

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра телекомунікаційних технологій

«Затверджую»

Завідувач кафедри ТТ Манько О.О.
“ ____ “ _____ 2014 року

КОНСТРУКЦІЇ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

ПОСІБНИК ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

дисципліна:	Напрямні системи зв'язку
напряму підготовки:	0924 «Телекомунікації»
освітньо-кваліфікаційного рівня:	бакалавр
спеціальності:	ТСМ, ІМЗ

Конструкції кабельних ліній передачі

Загальна конструкція кабелю зв'язку

Кабелем називається система, яка складається з скручених разом ізольованих провідників (осердя), що знаходяться під загальною оболонкою. Сучасні кабелі зв'язку класифікуються за наступними знаками: область застосування; умови прокладання та експлуатації; спектр частот, що передаються по кабелю; вид ізоляції; конструкція.

В загальному випадку окремі струмопровідні ізольовані жили скручуються в елементарні групи. Одна група або пучок елементарних груп утворюють центральный повив, навколо якого накладається наступний повив. Сукупність всіх ізольованих жил і є осердям кабелю на яке послідовно накладається екран, поясна ізоляція, оболонка. При потребі поверх оболонки накладається бронепокриття, яке складається з підброневі подушки, броні та зовнішнього покриття.

Струмоведучі жили

Струмопровідні жили кабелів призначені для передачі сигналів електрозв'язку та повинні мати добру електричну провідність, бути технологічними в виробництві, гнучкими, механічно міцними, недорогими. Найбільш поширеними матеріалами для виготовлення жил є мідь і алюміній.

По конструкції й взаємному розташуванню провідників кабельні кола діляться на симетричні та коаксіальні.

Симетричне коло складається з двох ізольованих провідників з однаковими конструктивними і електричними властивостями. В **коаксіальному колі** внутрішній провідник розміщений в середині зовнішнього провідника, який має форму полого циліндра. При цьому внутрішній провідник ізольований від зовнішнього різними конструктивними способами. Коаксіальні провідники кабелів зв'язку характеризуються відношенням діаметра внутрішнього провідника до внутрішнього діаметра зовнішнього провідника. В магістральних коаксіальних кабелях використовуються мідні коаксіальні пари розмірами 1,2/4,6 мм ("малий коаксіал") та 2,6/9,5 мм ("середній коаксіал"). В підводних коаксіальних кабелях використовується коаксіальна пара з розмірами 5/18 мм ("великий коаксіал").

Ізоляція жил

Струмопровідні жили покриваються шаром ізоляції, яка призначена для захисту жил від короткого замкнення між ними. Матеріали й конструкція ізоляції повинні забезпечувати: невелику ємність кабельного кола C , високу напругу пробою між ізольованими кабельними провідниками; високий питомий опір ρ , який характеризує струм витоку в діелектрику між провідниками; малу діелектричну проникність ϵ , яка характеризує струми зміщення між проводами; малий тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta$ (для зменшення коефіцієнта загасання); механічну й хімічну стійкість; невелику вартість.

З матеріалів, які використовуються для створення ізоляції, найкращим ізолятором є повітря, у якого тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta \approx 0$, а $\epsilon \approx 1$, але створити ізоляцію лише з повітря технологічно неможливо, тому в лінійних кабелях зв'язку (кабелі, які прокладаються на лініях на великі відстані) використовується комбінована ізоляція, яка містить повітря і діелектрик. В якості діелектриків використовують: кабельний папір, поліетилен, полістирол. Полівінілхлорид використовується тільки в станційних кабелях, тому що крізь нього відбувається дифузія водяної пари (приблизно в 100 разів більш ніж через поліетилен), завдяки чому опір ізоляції знижується.

Симетричні кабелі зв'язку мають наступні види конструкції ізоляції:

- **Суцільна трубчаста:** утворюється шляхом створення суцільної поліетиленової або паперово-масної трубки, яка щільно охоплює провід. Це типова ізоляція для сучасних кабелів міських телефонних мереж.
- **Стрічкова:** утворюється шляхом нещільної спіральної обмотки жили стрічкою, що зроблена з паперу або поліетилену. Товщина стрічки складає 0,05 – 0,08 мм. Цей тип ізоляції поширений в кабелях старого типу для міських телефонних мереж.

- **Кордельна:** складається з корделю (нитки), яка навита спіралью на провідник, та стрічки, яка накладається поверх корделю. Цей тип ізоляції застосовується в кабелях магістрального та зонового зв'язку.

Коаксіальні кабелі зв'язку мають наступні види ізоляції:

- **Шайбова:** має вигляд циліндричних шайб з твердого діелектрика (полістиролу, поліетилену), які насаджуються на жилу через певну відстань (крок). Зверху накладається зовнішній провідник коаксіальної пари. Це типова ізоляція для коаксіальних пар середнього діаметру.
- **Балонна:** має вигляд тонкостінної поліетиленової трубки усередині якої розташований провідник, якій має діаметр менший, ніж діаметр трубки; фіксація провідника здійснюється за рахунок того, що трубка обжимає провідник періодично, або спіралью. Це типова ізоляція для малогабаритних коаксіальних пар.
- **Суцільна пористо-поліетиленова:** проміжок між внутрішнім й зовнішнім провідниками коаксіальної пари заповнений композицією поліетилену та газотворювачів (в кабелях зв'язку застосовується дуже рідко).

Скрутка жил в елементарні групи

Ізольовані жили симетричних кабелів скручують в елементарні групи. При цьому підвищується їх захищеність від взаємних і зовнішніх електромагнітних впливів. Крім того, збільшується гнучкість кабелю, стійкість до механічних навантажень (розтягування, роздавлювання і т.п.), забезпечується більш стійка й кругла форма поперечного перерізу.

Існують такі види скрутки:

- парна – дві ізольовані жили скручуються в пару з кроком скрутки не більш 300 мм;
- четвірочника (зіркова) – чотири ізольовані жили розміщені по куткам квадрата скручуються з кроком 150÷300мм. при цьому утворюються два робочих кола з протилежних провідників;
- подвійна парна – дві попередньо скручені розмовні пари скручують між собою в четвірку. Крок скрутки пар 400÷800мм, а крок скрутки четвірки 150÷300мм.

Зіркова скрутка є найбільш економічною та забезпечує вищу стабільність параметрів, ніж інші типи скруток. При зірковій скрутці вплив між парами в самої скрутці за рахунок взаємних зв'язків теоретично дорівнює нулеві, є тільки вплив за рахунок третіх кіл. Але зостається вплив між парами з різних четвірок. Парна скрутка найбільш проста в виробництві. Завдяки добрим властивостям зіркової скрутки вона застосовується на зонних мережах, а парна – на міських. Інші види скрутки практично не застосовуються.

Побудова осердя кабелю

Осердя кабелю – це сукупність всіх елементарних груп, що знаходяться під оболонкою. Симетричні кабелі в залежності від характеру утворення осердя поділяються на два типи:

- кабелі пучкової скрутки – в них елементарні групи скручуються в пучки (10x2, 50x2, 100x2), а потім пучки скручуються між собою, утворюючи сердечник кабелю;
- кабелі повивної скрутки – в них формується центральний повив з 1÷6 елементарних груп, на які накладаються шари (повиви) з таких же груп (число елементарних груп в наступному повиві на 6 більше ніж в попередньому); суміжні повиви скручуються в протилежні сторони з метою зменшення взаємних впливів між елементарними групами та надання осердю більшої механічної стійкості.

Конструктивний розрахунок кабелю

Конструктивний розрахунок являє собою послідовність операцій, яка дозволяє послідовно визначити проміжні діаметри та загальний діаметр кабелю, знаючи конструктивні розміри окремих елементів. Такій розрахунок проводиться при конструюванні кабелю. Він дає змогу розрахувати габаритні розміри кабелю. Вихідні дані (діаметр жил, товщина ізоляції, товщина поясної ізоляції, екрана, оболонки, броні, зовнішнього покриття) наводяться в різних довідкових виданнях кабельно-провідникової продукції.

Розрахунок діаметру симетричного кабелю зв'язку

Визначення діаметру ізольованої жили

Для кабелів з суцільною поліетиленовою (ТПП, ЗК, КСПП, ПРПП), суцільною полівінілхлоридною (ТСВ), пористою поліетиленовою (ТЗП) ізоляцією жил:

$$d_1 = d_0 + 2 * t_{iz}, \text{ мм}$$

де: d_1 - діаметр ізольованої жили;
 d_0 - діаметр неізольованої жили;
 t_{iz} - товщина шару ізоляції.

Для кабелів з кордельно-паперовою (МК, ТЗ) й кордельно-стирофлексною (МКС) ізоляцією жил:

$$d_1 = d_0 + 2 * d_{кор} + 2 * t_{л}, \text{ мм}$$

де: d_1 - діаметр ізольованої жили;
 d_0 - діаметр неізольованої жили;
 $d_{кор}$ - діаметр корделя;
 $t_{л}$ - товщина стрічки (паперової, стирофлексної)

Визначення діаметру елементарної групи

Для кабелів з парною скруткою:

$$d_{п} = 2 * f * d_1, \text{ мм}$$

де: $d_{п}$ - діаметр пари,
 d_1 - діаметр ізольованої жили,
 f - коефіцієнт, якій залежить від матеріалу ізоляції та щільності скрутки; в середньому $f \approx 1,5$.

Для кабелів з зірковою скруткою (МК, МКС, ЗК, ТЗ, ТЗП, КСПП):

$$d_3 = 2,41 * d_1, \text{ мм}$$

де: d_3 - діаметр четвірки,
 d_1 - діаметр ізольованої жили.

Визначення діаметру осердя

Для кабелів з повивною скруткою діаметр осердя можна визначити за формулою:

$$d_{ос} = d_{цп} + 2 * N * d_{гр}, \text{ мм}$$

де: $d_{ос}$ - діаметр осердя,
 N - кількість повивів в осерді (за виключенням центрального),
 $d_{гр}$ - діаметр групи.

Поверх осердя накладається декілька шарів поясної ізоляції та екран. Діаметр осердя з поясною ізоляцією та екраном визначається за формулою

$$d_{опе} = d_{ос} + 2 * n_{пi} * \Delta_{пi} + 2 * t_e, \text{ мм}$$

де: $d_{опе}$ - діаметр осердя з поясною ізоляцією та екраном, тобто діаметр осердя під оболонкою,

$d_{ос}$ - діаметр осердя без поясної ізоляції та екрану,
 $n_{пi}$ - кількість стрічок поясної ізоляції,
 $\Delta_{пi}$ - товщина стрічок поясної ізоляції,
 t_e - товщина екрана.

Визначення діаметру кабелю по оболонці

Діаметр кабелю по оболонці визначається за формулою:

$$d_{ко} = d_{опе} + 2 * t_{об}, \text{ мм}$$

де: $d_{опе}$ - діаметр осердя з поясною ізоляцією та екраном,
 $t_{об}$ - товщина оболонки.

Визначення загального діаметра кабелю

Для кабелів без броні з свинцевою (ТГ, ТЗГ, МКГ, МКСГ), поліетиленовою та полівінілхлоридною оболонками (ТПП, ТПВ, КСПП):

$$d_k = d_{ко}, \text{ мм}$$

де: d_k - загальний діаметр кабелю,
 $d_{ко}$ - діаметр кабелю по оболонці.

Для кабелів без броні з шлангами поверх алюмінієвих, сталевих або свинцевих оболонок (..АШп, ..АШв, ..СтШп, ..СтШв, ..ГШп) загальний діаметр визначається за формулою:

$$d_k = d_{ко} + 2 * (t_{п} + t_{шл}), \text{ мм}$$

де: d_k - загальний діаметр кабелю,

$d_{ко}$ – діаметр кабелю по оболонці,
 $t_{п}$ – товщина шару підклеючого бітума,
 $t_{ш.л}$ – товщина шланга.

Для кабелів з бронею і подушками та зовнішнім покриттям:

$$d_k = d_{ко} + 2*(t_{п} + t_{під} + t_{зп} + t_{бр}), \text{ мм}$$

де: d_k – загальний діаметр кабелю,

$d_{ко}$ – діаметр кабелю по оболонці,
 $t_{п}$ – товщина шару підклеючого бітума,
 $t_{зп}$ – товщина зовнішнього покриття,
 $t_{бр}$ – товщина броні,
 $t_{під}$ – товщина подушки під бронею.

Класифікація та маркування кабелів зв'язку

Класифікація кабелів зв'язку

Кабелі зв'язку класифікуються за:

- областю застосування (магістральні, зонові, сільського зв'язку і т.п.);
- умовами прокладання (підземні, підводні, підвісні, кабелі для прокладки в телефонну каналізацію);
- спектром частот, що передаються (НЧ, ВЧ);
- конструкцією кабельних кіл (симетричні й коаксіальні);
- матеріалом й конструкцією ізоляції (поліетиленова, паперова, кордельна і т.п.);
- системою скрутки елементарних груп й сердечника (парні, четвірочні, пучкові, повивні);
- типу захисних покриттів (броньовані, неброньовані).

Маркування кабелів зв'язку

Марка кабелю – це сукупність літер та цифр, які характеризують конструктивні особливості будови кабелю, діаметр струмопровідних жил та т.п. Процес маркування кабелів зв'язку пройшов довгий період розвитку і змінювався з удосконаленням конструкцій кабелів та впровадженням нових матеріалів, завдяки цьому зараз немає жорсткої уніфікації марок кабелів, особливо це стосується кабелів іноземного виробництва.

Найчастіше за все маркування вітчизняних кабелів зв'язку проводиться наступним чином: позначення з літер відповідає різним елементам кабелю і може означати тип конструкції основних кабельних кіл, область застосування, тип та матеріал ізоляції, тип оболонки, тип броньового покриття та інше; числа описують діаметр жил, їх групування та кількість.

Приклад маркування симетричного кабелю МКСАБпШп –7х4х1,2:

М – тип кабелю (міжміський або магістральний кабель),
КС – тип ізоляції (кордельно-стірофлексна або кордельно-полістірольна),
А – матеріал оболонки (алюміній),
Бп – тип захисного покриття (броня з двох сталевих стрічок на подушці)
Шп – тип зовнішнього покриття (шланг поліетиленовий),
7х4 – ємність кабелю (7 четвірок),
1,2 – діаметр жил (мм).

Приклад маркування коаксіального кабелю КМБ-4:

К – коаксіальний,
М – магістральний,
Б – броньований двома сталевими стрічками,
4 – має 4 коаксіальні пари середнього діаметру.