

Этап 1

Электрический пробой

Амуничников А.И.,	Леснухин Д. Д.,
Майзингер Э.С.,	Дымченко Д.Ю.,
Матюхин П.А.,	Понамарев А.М.

Содержание

1	Этап 1	5
1.1	Содержание	5
1.2	1. Введение	6
	1.2.1 Актуальность	6
	1.2.2 Объект и предмет исследования	6
	1.2.3 Цель работы	6
	1.2.4 Задачи	6
1.3	2. Теоретическое описание задачи	7
	1.3.1 Газовый пробой	7
	1.3.2 Твердотельный пробой	8
1.4	3. Экспериментальные методы исследования	10
1.5	4. Применение и практическое значение	10
1.6	5. Выводы	11
1.7	6. Список литературы	11

Список иллюстраций

Список таблиц

1 Этап 1

1.1 Содержание

1. Введение
 2. Теоретическое описание задачи
 - Газовый пробой
 - Твердотельный пробой
 - Вакуумный пробой
 3. Экспериментальные методы исследования
 4. Применение и практическое значение
 5. Выводы
 6. Список литературы
-

1.2 1. Введение

1.2.1 Актуальность

Электрический пробой – это явление, при котором диэлектрик теряет свои изолирующие свойства под воздействием сильного электрического поля. Оно играет ключевую роль в высоковольтной технике, электронике и молниезащите.

Примеры электрического пробоя в технике и природе:

- **Молнии** – атмосферный пробой воздуха.
- **Газовый разряд** – используется в лампах, разрядниках и плазменных генераторах.
- **Разрушение изоляции** в кабелях и электрооборудовании.

1.2.2 Объект и предмет исследования

- Физические механизмы электрического пробоя.
- Влияние внешних факторов (температура, давление, влажность) на напряжение пробоя.
- Методы измерения пробивного напряжения.

1.2.3 Цель работы

Изучение механизмов электрического пробоя и определение факторов, влияющих на его возникновение.

1.2.4 Задачи

1. Рассмотреть основные типы пробоя: газовый, твердотельный, вакуумный.

2. Изучить их физические механизмы.
 3. Определить ключевые параметры, влияющие на напряжение пробоя.
 4. Описать методы экспериментального изучения пробоя.
-

1.3 2. Теоретическое описание задачи

1.3.1 Газовый пробой

Газовый пробой возникает, когда электрическое поле ускоряет свободные электроны до энергии, достаточной для ионизации молекул газа. Этот процесс приводит к лавинообразному увеличению числа заряженных частиц и формированию проводящего канала.

1.3.1.1 Закономерности газового пробоя

Основной закон, описывающий газовый пробой, – **закон Пашена**:

$$V_b = \frac{B \cdot p \cdot d}{\ln(A \cdot p \cdot d) - \ln(\ln(1 + 1/\gamma))}$$

где:

V_b — напряжение пробоя

p — давление газа

d — расстояние между электродами

A, B — эмпирические коэффициенты

(γ) — коэффициент вторичной эмиссии

1.3.1.2 Виды газового пробоя

1. **Тлеющий разряд** – маломощный разряд, используемый в неоновых лампах.
2. **Искровой разряд** – кратковременный процесс, например, молния.
3. **Дуговой разряд** – устойчивый пробой, используемый в сварке и разрядных трубках.

1.3.2 Твердотельный пробой

Твердотельный пробой – это процесс, при котором разрушается структура диэлектрика, превращая его в проводник.

1.3.2.1 Виды твердотельного пробоя:

1. Электронный пробой

- Происходит при высокой напряжённости электрического поля.
- Заряженные частицы разрушают кристаллическую решётку.

2. Тепловой пробой

- Высокое поле вызывает разогрев материала.
- При достижении критической температуры структура разрушается.

3. Механический пробой

- Электростатические силы вызывают напряжения в диэлектрике.
- Это приводит к его механическому разрушению.

Значение пробивного напряжения (V_b) для твёрдых диэлектриков можно выразить через:

$$E_b = \frac{V_b}{d}$$

где:

V_b — напряжение пробоя

E_b — критическая напряжённость пробоя

d — толщина диэлектрика

Вакуумный пробой

Вакуумный пробой происходит при сильном электрическом поле, когда эмиссия электронов приводит к лавинному увеличению заряженных частиц.

Основные механизмы вакуумного пробоя:

1. **Автоэлектронная эмиссия** – эмиссия электронов с поверхности катода.
2. **Ионная бомбардировка** – выбивание атомов под действием ионных потоков.
3. **Тепловой эффект** – локальный нагрев поверхности приводит к её разрушению.

Формула критического напряжения пробоя в вакууме:

$$V_b = A \cdot d^B$$

где:

V_b — напряжение пробоя

d^B — расстояние между электродами

1.4 3. Экспериментальные методы исследования

Для изучения электрического пробоя используют несколько методов:

1. Метод пробивного напряжения

- Измерение напряжения, при котором происходит пробой.
- Используется для оценки прочности изоляционных материалов.

2. Импульсные испытания

- Применяются для анализа коротких высоковольтных разрядов.
- Позволяют исследовать динамику пробоя.

3. Оптические методы

- Используются для визуального анализа плазменных разрядов.
- Включают в себя лазерную интерферометрию и скоростную съёмку.

1.5 4. Применение и практическое значение

Электрический пробой применяется в различных сферах:

- **Высоковольтные технологии** – изоляторы, молниеотводы, разрядники.

- **Плазменные технологии** – резка и сварка металлов.
 - **Электроника** – защитные диоды и стабилизаторы напряжения.
 - **Аэрокосмическая отрасль** – изучение разрядов в условиях вакуума.
-

1.6 5. Выводы

В ходе работы были рассмотрены основные механизмы электрического пробоя, определены ключевые параметры, влияющие на его критическое напряжение. Полученные знания позволяют разрабатывать более эффективные электроизоляционные материалы и защитные системы.

1.7 6. Список литературы

1. Пашен Ф. “Электрические разряды в газах”, Москва, 1985.
2. Fridman A., Kennedy L. “Plasma Physics and Engineering”, CRC Press, 2011.
3. Кумпан В.О. “Диэлектрики и их применение”, СПб, 2002.