

61.95-1/593-2

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

This material may be protected by Copyright law (Title 17 U.S. Code)

На правах рукописи

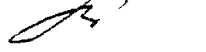
МОЗГРИН Дмитрий Витальевич

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЬНОТОЧНЫХ ФОРМ  
КВАЗИСТАЦИОНАРНОГО РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ  
В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

01.04.08 - физика и химия плазмы

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Автор *Мозгрин*

Научный руководитель -   
кандидат физико-математических наук  
доцент Фетисов Игорь Константинович

Москва - 1994 г.

GILLETTE 1208

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Сильноточные разряды низкого давления в магнитном поле и их использование для генерации плотной плазмы и интенсивных потоков частиц.....	7
1.1 Экспериментальные исследования газового разряда низкого давления в магнитном поле и их применение в современной технике.....	7
1.2 Методы получения разрядов низкого давления большой мощности с однородной структурой плазмы.....	25
Выводы.....	32
Глава 2. Методика и техника эксперимента.....	34
2.1 Экспериментальная установка для получения мощных квазистационарных форм газового разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях.....	34
2.2 Импульсная зондовая методика определения параметров плазмы.....	45
2.3 Двухмодовая лазерная методика определения плотности плазмы.....	54
2.4 Импульсное смещение.....	57
Глава 3. Области существования и характеристики квазистационарных сильноточных режимов разряда низкого давления в магнитном поле различной конфигурации..	59
3.1 Режимы квазистационарного разряда.....	59
3.2 Применение импульсной зондовой методики для определения параметров плазмы и ионных потоков....	74

3.3	Определение параметров плазмы разряда методом двухмодовой лазерной интерферометрии.....	82
3.4	Обсуждение результатов.....	87
Глава.4.	Эмиссионные и распылительные характеристики сильноточных форм квазистационарного разряда низкого давления.....	100
4.1	Особенности катодного распыления в квазистационарном сильноточном магнетронном разряде и его использование в технологии импульсного распыления материалов.....	100
4.2	Эмиссионные свойства плазмы сильноточного диффузного разряда и их использование в технологии монно-стимулированного травления материалов.....	103
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	110
	ЛИТЕРАТУРА.....	111

## ВВЕДЕНИЕ.

Интенсивное исследование разрядов низкого давления в поперечном магнитном поле связано с их широким использованием в магнетронных устройствах технологического назначения, ускорителях плазмы с замкнутым дрейфом электронов, в качестве плазменных эмиттеров для электронных и ионных инжекторов.

Анализ литературных данных показывает, что свойства разряда в поперечном магнитном поле с замкнутым дрейфом электронов в области перехода от магнетронного разряда с растущей вольт-амперной характеристикой к дуговому разряду практически не изучены. Отсутствуют обоснованные экспериментальные и теоретические данные, позволяющие определить предельные режимы магнетронного разряда в которых функционирует большинство технологических устройств. Исследование мощных импульсных разрядов, используемых для генерации плотной однородной плазмы, указывает на возможность существования устойчивых форм разряда в магнитном поле, не переходящих в контрагированную фазу при значительных величинах тока, обычно соответствующих дуговой области вольт-амперной характеристики таких разрядов.

### Цель работы:

Исследование вольт-амперных характеристик и областей существования сильноточных форм квазистационарного разряда низкого давления в магнитных полях различной конфигурации.

Определение локальных характеристик плазмы указанных форм разряда.

Исследование возможности использования плазмы сильноточного разряда для генерации плотных плазменных образований и интенсивных потоков заряженных частиц.

Научная новизна и практическая значимость работы:

В процессе проведения работы были исследованы области существования и режимы сильноточных форм квазистационарного разряда низкого давления в магнитных полях различной конфигурации.

Обнаружена новая стабильная форма квазистационарного разряда в поперечном магнитном поле, являющаяся промежуточной стадией перехода от магнетронного разряда в дуговой (сильноточный диффузный режим) и имеющая следующие основные характеристики: напряжение горения  $\approx 100$  В, время существования до нескольких миллисекунд, диапазон токов от 10 А до  $2 \cdot 10^3$  А. Предложена качественная модель, поясняющая возможный механизм возникновения и существования указанной формы разряда.

Установлено существование сильноточной высоковольтной формы квазистационарного магнетронного разряда (сильноточный магнетронный режим), отличающейся высоким напряжением горения (до 1200 В) в сочетании с большой плотностью катодного тока (до  $25 \text{ А/см}^2$ ). Длительность существования этой формы разряда может превышать 20 мс.

Показана возможность получения плазменных образований плотностью до  $1.5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  в объеме до  $1000 \text{ см}^3$ , обеспечивающих эмиссию ионного пучка плотностью свыше  $10 \text{ А/см}^2$  с энергией до 100 эВ.

Показана возможность интенсивного катодного распыления и создания потоков частиц распыленного материала с высокой плотностью.

Полученные результаты использованы:

- В новой плазменной технологии ионно-стимулированного травления и создании плазмохимического реактора для ускоренного травления слоев (НПО Субмикрон)
- В технологии импульсного распыления материалов (НПО Энергомаш г. Самара)

# Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

## Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

## Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

## Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

## API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

## LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

## FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

## E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.