

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА НА СПЕКТР ДИФРАГИРОВАННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ КВАРЦА

Новокшенов А.И.¹, Вукотов А.В.¹, Мурадян Т.Р.², Мовсисян А.Е.²

Научный руководитель: Потылицын А.П., доктор ф.-м. н., Кочарян В.Р., к.ф.-м.н.

1)Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, ул. Ленина, 30

2)Институт прикладных проблем физики НАН Армении,
375014, Армения, г. Ереван ул. Гр. Нерсисяна, 25

E-mail: novokshonov@tpu.ru

Монохроматическое рентгеновское излучение широко используется для фундаментальных и прикладных исследований, поэтому получение интенсивного источника излучения такого типа остается актуальной задачей. Разработка методики получения рентгеновских лучей высокой монохроматичности под действием внешних полей также открывает широкие горизонты в области новых технологий.

В работе [1] обнаружен эффект полной переброски дифрагировавшего рентгеновского излучения под воздействием температурного градиента. В данной работе в ходе дальнейших исследований проводится сравнение результатов, полученных в работе [2] с помощью рентгеновских пленок со спектральными измерениями ППД детектором. В качестве исследуемых кристаллов использовались кристаллы кварца Х-среза разной толщины. Эксперименты проводились в г. Ереван в институте прикладных проблем физики НАН РА. На рис. 1 представлена схема этих экспериментов.

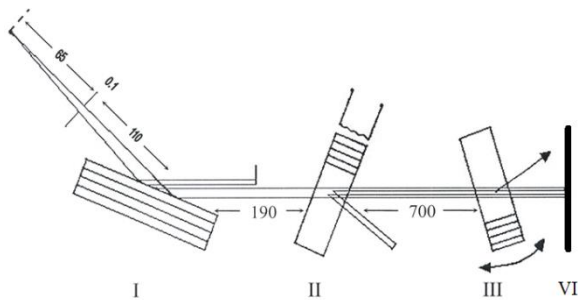


Рис.1. Схема эксперимента. I – кристалл-монохроматор, II – исследуемый образец, III – кристалл-анализатор, VI – рентгеновская пленка.

Результатами данных экспериментов стали снимки представленные на рис. 2.

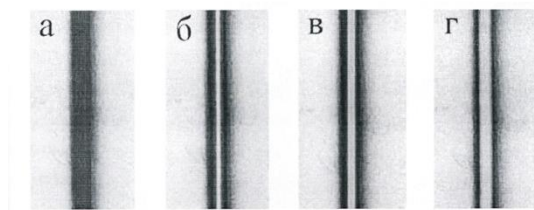


Рис.2. Фотоснимки поперечных сечений проходящего монохроматического рентгеновского пучка вне условия Брэгга (а) и для различных толщин монокристаллов в режиме полной переброски: (б) $t=1.4\text{мм}$; (в) $t=2.8\text{мм}$; (г) $t=3.5\text{мм}$

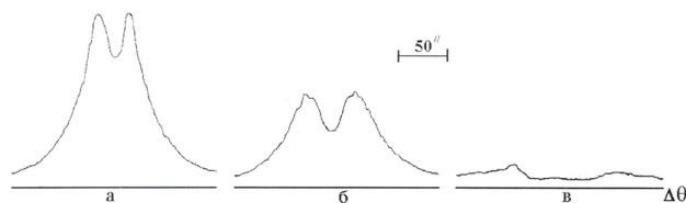


Рис.3. Интенсивность проходящего рентгеновского излучения от разных толщин монокристаллов: (а) $t=1.4$ мм, (б) $t=2.8$ мм, (в) $t=3.5$ мм.

Переброска излучения происходит из-за искривления отражающих поверхностей кристалла под воздействием температурного градиента. Схема искривления плоскостей представлена на рис. 4.

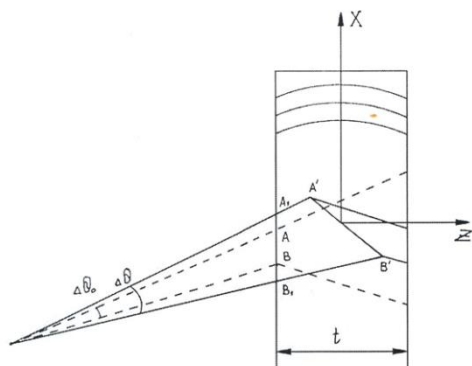


Рис.4. Схема искривления плоскостей кристалла под воздействием температурного градиента.

На следующем этапе были экспериментально исследованы спектры дифрагированного рентгеновского излучения в монокристалле кварца в геометрии Лауэ под воздействием температурного градиента. Экспериментальные исследования спектра дифрагированного рентгеновского излучения проводились при помощи спектрометра БДЕР-КИ-11К, его разрешение на линии $\text{Am}241$ 17,74 КэВ составляет 300 эВ. Источником рентгеновского излучения была рентгеновская трубка БСВ-21. Схема эксперимента представлена на рис. 5.

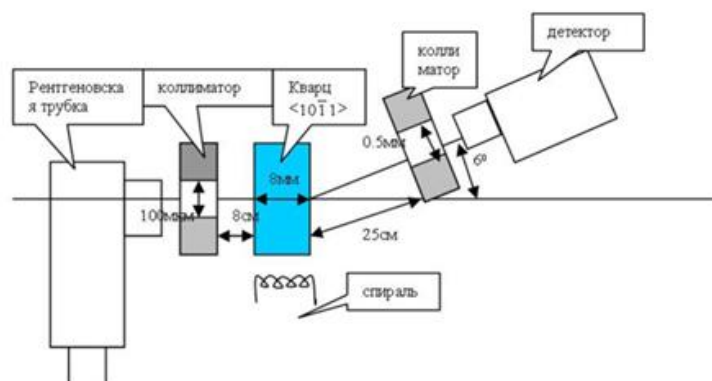


Рис. 5. Схема эксперимента по снятию спектра дифрагированного рентгеновского излучения.

Из схемы, представленной на рисунке 6, видно, что излучение, генерируемое рентгеновской трубкой, проходя через коллиматор, попадает на кристалл кварца ($101\bar{1}$) толщиной 8 мм, дифрагирует на нем и, проходя через коллиматор, регистрируется детектором. Кристалл подогревается спиралью с одной стороны.

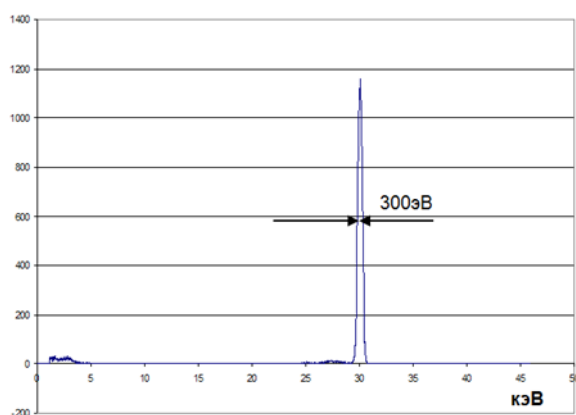


Рис. 6. Спектр дифрагированного рентгеновского излучения. Угол Брэгга равен 7 градусам.

На рис. 6 показан измеренный спектр дифрагированного рентгеновского излучения, измеренный под углом Брэгга, равным 7 градусам.

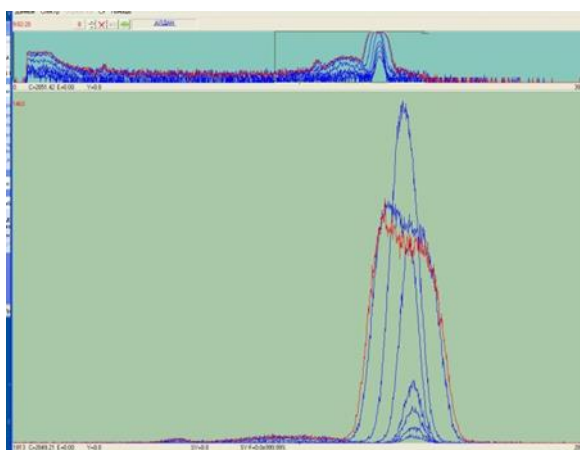


Рис. 7. Спектры дифрагированного излучения при разных температурах

На рис. 7 продемонстрированы спектры дифрагированного излучения в зависимости от температурного градиента, при этом температура увеличивалась от 23 градусов до 300. Видно, что при увеличении температуры, интенсивность дифрагированного излучения возрастает по сравнению с однородным температурным режимом, а при температуре близкой к 300 градусам спектральная линия расширяется.

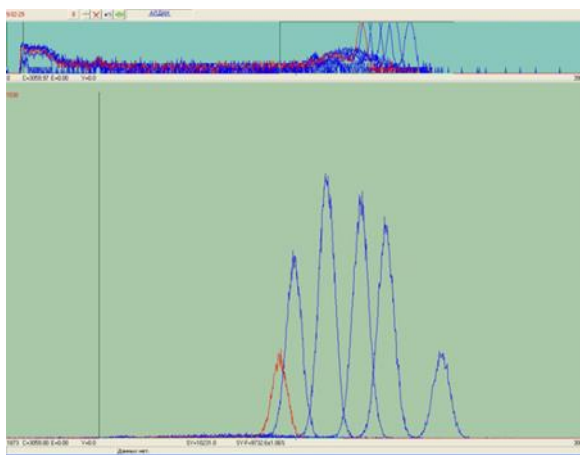


Рис. 8. Спектральные пики при разных углах поворота кристалла

На рис. 8 продемонстрированы спектральные пики дифрагированного излучения от кристалла кварца, снятые при разных углах поворота кристалла относительно оси прямого излучения.

Рисунки 12а и 12б демонстрируют спектры проходящего и дифрагированного излучения соответственно при одинаковых параметрах, что подтверждает наблюдение именно эффекта «переброски».

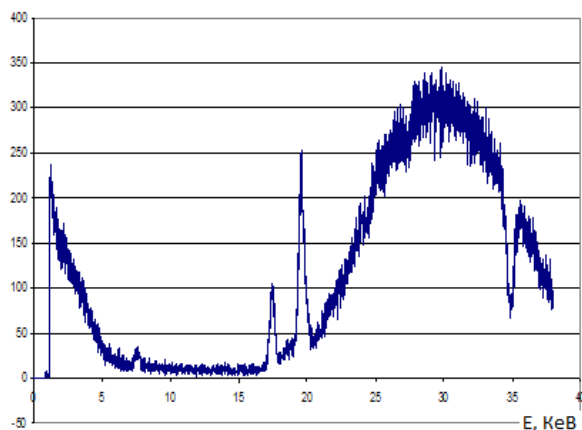


Рис. 12а. Спектр проходящего излучения.

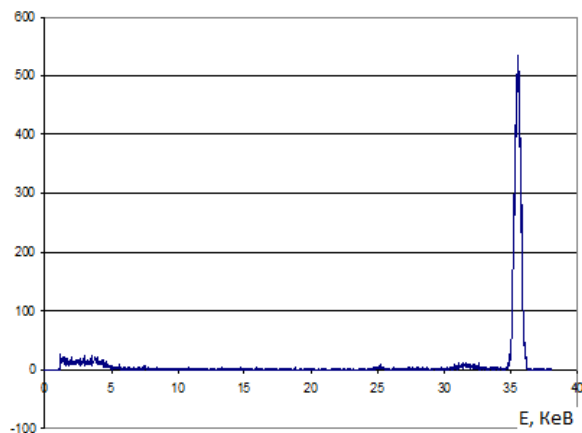


Рис. 12б. Спектр дифрагированного излучения.

Таким образом, спектральные измерения с помощью детектора с разрешением ~ 300 эВ подтверждают эффект переброски из проходящего пучка рентгеновского излучения и его зависимость от температуры нагрева кристалла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мкртчян А.Р., Навасардян М.А., Мирзоян В.К., Полная переброска рентгеновского излучения, дифрагированного монокристаллом от направления прохождения в направление отражения под действием температурного градиента.//Письма в ЖТФ, 1982, Т.8, В.11, С.677-680
2. Мкртчян А.Р., Навасардян М.А., Мирзоян В.К., Рентген-монокроматор с большой и управляемой светосилой.//Изв. АН Арм. ССР. Физика. 1986, Т.21, В.6, С.340-344..