

Обзор теорий электрического пробоя твердых диэлектриков

Выполнил студент
группы 5А1В Зубков А.В.
Проверил преподаватель
Мытников А.В.

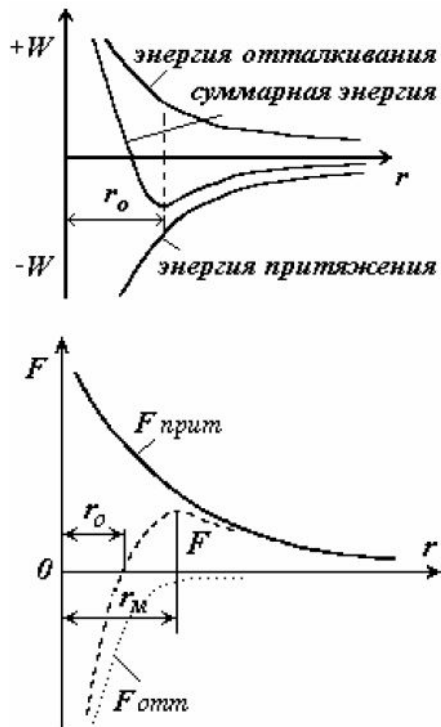
План

- * Классические теории электрического пробоя;
- * Квантово-механические теории электрического пробоя;
- * Теории пробоя твердых диэлектриков вследствие ударной ионизации.

Классические теории электрического пробоя

- * Теория Роговского. Разрыв ионной кристаллической решетки;
- * Теория Горовица. Разрыв твердого диэлектрика по микротрещине;
- * Теория А.Ф. Иоффе;
- * Теория А.А. Смурова. Теория электростатической ионизации.

Теория Роговского. Разрыв ионной кристаллической решетки



- * r – расстояние между центрами ионов
- * W – энергия
- * F – сила смещения ионов

Рис. 1. Графики энергии и сил взаимодействия между ионами

Теория Горовица. Разрыв твердого диэлектрика по микротрещине

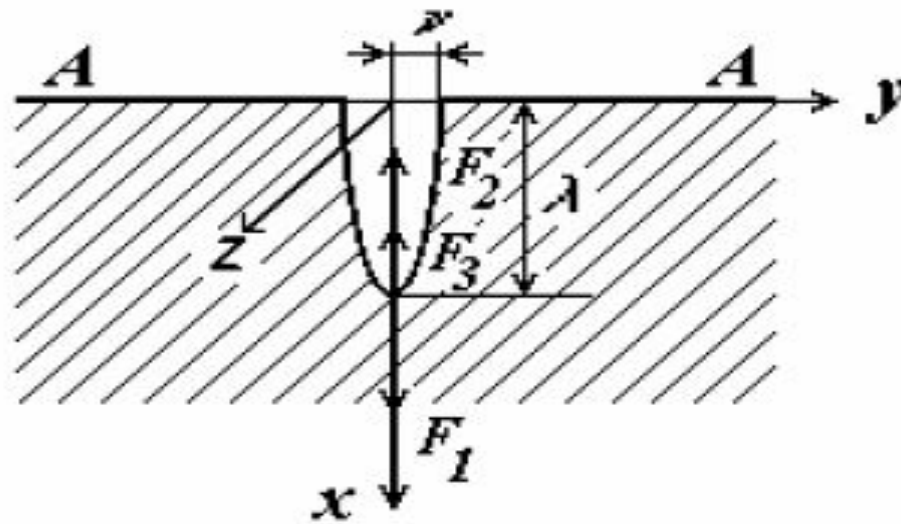


Рис. 2. Модель трещины для расчета электрической прочности по Горовице

Теория А.Ф. Иоффе

- * В 1928 году академиком А.Ф. Иоффе была выдвинута теория об ударной ионизации ионами.
- * При разработке теории опыты по пробое проводились над таким материалом как кальцит.
- * В качестве результата А.Ф. Иоффе получил, что электрическая прочность твердого диэлектрика должна изменяться пропорционально его толщине.

Теория А.А. Смурова. Теория электростатической ионизации

* Теория была предложена в 1928 году.

В данной теории А.А. Смуров предложил, что пробой твердых диэлектриков связан и ионизацией электронами, которые образуются в сильных электрических полях за счет электростатической ионизации.

* Для пробоя требуется высокая напряженность, порядка 1000 МВ/см

Квантово-механические теории электрического пробоя неударным механизмом

- * Теория Зинера. Теория безэлектродного пробоя;
- * Теория Фаулера. Пробой электродного происхождения;
- * Теория Я.И. Френкеля. Теория термической ионизации.

Теория Зинера. Теория безэлектродного пробоа

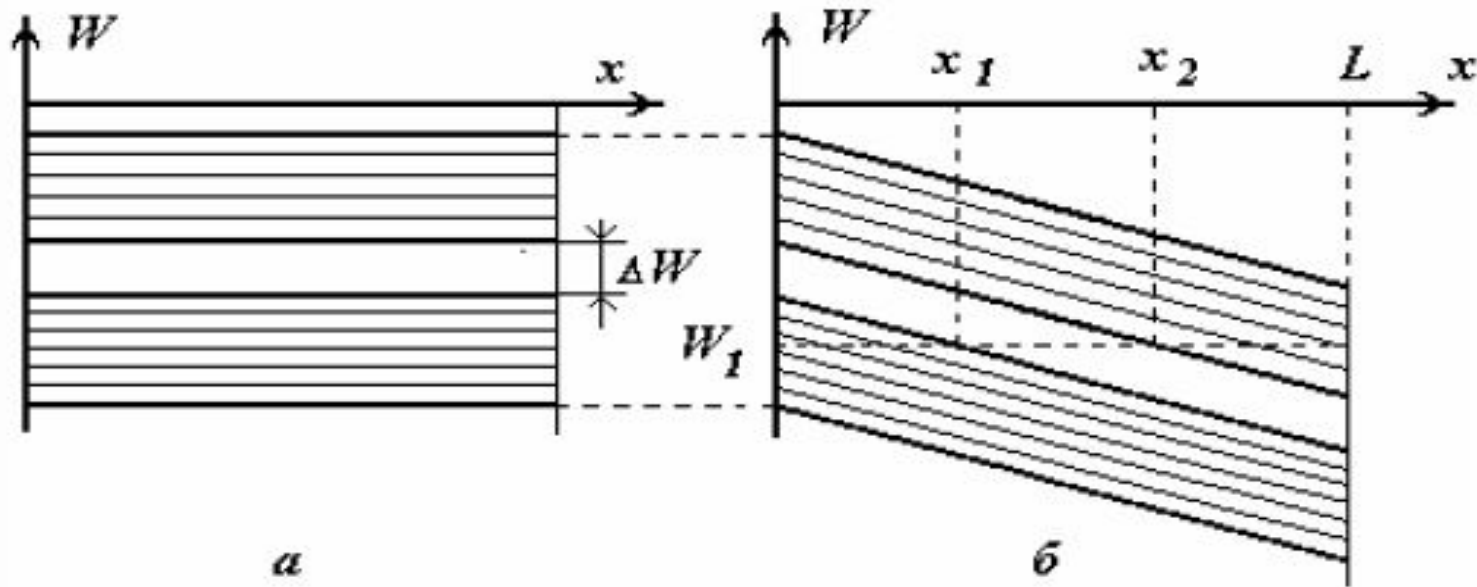


Рис. 3. Зонная структура кристалла

Теория Фаулера. Пробой электродного происхождения

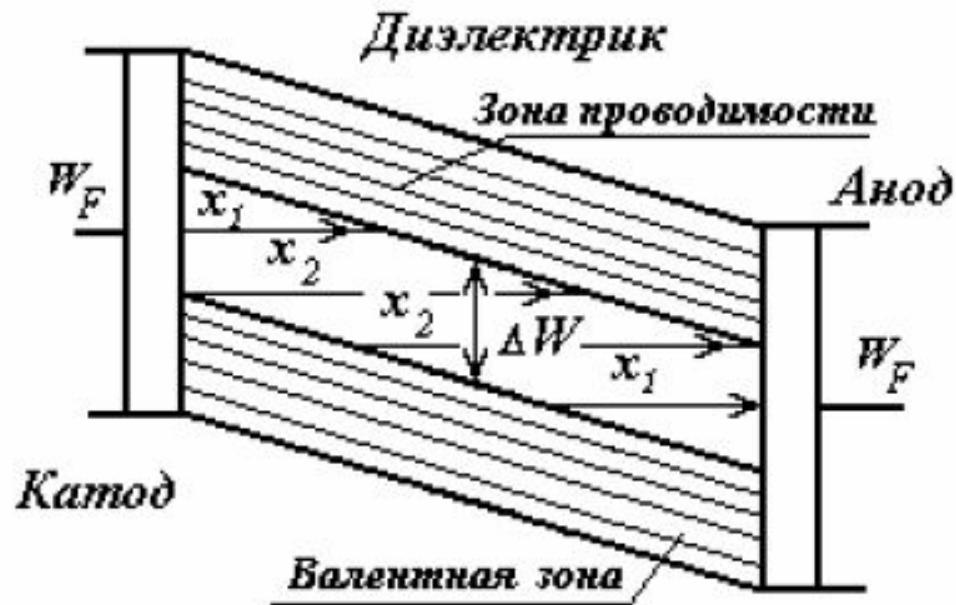


Рис. 4. Схема энергетических зон в металле и диэлектрике при наложении электрического поля

Теория Я.И. Френкеля. Теория термической ионизации

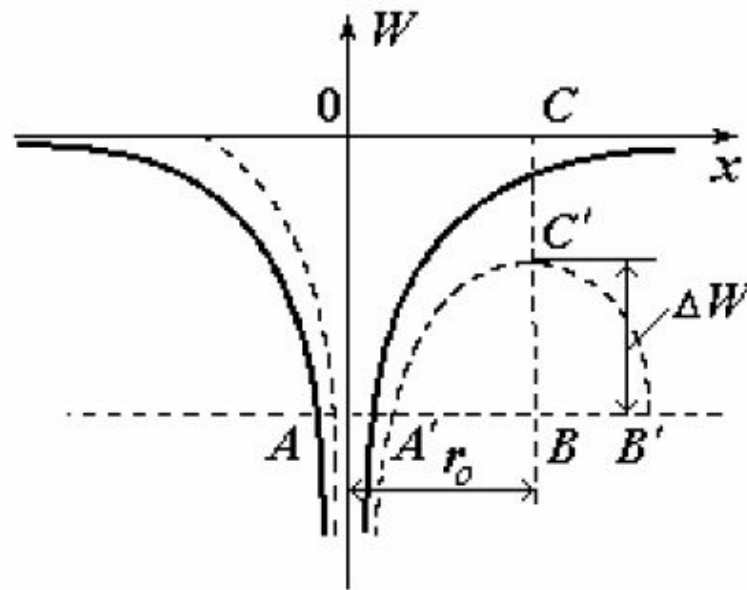


Рис. 5. Потенциальная энергия электрона в атоме
Сплошные линии – отсутствие электрического поля
Пунктирные линии – наличие электрического поля

Теории пробоя твердых диэлектриков вследствие ударной ионизации

- * Теории Хиппеля и Флериха
- * Теория Чуенкова.

Теории Хиппеля и Флериха

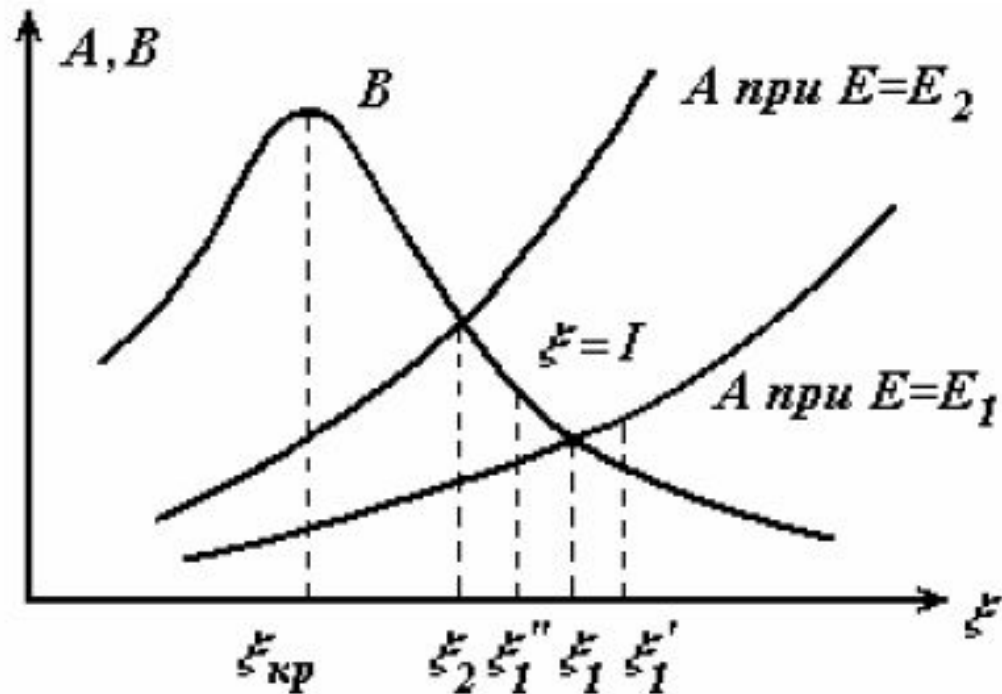


Рис. 6. Зависимость приобретаемой и теряемой энергии электронами от его энергии

Теория Чуенкова.

* Условие пробоя по Чуенкову

$$\varepsilon_{\frac{1}{2}}(E_{\text{пр}}) = \varepsilon_p(E_{\text{пр}})$$



Спасибо за внимание