

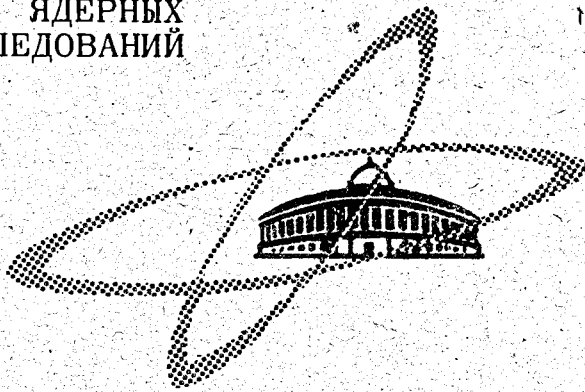
М-193

19/II-69

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P14 - 4270



Э.Малишевски, Т.А.Мачехина, В.В.Нитц,

Пак Гван О

МЕТОД "ОБРАТНОЙ" ГЕОМЕТРИИ
ДЛЯ ФОНОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ИБРе ОИЯИ

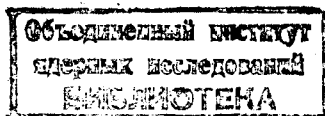
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОНОВ ОИЯИ

1969

P14 - 4270

Э.Малишевски, Т.А.Мачехина, В.В.Нитц,
Пак Гван О

МЕТОД "ОБРАТНОЙ" ГЕОМЕТРИИ
ДЛЯ ФОНОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ИБРе ОИЯИ



76.82/2 пр

1. Эксперимент

Как уже упоминалось в обзорном докладе^{/1/}, в 1965 году по предложению Ф.Л.Шапиро на ИБРе были проведены пробные фоновые измерения с применением "обратной" геометрии. В данной работе представлены некоторые результаты этих измерений и некоторые соображения по использованию "обратной" геометрии при исследовании динамики кристаллической решетки.

Схема эксперимента представлена на рис. 1. В качестве источника тепловых нейтронов использовался импульсный реактор быстрых нейтронов мощностью 6 квт, окруженный слоем воды толщиной 4 см. Длительность вспышки тепловых нейтронов была около 150 мксек, частота вспышек - 5 сек⁻¹. Расстояние от замедлителя до монокристаллического об-

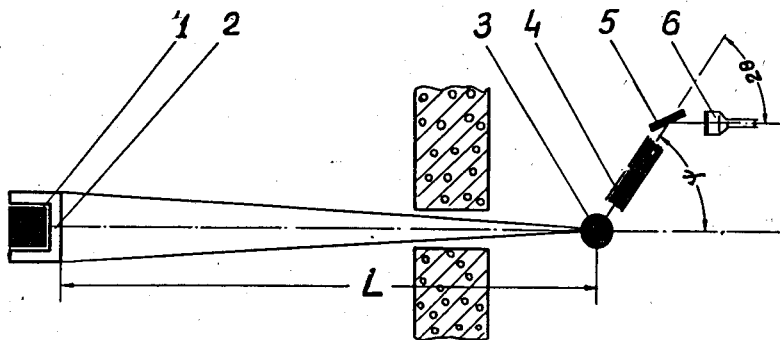


Рис. 1. Схема установки для фоновых исследований с использованием "обратной" геометрии. 1 - активная зона ИБРа, 2 - водяной замедлитель, 3 - образец, 4 - щелевой коллиматор, 5 - монокроматор, 6 - детектор.

разца - 750 см, размеры видимой части замедлителя - 40x40 см. После рассеяния на образце производилась монохроматизация нейтронов рассеянием от плоскости (0002) цинкового монокристалла, имеющего высоту 7 см и ширину около 20 см. Мозаичность монохроматора составляла около 20 минут. Между образцом и цинком помещался соллеровский коллиматор длиной 100 см с шириной щели 0,6 см. Регистрация нейтронов производилась сцинтилляционным счётчиком эффективностью 30-50%, помещенным на расстоянии 50-70 см от монохроматора. Анализ по времени пролета производился при помощи многоканального временного анализатора с шириной канала 32 мксек. В качестве образцов были взяты монокристаллы меди, алюминия и висмута диаметром около 5 см и высотой ~ 7 см. Установка для проведения измерений имела временный характер с несовершенной защитой детектора от фона и произвольной ориентацией образцов.

На рис. 2 приведено несколько типичных нейтронограмм с указанием вида образца и времени измерения. На нейтронограммах стрелками отмечены значения длин волны нейтронов, рассеянных от образца упруго. Пики, не отмеченные стрелками, соответствуют когерентному неупругому рассеянию нейтронов с рождением или поглощением фононов.

2. Обсуждение

Проведенные ранее фоновые измерения [2,3] на установке, собранной в "прямой" геометрии на ИБРе, были малоэффективными из-за необходимости затраты большого количества времени для получения кривых дисперсии. Как было отмечено Е.Сосновским, наиболее важное преимущество рассматриваемого здесь метода перед методом "прямой" геометрии, в котором вначале производится монохроматизация импульсного пучка нейтронов, а затем рассеяние на образце с последующим анализом нейтронов по времени пролета, состоит в возможности непосредственного измерения фононов, распространяющихся в любом заранее заданном направлении. Так, на рис. 3 представлена схема метода измерения кривой дисперсии в направлении [230]. Образец ориентируется так, что направ-

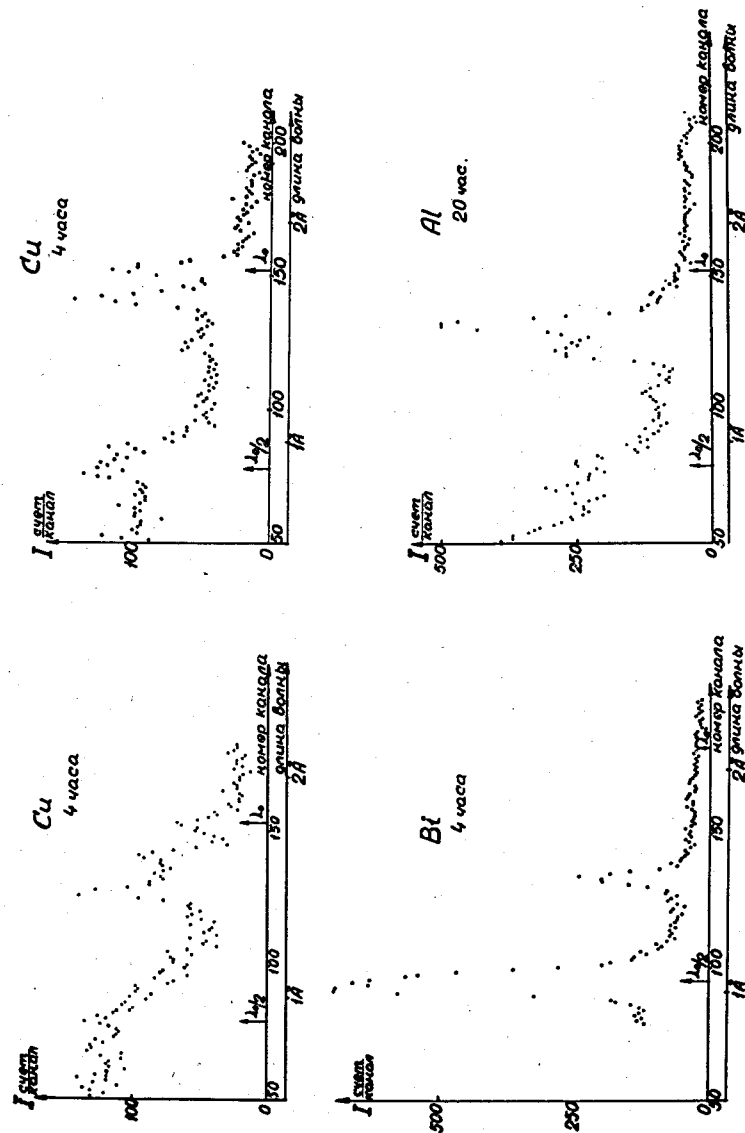


Рис. 2. Нейтронограммы, полученные для нескольких образцов. Указан тип образца и длительность измерения.

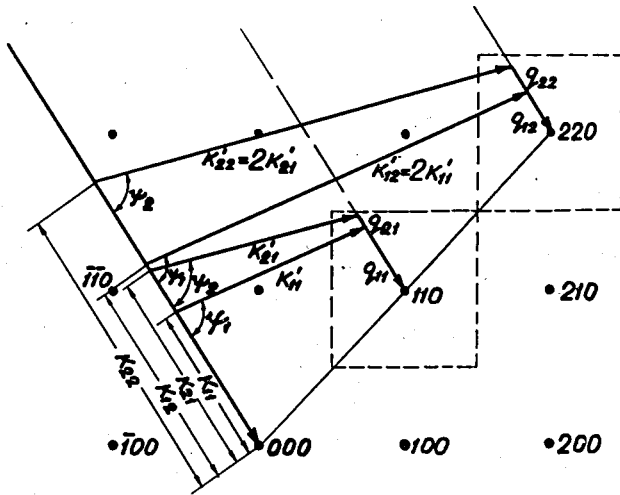


Рис. 3. Схема измерения кривой дисперсии в направлении $[2\bar{3}0]$.

k_{11} и k_{12} - волновые векторы нейтронов до рассеяния, k'_{11} и $k'_{12} = 2k'_{11}$ - волновые векторы нейтронов после рассеяния на угол Ψ_1 на фоновых с волновыми векторами q_{11} и q_{12} соответственно.

ление первичного "белого" пучка совпадает с направлением распространения фононов. При данном угле рассеяния Ψ с помощью монохроматора регистрируются нейтроны с таким волновым вектором \vec{k}' , конец которого попадает на прямую, параллельную первичному пучку и проведенную через ближайший узел обратной решетки. При анализе рассеянных от монохроматора нейтронов по времени пролета будут регистрироваться лишь нейтроны, имеющие до рассеяния на образце определенное значение волнового вектора \vec{k} , а именно: значение, при котором выполняются законы сохранения импульса и энергии в соответствии с дисперсией $\omega(\vec{q})$. По положению фононного пика на нейтронограмме определяется величина $|\vec{k}'|$, по векторной диаграмме (рис. 3) - вектор \vec{q} , а энергия фонона - по величине разности $(k'^2 - k^2)$. Меняя угол Ψ и в соответствии с ним величину $|\vec{k}'|$, получаем ряд точек на кривой $\omega(\vec{q})$ для заданного

направления. Возможность таких прямых измерений, минуя стадию нанесения поверхностей рассеяния, позволяет существенно ускорить получение кривых дисперсии.

Как видно из рис. 3, и это подтвердилось в наших измерениях (рис.2), фоннные пики получаются одновременно при отражении первого и второго порядков от монохроматора. Существенным достоинством метода "обратной" геометрии является то, что удобно вести одновременные измерения с несколькими детекторами и монохроматорами, установленными под различными углами к направлению первичного пучка. Можно надеяться, что работа по описанной геометрии с оптимальным выбором в каждом случае геометрических параметров установки и использование импульсного реактора мощностью 20-30 квт позволит иметь очень удобную и эффективную установку для исследования динамики кристаллической решетки, позволяющую, например, получать дисперсионные кривые для каждого направления за несколько часов измерений. Заметим в заключение, что на основании описанных здесь измерений в настоящее время строится фоннный спектрометр, который будет использоваться при работе на ИБР^{4/}.

Л и т е р а т у р а

1. B. Buras, *Research Applications of Nuclear Pulsed Systems*. IAEA, Vienna, 1967, p. 17.
2. В.В. Нитц, И. Сосновска, Е. Сосновски. Препринт ОИЯИ Р-1847, 1964.
3. И. Сосновска, Е. Сосновски. Препринт ОИЯИ 2409, 1965.
4. E. Maliszewski, V. Nitz, J. Sosnowski, I. Sosnowska. *Symposium on Neutron Inelastic Scattering*, Copenhagen, May 1968. SM -104/131.

Рукопись поступила в издательский отдел

16 января 1969 года.