

## ЛЕКЦІЯ 4 КАБЕЛІ СКС

### 4.1 Загальна характеристика кабелів СКС

Сучасна структурована кабельна система може містити кілька десятків і навіть сотень кілометрів кабелю. Переважна більшість цих кабелів прокладаються у середині будинку у складі горизонтальної підсистеми та підсистеми внутрішніх магістралей. Одним із способів підвищення техніко-економічної ефективності кабельних систем офісних будинків є мінімізація типів кабелів, що застосовуються для їх створення.

Для створення СКС стандарти дозволяють використовувати наступні типи кабелів:

- симетричні мідні кабелі на основі виті пари із хвильовим опором 100 Ом в екранованому та неекранованому виконанні;
- одномодові й багатомодові оптичні кабелі.

Мідні кабелі використовуються здебільшого для створення горизонтальної підсистеми. По них передаються як телефонні сигнали та дані низькошвидкісних застосувань, так і дані високошвидкісних застосувань. Застосування оптичних рішень у горизонтальній підсистемі також можливе, але поки що не так широко розповсюджено (це пов'язане з більш високою вартістю монтажу оптичних елементів і кабелів, а також з більш високою вартістю активного мережного обладнання). Підсистема внутрішніх магістралей створюється на базі як мідних, так і оптичних кабелів (електричні кабелі застосовуються для передавання, головним чином, телефонних сигналів, а оптичні кабелі забезпечують передавання даних високошвидкісних застосувань). Для створення зовнішньої магістралі застосовують, переважно, оптичні кабелі.

Коаксіальні кабелі не дозволені до використання стандартами. Це пояснюється низькою надійністю мереж, створених на їх основі, невисокою технологічністю та більш високою вартістю порівняно з кабелями на основі витих пар. Для забезпечення можливості роботи мережних пристроїв з

коаксіальним мережним рознімом (інтерфейсом) використовують спеціалізовані адаптери різних видів.

#### 4.2 Мідні кабелі СКС

Для створення горизонтальної підсистеми стандартами допускається застосування екранованого й неекранованого кабелю типу вита пара. Екранований симетричний кабель має кращі електричні, а в деяких випадках і більш стійкі характеристики порівняно з неекранованим. Проте екранований кабель є дуже критичним до якості виконання монтажу й заземлення, має більшу вартість і гірші габаритно-вагові показники. Тому поки основним кабелем для передачі електричних сигналів у СКС, принаймні, в Україні, є кабелі на основі неекранованих витих пар. Як було відзначено вище, стандарти дозволяють створювати СКС на базі мідних кабелів із хвильовим опором 100 Ом. При цьому два останні різновиди кабелів часто мають помітно кращі характеристики. Проте через цілу низку причин технічного й економічного плану вони не отримали значного розповсюдження в Україні.

Окрім розподілу на дві групи – неекрановані й екрановані, екрановані мідні кабелі ще поділяються на підгрупи (залежно від типу екрана) – з загальним або індивідуальним екраном. У першій редакції міжнародного стандарту визначалося 4 класи (групи) мідних кабелів на основі витиї пари, опис і коротка характеристика цих класів наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Первісна класифікація мідних кабелів

№ з/п.	Маркування кабелю	Опис
1	UTP	Неекранована вита пара.
2	FTP	Екранована вита пара, загальний екран з алюмінієвої фольги
3	S-FTP	Екранована вита пара, подвійний загальний екран з металевого обплетення (зовнішній) та з алюмінієвої фольги (внутрішній)
4	S-STP	Екранована вита пара, загальний екран з металевого обплетення й індивідуальний екран з алюмінієвої фольги для кожної пари провідників

Маркування мідних кабелів, наведене в табл. 4.1, не дозволяє чітко визначити, який тип екрана реалізований у кабелі, у зв'язку з цим, у другій редакції стандарту вона була змінена, і сьогодні використовується у тому вигляді, який наведено на рис. 4.1.

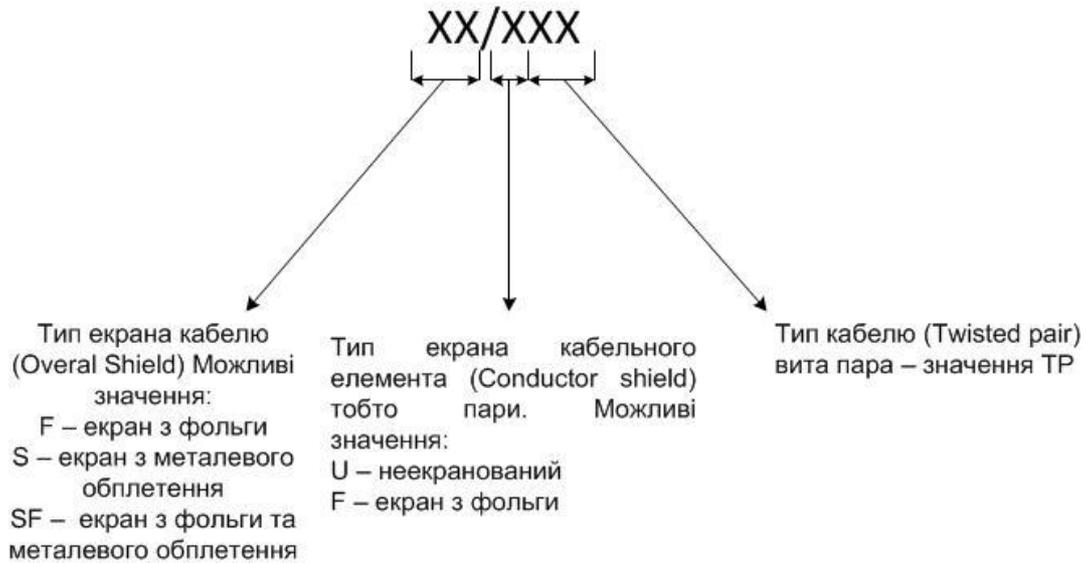


Рисунок 4.1 – Нова схема маркування мідних кабелів.

У табл. 4.2 наведено відповідності старого маркування мідних кабелів новому.

Таблиця 4.2 – Відповідність маркування кабелів

Старе маркування	Нове маркування	Опис
UTP	U/UTP	Неекранована вита пара.
FTP	F/UTP	Екранована вита пара, загальний екран з алюмінієвої фольги
S-FTP	SF/UTP	Екранована вита пара, подвійний загальний екран з металевого обплетення (зовнішній) та алюмінієвої фольги (внутрішній)
S-STP	S-FTP	Екранована вита пара, загальний екран з металевого обплетення й індивідуальний екран з алюмінієвої фольги для кожної пари провідників

Ще одним параметром, який характеризує мідні кабелі, є діаметр провідників кабелю, що вимірюється в AWG. AWG – це американський калібр проволу, AWG (англ. American Wire Gauge), при цьому, чим більше цифра калібру, тим тонше провід. Формула переведення номера калібру в діаметр у дюймах (inch) і міліметрах:

$$d_n = 0.005 \text{ inch} \times 92^{\frac{36-n}{39}} = 0.127 \text{ mm} \times 92^{\frac{36-n}{39}}$$

У СКС у відповідності зі стандартом ISO/IEC 11801:2002(E) дозволяється використовувати провідники з діаметрами від 0,4 до 0,65 мм, які приблизно відповідають діапазону калібрів AWG від 26 до 23. У табл. 4.3 показане співвідношення AWG у дюймах і міліметрах

Таблиця 4.3 – Співвідношення AWG у дюймах і міліметрах

AWG	Діаметр, дюйми	Діаметр, мм	Площа, мм <sup>2</sup>	Коментарі
22	0,0253	0,644	0,326	Кабелі категорії 7 і 7А
23	0,0226	0,573	0,258	Кабелі категорії 7 і 6, 6А
24	0,0201	0,511	0,205	Кабелі категорії, 6 і 5
25	0,0179	0,455	0,162	Кабелі категорії 5
26	0,0159	0,405	0,129	Кабелі категорії 5 і 3
27	0,0142	0,361	0,102	Не використовується в СКС

Також мідні кабелі (та і оптичні кабелі) можна охарактеризувати і за типом зовнішньої захисної оболонки. Зовнішня оболонка служить для захисту елементів внутрішньої конструкції кабелю від впливу зовнішнього навколишнього середовища. Сьогодні для виготовлення зовнішніх оболонок кабелів застосовуються різноманітні полімерні матеріали, які характеризуються різними параметрами й мають відмінні один від одного характеристики. Абсолютно справедливо, що при загорянні, кабельні траси усередині будинку є одним із небезпечних елементів. Вплив полум'я на ці кабельні траси при пожежі може привести до низки негативних чинників, у тому числі і до:

- подальшого поширення полум'я уздовж кабельної траси;
- ясного виділення диму, що ускладнює евакуацію персоналу та боротьбу з вогнем;

- виділення токсичних газів що містять галогени.

Тому захисні оболонки кабелю (матеріали, з яких вони виконані) мають дві важливі характеристики, такі як:

1. стійкість до загоряння (опір горінню);

2. кількість диму та шкідливих хімічних речовин, що виділяються під час горіння.

Сьогодні для забезпечення необхідних характеристик, для виготовлення захисних оболонок кабелю частіш за все використовуються полімерні матеріали, наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Перелік полімерних матеріалів, що використовуються для створення зовнішніх оболонок кабелів

Матеріал	Область застосування	Опис
Полівінілхлорид (PVC)	Зовнішні оболонки, ізоляція провідників	Негорючий, містить галогени
Фторовані полімери (FEP, ETFE)	Зовнішні оболонки	
Поліетилен (PE)	Ізоляція провідників	Не містить галогенів, горючий
Поліпропілен (PP)	Ізоляція провідників, заповнювачі	
Полістирол (PES)	Ізоляція провідників	
Поліуретан (PUR)	Зовнішні оболонки	
LS0H	Зовнішні оболонки	Оболонка, створена з комбінування декількох полімерних матеріалів. LS(Low smoke) – малодимна, 0H (zero halogens) не виділяє галогенів при горінні

Продовження таблиці 4.4

Матеріал	Область застосування	Опис
LSFR0H	Зовнішні оболонки	Оболонка, створена з комбінування декількох полімерних матеріалів. LS (Low smoke) – малодимна, FR (Fire résistance) – важкогорюча, 0H (zero halogens) не виділяє галогенів при горінні

Поліетилен, що у масових масштабах застосовується у кабелях різного призначення, є типовим горючим матеріалом. Складність розв'язання задачі вибору потрібного матеріалу для зовнішньої оболонки кабелю обумовлена тією обставиною, що відомі негорючі матеріали, характеристики яких дозволяють застосовувати їх у кабельних системах, обов'язково містять у своєму складі галогени (хлор або фтор). Ці хімічні речовини під впливом високої температури утворюють агресивні леткі кислоти із задушливою дією на людей. І, навпаки, матеріали без галогенів відрізняються зниженою стійкістю до впливу високої температури. Пояснюється даний факт високою хімічною активністю галогенів, які за рахунок цього дуже міцно пов'язані з іншими атомами матеріалу оболонки й відіграють роль своєрідного цементу, тобто перешкоджають розкладанню полімеру на окремі складові під час пожежі.

Проміжне положення між матеріалами, що містять галогени та матеріалами без галогенів, займають так звані компаунди (наприклад LS0H). Сьогодні для мідних кабелів найбільше часто застосовують наступні типи оболонки:

1. PVC – оболонка з полівінілхлориду.
2. LS0H – малодимна не виділяє галогенів при горінні.
3. LSFR0H – малодимна, важкогорюча, що не виділяє галогенів при горінні.



### 4.3 Оптичні кабелі

Волоконно-оптичні кабелі (ВОК) застосовуються для організації внутрішніх і зовнішніх магістралей, а також можуть бути застосовані (за необхідності) для побудови горизонтальної підсистеми СКС. Оптичні кабелі класифікуються за:

1. Типом оптичного волокна, що використовується – одномодові та багатомодові;
2. Умовами прокладання – за межами будинку, всередині будинку, універсальні.

Багатомодові волоконно-оптичні кабелі використовуються, переважно, як основний кабель підсистеми внутрішніх магістралей (вертикальної підсистеми). Одномодові волоконно-оптичні кабелі рекомендується застосовувати для побудови довгих зовнішніх магістралей.

У порівнянні з мідними кабелями волоконно-оптичні кабелі мають більш складну систему маркування. На рис. 4.2 наведена послідовність маркування оптичних кабелів відповідно до стандарту DIN/VDE 0880.

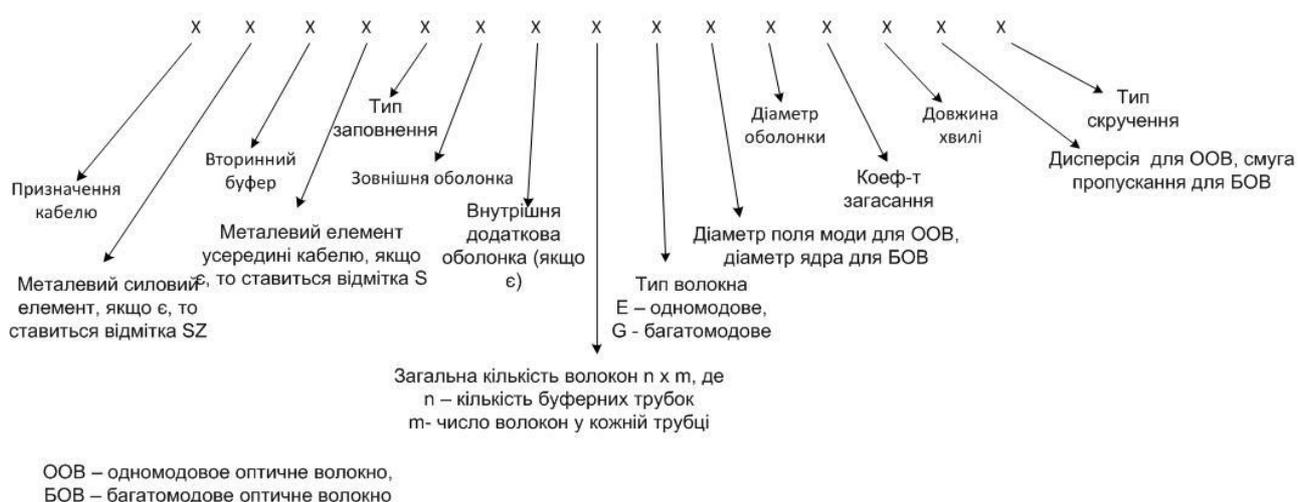


Рисунок 4.2 – Маркування оптичних кабелів

Відповідно до рис. 4.2 розглянемо, яких значень можуть набувати елементи маркування оптичного кабелю. Елемент призначення кабелю може набувати наступних значень:

- А – кабель для прокладання поза межами будинку;
- І – кабель для прокладання всередині будинку;
- А/І – універсальний кабель.

Металевий силовий елемент – якщо є присутнім, то на маркуванні ставиться позначення SZ.

Вторинний буфер – поєднує декілька волокон в одній трубці, може приймати наступні значення:

- V – волокно в буфері діаметром 900 мкм;
- W – вільна трубка заповнена гелем з одним волокном;
- D – вільна трубка заповнена гелем з декількома волокнами;
- K – щільний буфер (між волокном і стінками буфера відсутній вільний простір).

Тип заповнення приймає наступні значення:

- F – осердя кабелю й порожнини заповнені гелем;
- Q – трубка з водовідштовхувального матеріалу;
- OF – заповнення спеціальним гелем.

Зовнішня оболонка може набувати наступних значень:

- (L) – алюмінієва стрічка;
- (SR) – гофрована металева стрічка;
- (ZN) – неметалевий силовий елемент (нитки);
- B – броня;
- Y – полівінілхлоридна оболонка (PVC);
- 11Y – оболонка з поліуретану (PUR);
- 4Y – оболонка з поліаміду (PA);
- 2Y – оболонка з поліетилену (PE);
- H – LSZH-оболонка, малодимна, що не виділяє галогенів при горінні.

Внутрішня додаткова оболонка може набувати наступних значень:

- (L) – алюмінієва стрічка;
- (SR) – гофрована металева стрічка;
- (ZN) – неметалевий силовий елемент (нитки);
- В – броня;
- Y – полівінілхлоридна оболонка (PVC);
- 11Y – оболонка з поліуретану (PUR);
- 4Y – оболонка з поліаміду (PA);
- 2Y – оболонка з поліетилену (PE);
- Н – LSZH-оболонка, мало димна, що не виділяє галогенів при горінні.
- W – суцільнозварна гофрована металева оболонка.

Довжина хвилі може набувати наступних значень:

- В – відповідає довжині хвилі 850 нм;
- F – відповідає довжині хвилі 1300 нм для БОВ і 1310 нм для ООВ;
- Н – відповідає довжині хвилі 1550 нм.

Приклади маркування оптичних кабелів:

–  $I-V(ZN)H$  – кабель для внутрішнього прокладання з буфером 900 мкм (суцільна захисна оболонка), неметалевий силовий елемент, оболонка мало димна, не виділяє при горінні галогенів.

–  $A/I-DQ(ZN)(SR)H$  – універсальний кабель, волокна розміщуються у центральній трубці, заповненій водовідштовхувальним складом, неметалевий силовий елемент, металева гофрована броня, оболонка мало димна, не виділяє при горінні галогенів.

–  $A-DF(ZN)2Y(SR)2Y$  – кабель для зовнішнього прокладання, дві поліетиленові оболонки – внутрішня й зовнішня (2Y), між якими розташована металева броня у вигляді металевої гофрованої стрічки, волокна розташовуються в трубках, самі трубки й порожнина між ними заповнені спеціальним гелем, неметалевий силовий елемент (кевларові нитки).

### *Кабелі зовнішнього прокладання*

Кабелі зовнішнього прокладання мають різноманітні конструкції, пристосовані як до способів їх прокладання (повітряне підвішування, прокладання в ґрунті й воді й т. ін.), так і до різних зовнішніх кліматичних умов (температурний діапазон, вологість і т. ін.). Специфіка ВОК полягає в тому, що оптичне волокно необхідно захищати від проникнення вологи й від зовнішніх механічних навантажень.

Захист оптичного волокна від вологи реалізується буферними оболонками оптичного волокна та заповненням кабелю зовнішнього прокладання спеціальним водовідштовхувальним гелем, що перешкоджає проникненню води в кабель та утворенню конденсату.

Механічний захист оптичного волокна в кабелі досягається також за допомогою буферних оболонок оптичного волокна, а також за допомогою механічного розв'язування оптичного волокна від усіх інших елементів кабелю. Оптичне волокно в кабелі розташоване вільно і при виникненні зовнішніх механічних навантажень їх сприймають силові елементи кабелю та його захисні оболонки, а не оптичне волокно.

Найпоширенішими конструкціями ВОК зовнішнього прокладання є модульна (багатобуферна) і однобуферна (mono tube). У модульній конструкції оптичні волокна розташовуються в поліетиленових трубках-буферах, розташованих навколо центрального силового стрижня. В однобуферній конструкції всі волокна розташовані в єдиному буфері – пластмасовій або металевій трубці. Буфери, як правило, захищені армуючими нитками з кевлара й поміщені в броньовані металеві оболонки, а потім у зовнішню поліетиленову оболонку.

Якщо центральний силовий стрижень, буфер, а також броньовані покриття кабелю виконані з неметалічних матеріалів, то кабель стає повністю діелектричним. Такі ВОК використовуються в умовах підвищених електромагнітних перешкод, за великої різниці потенціалів будинків, у грозонебезпечних місцях і т.п. Одним із видів ВОК зовнішнього прокладання є

оптичні кабелі, поєднані з грозовим тросом ліній електропередач: всередині грозового тросу розташовується металева трубка з волокнами.

Вибір ВОК зовнішнього прокладання для СКС визначається конкретними умовами її реалізації. При прокладанні ВОК необхідно враховувати його специфічні особливості у порівнянні з мідними кабелями.

Перша особливість пов'язана з наявністю гелю під зовнішньою оболонкою кабелю. При введеннях ВОК у будинок із ґрунту або з повітряної естакади завжди є перепад висот протягом кабельної траси. Наявність цього перепаду призведе до того, що вертикальна ділянка кабелю залишається без гелю при введенні з ґрунту, або гель «сочиться» зі звисаючого з естакади кінця кабелю. І в тому, і в іншому випадку повинні бути вжиті заходи з ретельної герметизації торця кабелю.

Друга особливість пов'язана із чутливістю скла до перепадів температури. В умовах, коли температура зовнішнього повітря може досягати негативних значень  $-20$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ , а температура всередині будинку близька до  $20^{\circ}\text{C}$  при введенні в будинок виникає небезпечний перепад температур. Наявність такого великого перепаду температур може призвести до суттєвого збільшення загасання в лінії зв'язку, а іноді й до обриву волокна. У таких випадках при введеннях у будинок ВОК поміщають у трубу великого діаметра довжиною кілька метрів, заповнену утеплювачем. Такий спосіб введення знижує температурний перепад в оптичному волокні до безпечних значень.

ВОК зовнішнього прокладання не можуть бути застосовані всередині будинків з протипожежних міркувань. Поліетиленові оболонки та гель є надто горючими матеріалами, тому відразу після введення ВОК у будинок монтується перехідна муфта, в якій здійснюється перехід з кабелю зовнішнього прокладання на кабель для внутрішнього прокладання .

#### *Кабелі внутрішнього прокладання*

До волоконно-оптичних кабелів, призначених для прокладання всередині будинків, пред'являються інші, порівняно з ВОК зовнішнього прокладання ,

вимоги. Ці кабелі повинні бути легкими та гнучкими, щоб можна було здійснювати їх монтаж та прокладання в обмежених просторах стояків, фальшстель і т. ін. Вони повинні бути пожегобезпечними. У той самий час умови їх експлуатації значно менш жорсткі, ніж у ВОК зовнішнього прокладання: вони працюють в обмеженому діапазоні практично постійних температур і за відсутності опадів, вітрових та інших навантажень. У зв'язку із цим у них не використовуються потужні силові елементи, а необхідний механічний захист оптичного волокна забезпечується додаванням додаткового буферного покриття оптичного волокна із зовнішнім діаметром 900 мкм.

З цих самих причин не використовується наповнення кабелю водовідштовхувальним гелем, а зовнішні оболонки виготовляють із малодимних матеріалів, що не виділяють галогенів під час горіння.

Конструкції ВОК для прокладання всередині будинку також відрізняються розмаїтістю та можуть бути зведені до наступних основних видів.

*Симплексний кабель (simplex cable).* Симплексний кабель являє собою одне оптичне волокно в буферній оболонці із зовнішнім діаметром 900 мкм, обплетене кевларом і поміщене в зовнішню оболонку. Кабель такої конструкції використовується, здебільшого, для комутаційних шнурів.

*Дуплексний кабель (duplex cable).* Дуплексний кабель являє собою два симплексних кабелі, оболонки яких з'єднані по всій довжині кабелю. Іноді дуплексний кабель – це два симплексних, поміщених у ще одну загальну оболонку. Дуплексний кабель також використовується для шнурів, а також для монтажу горизонтальної підсистеми СКС, в якій до робочого місця повинні підходити мінімум два волокна. Напис на зовнішній оболонці дуплексного кабелю робиться завжди на одному волокні й може використовуватися для ідентифікації волокна на протилежних кінцях кабелю.

*Розподільний кабель (distribution cable).* Конструкція розподільного кабелю аналогічна симплексному, тільки під однією оболонкою розташовується від 4 до 32 (іноді й більше) оптичних волокон у буферній

оболонці діаметром 900 мкм, обплетених кевларом. Як правило, кабель такої конструкції використовується у внутрішній магістральній (вертикальній) підсистемі будинку для з'єднання кросових поверхів із кросовою будинку

*«Розділений» кабель (breakout cable).* Кабель такої конструкції являє собою кілька симплексних кабелів, зібраних під однією загальною оболонкою з центральним силовим стрижнем. Зручність такої конструкції полягає в тім, що в шафі, після зняття зовнішньої оболонки, можливо організувати із симплексних кабелів джгути різної довжини й завести оптичні волокна в потрібні місця без усяких додаткових з'єднань. Оптичні волокна в кабелі такої конструкції захищені надійніше, ніж у розподільному, але зовнішній діаметр, маса й, відповідно, ціна такого кабелю суттєво більші порівняно з розподільним кабелем.

У кабелях для внутрішнього прокладання дуже часто поєднуються різні елементи розглянутих вище основних конструкцій. Наприклад, у розподільному кабелі може бути присутнім сталевий трос, що дозволяє підвішувати кабель при подоланні довгих прольотів, наприклад, у цехах заводу. Бувають так звані композитні кабелі, в яких під однією оболонкою поєднані волоконно-оптичні кабелі й симетричні електричні 4-парні кабелі. Армуючі нитки з кевлара, завжди присутні в кабелях внутрішнього прокладання, вони є основним силовим елементом кабелю, що сприймає поздовжні навантаження при його прокладанні.

Використання тієї або іншої конструкції ВОК внутрішнього прокладання визначається безліччю чинників, у тому числі й особистими перевагами замовника або проектувальника СКС.

#### **4.4 Пожежна безпека кабелів**

Пожежна безпека СКС – це перше й найважливіше питання, що вирішується при її створенні. Пояснюється це двома обставинами:

– кількість телекомунікаційних кабелів у будинку дуже велика, тобто створюючи СКС, ми наповнюємо будинок значною кількістю горючих речовин;

– конструкції сучасних будинків такі, що вони пронизані порожніми трубами, ліфтовими шахтами, повітропроводами й т. ін. При виникненні навіть невеликого локального загоряння весь будинок цілком і миттєво може наповнюватися димом, що може привести до негативних наслідків, таких як отруєння продуктами горіння або неможливість своєчасно покинути будинок.

Показники пожежної безпеки телекомунікаційних кабелів залежать від їх конструкції й матеріалів, що використовуються для ізоляції провідників, для заповнення осердя кабелю та для виготовлення оболонок. Кількісною мірою горючості є так званий кисневий коефіцієнт або ОІ-коефіцієнт (від англ. Oxygen-Index), іноді його називають кисневим індексом. Під цією величиною розуміється мінімальний відсотковий вміст кисню в азотно-кисневій суміші, за якого починається самостійне горіння матеріалу після його загоряння без підведення зовнішньої теплоти. Матеріали з ОІ-коефіцієнтом понад 32 вважаються негорючими, при значенні ОІ-коефіцієнта менше 20 матеріал вважається надто горючим.

Визначення показників пожежної безпеки кабелів в усіх країнах відбувається дослідним шляхом. Зразки кабелів, підготовлені суворо певним чином, спалюються у спеціальних установках. При цьому здійснюють досить складні й трудомісткі виміри заздалегідь обговорених параметрів. За результатами випробувань кабелю приписуються відповідні показники пожежної безпеки. Однаковості такого роду показників і тестів у світі немає: в Європі, у США та в Україні існують власні стандарти й своя система показників. Опір горінню та поширенню полум'я регламентується низкою стандартів:

– у США й Канаді відповідність вимоги до пожежної безпеки визначені у вигляді NEC (National Electrical Code), які розроблені національною асоціацією

з пожежної безпеки NFPA (National Fire Protection Association) і переглядаються кожні три роки;

- у Європі вимоги щодо пожежної безпеки визначені в документі IEC 60332;

- в Україні вимоги до пожежної безпеки визначені в ДСТУ 4809:2007 – Ізольовані кабелі та проводи. Вимоги пожежної безпеки та методи випробувань.

Максимально жорсткі вимоги щодо пожежної безпеки висуваються американськими стандартами.

У США прийнято класифікувати телекомунікаційні кабелі за їх призначенням. При цьому кабелі підрозділяються на п'ять груп і на їх оболонці обов'язково присутні відповідні літери:

- кабелі для систем керування (control limited cables). Позначаються англійськими літерами CL;

- кабелі для протипожежних систем (fire protection limited). Позначаються літерами FPL;

- волоконно-оптичні кабелі (optical–fiber). Позначаються подвійно: якщо в кабелі немає жодного металевого елемента, то літерами “OFN” (nonconductive, що не проводить), а якщо є – літерами “OFC” (conductive, що проводить);

- кабелі для систем зв'язку (communication cables). Позначаються літерами CM;

- кабелі для систем телебачення із загальною колективною антеною (Community antenna television cables). Позначаються літерами CATV.

Кабелі групи CM використовуються при побудові електричної (мідної) частини СКС.

Для визначення класу пожежної безпеки кабелю його піддають трьом тестуванням. Сертифікація кабелів та присвоєння того чи іншого рівня пожежної безпеки відбувається за результатами проведення його тестових

випробувань. Стандарти NEC передбачають проведення UL (Underwriters Laboratories) тестів, а саме UL 910, UL 1666, UL 1581.

За рівнем пожежної безпеки виділяють чотири групи кабелів. Кабелі 1-го рівня є найбільш безпечними, а кабелі 4-го рівня є найбільш небезпечними.

### *Рівень 1. Plenum-кабелі (Plenum Cable).*

До групи Plenum-кабелів відносяться кабелі, які пройшли тест UL 910 на опір горінню, поширенню вогню та на рівень виділення диму. Ці кабелі можна без будь-яких обмежень відкрито прокладати в так званих plenum-порожнинах.

*Під plenum-порожниною* розуміється такий простір між підвісною стелею й поверховим перекриттям над ним, у який можливий притік повітря в обсягах, необхідних для підтримки процесу горіння.

Plenum-порожниною в деяких випадках вважається також простір під фальшпідлогою. Підставою для віднесення його до цієї категорії є наявність у залі інших plenum-порожнин, зовнішніх трубопроводів й інших аналогічних конструкцій, по яких можливий притік повітря під фальшпідлогу.

Маркування кабелів, що пройшли сертифікацію на Plenum-рівень, здійснюється шляхом додавання до типу кабелю індексу P, наприклад CMP – телекомунікаційний plenum-кабель. Горизонтальні кабелі СКС, на практиці, переважною більшістю випадків прокладаються саме в plenum-порожнинах.

### *Рівень 2. Кабель для стояків (Riser Cable).*

Кабель для стояків, або riser-кабель, можна прокладати без додаткового захисту у вертикальних стояках будинків. Він може бути прокладений і в горизонтальній підсистемі за фальшстелею (у plenum-порожнині), але тільки в суцільній металевій трубі, що має внутрішній діаметр, трохи більший за зовнішній діаметра кабелю. Суцільна металева труба перешкоджає доступу повітря до оболонки й поширенню полум'я уздовж кабелю у разі загоряння.



Наявність сертифіката на цю область застосування відзначається додаванням до відповідного позначення кабелю індексу R, наприклад CMR – комунікаційний кабель для стояків.

*Рівень 3. Кабель загального застосування (General Purpose Cable).*

Ці кабелі можна прокладати без будь-яких обмежень у будь-яких місцях будинку, крім plenum–порожнин і вертикальних стояків. Дані кабелі пройшли найменш жорсткий тест з пожежної безпеки. Звичайно такі кабелі не мають спеціального маркування, у деяких випадках на кабелі може бути нанесена позначка GP (General Purpose).

*Рівень 4. Кабель обмеженого застосування (Limited Use Cable).*

Цей кабель не проходив тестів на пожежну безпеку і має певні обмеження на відкриту прокладку, наприклад, допускається його використання тільки в житлових будинках (у промислових будинках його не дозволено використовувати), дозволяється його прокладання тільки в трубах з негорючого матеріалу й т. ін. Кабелі, сертифіковані на цю область застосування, маркуються додаванням до відповідного позначення індексу X, наприклад CMX – комунікаційний кабель обмеженого застосування.

Волоконно-оптичні кабелі й кабелі для систем протипожежної сигналізації не мають варіантів конструктивного виконання для обмеженого застосування.

В Україні вимоги до пожежної безпеки визначені в ДСТУ 4809:2007. Відповідно до даного стандарту кабелі повинні пройти низку тестів, після проходження, яких кабелі отримують додаткове маркування, що показано на рис. 4.3.



ПБ Х Х Х Х Х Х Х Х Х

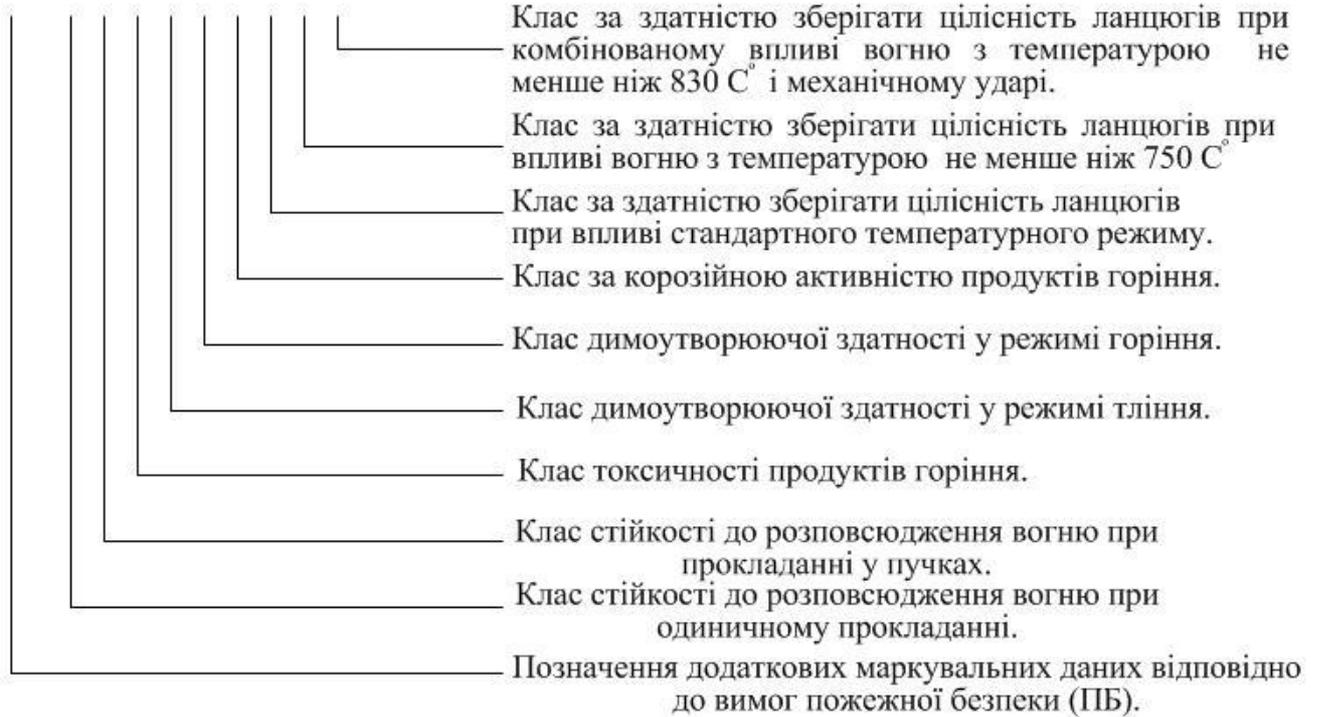


Рисунок 4.3 – Маркування кабелів з пожежної безпеки відповідно до українських стандартів

За класом стійкості до поширення вогню при одиничному прокладанні кабелі поділяються на два класи (перший індекс маркування):

- нестійкий – маркується індексом 0;
- стійки – маркується індексом 1.

За класом стійкості до поширення вогню при прокладанні в пучках кабелі поділяються на два класи (другий індекс маркування):

- нестійкий – маркується індексом 0 (припустиме значення довжини обвуглювання кабелю при тестуванні понад 1,5 метрів);
- стійки (припустиме значення довжини обвуглювання кабелю при тестуванні не більше 1,5 метрів) – поділяються на 5 підкласів. Підклас AF/R – індекс 1, підклас A – індекс 2, підклас B – індекс 3, підклас C – індекс 4, підклас D – індекс 5.

За класом токсичності продуктів горіння кабелі поділяються на чотири класи (третій індекс маркування):



- Тк0 – індекс 0;
- Тк1 – індекс 1;
- Тк2 – індекс 2;
- Тк3 – індекс 3.

За класом димоутворення в режимі тління кабелі поділяються на три класи (четвертий індекс маркування):

- Дтк0 – індекс 0;
- Дтк1 – індекс 1;
- Дтк2 – індекс 2.

За класом димоутворення в режимі горіння кабелі поділяються на три класи (п'ятий індекс маркування):

- Дпк0 – індекс 0;
- Дпк1 – індекс 1;
- Дпк2 – індекс 2.

За класом корозійної активності продуктів горіння кабелі поділяються на три класи (шостий індекс маркування):

- Кк0 – індекс 0;
- Кк1 – індекс 1;
- Кк2 – індекс 2.

За класом здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах стандартного температурного режиму кабелі поділяються на шість класів (сьомий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- Ек15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- Ек30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- Ек45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- Ек60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;
- Ек90 (працездатність зберігається понад 90 хвилин) – індекс 5.



За класом здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах впливу вогню, температура якого не нижче 750°C кабелі поділяються на дев'ять класів (восьмий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- FE15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- FE30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- FE45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- FE60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;
- FE90 (працездатність зберігається в проміжку 90–120 хвилин) – індекс 5;
- FE 120 (працездатність зберігається в проміжку 120–150 хвилин) – індекс 6;
- FE 150 (працездатність зберігається в проміжку 150–180 хвилин) – індекс 7;
- FE 180 (працездатність зберігається понад 180 хвилин) – індекс 8.

По класу здатності зберігати цілісність ланцюгів в умовах впливу вогню, температура якого не нижче 830°C і механічного удару кабелі поділяються на дев'ять класів (дев'ятий індекс маркування):

- ненормований – індекс 0;
- FM15 (працездатність зберігається в проміжку 15–30 хвилин) – індекс 1;
- FM 30 (працездатність зберігається в проміжку 30–45 хвилин) – індекс 2;
- FM 45 (працездатність зберігається в проміжку 45–60 хвилин) – індекс 3;
- FM 60 (працездатність зберігається в проміжку 60–90 хвилин) – індекс 4;

- FM 90 (працездатність зберігається в проміжку 90–120 хвилин) – індекс 5;
- FM 120 (працездатність зберігається в проміжку 120–150 хвилин) – індекс 6;
- FM 150 (працездатність зберігається в проміжку 150–180 хвилин) – індекс 7;
- FM 180 (працездатність зберігається понад 180 хвилин) – індекс 8.

### **Контрольні питання**

1. Які типи кабелю стандарт дозволяє застосовувати для побудови СКС?
2. За якими ознаками класифікуються мідні кабелі типу вита пара?
3. Опишіть принципи маркування мідних кабелів, які визначені стандартом.
4. Поясніть поняття AWG. Які AWG застосовуються в СКС?
5. Які вимоги висуваються до зовнішніх оболонок кабелів?
6. Які типи зовнішніх оболонок, застосовуються сьогодні для кабелів СКС, поясніть чим вони відрізняються.
7. За якими ознаками здійснюється класифікація оптичних кабелів?
8. Опишіть принципи маркування оптичних кабелів, які визначені стандартом.
9. На які класи поділяються оптичні кабелі внутрішнього прокладання ?
10. Що показує кисневий індекс?
11. Які нормативні документи визначають вимоги до пожежної безпеки кабелів?
12. На які групи поділяються кабелі за призначенням?
13. На які рівні поділяються кабелі з пожежної безпеки?
14. Що таке plenum-кабель?
15. Що таке riser cable?
16. Як маркуються кабелі з пожежної безпеки відповідно до українських стандартів?

