Лекция 6. Электроизоляционные материалы и их применение

6.1. Газообразные диэлектрики

Воздух — самый распространённый изолятор. Применяется для изоляции воздушных линий электропередачи, контактов выключателей, между обмотками и сердечником трансформаторов. Электрическая прочность 3 МВ/м. Недостаток — зависимость от влажности, загрязнения и давления.

Элегаз (SF_6 — гексафторид серы) — тяжёлый газ, в 5 раз плотнее воздуха. Электрическая прочность в 2,5–3 раза выше, чем у воздуха. Обладает дугогасящими свойствами. Применяется в элегазовых выключателях, комплектных распределительных устройствах (КРУЭ) на высокое напряжение. Токсичные продукты разложения при дуге требуют соблюдения техники безопасности.

6.2. Жидкие диэлектрики

Трансформаторное масло — очищенная нефтяная фракция. Применяется в масляных трансформаторах для изоляции и охлаждения обмоток, в масляных выключателях — для гашения дуги. Электрическая прочность 15–25 МВ/м. Важные параметры: вязкость, температура вспышки (не ниже 135 °С), кислотное число, tg δ. При эксплуатации масло старится — окисляется, увлажняется, загрязняется, что снижает его электрическую прочность. Регулярно проводится испытание масла и его восстановление (регенерация) или замена.

Совол и совтол — хлорированные дифенилы, синтетические жидкие диэлектрики. Обладают высокой электрической прочностью и негорючестью. Применялись как негорючие заменители трансформаторного масла, но из-за токсичности сейчас применение ограничено.

6.3. Твёрдые природные диэлектрики

Слюда — природный минерал, слоистый. Мусковит (светлая слюда) и флогопит (янтарная слюда). Высокая электрическая прочность (100–200 МВ/м), теплостойкость (до 500–800 °С), гибкость. Применяется в конденсаторах, междувитковой изоляции коллекторных машин, в виде слюдяных лент и пластин.

Асбест — минерал волокнистого строения. Теплостойкость до 400–500 °С. Применяется в виде асбестового картона, ленты, шнура для теплостойкой изоляции (нагреватели, печи). Канцерогенность асбеста требует соблюдения мер защиты при работе с ним.

6.4. Синтетические твёрдые диэлектрики

Резина — вулканизированный каучук. Эластичность, влагостойкость. Электрическая прочность 20–30 МВ/м. Применяется для изоляции проводов и кабелей (резиновая изоляция), защитных перчаток, ковриков, изоляционных трубок. Стареет под действием света, тепла и озона — теряет эластичность и трескается.

Полиэтилен — термопластичный полимер. Отличные диэлектрические свойства, влагостойкость, химическая стойкость. Применяется для изоляции кабелей (особенно высоковольтных), кабельных муфт. Температура размягчения 80–110 °С.

Поливинилхлорид (ПВХ) — пластикат и винипласт. Хороший диэлектрик, негорюч. Применяется для изоляции проводов и кабелей (ПВХ-изоляция — стандарт для проводов

ВВГ, ПВ-1, ПВ-3), трубок, оболочек. Температурный диапазон от −40 до +70 °С (пластикат) и до +100 °С (винипласт).

Фарфор — керамический материал на основе глины с добавками. Высокая электрическая прочность (20–30 МВ/м), атмосферостойкость, механическая прочность на сжатие. Применяется для изоляторов воздушных линий (штыревые, подвесные), опорных и проходных изоляторов. Недостаток — хрупкость.

Стекло — аморфный материал. Электрическая прочность 30–50 МВ/м. Применяется для стеклянных изоляторов ВЛ, изоляционных деталей, колб ламп, предохранителей. В отличие от фарфора, трещины в стеклянном изоляторе заметны визуально.

Стеклотекстолит — прессованный материал на основе стеклоткани и связующего. Высокая механическая прочность, теплостойкость до 200 °С, хороший диэлектрик. Применяется для панелей электрощитов, плат, изоляционных перегородок.

Гетинакс — прессованный материал на основе бумаги и связующего. Дешевле стеклотекстолита, но меньшая теплостойкость (до 105 °С) и влагостойкость. Применяется для плат низкочастотной аппаратуры.

Лаки и компаунды — пропиточные и покрывные лаки для изоляции обмоток (марки ГФ, ПЭ, МЛ). Компаунды — заливочные составы для герметизации электронных узлов и кабельных муфт.

6.5. Классы нагревостойкости изоляции

В соответствии с ГОСТ изоляция классифицируется по допустимой рабочей температуре:

- Класс Y (90 °С) — непропитанные волокнистые материалы (бумага, хлопок, древесина).
- Класс A (105 °С) — пропитанные волокнистые материалы, лакоткань.
- Класс E (120 °С) — эмали на основе ПВХ, полиуретана.
- Класс B (130 °С) — материалы на основе слюды, стекла, асбеста с органическим связующим.
- Класс F (155 °С) — то же с синтетическим связующим (эпоксидные, полиэфирные).
- Класс H (180 °С) — то же с кремнийорганическим связующим.
- Класс C (выше 180 °С) — слюда, керамика, стекло без связующего или с неорганическим.

Знание класса изоляции необходимо электромонтёру при ремонте двигателей и трансформаторов: замена обмоточного провода и изоляции должна производиться на материалы того же или более высокого класса нагревостойкости.