

- [3] *Рассадин В. В.* // Радиационно-физические комплексы на базе ускорителей. М.: Энергоиздат, 1983. С. 46—51.
 [4] *Молоковский С. И., Сушков А. Д.* Интенсивные электронные и ионные пучки. Л.: Энергия, 1972. С. 62—63.

Поступило в Редакцию
5 июля 1988 г.

08; 12

Журнал технической физики, т. 59, в. 9, 1989

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ В ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ МЕТОДОМ МЕССБАУРЭВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

А. С. Лобко, Е. Е. Рубацкая, А. А. Федоров

Большую роль в развитии современной техники играет использование резонансных колебаний пьезоэлементов, необходимых для работы стабилизированных генераторов, линий задержки, электромеханических фильтров и пр. Основной проблемой при конструировании высокочастотных резонаторов является определение структуры колебаний в кристаллических пластинах.

Аналитическое получение распределения ультразвукового поля возможно в ограниченном числе простейших случаев, так как оно существенно зависит от геометрии преобразователя, его крепления, нагрузки, формы и площади электродов. Наиболее точным способом экспериментального изучения формы распределения ультразвука является в настоящее время метод рентгеновской дифракционной топографии [1]. В данной работе впервые исследовано распределение ультразвукового поля с помощью мессбауревской спектроскопии, которая позволяет определять абсолютные значения малых (порядка долей ангстрем) амплитуд колебаний ядер.

Доплеровская высокочастотная модуляция γ -излучения приводит к расщеплению мессбауревских линий на набор сателлитов, интенсивности которых в зависимости от амплитуды ультразвуковых колебаний x_m могут быть записаны следующим образом [2]:

$$W_n = C \int_0^{x_m} J_n^2(kx) P(x) dx, \quad (1)$$

где $J_n(z)$ — функция Бесселя первого рода; $P(x)$ — функция распределения ультразвуковых амплитуд; k — волновой вектор γ -излучения; C — нормировочный множитель; $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Очевидно, что измерение W_n (или, вернее, коэффициента модуляции $\delta = (W_\infty - W_n) / (W_\infty - W_0)$, где W_0 и W_∞ — интенсивности γ -излучения в резонансе и вне его соответственно) в каждой точке преобразователя позволит получить распределение амплитуд ультразвука. Для получения указанных распределений был поставлен следующий эксперимент. В качестве исследуемого образца использовалась прямоугольная пластина кварца X-среза размером 20×10 мм и резонансной частотой 14,686 МГц с серебряными электродами шириной 5 мм. На кварц клеем БФ-2 наклеивался мессбауревский поглотитель — фольга из нержавеющей стали толщиной 30 мкм ($\sim 0.1 \lambda_{\gamma}$). Склейка была подвергнута термической полимеризации при температуре 150 °С, что значительно повысило степень передачи ультразвука от преобразователя к поглотителю по сравнению с «сырым» клеем. Иные меры (полировка поверхностей, устранение неоднородностей склейки) для улучшения передачи колебаний не принимались. Подготовленный таким образом модулятор крепился на устройство позиционирования (двухкоординатную микрометрическую головку), позволяющее выводить любую точку образца на ось мессбауревского спектрометра непосредственно за коллиматором с диаметром отверстия 2 мм. Возбуждение на резонансной частоте кварца подавалось от генератора через высокочастотный усилитель и контролировалось электронным вольтметром и осциллографом. В качестве источника γ -излучения использовался $^{57}\text{Co}(\text{Cr})$ активностью ~ 30 мКи. Интенсивности γ -излучения, необходимые для определения коэффициента

модуляции δ , измерялись частотомером на выходе одноканального анализатора в режиме постоянных скоростей мессбауэровского спектрометра.

На рис. 1 приведены трехмерные распределения величины $k=1/\delta$, пропорциональной амплитуде колебаний, и карты линии постоянного уровня для трех исследованных случаев. На рис. 1, а, б приводится распределение для преобразователя, закрепленного за короткие грани. Возбуждение подается на электроды кварца, помеченные на рис. 1, б. На рис. 1, в, г приведено распределение для случая, когда вместо одного из электродов (правое по рисунку).

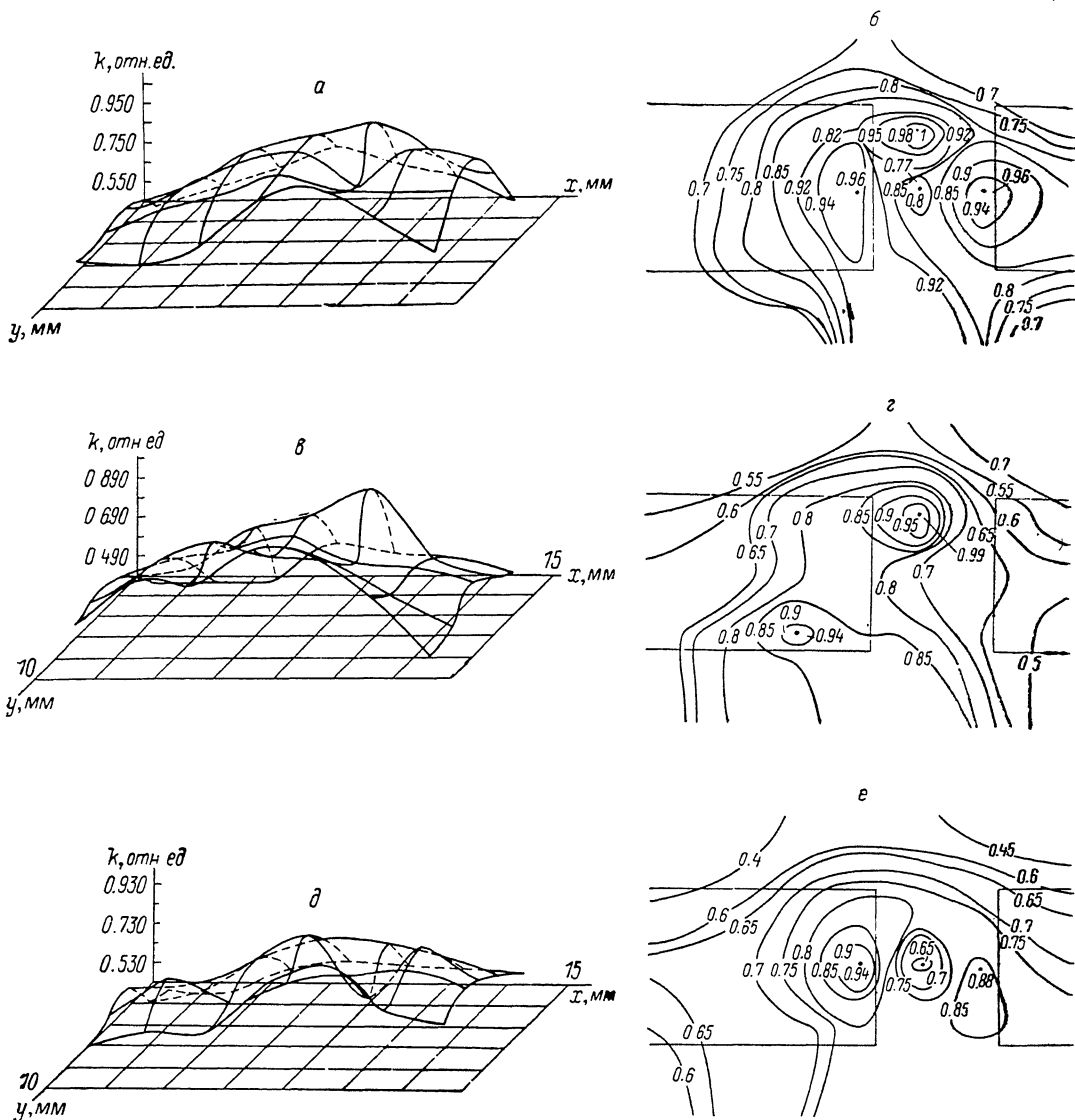


Рис. 1. Распределения ультразвукового поля и карты изолиний для трех случаев, различающихся способом крепления образца и площадью возбуждающих электродов.

Частота возбуждения 14.686 МГц, напряжение 1.5 В.

использована фольга поглотителя, покрывающая всю поверхность пьезопреобразователя. Крепление образца соответствует первому случаю. Наконец, рис. 1, д, е соответствуют случаю крепления модулятора только за левую (по рисунку) грань. Очевидно, что распределения существенно модифицируются для различных случаев, что показывает достаточную чувствительность и точность рассматриваемой методики. Отметим, что на всех распределениях существует провал между электродами кварца, который остается на месте во всех трех случаях, хотя положение и амплитуда максимумов распределения меняются. После проведения измерений образец был разрушен и изучение остатков клеявого слоя на фольге показало его неоднородность (наличие воздушного пузырька) в указанном месте.

На рис. 2 приводится зависимость коэффициента модуляции в центре преобразователя от напряжения высокочастотного сигнала на электродах. Эта зависимость позволяет получить абсолютную калибровку, т. е. соответствие коэффициента модуляции и амплитуды колебаний ядер поглотителя. В нашем случае коэффициент $k=1.0$ (рис. 1) соответствует $x_{\text{м}} \sim 0.3 \text{ \AA}$.

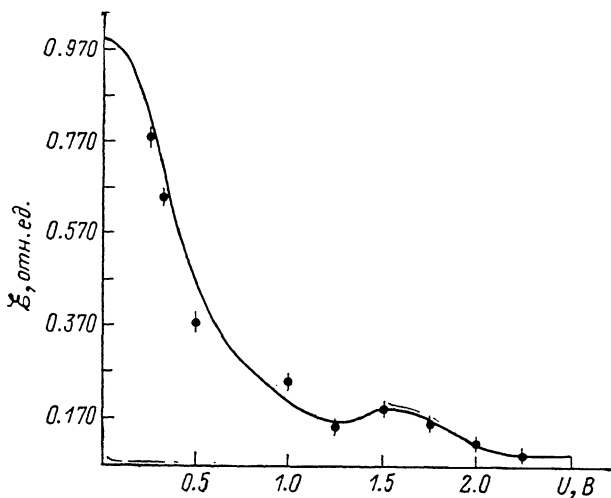


Рис. 2. Зависимость коэффициента модуляции от напряжения на пьезопреобразователе.

Таким образом, в работе показана возможность исследования распределения ультразвукового поля методом месбауэровской спектроскопии.

Авторы благодарят профессора В. Г. Барышевского за полезные обсуждения данной работы.

Список литературы

- [1] Физическая акустика / Под ред. У. Мезона. М.: Мир, 1973. Т. 5. 332 с.
 [2] Макаров Е. Ф., Митин А. В. // УФН. 1976. Т. 120. С. 55—84.

Научно-исследовательский институт ядерных проблем
 при
 Белорусском государственном университете им. В. И. Ленина
 Минск

Поступило в Редакцию
 25 июля 1988 г.

ВРЕМЯ ТЕРМОАКТИВАЦИОННОГО ПЕРЕХОДА В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ПОЛЕ. ПРИЛОЖЕНИЕ К ЭФФЕКТУ ДЖОЗЕФСОНА

Л. Г. Левин

Введение

В работе рассматривается осциллятор с двухямным (или периодическим) потенциалом (рис. 1). Под влиянием тепловых флуктуаций и внешнего поля, изменяющегося с частотой ν , могут происходить переходы из одной ямы в другую. В отсутствие поля время перехода Броуновской частицы рассматривалось во многих работах, начиная с работ Крамерса (см., например, [1, гл. 7]). Из работ по Джозефсоновским контактам отметим работу [2], где также рассматривался случай большого трения, и работы [3, 4] для контакта с большой добротностью.