

соотношение  $3 \leq N \leq 25$ .

**Теорема 7.** Если  $\nu = 2$  и  $\varepsilon > -25J/9$  или  $\varepsilon \leq 25J/9$ , то существенный спектр оператора  $\tilde{H}_2$  состоит из объединения четырех отрезков:

$\sigma_{ess.}(\tilde{H}_2) = [0; -8J] \cup [z_1; -4J + z_1] \cup [z_2; -4J + z_2] \cup [z_3; -4J + z_3]$ , и для числа трехчастичных СС имеет место соотношение  $6 \leq N \leq 28$ .

**Теорема 8.** Если  $\nu = 3$  и  $0 < \varepsilon < -J$  или  $J/3 < \varepsilon < 0$ , то существенный спектр оператора  $\tilde{H}_2$  состоит из единственного отрезка  $\sigma_{ess.}(\tilde{H}_2) = [0; -24J]$ , и для числа трехчастичных СС имеет место соотношение  $0 \leq N \leq 32$ .

**Теорема 9.** Если  $\nu = 3$  и  $\frac{2J}{b} < \varepsilon \leq \frac{J}{3}$ , или  $-J \leq \varepsilon < -\frac{2J}{b}$ , то существенный спектр оператора  $\tilde{H}_2$  состоит из объединения двух отрезков:  $\sigma_{ess.} = [0; -24J] \cup [z_1; -12J + z_1]$  и для числа трехчастичных СС имеет место соотношение  $1 \leq N \leq 33$ .

**Теорема 10.** Если  $\nu = 3$  и  $\frac{J}{a} \leq \varepsilon \leq \frac{2J}{b}$ , или  $-\frac{2J}{b} \leq \varepsilon < -\frac{J}{a}$ , тогда существенный спектр оператора  $\tilde{H}_2$  состоит из трех отрезков:  $\sigma_{ess.} = [0; -24J] \cup [z_1; -12J + z_1] \cup [z_2; -12J + z_2]$  и для числа трехчастичных СС имеет место соотношение  $3 \leq N \leq 35$ .

**Теорема 11.** Если  $\nu = 3$  и  $\varepsilon \leq \frac{J}{a}$ , или  $\varepsilon \geq -\frac{J}{a}$ , тогда существенный спектр оператора  $\tilde{H}_2$  состоит из четырех отрезков:  $\sigma_{ess.}(\tilde{H}_2) = [0; -24J] \cup [z_1; -12J + z_1] \cup [z_2; -12J + z_2] \cup [z_3; -12J + z_3]$  и для числа трехчастичных СС имеет место соотношение  $6 \leq N \leq 38$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ташпулатов С. М. О спектрах и локально примесных состояниях одномагнитных систем в изотропной примесной ферромагнитной модели Гейзенберга // ТМФ. 2001, Т. 126. No 3. , С. 482-488.
- [2]. Ташпулатов С. М. Исследование спектра оператора энергии двухмагнитной системы в одномерном анизотропном ферромагнетике Гейзенберга с взаимодействием вторых соседей // ТМФ.- 1996. - Т. 107. No 1. С. 155-161.
- [3]. Wortis M. Bound States of two spin waves in the Heisenberg ferromagnet // Phys. Rev. B. - 1963. V. 132. No 1. P. 85-97.

#### ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКОГО АЛМАЗА

*Тошмирзаев М.А., Даминов А.А*

Наманганский инженерно – педагогический институт, e – mail: nmpia @ uzpak.uz.

Из всех широкозонных полупроводниковых материалов алмаз выделяется самой высокой теплопроводностью, низкой диэлектрической проницаемостью, высокой радиационной стойкостью, а также высокой химической стойкостью [1]. Приборы на основа материала с такими свойствами по своим параметрам могут в десятки раз превосходить традиционные полупроводниковые приборы. Одно из главных достоинств алмаза уникальная теплопроводность.

Известно, что мощные полупроводниковые приборы генерируют тепловые потоки ( $50 \div 2000$  Вт·см<sup>-2</sup>), которые необходимо быстро отводить для предотвращения их перегрева, приводящего к ухудшению параметров приборов и устройств на их основе.

Проблему отвода такого большого количества тепла можно решить с применением алмаза в качестве теплопроводящей подложки. Однако, получение синтетического алмаза с необходимым свойствам и размером пригодных для использование в качестве теплопроводящей подложки в на-

стоящее время нерешена, а теплопроводность кристаллов синтетических алмазов изучены крайне мало [1, 2].

В настоящей работе исследованы теплопроводность образцов синтетического алмаза в виде пластин изготовленных методом спекания [3] из мелких зерен (60-40 мкм, 40-20 мкм, 20-10 мкм) микрокристаллических порошков алмаза с применением специальных добавок на основе Ni в качестве наполнительного материала. Спекание алмазов осуществляется при давлениях и температурах, соответствующих области термодинамической стабильности алмаза. Порошки синтетических алмазов были получены из графита марки ГМЗ-ОСЧ в присутствии MnNi, выполняющий роль растворителя-катализатора. Технологических параметры синтеза  $P=4\div 4,5$  ГПа,  $T=1600\div 1650$  К,  $t=20\div 90$  сек [2].

На рис-1 представлена температурная зависимость теплопроводности исследуемых образцов. При повторном измерении наблюдается хорошая воспроизводимость результатов измерений. Характер зависимости  $\kappa=f(T)$  исследуемых образцов одинакова, т.е. не зависит от размера зерен порошков синтетического алмаза. При  $T=300$  К теплопроводность исследуемых образцов  $\kappa=9$  Вт·см<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup> (рис-1 кривой 1), а при  $T=150$  К имеет максимальное значение ( $\kappa=20$  Вт·см<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>), характерное всем кристаллическим структурам.

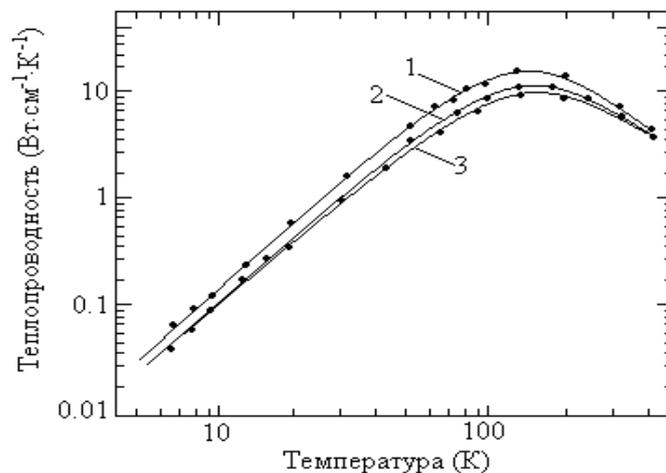


Рис-1. Температурная зависимость теплопроводности микрокристаллов синтетического алмаза. 1 - 60-40 мкм, 2 - 40-20 мкм, 3 - 20-10 мкм (размер зерен)

С уменьшением температуры теплопроводность резко уменьшается, приближаясь к зависимости  $\kappa \sim T^{-2}$ .

Следует отметить, что с уменьшением размера зерен микрокристаллических порошков алмаза происходит незначительное уменьшение теплопроводности исследуемых образцов (рис-1 кривые 2, 3).

Это связано с тем, что при уменьшении размера зерен порошков увеличивается дефектности образца и количества межзеренных границ, где в основном происходит рассеяние фононов, соответственно уменьшается теплопроводность образца. Следует отметить, что электропроводность синтетических алмазов низкая, поэтому можно пренебречь электронной составляющей теплопроводности.

Таким образом в настоящей работе исследовано теплопроводности микрокристаллических синтетических алмазов. Определено характер зависимости и влияние размера зерен микрокристаллов на теплопроводности.

#### Литература

1. А.Васильев, В.Данилин, Т.Жукова. Новое поколение полупроводниковых материалов и приборов. Электроника, 2007 г., №4, стр. 68-76
2. М.А.Тошмирзаев, А.А.Даминов. Турли углеграфит материаллардан синтетик олмосни синтезлаш. ФарПИ. Илмий-техника журнали. 2009 й. №3, 40-43 бет
3. А.М.Абызов и др. Композиционный материал алмаз-медь с высокой теплопроводностью. Материаловедение. 2008 г., №5. стр. 24-28