

Дата: 07.11.2023

Викладач: Юдіна Дар'я Олександрівна [mikhailinadarya@gmail.com](mailto:mikhailinadarya@gmail.com)

Група № Е-1

Предмет: Електротехнічні матеріали та обладнання

## Урок № 47

### Тема: Провідникові вироби

Кабельно-провідникова продукція – це сукупність кабельних виробів, які використовуються для передачі та розподілу електричної енергії, сигналів або інформації. Серед них розрізняють **кабелі, проводи та шнури**.

Їх використовують для передання, підведення й розподілу електроенергії, сигналів зв'язку, виготовлення обмоток електричних машин і приладів тощо. Основними елементами всіх типів проводів, шнурів і кабелів є струмопровідні жили (з алюмінію або міді), ізоляція (з гуми, емалей, пластмаси тощо), екрани, оболонки та зовнішні покриття. Від правильного вибору механічних, фізико-хімічних та інших властивостей провідникових виробів значною мірою залежить надійність роботи електрообладнання.

**Провід або електричний дріт** – це загальна назва виробів, що складаються з одного або кількох неізольованих або ізольованих дротів, які часто покриті легкою оболонкою. Проводи недорогі та прості у використанні, слугують для з'єднання джерела електричного струму зі споживачем, монтажу електричних пристроїв і рухомого складу, виконання з'єднань у розподільчих щитах та прокладання внутрішніх електричних мереж у спеціальних каналах (трубах, коробах, порожнинах будівельних конструкцій тощо). Існують також так звані «голі» та самоутримні проводи, що застосовуються для повітряних ліній електропередачі. Ступінь захисту проводу від зовнішніх факторів і механічних пошкоджень набагато нижчий, ніж у кабелю, тому і сфера застосування проводів обмежена.

**Обмоткові проводи** призначені для виготовлення обмоток електричних машин, апаратів і приладів. Для струмопровідних жил використовують мідь і алюміній. Ізоляція, яку застосовують для виготовлення обмоткових проводів, може бути емалевою, волокнистою, емалєвоволокнистою, плівковою тощо.

**Обмоткові проводи з емалевою ізоляцією** найпоширеніші, мають малу товщину ізоляції, еластичність і механічну міцність під час стирання емалєвих покриттів, хороші електроізоляційні характеристики, нагрівостійкість, термопластичність. Емалева ізоляція на дроті — це гнучке лакове покриття, отримане в результаті затвердіння шару лаку, нанесеного на дріт на емалювальних верстатах. Має найменшу товщину порівняно з волокнистою і плівковою ізоляцією. Це дає змогу закласти більшу кількість витків в об'єм котушки й тим самим збільшити потужність електричної машини або апарата.

**Обмоткові проводи з волокнистою ізоляцією** на основі бавовняної пряжі, натурального шовку, а також із капронових, азбестових і скляних волокон виготовляють зазвичай методом двошарового обмотування струмопровідних жил. Найбільшої нагрівостійкості обмоткових проводів досягають, приклеюючи скляну й азбестову пряжу до поверхні проводу за допомогою гліфталевих і кремнійорганічних лаків.

**До обмоткових проводів із волокнистою ізоляцією є такі вимоги:**

- відсутність просвітів між нитками обмотки, накладеної на дріт;
- відсутність розривів ниток при намотуванні дроту на сталевий стрижень діаметром, що дорівнює п'ятикратному діаметру дроту (але не менше 3 мм), з волокнистою ізоляцією у два шари, або при намотуванні дроту з одношаровою ізоляцією на стрижень діаметром, що дорівнює десятикратному діаметру дроту (але не менше 6 мм).

**Плівкова ізоляція обмоткових проводів** — стрічки з триацетатної плівки (триацетатцелюлоза), які накладають до поверхні проводу за допомогою клейких лаків (гліфталевих і кремнійорганічних). Обмоткові проводи з плівковою та пластмасовою ізоляцією виготовляють із мідних проводів, зокрема емальованих, шляхом покриття їх ізоляцією з лавсану (плівки або нитки), поліетилену, ПВХ пластикату, фторопласту тощо. Проводи відрізняються високою електричною міцністю, їх використовують переважно для обмоток заглиблених електродвигунів.

**Обмоткові проводи з пластмасовою ізоляцією** застосовують здебільшого для виготовлення обмоток заглиблених електродвигунів, які працюють у середовищі перекачування рідини за підвищених температур і тиску. Проводи випускають із мідною жилою номінального діаметра 2,24–7,8 мм. Проводи марок ПВДП-1 і ПВДП-2 мають двошарову ізоляцію з поліетилену низької і високої щільності, що дає змогу експлуатувати їх при напрузі відповідно 380 В і 660 В. На робочу напругу до 3 кВ виготовляють провід марки ППВЛ із двошаровою поліетиленовою ізоляцією.

**Випускають такі обмоткові проводи:**

– зі склоподібною ізоляцією, які мають високу надійність, підвищену нагрівостійкість, стійкість до струмових перевантажень.

– з дельта-азбестовою ізоляцією, які використовують для виготовлення обмоток тягових електродвигунів;

– з фторопластовою ізоляцією, які використовують для обмоток електричних машин, що працюють в умовах підвищеної вологості, агресивного середовища й високої температури (+200–250 °С).

**Монтажні проводи** застосовують переважно короткими відрізками для нерухомої (фіксованої) прокладки при з'єднанні елементів усередині радіотехнічних пристроїв. Їх випускають із мідними струмопровідними жилами: одножильні й багатожильні, без ізоляції, луджені діаметром 0,64–1,35 мм і багатожильні луджені, ізольовані.

За типом ізоляції монтажні проводи можна поділити на три групи.

**Монтажні проводи загального застосування** випускають із мідними лудженими жилами з волокнистою, пластмасовою та комбінованою ізоляцією в капроновій оболонці або без неї. Вони призначені для роботи, коли напруга змінюється до 1000 В у діапазоні температур від –60 до +70 °С.

**Нагрівостійкі монтажні проводи** виготовляють із застосуванням ізоляції зі зшитого поліетилену, кремнійорганічної гуми, фторопластів, а також комбінації скловолкна з фторопластовою плівкою, що дає змогу використовувати їх в інтервалі температур від –60 до +250 °С.

**Високовольтні монтажні проводи** з поліетиленовою ізоляцією використовують, коли напруга становить 2; 2,5 і 4 кВ в інтервалі температур від –60 до +85 °С.

**Настановні проводи й шнури** застосовують для нерухомих прокладок у силових та освітлювальних установках як на відкритому повітрі, так і всередині приміщень, а також для живлення електродвигунів, підключення промислових і лабораторних приладів та апаратів.

**Шнур** – це різновид електричного дроту, що відрізняється високою гнучкістю та зносостійкістю при тривалому використанні. Це будь-який відрізок проводу з вилкою на кінці, який кожен з нас використовує для ввімкнення приладів у розетку. Найчастіше шнури використовуються для підключення до електромережі електричних машин, приладів, радіоапаратури, телефонних станцій та інших побутових пристроїв. Шнур – це чи не єдиний вид кабельно-провідникової продукції добре відомий абсолютно кожному споживачу.

Слабка захищеність проводів та шнурів від впливу зовнішніх факторів і механічних пошкоджень, непристосованість до прокладання у землі та під водою зумовила появу більш захищених виробів для створення електричної системи – кабелів.

**Кабель** – це виріб, що складається з однієї або кількох ізольованих жил у захисній оболонці. По суті, це один або кілька дротів, захищених ізоляцією та оболонкою. Подвійний ізоляційний шар забезпечує надійний захист струмопровідних елементів від вологи, ультрафіолету, агресивних речовин, а також можливих пошкоджень під час монтажу. Завдяки захисту, саме кабелі можна прокладати у землі, воді та у повітрі.

Спершу усі кабелі та проводи були лише силовими, їх єдиним завданням була передача електроенергії. Проте згодом, серед них почали розрізняти вироби, що використовуються для побутових потреб та високовольтні.

Сучасний асортимент кабельно-провідникової продукції нараховує сотні марок кабелів, проводів та шнурів різноманітного призначення. Класифікують зазначені вироби за цілою низкою ознак: сферою застосування, конструкцією, ступенем ізольованості, особливостями прокладання тощо.

**Залежно від сфери застосування найчастіше розрізняють:**

- силові кабелі низької, середньої та високої напруги;
- силові гнучкі кабелі;
- контрольні кабелі;
- кабелі зв'язку (симетричні, коаксіальні, телефонні, телефонні розподільчі);
- кабелі радіочастотні;
- кабелі управління;
- кабелі оптичні;
- низьковольтні проводи та шнури;
- кабелі спеціального призначення.

## Урок № 48

### Тема: Напівпровідникові матеріали та їхні властивості

**Напівпровідник** – це речовина, яка займає проміжне місце між провідниками, що мають високу електропровідність (метали, електроліти) та діелектриками які майже не проводять електричний струм (фарфор, гума та інші).

**Напівпровідникові матеріали можуть бути поділені на:**

– **прості** — власне хімічні елементи: кремній (Si), германій (Ge), селен (Se), телур (Te), сірка (S), фосфор (P), арсен (As), бор (B), йод (I), стибій (Sb), вуглець (C) тощо. Самостійно широко застосовують германій, кремній і селен. Решта елементів найчастіше використовують як легувальні домішки або як компоненти складних напівпровідникових матеріалів;

– **складні**, до яких належать хімічні сполуки з напівпровідниковими властивостями, що поєднують у собі два, три й більше хімічних елементів. Найчастіше застосовують складні напівпровідникові матеріали, що складаються з двох елементів. Їх називають бінарними, наприклад: силіцій карбід (SiC), галій арсенід (GaAs), кадмій сульфід (CdS), цинк селенід (ZnSe) і т. ін.

Електричні властивості напівпровідників сильно відрізняються від провідників та ізоляторів.

Електропровідність сильно залежить від температури, освітленості, наявності та інтенсивності електричного поля, кількості домішок.

**Види провідності**

У напівпровідників розрізняють два види провідності: **електронну та діркову.**

Електронна провідність здійснюється вільними електронами, а діркова – переміщенням зв'язків, що залишилися без електрона.

### **Електронна провідність**

Провідність, що зумовлена рухом електронів, називається електронною і позначається буквою  $n$  ( $n$ -провідність).

Вільні електрони рухаються всередині кристалічної решітки напівпровідника, подібно вільним електронам в металі. Провідність напівпровідника, обумовлену рухом електронів, називають електронною.

### **Діркова провідність**

Провідність, що зумовлена рухом дірок, називається дірковою і позначається буквою  $p$  ( $p$ -провідність).

В наслідок руйнування ковалентних зв'язків, на місці кожного розірваного зв'язку відразу утворюється вакантне місце з нестачею електрона, його називають діркою. Оскільки дірка в кристалі переміщується як і вільний носій електричного заряду то їй приписують позитивний заряд. Якщо діє зовнішнє електричне поле, в напівпровіднику виникає впорядковане переміщення дірок і до електричного струму вільних електронів додається струм пов'язаний з переміщенням дірок.

### **Власна провідність напівпровідників**

Чистий напівпровідник має однакові степені електронної і діркової провідності (в розумінні рівної кількості носіїв одного та іншого типів).

Провідність чистих напівпровідників, що не мають ніяких домішок, називають – **власною провідністю напівпровідників**. Власна провідність напівпровідників невелика, оскільки малою є кількість вільних електронів.

В чистому кристалі германія і в кристалах інших напівпровідникових елементів при низьких температурах вільних електронів немає і такі кристали в таких умовах є хорошими діелектриками.

Провідність хімічно чистого напівпровідника стає можлива в випадках коли ковалентні зв'язки в кристалах розриваються. Наприклад, нагрівання до відносно невисоких температур призводить до розриву ковалентних зв'язків і появи вільних електронів і виникнення **власної електронної провідності** чистого напівпровідника (провідність  $n$ -типу.).

Енергія яка має бути затрачена для створення в кристалах чистих напівпровідників електропровідності називається енергією активації власної провідності.

З підвищенням температури збільшується число розривів ковалентних зв'язків і збільшується кількість вільних електронів в чистих напівпровідниках.

Це означає що питома електропровідність чистих напівпровідників з підвищенням температури збільшується, а питомий опір зменшується. Цим напівпровідники відносні відрізняються від металів, у яких питомий опір збільшується при нагріванні.

Окрім нагрівання, розрив ковалентних зв'язків і виникнення власної провідності може бути викликано освітлення (фотопровідність) або дією сильних електричних полів.

Коли кристалічний чистий напівпровідник отримує енергію яка необхідна для розриву ковалентних зв'язків і електрон уходить з свого місця, електрична нейтральність кристала в цьому місці порушується. В місці звідки пішов електрон виникає надлишковий позитивний заряд – з'являється позитивна дірка, яка поводить як заряд, що рівний по абсолютному значенню заряду електрона, но позитивний по знаку. На звільнене від електрона місце – дірку – може переміститись сусідній електрон, а це рівносильно тому, що перемістилась позитивна дірка: вона з'являється в новому місці, звідки пішов електрон. В зовнішньому електричному полі електрони переміщуються в сторону що протилежна напрямленню напруженості електричного поля. Позитивні дірки переміщуються в напрямку напруженості електричного поля, тобто в сторону куди рухався б позитивний

заряд під дією електричного поля. Процес переміщення електронів і дірок в зовнішньому електричному полі відбувається по всьому кристалу напівпровідника. Електропровідність чистого напівпровідника зумовлена упорядкованим переміщенням дірок, називається **власною дірковою провідністю** (провідність *p*-типу).

### **Застосування напівпровідників**

У сучасній техніці напівпровідники знайшли найширше застосування, вони зробили дуже сильний вплив на технічний прогрес. Завдяки їм вдається значно зменшити вагу і габарити електронних пристроїв. Розвиток усіх напрямків електроніки призводить до створення і вдосконалення великої кількості різноманітної апаратури на напівпровідникових приладах.

Однак деякі напівпровідникові матеріали мають малу температурну межу (наприклад, германій), але не дуже складна температурна компенсація або заміна основного матеріалу приладу іншим (наприклад, кремнієм, карбідом кремнію) в значній, ступеня усуває і цей недолік.

Напівпровідники використовуються при виготовленні напівпровідникових діодів. Подвійні переходи (*p-n-p* або *n-p-n*) – транзисторів і тиристорів. Ці прилади в основному застосовуються для випрямлення, генерації і посилення електричних сигналів. На основі фотоелектричних властивостей напівпровідників створюють фотоспротивлення, фотодіоди і фототранзистори. Напівпровідник служить активною частиною генераторів (підсилювачів) коливань напівпровідникових лазерів. При пропущенні електричного струму через *p-n* перехід в прямому напрямку, носії заряду – електрони і дірки – рекомбінують з випромінюванням фотонів, що використовується при створенні світлодіодів, з яких роблять освітлювальні прилади наприклад світлодіодні світильники та прожектори.

Напівпровідникові прилади набули широкого поширення в світовій практиці, революційно перетворюючи електроніку, вони служать основою при розробці та виробництві: вимірювальної техніки, комп'ютерів, апаратури для всіх видів зв'язку і транспорту, для автоматизації процесів в промисловості, пристроїв для наукових досліджень, ракетної техніки, медичної апаратури інших електронних пристроїв і приладів. Застосування напівпровідникових приладів дозволяє створювати нову апаратуру і вдосконалювати стару, призводить до значить, зменшення її габаритів, ваги, споживаних потужностей, а отже, зменшення виділення тепла в схемі, до збільшення міцності, до негайної готовності до дії, дозволяє збільшити термін служби і надійність електронних пристроїв.