Лекция 5. Диэлектрические материалы. Классификация и свойства

5.1. Назначение и общие свойства диэлектриков

Диэлектрические материалы применяются для изоляции токоведущих частей друг от друга и от заземлённых конструкций. Главное свойство диэлектрика — высокое удельное электрическое сопротивление (более 10^8 Ом·м), благодаря которому электрический ток через него практически не проходит при рабочих напряжениях.

5.2. Классификация диэлектриков

По агрегатному состоянию:

- Газообразные (воздух, элегаз, азот).
- Жидкие (трансформаторное масло, совол, касторовое масло).
- Твёрдые (наиболее распространённая группа).

По происхождению:

- Природные (слюда, кварц, асбест, мрамор, каучук).
- Искусственные и синтетические (пластмассы, лаки, резина, стекло, керамика).

По отношению к нагреву:

- Теплостойкие (фарфор, слюда, стекло — до 200–1000 °C).
- Нетеплостойкие (резина, пластмассы — до 60–130 °C).

По электрическому поведению:

- Пассивные диэлектрики — только изолируют (изоляционные ленты, пластики).
- Активные диэлектрики — обладают специальными свойствами (пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты).

5.3. Основные электрические характеристики диэлектриков

Удельное объёмное сопротивление (ρ_v) — сопротивление единичного объёма диэлектрика. Характеризует способность материала препятствовать прохождению тока через его объём. Для хороших диэлектриков — 10^{12}–10^{18} Ом·м.

Удельное поверхностное сопротивление (ρ_s) — сопротивление, оказываемое поверхностью диэлектрика прохождению тока вдоль неё. Зависит от влажности, загрязнения и состояния поверхности. Измеряется в омах.

Диэлектрическая проницаемость (ε) — отношение ёмкости конденсатора с данным диэлектриком к ёмкости того же конденсатора с вакуумом. Для воздуха $\varepsilon \approx 1$, для слюды — 6–8, для керамики — 10–1000.

Тангенс угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$) — характеризует потери энергии в диэлектрике при переменном токе. Чем меньше $\operatorname{tg} \delta$, тем лучше качество диэлектрика. Для хорошего диэлектрика $\operatorname{tg} \delta < 0{,}001$.

Электрическая прочность ($E_{пр}$) — напряжённость поля, при которой наступает пробой. Для воздуха — 3 МВ/м, для фарфора — 20–30 МВ/м, для слюды — 100–200 МВ/м.

5.4. Электрический пробой диэлектриков

Пробой — потеря диэлектриком изоляционных свойств под действием электрического поля. Различают три вида пробоя:

- Электрический пробой — разрушение связей в материале под действием сильного поля. Происходит мгновенно, не зависит от времени воздействия.
- Тепловой пробой — разрушение из-за разогрева диэлектрика токами утечки. Зависит от времени и температуры окружающей среды.
- Электрохимический пробой — постепенное разрушение диэлектрика под действием химических процессов, вызванных электрическим полем (старение изоляции).

После пробоя твёрдого диэлектрика его изоляционные свойства не восстанавливаются — образуется сквозной канал (обугленный путь). Жидкие и газообразные диэлектрики после пробоя самовосстанавливаются (дуга гаснет, среда возвращается в исходное состояние).