

Электрический пробой

Этап №1

Амуничников А.И.

20 Марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Амуничников Антон Игоревич
- Леснухин Даниил Дмитриевич
- Майзингер Эллина Сергеевна
- Дымченко Дмитрий Юрьевич
- Матюхин Павел Андреевич
- Понамарев Алексей Михайлович

1. Введение
2. Теоретическое описание задачи
 - Определение электрического пробоя
 - Виды электрического пробоя
 - Физические механизмы пробоя
3. Экспериментальные методы исследования
4. Применение и практическое значение
5. Выводы
6. Список литературы

Актуальность

Электрический пробой – это явление, при котором диэлектрический материал теряет свои изолирующие свойства и начинает проводить электрический ток под воздействием высокого напряжения. Это критический процесс, который может привести к разрушению оборудования и возникновению аварийных ситуаций в электросетях.

Примеры электрического пробоя в технике и природе: - **Молнии** – атмосферный газовый пробой между облаками и землёй. - **Разрушение изоляции в кабелях** – пробой диэлектриков под воздействием высокого напряжения. - **Плазменные разряды** – основа работы газоразрядных ламп, дуговой сварки и других технологий.

Объект и предмет исследования

- Физические механизмы электрического пробоя
- Критические напряжения пробоя в различных средах
- Влияние внешних условий на пробой

Цель работы

Изучение природы электрического пробоя и определение условий, при которых он возникает.

Задачи

1. Рассмотреть основные механизмы пробоя: газовый, твердотельный, вакуумный.
2. Провести анализ экспериментальных данных.
3. Определить влияние давления, температуры и материала на пробой.
4. Изучить применение пробоя в технике.

Определение электрического пробоя

Электрический пробой – это разрушение структуры диэлектрика под воздействием электрического поля, приводящее к возникновению проводящего канала и прохождению электрического тока.

Критическое напряжение пробоя (V_b) зависит от: - состава среды, - давления, - температуры, - влажности.

Виды электрического пробоя

1. Газовый пробой

- Происходит при ионизации газа под воздействием сильного электрического поля.
- Описывается законом Пашена:

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

где:

- p – давление газа,
- d – расстояние между электродами,
- A, B – эмпирические коэффициенты,
- γ – коэффициент вторичной эмиссии.

2. Твердотельный пробой

- Возникает при превышении напряжённости поля, разрушающей кристаллическую решётку.
- Основные механизмы:
 - **Электронный пробой** – ускоренные электроны повреждают материал.
 - **Тепловой пробой** – локальный перегрев разрушает диэлектрик.
 - **Механический пробой** – электростатические силы разрушают структуру.

3. Вакуумный пробой

- Происходит при высоких напряжениях в безвоздушном пространстве.
- Основной механизм – автоэлектронная эмиссия.

3. Экспериментальные методы исследования

Для исследования пробоя используют:

1. **Метод пробивного напряжения** – измерение напряжения, при котором происходит пробой.
2. **Импульсные испытания** – анализ кратковременных высоковольтных разрядов.
3. **Оптические методы** – наблюдение за плазменными разрядами с помощью скоростных камер.

4. Применение и практическое значение

- **Изоляторы:** выбор материалов с высоким пробивным напряжением для электрических сетей.
- **Газоразрядные устройства:** лампы, лазеры, генераторы плазмы.
- **Электроизоляционные покрытия:** предотвращение аварий и увеличение срока службы оборудования.

Мы рассмотрели основные механизмы электрического пробоя и факторы, влияющие на его критическое напряжение. В дальнейшем можно провести моделирование пробоя в различных средах для оптимизации электроизоляционных материалов.

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. “””