

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Глава 1. Лазерный управляемый термоядерный синтез и диагностика плотной плазмы</i>	7
§ 1.1. Экспериментальные исследования в лазерном управляемом термоядерном синтезе	7
§ 1.2. Проблема диагностики плотной плазмы.	13
<i>Глава 2. Методы оптического зондирования сильно-неоднородной плазмы</i>	17
§ 2.1. Особенности оптического зондирования неоднородной плотной плазмы	18
2.1.1. Изображение оптической неоднородности (18). 2.1.2. Симметричные неоднородности (19). 2.1.3. Плазма как оптическая неоднородность (20).	
§ 2.2. Лазерные источники зондирующего излучения	21
2.2.1. Пространственное разрешение (21). 2.2.2. Яркость источника (22). 2.2.3. Когерентность излучения (22). 2.2.4. Предельные параметры зондирования (23). 2.2.5. Синхронизация зондирующих лазеров (25). 2.2.6. Ультрафиолетовое и рентгеновское зондирование (29).	
§ 2.3. Теневое и шпирен-фотографирование.	31
2.3.1. Комплекс оптической диагностики (31). 2.3.2. Теневое изображение ударной волны (33). 2.3.3. Пространственное разрешение (33). 2.3.4. Рефракция в оптической неоднородности (35). 2.3.5. Чувствительность теневого и шпирен-фотографирования (36). 2.3.6. Погрешность измерения фронта ударной волны (37).	
§ 2.4. Интерферометрия	40
2.4.1. Пространственное разрешение (40). 2.4.2. Типы интерферометров (42). 2.4.3. Контрастность интерференционной картины (45). 2.4.4. Зона "непрозрачности" (48). 2.4.5. Голографическая интерферометрия (50).	
§ 2.5. Измерение вращения плоскости поляризации зондирующего излучения.	53
2.5.1. Спонтанные магнитные поля и вращение плоскости поляризации пробного пучка (53). 2.5.2. Выбор длины волны пробного пучка и направления зондирования лазерной плазмы (55). 2.5.3. Поляриметрический, интерферометрический и теневой каналы диагностического комплекса для исследования спонтанных магнитных полей (57). 2.5.4. Определение направлений магнитного поля (60). 2.5.5. Методические особенности диагностических схем (62).	
§ 2.6. Численная обработка изображений плазмы	65
2.6.1. Алгоритм обработки (65). 2.6.2. Решение обратной задачи	

	(65). 2.6.3. Интерферометрия лазерной плазмы (66). 2.6.4. Критерий выбора степени полинома (69). 2.6.5. Точность восстановления (70). 2.6.6. Обработка по методу изолиний (74).	
Глава 3. Методы диагностики плазмы по генерируемым гармоникам частоты греющего лазерного излучения.		76
§ 3.1. Диагностика плазмы в области критической плотности.		77
3.1.1. Спектральные и пространственные характеристики гармоники $2\omega_0$ (77). 3.1.2. Фоторегистрация движения области критической плотности (80). 3.1.3. Эволюция формы спектра гармоники $2\omega_0$ и динамика области критической плотности (84). 3.1.4. Диагностические возможности использования высоких целых гармоник (87).		
§ 3.2. Диагностика плазмы в области четверти критической плотности.		88
3.2.1. Спектральные и пространственные характеристики гармоники $3/2\omega_0$ (88). 3.2.2. Измерение характерного размера неоднородности плотности плазмы (92). 3.2.3. Скоростная фоторегистрация спектра гармоники $3/2\omega_0$ и измерение электронной температуры плазмы в области $n_c/4$ (94). 3.2.4. Оптимизация условий эксперимента для одновременной диагностики электронной температуры и скорости протекания плазмы по спектру гармоники $3/2\omega_0$ (96). 3.2.5. Диагностические возможности использования других полуволновых гармоник (99).		
Глава 4. Исследование спектра плазменной турбулентности		101
§ 4.1. Комбинационное рассеяние как метод диагностики неоднородной плазмы (общие представления)		101
§ 4.2. Диагностика волн в области четверти критической плотности.		103
4.2.1. Исследование плазменных волн, возбуждаемых при двухплазменной распадной неустойчивости (103). 4.2.2. Исследование электронных и ионно-звуковых волн, возбуждаемых при ВКР и ВРМБ (115).		
§ 4.3. Рассеяние зондирующего излучения в области с критической плотностью.		116
4.3.1. Исследование плазменной турбулентности, созданной Nd-лазером (116). 4.3.2. Идентификация механизмов возбуждения волн в экспериментах с CO_2 -лазером (119).		
Глава 5. Рентгеноспектральная диагностика плотной плазмы.		124
§ 5.1. Методы исследования спектрального распределения непрерывного рентгеновского излучения.		125
5.1.1. Регистрация с разложением в спектр и в дискретных интервалах (125). 5.1.2. Метод ядерной эмульсии (126). 5.1.3. Метод поглотителей (126).		
§ 5.2. Детекторы рентгеновского излучения и их применение.		132
5.2.1. Фотоземлюсионный детектор (133). 5.2.2. Сцинтилляционный детектор (136). 5.2.3. Термолюминесцентный детектор (137). 5.2.4. Ядерная эмульсия (138). 5.2.5. Приборы с зарядовой связью (139). 5.2.6. Комплексное использование различных детекторов (140). 5.2.7. Приборы для исследования эволюции спектра рентгеновского излучения (сцинтилляционные, вакуумно-диодные, полупроводниковые, электронно-оптические, микроканальные) (142).		
§ 5.3. Спектрографы для рентгеновского излучения		148
5.3.1. Спектрографы с кристаллическими диспергирующими элементами (148). 5.3.2. Спектрографы с диспергирующими элементами на основе многослойных интерференционных зеркал (157). 5.3.3. Спектрографы с отражающими дифракционными решетками (159). 5.3.4. Спектрографы с пропускающими дифракционными решетками (162). 5.3.5. Синхротронное излучение и калибровка аппаратуры (167).		
§ 5.4. Методы диагностики плотной плазмы по линейчатому излучению		170
5.4.1. Определение электронной температуры и ионизационного состояния (171). 5.4.2. Определение электронной плотности (173).		
Глава 6. Методы формирования и обработки рентгеновских изображений плазмы		176
§ 6.1. Рентгеновская камера-обскура.		176
§ 6.2. Рентгеновские микроскопы.		178
6.2.1. Отражающие элементы рентгенооптики (178). 6.2.2. Микроскоп Киркпатрика – Баеза (181). 6.2.3. Микроскоп Вольтера (182). 6.2.4. Микроскопы на основе многослойных интерференционных структур (182). 6.2.5. Кристалл-дифракционный спектроселективный микроскоп (185).		
§ 6.3. Зонные пластины Френеля.		185
6.3.1. Амплитудная зонная пластина (185). 6.3.2. Фазовая и киноформная зонные пластины (188).		
§ 6.4. Брэгг-френелевские рентгенооптические элементы		191
§ 6.5. Поляризаторы рентгеновского излучения		192
§ 6.6. Восстановление пространственных распределений электронной температуры и плотности плазмы		194
§ 6.7. Многокурсовая томография плазмы		198
§ 6.8. Регистрация изображений плазмы в жестком рентгеновском излучении.		201
§ 6.9. Высокоскоростная регистрация рентгеновских изображений излучающей плазмы и динамика сжатия мишени.		203
Глава 7. Рентгеновское зондирование плотной плазмы		208
§ 7.1. Источник рентгеновского излучения и схемы зондирования.		208
7.1.1. Точечный источник для теневого фотографирования (210). 7.1.2. Эксперименты с точечным рентгеновским источником (211). 7.1.3. Протяженный зондирующий источник (212). 7.1.4. Применение протяженного рентгеновского источника (213).		
§ 7.2. Поглощение рентгеновского излучения в плотной плазме		216
7.2.1. Регистрация динамики сжатия оболочечной мишени (216). 7.2.2. Рентгеновское зондирование со спектральным разрешением (217). 7.2.3. Обработка рентгеновских тенегрэм (218). 7.2.4. Диагностика спектров поглощения зондирующего излучения (219).		
§ 7.3. Рефракция рентгеновского излучения в плазменной короне.		220
7.3.1. Принципы рефрактометрии неоднородной плазмы (220). 7.3.2. Особенности рентгеновской рефрактометрии (221). 7.3.3. Метод сеток (222).		
Глава 8. Корпускулярная диагностика плазмы		224
§ 8.1. Специфические особенности измерения энергетического спектра ионов инерциально удерживаемой плазмы.		226
8.1.1. Времяпролетные измерения (226). 8.1.2. Формирование ионного пучка (227). 8.1.3. Энергетическое и зарядовое разрешение (228). 8.1.4. Влияние остаточного давления (228).		
§ 8.2. Времяпролетные коллекторные измерения		229
8.2.1. Принцип действия ионного коллектора (229). 8.2.2. Вторичная электронная эмиссия (230). 8.2.3. Обработка ионных сигналов (231).		
§ 8.3. Типы масс-спектрометров		233
8.3.1. Магнитные масс-спектрометры (233). 8.3.2. Электростатические анализаторы (236). 8.3.3. Использование перезарядки ионов (239). 8.3.4. Оптический анализатор ионов (239). 8.3.5. Анализатор нейтральных частиц (241). 8.3.6. Трековые детекторы (242).		

§ 8.4. Масс-спектрограф Томсона	245
8.4.1. Камера отклонения ионов (245). 8.4.2. Апертурная система (247). 8.4.3. Система регистрации масс-спектров (250). 8.4.4. Обработка масс-спектрограмм (252).	
§ 8.5. Нейтронные измерения.	255
8.5.1. Времяпролетный анализатор (256). 8.5.2. Сцинтилляционные детекторы (256). 8.5.3. Активационные детекторы (259). 8.5.4. Измерения момента генерации нейтронов (260). 8.5.5. Регистрация изображений нейтронного маятника (262).	
Глава 9. Измерение энергетического баланса термоядерной плазмы, нагреваемой лазером	264
§ 9.1. Калориметрические методы исследования баланса энергии	264
9.1.1. Метод измерения лазерной энергии и всех энергетических потерь (264). 9.1.2. Метод сравнительных калориметрических измерений (265). 9.1.3. Экспериментальная реализация калориметрических методов измерения баланса энергии. Измерительный комплекс (266). 9.1.4. Калориметрические измерения при высокой неоднородности рассеяния лазерного излучения (268).	
§ 9.2. Методы прямого измерения поглощенной энергии	270
9.2.1. Измерение кинетической энергии разлетающейся плазмы (270). 9.2.2. Измерение энергии рентгеновского излучения плазмы (270). 9.2.3. Специальный метод прямого измерения поглощенной энергии (277).	
§ 9.3. Определение поглощенной плазмой энергии по динамике движения ударной волны	278
9.3.1. Трансформация поглощенной энергии в энергию ударной волны (278). 9.3.2. Измерение энергии ионизирующей ударной волны (279).	
Глава 10. Методы исследования гидродинамики плазменной короны	281
§ 10.1. Гидродинамика плазменной короны	282
§ 10.2. Измерение скорости испарения вещества мишени	284
10.2.1. Высокоскоростная интерферометрия (284). 10.2.2. Рентгеновская спектроскопия многослойных мишеней (288). 10.2.3. Ионная масс-спектрометрия (293).	
§ 10.3. Определение абляционного давления плазмы.	295
10.3.1. Метод баллистического маятника (297). 10.3.2. Ускорение и столкновение тонких фольг (301). 10.3.3. Ударные волны в тонких мишенях (305).	
Глава 11. Диагностика сжатого ядра мишени	308
§ 11.1. Рентгеновская диагностика сжатого ядра.	309
11.1.1. Регистрация изображений в собственном излучении ядра (309). 11.1.2. Излучение примесных газов (311). 11.1.3. Спектроскопия линий примесных ионов (312). 11.1.4. Спектроскопическое измерение плотности сжатого ядра (314). 11.1.5. Спектры поглощения (315). 11.1.6. Рентгеновское зондирование с использованием внешнего источника (315).	
§ 11.2. Диагностика заряженных продуктов термоядерных реакций	317
11.2.1. Область применения масс-спектрометрического метода (318). 11.2.2. Спектры заряженных частиц (319). 11.2.3. Ядра отдачи (321).	
§ 11.3. Нейтронная диагностика.	321
11.3.1. Времяпролетные измерения температуры ионов сжатого ядра (322). 11.3.2. Активационная диагностика параметра $\langle \rho \Delta r \rangle$ (322). 11.3.3. Активационная диагностика параметра $\langle \rho r \rangle$ (323).	
§ 11.4. Вторичные термоядерные реакции.	324
11.4.1. Спектры вторичных протонов и нейтронов (324). 11.4.2. Выходы вторичных частиц (325). 11.4.3. Области применимости методов диагностики $\langle \rho r \rangle$ (327).	
Список литературы	329
Примечание при корректуре	363