

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Состав, свойства, применение.

Строение и свойства диэлектриков

- Диэлектрики образуют самую многочисленную группу электротехнических материалов.
- Объединяет их общие свойства:
- Высокое удельное сопротивление
- Способность к поляризации.

Газообразные диэлектрики

Достоинства и недостатки газовой изоляции

◎ *Достоинства:*

- ◎ Высокое удельное сопротивление и малые потери в отсутствие ионизации;
- ◎ Малый вес;
- ◎ Способность восстанавливать свойства после пробоя;
- ◎ Отсутствие старения;

◎ *Недостаток:*

- ◎ Низкая электрическая прочность.

⦿ Воздух ($E_{\text{пр}} = 3.2 \text{ кВ/мм}$)

Он входит в состав электрических устройств независимо от нашего влияния и играет в них роль электрической изоляции в дополнение к специально созданной твердой или жидкой. В отдельных случаях, например, на участках воздушных линий электропередачи, воздух является единственным изолятором.

Недостаток – низкая электрическая прочность, а также кислород, содержащийся в воздухе вызывает окисление материалов.

⦿ Азот

По сравнению с воздухом не вызывает окисления. Может применяться вместо воздуха, например для заполнения газовых конденсаторов, в силовых кабелях и трансформаторах.

⦿ Элегаз – гексафторид серы SF_6

- ⦿ Широко распространенная газовая изоляция

Имеет электрическую прочность в 2,5 раза большую чем у воздуха ($E_{пр}=8,9$ кВ/мм)

Применяется в газонаполненных кабелях, конденсаторах, трансформаторах и высоковольтных выключателях.

Элегазовая изоляция имеет малую электрическую емкость, пониженные потери, хорошую теплопроводность, нагревостойкость, малый вес.

Заполнение элегазом трансформаторов делает их взрывобезопасными.

В высоковольтных выключателях элегаз используется для гашения электрической дуги.

Элегаз в чистом виде не токсичен, но вытесняет кислород из воздуха, а также продукты разложения элегаза возникающие при воздействии эл. дуги весьма токсичны.

○ Газообразные фреоны

представитель: дихлордифторметан CCl_2F_2

Электрическая прочность фреонов может в 6-10 раз превышать эл.прочность воздуха. Легко сжижаются при повышении давления при нормальных температурах, вызывают коррозию металлов и некоторых твердых органических диэлектриков. Разрушают озоновый слой.

Имеют ограниченное применение.

⦿ Водород ($E_{пр}=1,8$ кВ/мм)

Имеет меньшую электрическую прочность по сравнению с азотом и применяется в основном для охлаждения электрических машин, поскольку удельная теплопроводность водорода значительно выше, чем у воздуха. Также при применении водорода снижаются потери мощности на трение, что позволяет повысить как мощность, так и КПД электрической машины.

⦿ Инертные газы аргон, неон, гелий

Применяются в газоразрядных и электровакуумных приборах

Жидкие диэлектрики

Характерной особенностью всех жидкостей

является то, что их молекулы обладают большей подвижностью по сравнению с молекулами твердого тела.

Чем выше температура жидкостей, тем подвижность их молекул больше. Это свойство жидкостей определяется их вязкостью.

Большая подвижность молекул жидкостей обеспечивает им возможность заполнять различные пустоты и твердой изоляции.

Минеральные масла хорошо пропитывают такие пористые электроизоляционные материалы, как картоны, бумаги, дерево и др.

Будучи хорошими диэлектриками, минеральные масла, проникнув в поры такой изоляции, улучшают их электрические характеристики.

Применение жидких диэлектриков

- ⦿ Для заливки в трансформаторы, высоковольтные вводы, маслонаполненные кабели для создания электрической изоляции и осуществления теплоотвода.
- ⦿ Для пропитки волокнистой изоляции в силовых кабелях, конденсаторах и т.д.
- ⦿ В масляных выключателях для гашения электрической дуги.

Жидкие диэлектрики

- ◎ **Нефтяные электроизоляционные масла**
(трансформаторное, конденсаторное и кабельное масло).
- ◎ **Синтетические жидкие диэлектрики**
(хлорированные углеводороды, кремнийорганические жидкости, фторорганические жидкости)
- ◎ **Растительные масла.**

Получение

- Минеральные масла получают методом дробной перегонки нефти. Химический состав их определяется составом нефти.
- Изготовление масел из нефти — сложный технологический процесс, состоящий из ряда физико-химических операций

Нефтяные электроизоляционные масла

- Получают из соляровой фракции, выделенной при перегонке нефти.

Температурные интервалы, °С	Фракции	
До 140	бензиновая	
140 - 180	лигроиновая	
180 - 220	керосиновая	
220 - 300	газойлевая	дизельные фракции
300 - 350	соляровая	
350 - 500	смазочных масел	
Свыше 500	смолы и асфальтены (гудрон)	

● Нефтяные электроизоляционные масла имеют сложный углеводородный состав, и содержит следующие основные компоненты:

1. Парафины 10-15%
2. Нафтены или циклопарафины 60-70%
3. Ароматические углеводороды 15-20%
4. Асфальто-смолистые вещества 1-2 %
5. Сернистые соединения $<1\%$
6. Азотистые соединения $<0.8\%$
7. Нафтеновые кислоты $<0.02\%$
8. Антиокислительная присадка 0.2-0.5%

Основные свойства минеральных нефтяных масел

- ⊗ $\epsilon = 2.2-2.3$ - неполярный диэлектрик
- ⊙ $\text{tg}\delta = 10^{-4}$
- ⊙ $E_{\text{пр}} = 10-28$ кВ/мм
- ⊙ Температура застывания -45°C
- ⊙ Максимальная рабочая температура 80°C
- ⊙ Кислотное число $0.01-0.05$ мг КОН/1г масла

Применение

Трансформаторные масла применяют для заливки силовых и измерительных трансформаторов, реакторного оборудования, а также в масляных выключателях для гашения электрической дуги.

Трансформаторное масло выпускается двух марок: масло трансформаторное и масло трансформаторное с антиокислительной присадкой. В состав масла второй марки вводится вещество — антиокислительная присадка для стабилизации физико-химических свойств масла

Конденсаторное масло

- Получают из трансформаторного масла путем более глубокой очистки адсорбентами, обезгаживанием в вакууме.
- Используют для пропитки бумажных конденсаторов для повышения электрической емкости и рабочего напряжения.

Нефтяное кабельное масло

- Применяют для пропитки бумажной изоляции силовых кабелей с рабочим напряжением до 35 кВ.
- Для заполнения металлических оболочек маслонаполненных кабелей на напряжение от 110 до 500 кВ.

Кабельные масла

- В зависимости от конструкции кабелей масла делятся по вязкости, величине $\text{tg } \delta$ и температуре застывания на следующие три группы:
- 1- масла малой вязкости МН-2 применяется в маслонаполненных кабелях низкого и среднего давления (до 3 атм;
- 2- масла средней вязкости С-110 и С-220 предназначаются для пропитки и заполнения маслонаполненных высоковольтных кабелей на напряжение 110 кВ и выше при давлении около 14 атм.;
- 3 - масла вязкие П-28 применяется для кабелей с бумажной изоляцией до 35 кВ, у которых пропитывающим жидким веществом является масло П-28 с растворенной в нем канифолью.

Недостатки нефтяных изоляционных масел

- ⦿ Минеральные нефтяные масла огнеопасны;
- ⦿ Склонны к старению;
- ⦿ Имеют ограниченный диапазон рабочих температур.

Синтетические жидкие диэлектрики

Хлорированные углеводороды

- ⊗ Негорючие, пожаробезопасные, стойкие к окислению
- ⊙ $\epsilon = 5$ - полярные диэлектрики
- ⊙ $\text{tg}\delta = 10^{-3}$
- ⊙ $E_{\text{пр}} = 15$ кВ/мм
- ⊙ *Недостаток* - чрезвычайно токсичные, в 4-10 раз дороже нефтяных масел.

⊗ СОВОЛ (*советское масло*)

Полихлордифенил ($C_{12}H_{10}$)

Температура застывания $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Используется для пропитки бумажных конденсаторов. (Поскольку полярный материал заметно увеличивается емкость)

СОВТОЛ (*советское трансформаторное масло*)
раствор совола в трихлорбензоле. Имеет меньшую вязкость, застывает при $T = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, используется для заливки в трансформаторы.

Кремнийорганические ЖИДКОСТИ

- ⊗ Основные свойства:
 - ⊙ Повышенная нагревостойкость , максимальные рабочие температуры +250-300 °С
 - ⊙ Стойкие к окислению
 - ⊙ $\varepsilon = 2.4-2.8$ - неполярные диэлектрики
 - ⊙ $\text{tg}\delta = 10^{-4}$
 - ⊙ $E_{\text{пр}}=14-18$ кВ/мм
 - ⊙ *Недостаток* - в 10-100 раз дороже нефтяных масел.

Фторорганические жидкости

(фреоны, хладоны)

- ⊗ Негорючие, пожаробезопасные,
 - ⊙ Имеют высокую нагревостойкость (до +300 °С)
 - ⊙ Негигроскопичны
 - ⊙ Интенсивно отводят тепло
 - ⊙ $\varepsilon = 2.2-2.5$ - неполярные диэлектрики
 - ⊙ $\text{tg}\delta = 10^{-4}$
 - ⊙ $E_{\text{пр}}=12-19$ кВ/мм
 - ⊙ *Недостаток*- вытесняют кислород из воздуха, некоторые виды токсичны. В 1000 раз дороже нефтяных масел.

Растительные масла

- Высыхающие (способные к полимеризации) - *тунговое, льняное и конопляное*, применяют в электроизоляционных лаках и эмалях
- Невысыхающие – *касторовое*, используется для пропитки бумажных конденсаторов, а также как пластификатор.