

Дата: 08.03.2024

Група 12

Предмет: Матеріалознавство

Тема 4. Діелектрики, основні властивості

УРОК № 29-30

Тема уроку: Практична робота №3: Дослідницьким шляхом виявити основні параметри різних діелектриків

Мета уроку:

- Формування знань по темі діелектрики, їх характеристики, параметри, класифікація та основні властивості
- Вивчити основні поняття та визначення.
- Виховати зацікавленість та компетентність до обраної професії.

ХІД УРОКУ

Діелектрики - це речовини (матеріал), що погано проводить електричний струм. В техніці використовують тверді, рідкі та газоподібні діелектрики.

Тверді діелектрики це фарфор, гума, скло і т.д.

В якості рідких діелектриків використовують трансформаторне, конденсаторне, кабельне масло.

Найчастіше в якості газоподібного діелектрика використовують повітря.

Тіла виготовлені з діелектрика називають ізоляторами.

Молекула діелектрика складається з позитивних і негативних йонів, а також електронів. Вільних електронів в діелектриках дуже мало.

На практиці діелектрики не вважаються абсолютним ізолятором. Зазвичай елементарні заряди молекули діелектрика знаходяться в хаотичному тепловому коливальному русі біля центрів рівноваги. Якщо включити діелектрик в коло постійної напруги, то під дією сил електричного поля елементарні заряди молекули діелектрика перемістяться в напрямку діючих на них сил. В результаті зміщення зарядів в середині діелектрика в колі виникає короткочасний струм поляризації. Через дуже короткий час цей струм зникає.

Струм витоку цей струм може протікати через діелектрик довгий час. Діелектрик завжди має йони та вільні електрони, хоча їх дуже мало. Під дією електричного поля вони почнуть переміщатись. Величина струму витоку значно більша ніж струму поляризації. Проходячи через діелектрик струм витоку виділяє тепло.

Якщо включити діелектрик в коло змінної напруги то процес поляризації буде проходити періодично спочатку в одному напрямку, а потім в іншому й в колі виникне змінний струм. Процес який безперервно повторюється потребує затрат енергії. Періодичне переміщення в матеріалі діелектрика йонів та вільних електронів проковує виникнення струму витоку.

Характеристики діелектрика:

- питомий опір
- діелектрична проникність
- кут діелектричних втрат
- електрична міцність

Питомий опір

Технічний діелектрик не являється абсолютним ізолятором. Тому під час роботи він пропускає електричний струм. Величина цього струму дуже мала по відношенню до робочого струму, що протікає по струмоведучим частинам. Струм має два шляхи для протікання через діелектрик (по об'єму) або через його поверхню. Загальний

струм витоку I_y дорівнює сумі струмів, що проходить через діелектрик і струму, що проходить по поверхні діелектрика $I_{пов}$.

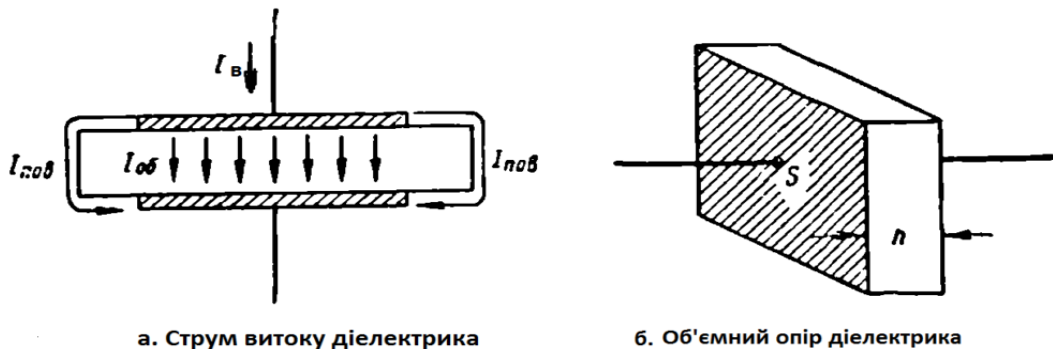
$$I_y = I_{об} + I_{пов}$$

Протікаючи двома шляхами струм долає опір діелектрика $r_{об}$ та поверхневий опір діелектрика $r_{пов}$. Повний опір ізоляції визначається $r_{із}$:

$$r_{із} = \frac{U}{I_y}, \text{ де } r_{із} = \frac{r_{об} r_{пов}}{r_{об} + r_{пов}}$$

Опір одиниці об'єму називають **питомим об'ємним опором** і позначається ρ_U .

Рис. 1



а. Струм витоку діелектрика

б. Об'ємний опір діелектрика

За одиницю об'ємного опору приймають опір вирізаного з даного матеріалу кубика з ребром 1см, якщо струм проходить через дві його протилежні грані (Рис.1 б.) Об'ємний опір вимірюють в омсантиметрах і визначається по формулі:

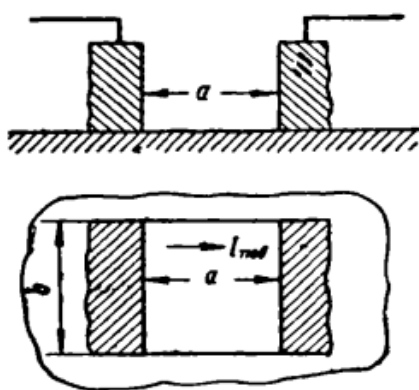
$$r_{об} = \rho_U \frac{h}{S},$$

h – товщина в см²
S – площа бокової грані в см².

Опір одиниці поверхні діелектрика називають **питомим поверхневим опором** позначається ρ_s і вимірюється в омах.

За одиницю поверхневого опору приймають опір прямокутника (будь-яких розмірів), виділеного на поверхні матеріалу якщо струм проходить через дві протилежні сторони цього прямокутника

Рис 2.



Поверхневий опір визначається по формулі:

$$r_{пов} = \rho_s \frac{a}{b},$$

a – відстань між паралельно поставленими електродами

b – ширина електродів.

Питомий опір діелектрика залежить від стану речовини (твердий, рідкий, газоподібний), складу діелектрика, вологості, температури навколишнього

середовища.

Діелектрична проникність

Величина що характеризує ємкість діелектрика поміщеного між обкладками конденсатора. Ємність конденсатора залежить від величини площини обкладок, відстанню між обкладками або товщини діелектрика, а також матеріалу діелектрика.

Кут діелектричних втрат

В ідеальному діелектрику ємкісний струм випереджає по фазі напругу на 90°. В реальному діелектрику цей кут менше 90°. На зменшення кута має вплив струм

витоку, який називається струмом провідності. Різниця між 90° і кутом зсуву між напругою і струмом що проходить в колі з реальним діелектриком, називається кутом діелектричних втрат позначається δ , а тангенс кута $\text{tg } \delta$.

Діелектричні втрати пропорційні квадрату напруги, частоті змінного струму, ємності конденсатору і тангенсу кута діелектричних втрат.

Отже, чим більше $\text{tg } \delta$ тим більші втрати енергії в діелектрику, тим гірше матеріал діелектрика. Матеріали з великим $\text{tg } \delta$ (0.08-0.1) вважаються поганими діелектриками, матеріали з малим $\text{tg } \delta$ (0.0001) вважаються хорошими діелектриками.

Електрична міцність

Властивість діелектрика витримувати ту чи іншу електричну напругу визначається електричною міцністю діелектрика.

Електричною міцністю, $E_{\text{пр}}$ називається середня напруженість електричного поля, при якій відбувається електричний пробій. Напруга, при якому відбувається електричний пробій, називають «пробивною напругою», $U_{\text{пр}}$.

$$E_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{кв}}}{h_{\text{см}}}$$

h – товщина діелектрика.
Пробій діелектрика
Пробій твердого діелектрика

Розрізняють два види пробою твердого діелектрика:

- тепловий
- електричний

Електричний пробій – це руйнування структури речовини під дією електричного поля. В слабому електричному полі електричні заряди пружно зміщуються, визиваючи поляризацію діелектрика. Якщо напруженість поля досягає величини пробивної відбувається зрив заряджених частинок з початкового положення що й призводить до пробою.

Тепловий пробій – пробій, спричинений втратою матеріалом електроізоляційних властивостей, пов'язаної з надмірним зростанням кризової електропровідності або діелектричних втрат від розігрівання в електричному полі до відповідних температур.

Процес нагрів постійно збільшується поки матеріал не нагріється настільки до коли не відбудеться його руйнування.

Пробій газоподібного діелектрика

Пробій газоподібного діелектрика визваний створенням і рухом йонів в газоподібному середовищі при високому значенні напруженості електричного поля. В деякий момент швидкий рух йонів призводить до їх зіткнень з нейтральними молекулами газу і створенню нових йонів. Це явище супроводжується різким збільшенням числа йонів в наслідок чого опір газу зменшується, наступає пробій газоподібного діелектрика.

Пробій рідкого діелектрика

На пробивну міцність рідких діелектриків впливає волога, гази, механічні та хімічні домішки. Пробій рідких діелектриків виникає в наслідок перегріву рідини і руйнуванню їх молекул.

Завдання: виявити основні параметри різних діелектриків. Діелектрики обрати за бажанням.

Домашнє завдання:

- Виконати конспект по темі.
- Самостійно опрацювати матеріал
- Виконані завдання надіслати викладачу mTanatko@ukr.net