Томский политехнический университет

На правах рукописи

04200911490 Вагнер Александр Рудольфович

Монохроматизация пучков рентгеновского излучения

электронных ускорителей

Специальность 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Научный

руководитель: профессор

А. П. Потылицын

Томск 2009

Содержание

Введение 3

Глава I. Излучение заряженных частиц, движущихся в веществе 20

§1.1. Теория тормозного излучения 20

§1.1.1. Классическая теория тормозного излучения 21

§1.1.2. Основные выводы квантовой теории тормозного излучения 25

§1.1.3. Угловое распределение тормозного излучения 32

§1.2. Параметрическое рентгеновское излучение 34

§1.3. Дифракция рентгеновского излучения 36

§ 1.3.1. Основные результаты кинематической теории дифракции

рентгеновского излучения 40

§1.4. Моделирование процесса генерации тормозного излучения

электронов и дифракции на монокристаллах 42

Глава II. Экспериментальное наблюдение параметрического и

дифрагированного тормозного излучений на микротроне 45

§2.1. Геометрия и схема эксперимента, оборудование 45

§2.2. Результаты эксперимента и моделирования 49

§2.3. Обсуждение 56

Глава III. Экспериментальное наблюдение дифракции тормозного

излучения на рентгеновской трубке 57

§3.1. Геометрия и схема эксперимента, оборудование 57

§3.2. Результаты эксперимента 59

§3.3. Обсуждение 62

Глава IV. Измерения, выполненные на бетатроне 65

§4.1. Геометрия и схема эксперимента, оборудование 66

§4.2. Результаты эксперимента и моделирования 68

§4.3. Обсуждение 70

Г лава V. Система цифровой рентгенографии на основе линейки

детекторов GaAs 71

§5.1. Регистрирующий модуль 71

§5.2. Апробация системы цифровой рентгенографии на

рентгеновской трубке (импульсный режим работы) 76

§5.3. Импульсный режим работы системы цифровой

рентгенографии на пучке тормозного излучения бетатрона МБ-6Э 78

§5.4. Выводы по главе 83

Г лава VI. Схема источника монохроматического рентгеновского

излучения на базе бетатрона 86

§ 6.1. Схема и параметры источника 87

Заключение 92

Список использованной литературы 94

Приложение I 103

Приложение II 104

Приложение III 106

Приложение IV 108

2

Заключение

 РазработанапрограммадлямоделированияпроцессагенерациитормозногоизлученияихарактеристикполяизлученияэлектроновсэнергиейМэВсучётоммногократногорассеянияэлектроновконечныхразмеровирасходимостипучкаапертурыдетекторапотерьэнергиинаионизациюипоглощенияизлучениявмишеникристаллеПродемонстрированохорошеесогласиерезультатовчисленногомоделированиясрезультатамиэкспериментов

 ИсследованыметодымонохроматизацииизлучениянаосновемеханизмовпараметрическогорентгеновскогоизлученияидифракциирентгеновскогоизлучениявкристаллахПроведеныизмеренияпозволяющиесравнитьэтимеханизмыипараметрыисточниковреализованныхнаразныхэлектронныхускорителямикротронбетатронрентгеновскаятрубкаПоказаночтодляэнергийэлектроновМэВдифракцияТИявляетсяпредпочтительныммеханизмомпосравнениюсПРИ

 Исследованмеханизммногократнойгенерациитормозногоизлучениявбетатронепредложенаоригинальнаяметодикаопределениякратностипрохожденияэлектроновчерезмишеньпоказанавозможностьдостижениякратности

 Апробированасистемацифровойрентгенографиинаосновелинейкидетекторовдляработынаимпульсномпучкебетатрона

 ПредложенаиобоснованановаясхемаисточникарентгеновскогомонохроматическогоизлучениясперестраиваемойдлинойволнынабазесерийногобетатронаБИнтенсивностьисточникаиширинаспектральнойлинииприиспользованиикристаллапиролитическогографитасоставляютфсикэВсоответственноПроведёнсравнительныйанализэтогоисточникаирентгеновскойтрубкикоторыйпоказалрядпреимуществпозволяющихувеличитьпространственноеразрешениеизображенийина





порядокуменьшитьдозовуюнагрузкунаобъектВсравнениисисточникамиоснованныминаСИиПРИпредложеннаясхемаявляетсяболеедешевойчтоможетбытьрешающимфакторомприсозданииновойлиниирентгеновскихисточниковзанимающихнишумеждурентгеновскимиаппаратамиимощнымиисточникамимонохроматическогорентгеновскогоизлучениянаосновеСИ

Результатыдиссертацииопубликованывработах

ВзаключениеяхотелбывыразитьглубокуюблагодарностьсвоемунаучномуруководителюдокторуфизикоматематическихнаукпрофессоруПотылицынуАлександруПетровичузамногочисленныеобсужденияразличныхаспектовданнойработыипостояннуюпомощьвработекандидатуфизикоматематическихнаукЗабаевуВикторуНиколаевичуикандидатуфизикоматематическихнаукУгловуСергеюРомановичузаприобретенныйнеоценимыйопытфизикаэкспериментатора