы КНБ данной марки обладают высокой микротвердостью и относятся к анизотропным материалам по электрофизическим, упругим, тепловым свойствам. На данных поликристаллах наблюдали прямой пьезоэлектрический эффект. Механизмы фазовых превращений  $BN_{\text{г}}^{II}$  -  $BN_{\text{сф}}^{II}$ , ГРПНБ -  $BN_{\text{сф}}^{II}$  подробно исследованы в [3-4].

Измерение теплопроводности проводили стационарным методом при температуре 310-315 К. Значения коэффициента теплопроводности исходного сырья  $BN_{\text{г}}^{II}$  вдоль плоскости осаждения  $\lambda_{||} = (60 \div 65)$  Вт/м·К, в перпендикулярном направлении  $\lambda_{\perp} \approx (1,2 \div 1,5)$  Вт/м·К, и соответственно образцов ГРПНБ -  $\lambda_{||} = (50 \div 55)$  Вт/м·К,  $\lambda_{\perp} \approx (1,7 \div 2,0)$  Вт/м·К.

Теплопроводность (измерения проводились в 1986 г.) поликристаллов  $BN_{cf}^{II}$  данной марки, полученных из  $BN_2^{II}$ , ГРПНБ при оптимальных режимах синтеза имели значения  $\lambda_{II} = (150 \div 220)$  Вт/м·К,  $\lambda_{\perp} = (240-300)$  Вт/м·К. При повторных измерениях теплопроводности (2010 г.) на тех же образцах значения  $\lambda_{II}$  и  $\lambda_{\perp}$  практически совпадали, т.е. эффект старения в поликристаллах КНБ отсутствует.

Известно, что присутствие в порошке  $BN_2$  оксида бора, воды, адсорбированных газов негативно влияет на свойства синтезируемых поликристаллов КНБ. В [1] приводится технология удаления данных загрязнений из заготовок и показано, что режимы синтеза с мелкозернистой структурой поликристаллов  $BN_{cf}$ , получаемых из ПНБ и высокочистых порошков  $BN_2$  отличаются. Теплопроводность поликристаллов  $BN_{cf}$ , получаемых из очищенных порошков  $BN_2$  с танталовым экраном приближается к теплопроводности  $BN_{cf}$ , получаемых из ПНБ. Теплопроводность образцов КНБ, получаемых из неочищенных порошков  $BN_2^{max}$  при оптимальных режимах синтеза  $\lambda = (40 \div 50)$  Вт/м·К, а образцов КНБ, получаемых из очищенного  $BN_2$   $\lambda = (120 \div 180)$  Вт/м·К. В области собирательной рекристаллизации (температура синтеза 2800 К) сколы поликристаллов теряют блеск, шлифы становятся темно-серыми, твердость падает и наблюдается рост зерен. В [2] установлено, что поликристаллы  $BN_{cf}$ , полученные из  $BN_2^{II}$  с размером зерен больше 1 мкм имеют теплопроводность  $\lambda \approx 450$  Вт/м·К.

Методом термогравиметрии ранее показано (Отчет по НИР кафедры физики БИМСХ, 1990 г.), что термостойкость поликристаллов  $BN_{cf}$ , полученных из  $BN_2^{II}$  нарушается при температурах выше 1173 К, а в интервале температур 1173-1423 К наблюдаются потери массы ПСТМ (порядка 0,3% до 1173 К, а в интервале 1173-1423 К порядка 1,8 % от общей массы). Проведенные нами исследования данных ПСТМ масс-спектрометрическим методом при температуре 1273 К

показали, что в спектрах появляется азот, т.е. при данной температуре происходит процесс диффузии азота из ПСТМ.

В заключении следует отметить, что высокая стоимость пиролитического нитрида бора и большая трудоемкость изготовления заготовок из данного сырья сдерживает его применение для массового получения поликристаллов КНБ.

#### Литература

1. Мазуренко А.М., Ракицкий Э.Б., Ракицкая Л.И., Занкевич В.А., Добрянский В.М., Серафимович А.Л. // Особенности образования КНБ из пиролитического нитрида бора и его свойства // Техника и технологии высоких давлений / Сб. научных докладов. – Минск, Ураджай. – 1990. – с. 189-196.

2. Новиков Н.В., Шульженко А.А., Петруша И.А. Поликристаллический сфалеритоподобный нитрид бора высокой теплопроводности. // Сверхтвердые материалы. - № 6. – 1987. – с. 3-8.

3. Шпило В.Б., Дуб С.Н., Ракицкая Л.И., Косарев О.И. Особенности прямого фазового превращения пиролитического нитрида бора в кубическую модификацию и исследование ее свойств // Весці НАНБ, серыя фізіка-тэхнічных навук / - № 1. – 2004. – с. 8-13.

4. Бритун В.Ф., Курдюмов А.В., Танигучи Н., Петруша И.А., Зелявский В.Б., Андреев А.В. Превращение высокоупорядоченных графитоподобных фаз в пиролитическом нитриде бора при высоких давлениях статистического сжатия // Сверхтвердые материалы / № 2. – 2003. – с. 14-25.

**УДК 664.7.087**

### **МИКРОВОЛНОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В КОМБИКОРМОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Кухтов В.И., аспирант, Лисовский В.В., к.т.н., доц.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Интенсивные технологии выращивания животных и птицы в обязательном порядке предусматривают предварительную обработку зерновых кормов и комбинированных смесей. На протяжении ряда лет проводятся исследования по специальной обработке зерновых компонентов и комбикормов для улучшений их питательно-