

9.09.25

Урок №2

Тема: «Рідкі діелектрики».

Для виготовлення рідких діелектриків використовують ароматичні сполуки, фторовані й хлоровані вуглеводні, дистильовану воду, зріджені гази, кремнійорганічні сполуки .

Рідкі діелектрики застосовують для просочування ізоляції конденсаторів, кабелів; у циркулярних системах охолодження трансформаторів, випрямних установок і турбогенераторів; для гасіння електричної дуги в масляних вимикачах; для заливання компонентів у блоках радіо- й електро- технічної апаратури.

Рідкі класифікують діелектрики за:

- ступенем горючості — горючі; негорючі;
- призначенням — для конденсаторів, трансформаторів, кабелів, контакторних пристроїв управління напругою під час навантаження; ізоляції обладнання високої напруги; систем циркуляційного охолодження;
- хімічною основою — нафтові масла; синтетичні рідини;
- максимально допустимою робочою температурою — поділені на кілька груп з температурами від +70 до +250 °С. За температури до +95 °С підходять нафтові масла, тоді як за вищих температур використовують тільки синтетичні рідкі діелектрики.

Конкретні вимоги до рідкого діелектрика визначають конструкцією та умовами застосування електрообладнання, у якому його застосовують, ступенем екологічної небезпеки. Тому під час вибору ізолювальної рідини потрібно дотримуватися таких вимог:

- сумісність із наявними матеріалами;
- висока електрична міцність; високий питомий опір;
- малі діелектричні втрати; стабільність властивостей в умовах тривалої експлуатації;
- висока стійкість до впливу електричного поля;
- висока стійкість проти окиснення;
- пожежна й екологічна безпека.

Найбільш поширені в електротехнічних пристроях нафтові (мінеральні) електроізоляційні масла й синтетичні рідини. Мінеральні масла отримують природним шляхом. Фактично це те, що залишається від нафти після її перегонки в бензин і дизель.

Трансформаторне масло — це рідина від світло- до темно-жовтого кольору, яка за хімічним складом є сумішшю різних вуглеводнів (нафтонових і парафінових).

Головне призначення — заповнювати пори у волокнистій ізоляції, проміжки між проводами обмоток і між обмотками й баком трансформатора, що значно підвищує електричну міцність ізоляції.

По-друге, трансформаторне масло поліпшує відведення тепла, що виділяється за рахунок втрат в обмотках і магнітопроводі трансформатора. Лише деякі силові й вимірювальні трансформатори

виготовляють без заливання маслом (так звані сухі трансформатори).

Ще одна важлива галузь застосування трансформаторного масла — масляні вимикачі високої напруги, де масло виконує функцію дугогасіння. У цих апаратах розрив електричної дуги між контактами, що розходяться, відбувається в маслі або в газах, які виділяє масло під дією високої температури дуги. Це сприяє охолодженню каналу дуги й швидкому її гасінню.

Трансформаторне масло застосовують також для заливання маслонаповнених вводів апаратів, у деяких типах реакторів і реостатів.

Основні властивості трансформаторного масла:

- мала в'язкість для кращого відведення теплоти й просочування ізоляції;
- температура застигання: $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (важливо за низьких температур навколишнього середовища);
- електрична міцність: 10–25 МВ/м, зазвичай не встановлюється стандартами, оскільки вона надзвичайно чутлива до зволоження;
- теплоємність і теплопровідність (у 25–30 разів інтенсивніша, ніж у повітря);
- висока температура спалаху (орієнтовно $+135\text{--}145\text{ }^{\circ}\text{C}$), що уможливорює безпечну роботу в умовах перевантаження.

Недоліками трансформаторного масла є його «старіння» в процесі експлуатації, гігроскопічність (потрібно зберігати в щільно закритій тарі), а також займистість і горючість.

Швидкість «старіння» трансформаторного масла зростає:

- при доступі повітря, оскільки «старіння» масла значною мірою пов'язане з його окисненням на повітрі;
- за підвищеної температури (зазвичай найвищою робочою температурою масла вважають $+95^{\circ}$);
- при зіткненні масла з деякими металами (мідь, залізо, свинець) та іншими речовинами — каталізаторами «старіння»;
- у разі впливу світла;
- у разі впливу електричного поля.

Для відновлення властивостей трансформаторного масла використовують кілька способів:

- пропускають під тиском крізь фільтрувальний папір у спеціальних установках;
- видаляють механічні домішки й воду за допомогою центрифуги;
- безперервно фільтрують крізь адсорбенти (силікагель, алюмосилікати, синтетичні цеоліти);
- вводять інгібітори — спеціальні антиокиснювальні присадки (іонол, пірамідон);
- застосовують відстоювання — найпростіший метод очищення, оскільки позбавлення від води й механічних домішок відбувається шляхом природного осадження.

Кабельне масло використовують у виробництві силових електричних кабелів. Просочуючи паперову ізоляцію кабелів, масло підвищує її електричну міцність, а також сприяє відведенню тепла втрат. Для підвищення в'язкості в кабельне масло додають каніфоль (масляно-каніфольний компаунд) або синтетичний загусник.

Конденсаторне масло слугує для просочення ізоляції паперових конденсаторів, особливо силових, призначених для компенсації індуктивного зрушення фаз. Конденсаторне масло подібне до трансформаторного, але вимагає особливо ретельного очищення адсорбентами.

Синтетичні рідкі діелектрики використовують тоді, коли вони за своїми властивостями перевершують нафтові електроізоляційні масла.

Хлоровані вуглеводні утворюються з різних вуглеводнів шляхом заміни в їхніх молекулах деяких (або навіть усіх) атомів водню атомами хлору.

Розглянемо найважливіші з них.

Совол — прозора безбарвна рідина, найбільш уживаний хлорований дифеніл, за складом подібний до пентахлордифенілу $C_{12}H_5Cl_5$. Він стабільніший при роботі в електричному полі, ніж мінеральне масло, негорючий, не окиснюється, температура спалаху в межах $+205\text{--}230\text{ }^{\circ}\text{C}$,

електрична міцність — $14\text{--}18\text{ МВ/м}$. Діелектрична проникність соволу за нормальної температури й під час низької частоти струму $\epsilon \approx 5$, тобто більше ніж удвічі перевищує проникність нафтового масла. Заміна нафтового масла соволом у виробництві силових паперових конденсаторів дає змогу понизити об'єм конденсатора під час однакової реактивної потужності приблизно вдвічі. Це дає чималий економічний зиск, хоча совол удесятеро дорожчий за масло. Недоліком конденсаторів, просочених соволом, є значне зменшення ємності під час зниження температури нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура застигання соволу: $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Совтол — суміш соволу з трихлорбенzenом, застосовують для ізоляції вибухобезпечних та інших трансформаторів, для низьковольтних конденсаторів.

Совтол-10 — негорюча, стабільна до окиснення, синтетична, електроізолювальна рідина зі зниженою в'язкістю та низькою температурою застигання: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Кремнійорганічні рідини — рідкі діелектрики, що мають дуже малий кут діелектричних втрат: $\text{tg } \delta = 0,0001\text{--}0,0003$, низьку гігроскопічність і підвищену нагрівостійкість. Найвища робоча температура сягає від $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (тривало) і до $+350\text{ }^{\circ}\text{C}$ (короткочасно). Для таких рідин характерна слабо виражена залежність в'язкості від температури. Вони досить дорогі, що обмежує їхнє застосування. Використовують для просочення й заливання конденсаторів та інших пристроїв.

Питання для самоконтролю

1. Використання рідких діелектриків
2. Види рідких діелектриків
3. Вимоги до рідких діелектриків
4. Призначення та вимоги до трансформаторного масла
5. Недоліки трансформаторного масла
6. Способи відновлення властивостей трансформаторного масла
7. Призначення кабельного та конденсаторного масла

Домашнє завдання

1. Опрацювати матеріал уроку
2. Відповісти на питання для самоконтролю