

$$J_1 = J_0 + m(0,5l - y_1)^2 + 2J_g + m_g(y_1 - x_1)^2 + m_g(y_1 - x_2)^2,$$

где  $J_g$  – момент инерции груза,  $m_g$  – масса груза.

Аналогичная формула была получена и для момента инерции относительно второй оси.

Анализировалось различное положение обоих грузов и осей с шагом 1см. Для этого выполнялись четыре вложенных цикла. При фиксированном положении грузов и осей определялись периоды колебаний относительно обеих осей. Данное расположение грузов и осей принималось во внимание, если различие в периодах колебаний не превышало 0,25%.

Для всех вариантов построения обратного маятника, полученных методом моделирования, на эксперименте наблюдалось хорошее совпадение периодов колебаний относительно обеих осей, что позволяет рекомендовать метод компьютерного моделирования при постановке лабораторной работы.

#### Литература

1. Лабораторные занятия по физике. Учебное пособие. / Гольдин Л.А. и др. -М:Наука, 1983.

2. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. / Под ред. В.И. Ивероновой. -М:Наука, 1967. С. 27-31.

## СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И РАЗВЕРТКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РАДИОСПЕКТРОМЕТРОВ

*В.В. Сарока, Е.И. Дедкова, Т.В. Леонова, А.Л. Пархимович*

Научный руководитель – к.т.н., доцент *И.О. Оробей*

*Белорусский государственный технологический университет*

Для осуществления радиоспектроскопического анализа веществ необходимы магнитные системы, обладающие высокой стабильностью поля в рабочей области [1, 2]. Решение данной задачи можно осуществить при помощи магнитной системы на основе электромагнитов.

Разработанное устройство стабилизации и развертки магнитного поля для радиоспектрометров представляет собой контур регулирования, включающий следующие блоки: магнитную систему с ярмом броневого типа на основе электромагнитов; первичный преобразователь – датчик Холла, измеряющий регулируемую величину; аналоговый ПИД-регулятор; источник тока, управляемый напряжением; генератор развертки, формирующий сигнал задания; блок питания. Устройство функционирует следующим образом. Ток, протекающий по катушке, создает магнитное поле в рабочем зазоре, которое измеряется датчиком Холла, расположенном между полюсами электромагнита. Магнитометр вырабатывает напряжение, пропорциональное величине индукции. Сигнал с магнитометра сравнивается с сигналом напряжения задания. Сигнал ошибки поступает на ПИД-регулятор, который изменяет управляющее напряжение источника тока и устанавливает заданное значение магнитного поля.

Параметры магнитной системы: катушка электромагнита содержит 600 витков медного провода диаметром 0,5мм, расположена на полюсных наконечниках. Для получения сигнала поле в месте расположения образца должно быть не менее 0,13 Тл. Длина рабочего зазора равна 10 мм, размеры рабочего зазора составляют 60×60×10 мм [3]. Активное сопротивление катушки электромагнита при температурах 20 и 100°С – 13,8 и 18,8 Ом соответственно, что определяет область работы источника тока. Передаточная характеристика источника тока:  $W_{ИТ}=0,1$ .

Для определения передаточной характеристики электромагнита (ток-поле) использовались методы расчета магнитных цепей. Поле в центре зазора  $B=0,13$  Тл создается током  $I=2,35$  А. Передаточная функция системы имеет вид:

$$W_{МС} = K_{МС} / (T_{МС} \cdot p + 1) = 0,553 / (0,1 \cdot p + 1). \quad (1)$$

Постоянная времени  $T_{MC}$  обусловлена переходом источника тока в режим источника напряжения из-за срабатывания защиты от индуктивных выбросов при изменениях тока.

Измерительная часть магнитометра на датчике Холла работает на переменном токе с синхронным детектированием и имеет контуры подавления синфазного сигнала и термостабилизации, что обеспечивает высокие метрологические характеристики в необходимом диапазоне полей  $1 \div 625$  мТл [4]. Передаточная функция магнитометра:

$$W_{дх} = K_{дх} / (T_{дх} \cdot p + 1) = 44 / (0,47 \cdot p + 1). \quad (2)$$

При помощи средств пакета MATLAB рассчитаны оптимальные уставки ПИД-регулятора:  $K_p=3,82$ ,  $T_i=7,73$ ,  $T_d=0,15$ . Система обрабатывает возмущение за 1 секунду, что позволяет выбрать скорость развертки поля, исходя из требуемого диапазона записываемого спектра.

#### Литература

1. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. – М.: Мир, 1981. – С. 42-48.
2. Леше А. Ядерная индукция. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 54-63.
3. Оробей И.О., Сарока В.В. Первичный преобразователь импульсного ЯМР – спектрометра для систем управления // Труды БГТУ. Сер. физ.-мат. Наук и информ. Вып. X.-2002. -С. 136-138.
4. Оробей И.О., Кузьмицкий И.Ф., Гринюк Д.А., Жарский С.Е., Сарока В.В., Максимова М.В. // ПТЭ. -1997. -№2. -С. 141.

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

*С.М. Смирнова*

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.М. Добрянский*  
*Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка*

Использование пиролитического нитрида бора (ПНБ) для получения кубического бора (КНБ) представляет интерес, поскольку ПНБ вакуумно-плотный материал высокой химической чистоты. Условия полиморфного превращения ПНБ в КНБ исследовались в работах [1,2]. В работе [1] изучали образование КНБ из ПНБ процессе каталитического синтеза, а в [2] изучалось прямое преобразование ПНБ, полученные результаты в этих работах, в ряде случаев противоречивы.

В настоящей работе исследованы особенности образования КНБ из ПНБ с турбостратной структурой. В качестве исходного ПНБ брали пластины ПНБ, плотность которых составляла  $1,9 \dots 2,0$  кг/м<sup>3</sup>, количество примесей не более 0,02 %. Показано, что превращение в КНБ в области устойчивости кубической модификации нитрида бора идет без предварительной рекристаллизации ПНБ в трехмерно упорядоченную структуру. Обнаружен пьезоэлектрический эффект в поликристаллах КНБ, синтезированных из ПНБ, вдоль оси, перпендикулярной плоскости осаждения ПНБ. Знак поляризации при одноосно сжатии связан с исходной структурой: положительный заряд возникает на поверхности поликристалла, являющейся у исходной заготовки поверхностью, обращенной к подложке при осаждении ПНБ. Пьезоэлектрический эффект в поликристаллах КНБ, синтезированных из графитоподобного нитрида бора не обнаружен.

Установлено, что в образцах КНБ с примесями исходной фазы ПНБ наблюдается анизотропия модулей упругости и теплопроводности. При этом теплопроводность, физико-механические и режущие свойства поликристаллов КНБ, синтезированных из ПНБ, существенно выше, чем синтезированных из технического нитрида бора, полученного методом азотирования. Показано, что после очистки и специальной предварительной обработки порошка технического нитрида бора свойства синтезированных поликристаллов КНБ сравнимы с свойствами для поликристаллов, синтезированных из пиронитрида бора.

Исследование микротвердости однофазных поликристаллов КНБ синтезированных из ПНБ при одинаковых Р,Т-режимах синтеза в ячейке с экраном и без экрана образца, показали, что в первом случае давление перехода составляет 100-110 Гпа, во втором - примерно 80 Гпа.