

**А.П. Суржиков
А.М. Притулов
Е.А. Васендина**

***РАДИАЦИОННЫЕ
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.
РЕНТГЕНОВСКАЯ
ДИФРАКТОМЕТРИЯ***

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

А.П. Суржиков, А.М. Притулов, Е.А. Васендина

РАДИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. РЕНТГЕНОВСКАЯ ДИФРАКТОМЕТРИЯ

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 620.179.152(075.8)
ББК 30.3:22.344я73
С90

Суржиков А.П.

С90 Радиационные методы контроля. Рентгеновская дифрактометрия: учебное пособие / А.П. Суржиков, А.М. Притулов, Е.А. Васендина; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 86 с.

В пособии рассмотрены источники рентгеновского излучения, взаимодействие рентгеновского излучения с веществом, основы дифракционного эксперимента. Включает разделы: элементы кристаллографии; количественный рентгенофазовый анализ; прецизионное определение параметров решетки; дифракционный анализ как метод технологического контроля. Пособие является удобным средством для самостоятельного и более глубокого изучения вопросов методики дифрактометрических исследований при качественном и количественном анализе фазового состава вещества, уточнении параметров элементарной ячейки.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 200100 «Приборостроение», а также может быть полезно студентам, использующим в своей работе методику рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа.

УДК 620.179.152(075.8)
ББК 30.3:22.344я73

Рецензенты

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры радиоэлектроники ТГУ
Е.П. Найден

Доктор технических наук, профессор
директор по ИР ОАО «НИИПП»
А.В. Градобоев

Доктор технических наук ведущий научный сотрудник
проблемной научно-исследовательской лаборатории
электроники, диэлектриков и полупроводников ТПУ
С.А. Гынгазов

- © ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
- © Суржиков А.П., Притулов А.М.,
Васендина Е.А., 2014
- © Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
1. НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ	4
2. РЕНТГЕНОВСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	13
2.1. Модель атома бора	13
2.2. Рентгеновское излучение. Источники рентгеновского излучения	15
2.3. Принцип работы электронной рентгеновской трубки	19
2.4. Тормозной и характеристический спектры	20
3. ПЕРВИЧНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ	25
4. ЭЛЕМЕНТЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ	31
4.1. Решетки Браве	31
4.2. Элементы симметрии. Пространственные группы	33
4.3. Индексы плоскости. Понятие об обратной решетке	35
5. ДИФРАКЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ	37
5.1. Метод Лауэ	37
5.2. Подход Вульфа–Брэггов	40
5.3. Формирование порошковой дифрактограммы	42
6. КАЧЕСТВЕННЫЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ	50
Проведение качественного рентгенофазового анализа	53
7. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ	56
7.1. Зависимость интенсивности рефлексов фазы от ее содержания в многофазной смеси	56
7.2. Метод внутреннего стандарта	59
7.3. Метод добавления анализируемого вещества, две съемки	60
7.4. Метод независимого эталона	61

8. ПРЕЦИЗИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТКИ	64
8.1. Источники ошибок в определении межплоскостных расстояний	64
8.2. Зависимость точности в определении d от угла отражения	66
9. ТЕХНИКА ДИФРАКЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	67
9.1. Постановка задачи в дифракционном эксперименте	67
9.2. Выбор материала анода рентгеновской трубки	67
9.3. Детекторы рентгеновского излучения	69
9.4. Рентгеновская оптика	72
9.5. Погрешности и систематические ошибки дифракционного эксперимента	75
9.6. Планирование дифракционного эксперимента	76
10. ДИФРАКТОМЕТРЫ	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	83