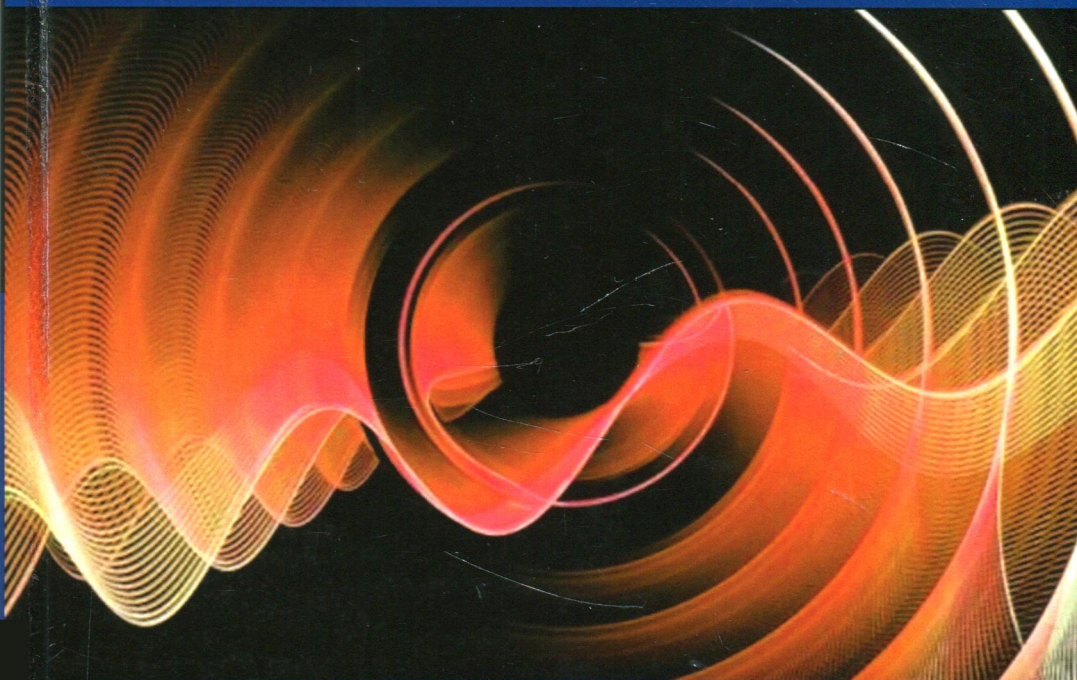


В.А. Коликов А.А. Богомаз А.В. Будин



МОЦНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПЛАЗМЫ

Исследование и применение

НАУКА

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт электрофизики и электроэнергетики

В.А. Коликов, А.А. Богомаз, А.В. Будин

МОЩНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПЛАЗМЫ

Исследование и применение

Москва Наука 2022

УДК 53.084
ББК 22
К60



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
проект № 21-12-00011,
не подлежит продаже*

Коликов В.А.

Мощные импульсные генераторы плазмы : Исследование и применение /
В.А. Коликов, А.А. Богомаз, А.В. Будин. — М. : Наука, 2022. — 251 с. —
ISBN 978-5-02-040904-0

В монографии рассматриваются актуальные на сегодняшний день проблемы, связанные с исследованием и использованием низкотемпературной плотной газовой плазмы, а также с созданием мощных импульсных плазменных генераторов и устройств на их основе.

Книга может представлять несомненный интерес для ученых, связанных с физикой силовых импульсных разрядов, мегаджоульными емкостными источниками питания и методами диагностики плотной плазмы. Кроме того, книга будет полезна специалистам, занимающимся разработкой конструкций импульсных генераторов плазмы, а также может служить учебным пособием для студентов соответствующих специальностей. Монография содержит большое количество данных уникальных экспериментов, что делает ее востребованной для большого круга читателей, работающих в смежных областях науки и техники.

ISBN 978-5-02-040904-0

© Коликов В., Богомаз А., Будин А.,
2022

© ФГУП Издательство «Наука», редакционно-издательское оформление, 2022

Содержание

1. Введение	5
2. Стенды импульсных генераторов плазмы ИЭЭ РАН	8
2.1. Устройство и оснащение стендов.....	8
2.2. Источники питания генераторов плазмы	9
2.2.1. Емкостной источник питания ИП-25	10
2.2.2. Емкостной источник питания ИП-10	17
2.3. Элементы источников питания	22
2.4. Методы диагностики и измерительная аппаратура	26
2.4.1. Начальные параметры эксперимента.....	26
2.4.2. Импульсный ток	27
2.4.3. Падение напряжения на дуге	28
2.4.4. Импульсное давление.....	29
2.4.5. Оптические измерения.....	33
2.4.6. Рентгеновская диагностика	35
2.4.7. Система регистрации и обработки данных	38
3. Импульсные генераторы плазмы	39
3.1. Типы электроразрядных камер	39
3.2. Импульсные генераторы плазмы ИЭЭ РАН	48
3.2.1. Конструкции генераторов плазмы	49
3.3. Элементы электроразрядных камер генераторов плазмы	60
4. Параметры импульсной дуги	74
4.1. Сопротивление	75
4.2. Напряженность электрического поля	81
4.3. Плотность тока	89
4.4. Индуктивность	89
4.5. Температура	91
5. Эрозия электродов	95
5.1. Удельная эрозия электродов	95
5.2. Жидкая и паровая формы эрозии	102
5.3. Эрозия в виде электродных струй	109
5.4. Выброс поверхностного слоя электрода	113
5.5. Эрозия и молекулярная масса газа	118
6. Колебания диаметра дуги	120
6.1. Акустические колебания в разрядной камере	120
6.2. Ударно-волновое сжатие дуги	124

6.3. Колебания дуги, вызванные магнитным и газокинетическим давлениями	127
6.4. Колебание интенсивности мягкого рентгеновского излучения	129
7. Особенности горения дуги и теплообмен в разрядной камере	135
7.1. Дуга в коаксиальной разрядной камере	135
7.2. Динамика движения дуги	143
7.3. Механизмы теплопереноса от дуги к газу.....	147
7.3.1. Излучение	147
7.3.2. Теплопроводность	149
7.3.3. Турбулентный теплоперенос.....	150
7.3.4. Ударные волны	151
7.3.5. Электродные струи	159
7.3.6. Энергия в дуге	164
7.3.7. Доли механизмов теплопереноса в энергобалансе дуги	165
8. Режимы горения дуги	166
8.1. Дуга с тугоплавкими электродами	167
8.2. Дуга с легкоплавкими электродами.....	171
8.3. Многоимпульсный режим	172
8.4. Двухдуговой режим	174
8.5. Программируемый ввод энергии в дугу	176
9. Сжатие дуги. Модифицированный ток Пиза—Брагинского.....	180
9.1. Сжатие канала дуги при начальном давлении газа 5–30 МПа	181
9.2. Оценка параметров дуги	188
9.2.1. Дуга с током 500 кА с вольфрамовыми электродами	191
9.2.2. Дуга с током 1,6 МА со стальными электродами.....	196
9.3. Мягкое рентгеновское излучение сжатого канала	200
9.4. Изменение светимости дуги при сжатии	203
10. Дуга при сверхвысоком давлении водорода	205
10.1. Дуга в газе с предварительным сжатием	205
10.2. Дуга при токе до 220 кА	211
10.3. Дуга при токе до 500 кА	218
11. Энергетические характеристики генераторов плазмы	222
11.1. Коэффициенты перевода энергии.....	222
11.2. Моделирование процессов в генераторах плазмы	228
12. Применение импульсных генераторов плазмы	230
Список сокращений	233
Список обозначений	234
Предметный указатель.....	237
Литература	239