

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**В. М. ГАРЯЖА, Є. Д. ДЬЯКОВ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
з дисципліни

**«КАБЕЛЬНІ ТА ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ»**

Розділ «Повітряні лінії електропередачі з самонесучими  
ізолюваними проводами»

*(для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності  
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

**Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2018**

**Гаряжа В. М.** Кабельні та повітряні лінії електропередачі. Розділ «Повітряні лінії електропередачі з самонесучими ізольованими проводами» : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / В. М. Гаряжа, Є. Д. Дьяков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 57 с.

Автори : доцент В. М. Гаряжа, доцент Є. Д. Дьяков

Рецензент доцент О. Ю. Волкова

Рекомендовано кафедрою Систем електропостачання та електроспоживання міст, протокол № 12 від 15.05.2017.

© В. М. Гаряжа, Є. Д. Дьяков, 2018

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Системи СІП .....	4
2 Переваги ПЛ з СІП над ПЛ з неізолюваними проводами .....	6
3 Терміни та визначення.....	8
4 Класифікація, головні параметри та розміри проводів СІП.....	10
5 Умовне позначення проводів СІП.....	11
6 Характеристики СІП до 1 кВ ПАТ «Завод Південкабель».....	12
7 Характеристики самоутримних захищених СІП «Завод Південкабель».....	14
8 Лінійна арматура для монтажу СІП на опорах ПЛІ 0,4 кВ.....	16
9 Затискачі та лінійна арматура для підвіски СІП на ПЛЗ 6 – 20 кВ.....	34
10 Опори.....	37
11 Проектування повітряних ліній електропередачі з самоутримними ізолюваними проводами.....	38
11.1 Загальні положення.....	38
11.2 Вимоги до параметрів ПЛІ.....	40
11.3 Основні габаритні відстані при спорудженні ліній СІП.....	43
12 Вибір перерізів ізолюваних проводів СІП.....	46
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
ДОДАТКИ.....	51

## ВСТУП

Багаторічний досвід експлуатації повітряних ліній (далі – ПЛ) електропередачі з самоутримними ізолюваними проводами (далі – СІП) підтвердив їхню вищу ефективність порівняно з повітряними лініями з неізолюваними проводами. На сьогодні СІП успішно експлуатуються практично у всіх кліматичних регіонах при температурі навколишнього середовища в діапазоні від – 60 °С до +50 °С з великими вітровими і навантаженнями від ожеледі.

Особливо, варто відзначити ефективність спорудження СІП на територіях із щільною забудовою, а також у разі необхідності монтажу ліній електропередачі та ліній телекомунікаційного зв'язку на одних опорах.

## 1 Системи СІП

На сьогодні є три системи СІП, які мають певні переваги та недоліки. Характеристики кожної з цих систем наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Системи СІП

Система СІП	Марка СІП в Україні	Характеристика
АМКА («фінська» система)	СІП-1	Навколо неізолюваного («голового») несучого нульового дроту скручені ізолювані фазні дроти. Несучий трос виконаний з алюмінієвого сплаву високої міцності
TORSADA («французька» система)	СІП-2А	Навколо ізолюваного несучого нульового дроту скручені ізолювані фазні дроти. Несучий трос виконаний з алюмінієвого сплаву високої міцності
EX Four Core ALUS («шведська» система)	СІП-4	Несучий провід відсутній. Всі провідники виготовлені з алюмінію і мають однаковий переріз

При підвісці СІП, виготовленого за «французькою» системою, спостерігається значне навантаження на несучий трос. Через це передбачаються зменшені прогони між опорами, внаслідок чого збільшується кількість лінійної арматури. У «фінській» системі повітряної підвіски контакт арматури з несучим тросом

надійніший – це дає змогу збільшити анкерні та проміжні прогони і зменшити кількість арматури, що позитивно впливає на капітальні витрати.

У «шведській» системі несучий дріт відсутній, а підвіска системи здійснюється одночасно всіма провідниками, тобто механічне навантаження рівномірно розподілене між нульовим і фазними провідниками, що надає системі більшу механічну міцність порівняно з «фінською» і «французькою» системами. Вартість проводів, виготовлених за «шведською» системою, на 10% нижча за вартість аналогічно обраних за перерізом проводів із несучим нульовим проводом через відсутність достатньо дорогого спеціального процесу перероблення сплаву.

У Росії розроблено додатково свої системи, відповідно до яких виробляють СП-1А – аналог «французької» системи з ізольованим нулем, але з ізоляцією з термопластичного поліетилену і СП-2 – аналог системи АМКА, але з ізоляцією з сіланозшитого поліетилену.

В Україні СП випускаються декількома підприємствами. Марки СП, які випускаються підприємствами «Львівська ізоляція» і «Прикарпаткабель», наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – СП, які випускаються в Україні

ООО «Львівська ізоляція», м. Львів	
1	2
СП-1, СП-1А	Проводи самоутримні з алюмінієвими фазними струмопровідними жилами, з ізоляцією із світлостабілізованої термопластичної полімерної композиції, з нульовою несучою жилою. Несуча нульова жила виконана з алюмінієвого сплаву високої твердості або з алюмінію зі сталевим осердям (буква «А» відповідає ізольованій несучій жилі)
СП-2, СП-2А	Проводи самоутримні з алюмінієвими фазними струмопровідними жилами, з ізоляцією із світлостабілізованої зшиті полімерної композиції, з нульовою несучою жилою. Несуча нульова жила виконана з алюмінієвого сплаву високої твердості або з алюмінію зі сталевим сердечником. (Буква «А» відповідає ізольованій несучій жилі);
СП-3	Провід самоутримний з алюмінієвою струмопровідною жилою та сталевим осердям, ізольований світлостабілізованим зшитим поліетиленом (для ПЛІ 10 – 35 кВ)

Продовження таблиці 1.2

1	2
СПП-4	Провід самоутримний з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією із світлостабілізованої термопластичної полімерної композиції
СПП-5	Провід самоутримний з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією з світлостабілізованого зшитого поліетилену
СПП-5нг	Провід самонесучий з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією із светостабілізованої зшитої полімерної композиції, яка не поширює горіння
ПРИКАРПАТКАБЕЛЬ Івано-Франківська обл., м. Коломия	
СПП-4	Провід самоутримними з струмопровідними багатодротяними ущільненими жилами з алюмінієвого сплаву, із загальним перерізом від 16 мм <sup>2</sup> до 240 мм <sup>2</sup> . Усі жили мають однаковий переріз. Без несучого елемента; ізоляція – світлостабілізований термопластичний поліетилен
СПП- 5	Провід самоутримний з струмопровідними багатодротяними ущільненими жилами, з алюмінієвого сплаву, із загальним перетином від 16 до 240 мм <sup>2</sup> . Усі жили мають однаковий перетин. Без несучого елемента; ізоляція – світлостабілізований зшитий поліетилен

## 2 Переваги ПЛ з СПП над ПЛ з неізольованими проводами

Порівняно з традиційними ПЛ з неізольованими проводами ПЛ з СПП мають низку переваг:

- простота конструктивного виконання опор (відсутність траверс та ізоляторів);
- застосування для ПЛ стійок різних типів, які серійно випускаються за умов відповідності їх вимогам механічної міцності для певних кліматичних навантажень;
- застосування стійок меншої висоти;
- скорочення відстаней безпеки між ПЛ і будівлями, а також іншими інженерними спорудами;
- під час реконструкції або будівництва ПЛ можливе застосування наявних опор;
- збільшення довжини прогону;

- підвищення надійності роботи мережі через відсутність коротких замикань (далі – КЗ) між нульовою несучою і струмопровідними жилами;
- істотне зниження навантаження на опори в зонах інтенсивного утворення ожеледі і налипання мокрого снігу;
- можливість проводити технічне обслуговування і ремонт ПЛ під напругою без відключення споживачів. Безпечна робота поблизу ПЛ;
- можливість прокладки СІП фасадами будівель, що може виключити установку частини опор і, відповідно, призведе до скорочення терміну будівництва;
- скорочення обсягів і часу аварійно-відновлювальних робіт;
- скорочення експлуатаційних витрат шляхом виключення таких робіт, як систематичне розчищення траси і заміна пошкоджених ізоляторів;
- висока механічна міцність жил і, відповідно, менша ймовірність їх обриву;
- зниження втрат напруги внаслідок малого реактивного опору СІП (0,1 Ом / км порівняно з 0,35 Ом / км для неізольованих проводів);
- зниження ймовірності крадіжки електроенергії, за рахунок несанкціонованого підключення до лінії шляхом накидання;
- можливість кріплення кронштейнів до будь-якого типу стійок опор (залізобетонних, дерев'яних) без застосування спеціальних траверс і гаків;
- висока технологічність робіт під час будівництва ПЛ значно скорочує терміни будівельних і обсяги монтажних робіт;
- на складних ділянках траси на одних опорах можлива підвіска більше двох кіл;
- можливість виконання переходів над перешкодами (водойми, ущелини, яри) завдовжки до 100 м;
- технологія будівництва ПЛ до 1 кВ скорочує терміни будівництва;
- у процесі будівництва ПЛ не потрібно спеціально готувати територію (трасу), вирубувати просіки перед монтажем;

– експлуатаційні витрати ПЛ із СІП у 3–4 рази менші порівняно з традиційними ПЛ;

– можливість у разі необхідності виконувати роботи під напругою з мінімальним ризиком для персоналу;

– можливість підвищення додаткових кіл на діючих лініях до 1 кВ при збільшенні навантажень або появі нових споживачів;

Головні причини, які стримують застосування проводів СІП у повітряних лініях електропередач:

– недостатня готовність українських енергосистем до переходу на ізольовані повітряні лінії, пов'язана з відсутністю інформації, підготовленого персоналу, інструментів та нормативної документації;

– збільшення вартості в 1,2 – 1,4 рази ізольованих проводів порівняно з традиційними неізольованими проводами марок А і АС.

### 3 Терміни та визначення

Відповідно до національних і міжнародних нормативних документів [1–3] у технічній документації рекомендується використовувати такі терміни та визначення.

**Повітряна лінія електропередавання напругою до 1 кВ із самоутримними ізольованими проводами** – пристрій, призначений для передавання та розподілу електричної енергії по самоутримним ізольованим проводам, розташованих на відкритому повітрі й закріплених за допомогою спеціальної лінійної арматури до опор, стін будівель і споруд.

**Самоутримний ізольований провід (далі – СІП)** – система скручених у джгут проводів (фазні, нульовий і додаткові) ізольованих «зшитим сухим» світлостабілізованим поліетиленом.

**Захищений провід** – провід для повітряної лінії електропередачі, поверх струмопровідної жили якого накладена екструдована полімерна захисна ізоля-



ція, що виключає коротке замикання між проводами під час замикання їх між собою та знижує ймовірність замикання на землю.

**Нульова несуча жила** – ізольована або неізольована струмопровідна жила з алюмінієвого сплаву, що виконує функцію несучого елемента і нульового робочого (N) або нульового захисного (PE) провідника.

**Основна жила** – ізольована струмопровідна жила, яка призначена для виконання головної функції проводу.

**Допоміжна жила** – ізольована струмопровідна жила в складі багатожильного проводу для підключення кіл зовнішнього освітлення або контролю.

**Робоча ізоляція** – електрична ізоляція струмопровідних жил самоутримного ізольованого проводу для повітряних ліній електропередачі напругою до 1,0 кВ, що забезпечує нормальну роботу повітряних ліній електропередачі й захист від ураження електричним струмом.

**Захисна ізоляція** – екструдований ізоляційний шар поверх струмопровідної жили захищеного проводу для повітряної лінії електропередачі на напругу 10 – 35 кВ, що забезпечує зниження ймовірності короткого замикання у разі випадкового стикання дроту з заземленим елементом або у разі стикання проводів різних фаз повітряних ліній електропередачі.

**Герметизований провід** – самоутримний або захищений провід, що містить водонабухаючий елемент, який виключає поширення води у разі потрапляння в місцях кріплення або пошкодження електричної ізоляції або захисної ізоляції.

**Відгалуження від ПЛЛ** – лінія електропередачі, приєднана одним кінцем до магістральної (основної) лінії живлення.

**Відгалуження від ПЛЛ до вводу в будівлю (споруду)** – ділянка проводів від опори ПЛЛ, на якій виконано відгалуження, до конструкції вводу на будівлі (споруді).

**Магістраль** – відрізок повнофазної лінії електропередачі від живильної трансформаторної підстанції до найбільш віддаленої точки.

До магістралі можуть приєднуватися лінійні відгалуження і відгалуження до вводів.

**Лінійне відгалуження** – частина лінії електропередачі, яка має два і більше прогонів і приєднана одним кінцем до магістралі.

**Відгалуження до вводу в будівлю (споруду)** – дроти від опори, на якій здійснено відгалуження, до конструкції вводу на будівлі (споруді).

#### **4 Класифікація, головні параметри та розміри проводів СІП**

Класифікувати провoda СІП можна за двома головними класифікаційними ознаками – за призначенням і за конструктивним виконанням.

Відповідно до цих класифікаційних ознак проводи поділяють:

а) за призначенням:

– самоутримні ізолювані проводи для повітряних ліній електропередачі напругою до 0,6 / 1,0 кВ включно;

– захищені проводи для повітряних ліній електропередачі на напругу 10, 20 та 35 кВ;

б) за конструктивним виконанням:

– з неізолюваною нульовою несучою жилою;

– з ізолюваною нульовою несучою жилою;

– із захисною ізоляцією;

– без нульової несучої жили;

– герметизовані.

Проводи виготовляються з однією, двома, трьома і чотирма основними струмопровідними жилами, номінальні перерізи яких можуть становити: 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240 мм<sup>2</sup>.

Номінальні перерізи нульової несучої жили становлять: 25, 35, 50, 70, 95 мм<sup>2</sup>, допоміжні струмопровідні жили для кіл зовнішнього освітлення – 16, 25 або 35 мм<sup>2</sup>, для кіл контролю – 1,5, 2,5 або 4 мм<sup>2</sup>.

На номінальну напругу до 1,0 кВ проводи виготовляються багатожильними, на напругу 20 і 35 кВ – одножильними.

Основні й допоміжні жили для цілей освітлення мають круглу форму, скручуються з круглих алюмінієвих дротів, які згодом ущільнюються. Допоміжні контрольні жили виготовляють із міді.

У захищених проводах струмопровідні й нульова несуча жила виготовляються з ущільнених круглих дротів з алюмінієвого сплаву.

Рекомендовані конструкції струмопровідних і нульових несучих жил наведені в таблицях А. 1 – А. 2 додатка А [1].

Ізоляція основних, несучої нульової та допоміжних струмопровідних жил і захисна ізоляція захищених проводів виконана з світлостабілізованого зшитого поліетилену чорного кольору.

Номінальну товщину ізоляції основних, несучої нульової та допоміжних струмопровідних жил проводів на напругу до 1 кВ наведено в таблиці А.3 додатка А.

Електричний опір основних і допоміжних жил постійному струму, розрахований на температуру 20 °С і 1 км довжини, має відповідати значенням, наведеним у таблиці А.4, а індуктивний опір – значенням, наведеним у таблиці А.5 додатка А.

Тривалий допустимий струм навантаження СІП та допустимий струм короткого замикання СІП наведено в таблиці А.6 додатка А.

## **5 Умовне позначення проводів СІП**

В умовне позначення проводів входять:

- марка проводу з додаванням через інтервал групи цифр, які послідовно вказують число і номінальний переріз основних, нульової несучої та допоміжних жил;
- номінальна напруга проводу;
- позначення технічних умов на провід конкретної марки.

Наприклад, провід самоутримним ізолюваний для повітряної лінії електропередачі з трьома основними жилами номінальним перерізом  $70 \text{ мм}^2$ , з ізолюваною нульовою несучою жилою номінальним перерізом  $95 \text{ мм}^2$ , з двома допоміжними струмопровідними жилами номінальним перерізом  $25 \text{ мм}^2$  на номінальну напругу до 1 кВ, має таке позначення:

СП-2  $3 \times 70 + 1 \times 95 + 2 \times 25 - 0,6 / 1 \text{ кВ ТУ «.....»$  .

## **6 Характеристики СП до 1 кВ ПАТ «Завод Південкабель»**

Самоутримні ізолювані проводи напругою до 1 кВ ПАТ «Завод «Південкабель» випускає відповідно до ГОСТ 15150-69. Підприємство освоїло випуск СП таких типів:

– СП-1, СП-1А – проводи самоутримні з алюмінієвими фазними струмопровідними жилами, з ізоляцією з світлостабілізованої термопластичної полімерної композиції, з нульовою несучою жилою, яка виготовлена з алюмінієвого сплаву високої твердості або з алюмінію зі сталевим осердям.

– СП-2, СП-2А – проводи самоутримні з алюмінієвими фазними струмопровідними жилами, з ізоляцією з світлостабілізованої зшитої полімерної композиції, з нульовою несучою жилою. Несуча нульова жила виконана з алюмінієвого сплаву високої твердості або з алюмінію зі сталевим осердям. (Буква «А» відповідає ізолюваній несучій жилі);

– СП-4 – провід самоутримний з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією з світлостабілізованої термопластичної полімерної композиції;

– СП-5 – провід самоутримний з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією із світлостабілізованого зшитого поліетилену;

– СП-5нг – провід самоутримний з алюмінієвими струмопровідними жилами, з ізоляцією із світлостабілізованої зшитої полімерної композиції, яка не поширює горіння.

Конструкції проводів СП до 1 кВ наведено на рисунку 6.1.



Рисунок 6.1 – Конструкції проводів СИП до 1 кВ ПАТ «Завод «Південкабель»

За ознаками кріплення СИП, які випускає ПАТ «Завод «Південкабель» можна поділити на три головні типи:

- з неізолюваною несучою нульовою жилою (СИП-1, СИП-2);
- з ізолюваною несучою нульовою жилою (СИП-1А, СИП-2А);
- без несучої жили (СИП-4, СИП-5, СИП-5нг). Механічне навантаження проводів СИП-4, СИП-5 і СИП-5нг сприймається всіма струмопровідними жилами.

Основні характеристики СИП, які випускаються ПАТ «Завод Південкабель», наведено в таблицях А.7 – А.12 додатка А.

Допустимі струмові навантаження проводів розраховані при температурі повітря +25 °С. При температурах навколишнього середовища, які відрізняються від +25 °С, потрібно застосовувати поправочні коефіцієнти, які наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Поправочні коефіцієнти для розрахунку струмових навантажень проводів СИП

Температура струмопровідної жили, °С	Поправочні коефіцієнти при температурі навколишнього середовища, °С											
	-5 і нижче	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
90	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Технічні характеристики проводів СІП, наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Технічні характеристики проводів СІП

Технічні характеристики	Марки самонесучих проводів			
	СІП-1, СІП-1А	СІП-2, СІП-2А	СІП-4	СІП-5, СІП-5нг
1	2	3	4	5
Номинальна змінна напруга частоти 50 Гц, кВ	1,0	1,0	1,0	1,0
Допустима температура нагріву струмопровідних жил, не більше, ° С	70	90	70	90
Температура струмопровідних жил в режимі перевантаження протягом восьми годин, не більше ° С	80	130	80	130
Температура струмопровідних жил в режимі короткого замикання на протязі п'яти секунд, не більше, ° С	135	250	135	250
Температура навколишнього середовища, ° С	від - 60 до + 50			
Прокладка і монтаж при температурі навколишнього середовища, не більше, ° С	- 20			
Термін служби, років	не менше ніж 40			

## 7 Характеристики самоутримних захищених СІП

### ПАТ «Завод Південкабель»

Підприємство випускає проводи самоутримні одножилльні високовольтні з ізоляцією з світлостабілізованого зшитого поліетилену на напругу 20 і 35 кВ відповідно до ДСТУ 4743: 2007, ТУ У 27.3-00214534-066: 2913. Конструкцію проводів зображено на рисунку 7.1.



Рисунок 7.1 – Конструкція проводів СІП на напругу 20 і 35 кВ

ПАТ «Завод Південкабель»

Проводи призначені для роботи при температурі навколишнього середовища від  $-60$  до  $+50$  °С. Багатодротова ущільнена струмопровідна жила виготовляється з алюмінієвого сплаву. Тривало допустима максимальна температура струмопровідної жили становить  $+90$  °С. За умов короткого замикання, тривалість, якого не перевищує 5 с, максимальна температура жили може досягати  $+250$  °С. Монтаж ліній потрібно проводити при температурі навколишнього середовища, не меншій ніж  $-20$  °С.

Технічні характеристики проводів СІП на напругу 20 і 35 кВ наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики самоутримних одножильних висовольтних проводів на напругу 20 і 35 кВ

Число і номінальний переріз фазних струмопровідних жил	Товщина фазної ізоляції, мм	Допустимі струмові навантаження		Максимально допустима температура жили, °С		Розрахунковий зовнішній діаметр, мм	Маса кг/км
		при короткому замиканні (не більше 1 с), кА	довготривало, А	при короткому замиканні (не більше ніж 5 с), кА	довготривало, А		
Номінальна напруга 20 кВ							
1 × 35	2,3	3	200	+250	+90	11,6	160
1 × 50	2,3	4,3	245	+250	+90	13,4	210
1 × 70	2,3	6	310	+250	+90	14,9	280
1 × 95	2,3	8,2	370	+250	+90	16,5	360
1 × 120	2,3	10,3	430	+250	+90	18,3	440
1 × 150	2,3	12,9	485	+250	+90	18,9	520
1 × 185	2,3	15,9	560	+250	+90	20,6	630
1 × 240	2,3	20,6	600	+250	+90	22,9	790
Номінальна напруга 35 кВ							
1 × 35	3,5	3	220	+250	+90	14,0	210
1 × 50	3,5	4,3	270	+250	+90	15,2	260
1 × 70	3,5	6	340	+250	+90	16,9	340
1 × 95	3,5	8,2	400	+250	+90	18,6	420
1 × 120	3,5	10,3	460	+250	+90	20,0	510
1 × 150	3,5	12,9	520	+250	+90	21,3	590
1 × 185	3,5	15,9	600	+250	+90	23,0	710
1 × 240	3,5	20,6	670	+250	+90	25,3	880

## 8 Лінійна арматура для монтажу СІП на опорах ПЛ 0,4 кВ

Монтаж СІП проводиться з використанням спеціальної арматури. Провідні позиції у розробленні й виробництві лінійної арматури для монтажу СІП займає фірма «NILED» (Франція), продукція якої експлуатується більше ніж у тридцяти країнах з різними кліматичними умовами.

Розглянемо конструктивні особливості арматури, що випускається цією фірмою.

Анкерні затискачі призначені для фіксованого кріплення СІП на магістралі й відгалуженнях від магістралі, а також на відгалуженнях до введів у будівлі та споруди. Затискачі також забезпечують необхідний натяг СІП в анкерному прогоні ліній. На рисунку 8.1 зображено анкерні затискачі, які призначені для кріплення ізольованої нульової несучої жили на кінцевих, кутових і проміжних опорах.



Рисунок 8.1 – Анкерні затискачі

Корпус затискача виконаний з алюмінієвого сплаву, усередині якого розташована клиноподібна вставка з ізоляційного матеріалу. Тросик обладнаний термопластичною накладкою, яка захищає його від зношення при кріпленні на кронштейні або гаку. Монтаж затискачів здійснюється без інструментів. Характеристики затискачів наведено в таблиці 8.1.

Анкерні клинові затискачі типу DN123 (рис. 8.2) призначені для монтажу магістральних ліній освітлення перерізом 16 – 25 мм<sup>2</sup>, а також для кінцевого кріплення проводів відгалуження від магістралі до введів перерізом 16–25 мм<sup>2</sup>.



Таблиця 8.1 – Характеристики анкерних затискачів

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	Руйнівне навантаження, даН	Діаметр, мм	Довжина корпусу, мм	Маса, г
DN 35	25–35	1000	8–12	110	360
PA 1500	50–54,6–70	3500	12–14	110	460
PFC 1500	50–54,6–70	3500	12–14	110	460
PA 2200	80–95	2200	14–18	140	580



Рисунок 8.2 – Анкерний затискач DN 123

Затискувач виготовлений з термопластика, який посилений скловолокнистою структурою. Конструкція затискувача дає змогу витримувати руйнівне навантаження до 350 даН.

Анкерний затискач DN 1 здатний витримувати руйнівне навантаження 220 даН і застосовується при довжині прогону що не перевищує 25 м. Характеристики затискачів наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Характеристики анкерних затискачів

Позначення	Кількість жил	Переріз, мм <sup>2</sup>		Діаметр, мм		Граничне навантаження, даН
		Мін.	Макс.	Мін.	Макс.	
DN 1	2	2×6	2×25	5	9	220
DN 123	2/4	2×6	4×25	5	10,5	350

Підтримувальні затискачі типу PS 1500 + LM – E, PS 800 (рис. 8.3) застосовуються для кріплення СПП-2А на проміжних опорах і забезпечують габаритні розміри проводу в прольотах. Для запобігання механічного пошкодження ізоляції СПП елементи затискача, які контактують з несучою нульовою жилою, виготовляються з ізоляційного матеріалу.



Рисунок 8.3 – Підтримувальний затискач PS 1500 + LM-E

Ці затискачі допускається застосовувати і на кутових опорах ПЛІ при кутах до 90°. Використання в конструкції затискачів рухомої ланки забезпечує зменшення механічного навантаження на несучу жилу у разі зміни стріли провисання проводу. Характеристики затискачів наведено в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Характеристики підтримувальних затискувачів

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	Діаметр, мм	Руйнівне навантаження, даН	Маса, г
PS 1500+ LM-E	16 – 95	8 – 16	>1200	170
PS 800	16 – 95	8 – 16	>600	170

Комплект проміжної підвіски типу ES 1500E (рис. 8.4) використовується для підвіски СП-2А на проміжних опорах, а також на кутових опорах ПЛІ при кутах повороту до 90°. При монтажі комплекту необхідно враховувати максимальний радіус згинання нульової жили.



Рисунок 8.4 – Комплект проміжної підвіски типу ES 1500E

Конструкція комплекту розбірна, що дає можливість використовувати підтримувальний затискач без кронштейну. Характеристики комплекту наведено в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Характеристики комплекту проміжної підвіски типу ES 1500

Позначення	Найменування	Переріз, мм <sup>2</sup>	Діаметр, мм	Руйнівне навантаження, даН	Маса, г
ES1500S	Комплект складається з CS1500E+ PS1500+LM-E	16 – 95	8 – 16	>1200	650

Анкерні затискачі типу RPA (рис. 8.5) використовуються для кріплення СІП з усіма несучими жилами (СІП-4, СІП-5, СІП-5нг).



Рисунок 8.5 – Анкерний затискувач типу RPA

Головні елементи конструкції та бугель виготовлені з оцинкованої або неіржавної сталі. Для забезпечення кріплення і захисту проводу щоки затискача виготовлені з пластмаси. Головні характеристики затискача RPA наведено в таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 – Характеристики затискувача RPA

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	Маса, г
RPA425/50	4x25 – 4x50	50
RPA470/95	4x70 - 4x95	50

Підтримувальний затискач типу PS (рис. 8.6) використовується для підвішування СІП без несучої нульової жили з кутом повороту 30 ° – 60 °.



Рисунок 8.6 – Підтримувальний затискач типу PS

Затискач виготовлений із загартованої сталі зі вставкою з термопластика, яка захищає провід від механічних пошкоджень. Головні характеристики затискача PS наведено в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Характеристики затискача PS

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	Діаметр, мм		Маса, г
		Мін.	Макс.	
PS216/25	2×16/3×35/4×25	16	20	200
PS 425/50	4×35/4×50/4×70	25	32	240
PS 470/95	4x50/4×70/4×95	32	36	290

Анкерні кронштейни типу CS 10.3 (рис. 8.7) використовуються для кріплення одного або двох анкерних затискачів магістральних СП. Монтаж кронштейнів виконується на опорах або на стінах будівель.



Рисунок 8.7 – Анкерний кронштейн типу CS 10.3

Кронштейн виготовлений з алюмінієвого сплаву, що має високу механічну міцність. Кріплення кронштейна здійснюється двома болтами діаметром 14 або

16 мм або за допомогою двох бандажних стрічок F 207 в одне обертання навколо опори і двох бугелів NB 20. Кронштейни CS 10.3, CA 2000 можуть кріпитися одним болтом. Головні характеристики кронштейнів наведено в таблиці 8.7.

Таблиця 8.7 – Характеристики кронштейнів CS, CA

Позначення	Руйнівне навантаження, даН	Маса, г
CS 10.3	2500	290
CA 2000	200	300

Кронштейн типу CS 1500E (рис. 8.8) застосовується для кріплення підтримувальних затискачів.



Рисунок 8.8 – Кронштейн типу CS 1500E

Виготовляються кронштейни зі сплаву цинку і алюмінію, який має високу механічну стійкість. Кріплення кронштейну виконується болтами діаметром 14 мм або 16 мм або двома бандажними стрічками F 207 у одне обертання навколо опори і двома скріпами NC 20. Конструкція кронштейну дає змогу використовувати його для кріплення роликів, які застосовуються для розкочування СІП.

Анкерні кронштейни типу СТ 600, СВ 600 (рис. 8.9) застосовуються для кріплення анкерних затискувачів при монтажі СІП від магістралі до стіни будівлі.



Рисунок 8.9 – Анкерний кронштейн типу СТ 600

Кронштейн виготовлений із алюмінію з високою механічною міцністю. Кріплення кронштейна проводиться за допомогою дюбелів.

Відгалужувальні герметичні затискувачі використовуються для вуличного освітлення і на відгалуженнях від магістралі до вводу в будівлю. Призначені затискувачі для алюмінієвих або мідних ізольованих жил і можуть застосовуватися у системах СПП, які експлуатуються в мережах до 1 кВ. Монтаж затискачів допускається проводити при температурі до  $-20^{\circ}\text{C}$ , експлуатація – при температурі до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Застосування відгалужувальних затискачів не впливає на зменшення механічної міцності фазної та нульової жили. Для запобігання проникнення вологи у провід контактні пластини затискачів виконані пірамідальної форми. Контроль над зусиллям затягування болтів здійснюється зривною шестигранною головкою діаметром 13 мм, яка виготовлена з алюмінієвого сплаву.

Монтаж відгалужувальних затискачів допускається проводити на лінії під напругою. Повторний монтаж затискачів не допускається.

Затискач відгалужувальний для вуличного освітлення Р 616 (рис.8.10) застосовується для з'єднання жил перерізом  $6 - 150\text{ мм}^2$  на магістралі з жилами перерізом  $1,5 - 16\text{ мм}^2$ . Для забезпечення надійного електричного з'єднання у затиску використовується спеціальна конструкція контактних пластин.



Рисунок 8.10 – Затискувач відгалужувальний Р 616

Для вуличного освітлення або вводу в будівлю також можна використовувати відгалужувальні герметичні затискачі Р 17, Р 72.

Затискувачі відгалужувальні типу Р 645 (рис. 8.11) застосовуються для з'єднання СПІ магістралі перерізом 6–150 мм<sup>2</sup> з ізольованими жилами відгалужень перерізом 4–35 мм<sup>2</sup>.



Рисунок 8.11 – Затискач відгалужувальний типу Р 645

Затискач використовується для з'єднання як алюмінієвих, так і мідних проводів.

Затискач відгалужувальний Р 95 (рис. 8.12) застосовується для з'єднання СПІ магістралі перерізом 6–150 мм<sup>2</sup> з жилами відгалужень перерізом 16 – 95 мм<sup>2</sup>



Рисунок 8.12 – Затискач відгалужувальний типу Р 95

Характеристики відгалужувальних затискачів наведено в таблиці 8.8.

Таблиця 8.8 – Характеристики відгалужувальних затискувачів Р 95

Позначення	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Болт			Максимальне навантаження, А
	Магістралі	Відгалуження	Кількість болтів	Зусилля затяжки, Нм	Головка, мм	
Р 616	6 – 150	1,5 – 16	1	10	13	150
Р 645	6 – 150	4 – 35	1	14	13	250
Р 95	16 – 150	16 – 95	1	16	13	500
Р 150	35 – 150	35 – 150	2	16	13	650
Р 240	70 – 240	70 – 240	2	22	17	700

Відгалужувальні герметичні затискачі з окремим затягуванням болтів Р-12, Р-14, Р-22, Р-24 (рис. 8.13) використовуються для декількох відгалужень з одного приєднання.



Рисунок 8.13 – Затискувач відгалужувальний типу Р 12

Ці затискачі призначені для алюмінієвих або мідних ізольованих жил. Контроль над зусиллям затягування болтів здійснюється зривною шестигранною головкою діаметром 13 мм виготовленою з алюмінієвого сплаву. Попередньо перед підключенням з проводів відгалуження знімається ізоляція. З'єднання проводів здійснюється за допомогою окремого затягування болтів. Характеристики відгалужувальних затискувачів наведено в таблиці 8.9.

Таблиця 8.9 – Характеристики відгалужувальних затискувачів

Позначення	Тип	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Максимальне навантаження, А
		Магістралі	Відгалуження	
Р 12	2 відгалуження	6 – 150	1,5 – 16	150
Р 14	4 відгалуження	6 – 150	4 – 35	250
Р 22	2 відгалуження	16 – 150	16 – 95	500
Р 24	4 відгалуження	35 – 150	35 – 50	650

Відгалужувальні вологозахисні затискачі з окремим затягуванням болта типу Р 71, Р 72, Р 151, PR 151 + В1, PR 240 + В1 (рис. 8.14) застосовуються на ма-



гістральних лініях. Електричне з'єднання відбувається внаслідок проколювання ізоляції проводу магістральної лінії і зачистки ізоляції на лінії відгалуження. Затискачі Р 71, Р 72 застосовуються для з'єднання нульової жили з заземлювальним спуском, а також для підключення освітлювальних приладів. Затискач Р 72 призначений для виконання двох відгалужень.

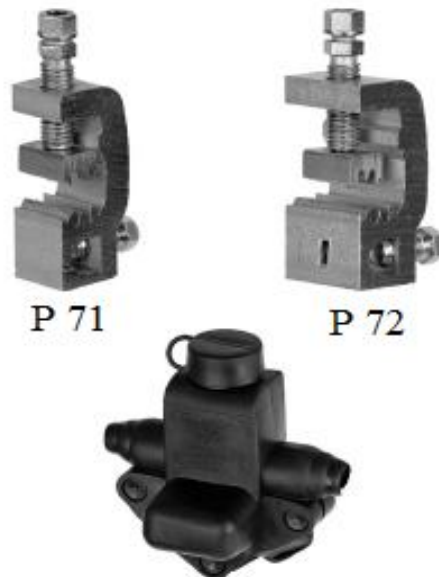


Рисунок 8.14 – Відгалужувальні вологозахисні затискачі Р 71, Р 72

Затискувачі Р 151, PR 151 + В1, PR 240 + В1 використовуються для відгалуження магістральних проводів СІП і для з'єднання СІП із кабелем.

Корпуси затискачів виготовлені з алюмінієвого сплаву. Проколювання ізоляції здійснюється болтом діаметром 10 мм з шестигранною зривною головкою. Ці затискачі застосовуються як для алюмінієвих, так і для мідних проводів. На поверхню затискувачів нанесений тугоплавкий змазувальний матеріал. Захист затискачів забезпечується ізолюваним захисним чохлом. Кришка захисного чохла може бути поставлена на місце тільки після зривання головки болта.

Затискачі з окремим затягуванням болта дають можливість виконувати приєднання і від'єднання абонентських проводів, не знімаючи затиск із магістрального проводу. Термін служби затиску цього типу становить не менше 30 років.

Характеристики відгалужувальних вологозахисних затискувачів наведено в таблиці 8.10.

Таблиця 8.10 – Характеристики відгалужувальних вологозахисних затискачів Р 71, Р 72, Р 151, PR 151 + В1, PR 240 + В1

Позначення	Тип	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Максимальне навантаження, А	Маса, г
		Магістраль	Відгалуження		
Р 71	1 відгалуження	16 – 95	2,5/4 – 54	145	100
Р 72	2 відгалуження	16 – 95	2,5/4 – 54	145	100
Р 151	1 відгалуження	16 – 150	6 – 95	290	130
Р 151+81	1 відгалуження	35 – 150	35 – 150	500	150
Р 240+81	1 відгалуження	50 – 150	70 – 240	500	160

Вологозахищені затискачі типу CD (рис. 8.15) призначені для відгалуження від неізолюваною несучої нульової жили, а також для відгалуження від магістралі ПЛ. Застосовуються при монтажі таких типів СІП: СІП-1, СІП-1А, СІП-2, СІП-2А.



Рисунок 8.15 – Вологозахищені затискачі типу CD

Затискач CD 71 + В1 призначений для відгалуження від магістралі до вводу в будівлю СІП перерізом 2×16, 4×25, а також для повторного заземлення неізолюваної несучої нульової жили.

Корпус затискача виготовлений з алюмінієвого сплаву. На поверхні корпусу нанесений тугоплавкий змазувальний матеріал. Контроль над зусиллям зтя-

жки при проколюванні ізоляції здійснюється болтом діаметром 10 мм з шестигранною зрівною головкою. Корпус затискача поміщений в ізолювальний чохол.

Затискувач CD 153N + B1 застосовується для відгалуження магістральних проводів СП та з'єднання СП із кабелем. Характеристики відгалужувальних вологозахисних затискувачів наведено в таблиці 8.11.

Таблиця 8.11 – Характеристики відгалужувальних вологозахисних затискачів

Позначення	Тип	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Максимальне навантаження, А	Маса, г
		Магістраль	Відгалуження		
CD 71-81	1 відгалуження	35 – 95	4 – 54	250	130
CD 72-81	2 відгалуження	35 – 95	4 – 54	290	130
CD153N-81	1 відгалуження	25 – 150	25 – 95	500	190

Плашковий затискач CD 35 (рис. 8.16) використовується для з'єднання алюмінієвих або сталевих дротів. Деталі затискача виготовлені з корозійностійкого алюмінієвого сплаву.



Рисунок 8.16 – Плашковий затискач CD 35

Характеристики затискачів CD 35 наведено в таблиці 8.12.

Таблиця 8.12 – Характеристики затискачів CD 35

Позначення	Тип	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Максимальне навантаження, А	Маса, г
		Магістралі	Відгалуження		
CD 35	1 відгалуження	10 – 95	10 – 95	290	130

Затискачі відгалужувальні типу N (рис. 8.17) застосовуються для відгалуження СП від ПЛ, а також для відгалуження від неізолюваною несучої нульової жили. Затискач N 640 призначений для відгалуження від ПЛ до вводу в будівлю

СПП перерізом 2×16, 4×25. Затискач N 95 використовується для відгалуження від ПЛ магістральних СПП.



Рисунок 8.17 – Затискувач відгалужувальний типу N

Корпуси затискачів виготовлені з ізоляційного матеріалу, стійкого до кліматичних і механічних впливів. Електричний контакт із проводом відгалуження створюється внаслідок проколювання ізоляції. Контактні пластини виготовлені з луженої латуні. З'єднання деталей затиску проводиться болтом із зривною головою, що дає змогу контролювати зусилля затягування. Контакти з боку відгалуження покриті мастилом. Характеристики відгалужувальних затискачів типу N наведено в таблиці 8.13.

Таблиця 8.13 – Характеристики відгалужувальних затискачів типу N

Позначення	Переріз жил, мм <sup>2</sup>		Відгалуження	Маса, г
	Магістралі	Відгалуження		
N 640	6 – 120	6 – 25	1	125
N 95	25 – 150	16– 95	1	60

Затискачі відгалужувальні типу РС 481 (рис. 8.18) застосовуються для вимірювання напруги, закорочування та захисного заземлення.



Рисунок 8.18 – Затискачі відгалужувальні типу РС 481

Ці затискачі встановлюються на струмопровідних і нульових жилах на весь термін служби на кожній першій кінцевій опорі лінії 0,4 кВ, що відходить від ТП. Призначені вони для спільної роботи з пристроями МаТ, М6D. Характеристики відгалужувальних затискувачів типу РС481 наведено в таблиці 8.14.

Таблиця 8.14 – Характеристики затискувачів РС 481

Позначення	Перетин СІП, мм <sup>2</sup>	Болт		Максимальне навантаження, А	Маса, г
		Зусилля затягування, Нм	Розмір головки, мм		
РС 481	16 – 150	14	11	4000 (1с)	50

Пристрій для закорочування М6D, М7D (рис. 8.19) приєднується до затискувачів РС 481.



Рисунок 8.19 – Пристрій для закорочування М6D

Пристрій складається з 6 або 7 штепсельних патронів із роз'ємами. Після виконання монтажних робіт пристрій знімається.

Пристрій заземлення МаТ (рис. 8.20) застосовується для тимчасового заземлення.



Рисунок 8.20 – Пристрій заземлення МаТ

Пристрій складається з патрона заземлення, який вставляється у роз'єм пристрою М6D, М7D і десятиметрового мідного дроту перерізом 16 мм<sup>2</sup>, який приєднується до пристрою заземлення. Характеристики пристрою заземлення МаТ і пристроїв для закорочування М6D, М7D наведено в таблиці 8.15.

Таблиця 8.15 – Характеристики пристрою заземлення MaT і пристроїв для закорочування M6D, M7D

Позначення	Призначення	Маса, г
MaT	Пристрій заземлення	2500
M6D	Пристрій для закорочування 6 втулок	2000
M7D	Пристрій для закорочування 7 втулок	2200

Після виконання монтажних робіт пристрій від'єднується від лінії.

З'єднувальні затискачі призначені для забезпечення надійного електричного контакту і необхідної механічної міцності при з'єднанні струмопровідних жил, а також несучої нульової жили в прогоні.

Затискачі типу MJPT (рис. 8.21) застосовуються для з'єднання мідних і алюмінієвих струмопровідних жил, а також несучої нульової жили, виготовленої з алюмінію або міді та застосовуються на магістральній лінії.



Рисунок 8.21 – Затискачі типу MJPT

Затискачі забезпечують з'єднання двох ізольованих і неізольованих жил. З'єднання здійснюється методом опресування. Тип затискача для проведення з'єднання відповідного перерізу визначається за кольором ковпачків затиску. Герметичність контакту здійснюється опресуванням сталевих кілець. Для з'єднання несучої нульової жили застосовуються затискачі, в марці яких присутня буква N, наприклад, MJPT 50N. Характеристики з'єднувальних затискачів MJPT наведено в таблиці 8.16.

Таблиця 8.16 – Характеристики з'єднувальних затискувачів МЈРТ

Позначення	Переріз 1 жили, мм <sup>2</sup>	Переріз 2 жили, мм <sup>2</sup>	Матриця	Маса, г
1	2	3	4	5
МЈРТ 25N	25	25	E173	100
МЈРТ 35.25	35	25	E173	100
МЈРТ 35	35	35	E173	100
МЈРТ 35 N	35	35	E173	100
МЈРТ 50.25	50	25	E173	100
МЈРТ 50.35	50	35	E173	100
МЈРТ 50	50	50	E173	100
МЈРТ 50N	50	50	E173	180
МЈРТ 54.50	54	50	E173	180
МЈРТ 54,6N	54	54	E173	180
МЈРТ 70.35	70	35	E173	100
МЈРТ 70.50	70	50	E173	100
МЈРТ 70.54,6N	70	54	E173	180
МЈРТ 70	70	70	E173	100
МЈРТ 70N	70	70	E173	180
МЈРТ 95.50	95	50	E215	180
МЈРТ 95N	95	95	E215	180
МЈРТ 120	120	120	E215	190
МЈРТ 150.70	150	70	E215	190
МЈРТ 150.95	150	95	E215	190
МЈРТ 150	150	150	E215	190

Затискачі типу МЈРВ (рис. 8.22) застосовуються для з'єднання СП з алюмінієвими або мідними жилами на відгалуженнях. З'єднання виконується обпресуванням. Для цього використовується прес НТ 50 з матрицею Е 140. За кольором вставки на затиску визначається переріз жил, що з'єднуються.



Рисунок 8.22 – Затискачі типу МЈРВ

Характеристики з'єднувальних затискувачів МЈРВ наведено в таблиці 8.17.

Таблиця 8.17 – Характеристики з'єднувальних затискачів МJPВ

Позначення	Переріз 1 жили, мм <sup>2</sup>	Переріз 2 жили, мм <sup>2</sup>	Матриця	Маса, г
МJPВ 4-6	4	6	E140	20
МJPВ 6	6	6	E140	20
МJPВ 6-10	6	10	E140	20
МJPВ 6-16	6	16	E140	20
МJPВ 6-25	6	25	E140	20
МJPВ 6-35	6	35	E140	20
МJPВ 10	10	10	E140	20
МJPВ 10-16	10	16	E140	20
МJPВ 10-25	10	25	E140	25
МJPВ 10-35	10	35	E140	25
МJPВ 16	16	16	E140	25
МJPВ 16-25	16	25	E140	25
МJPВ 16-35	16	35	E140	25
МJPВ 25	25	25	E140	25
МJPВ 25-35	25	35	E140	25
МJPВ 35	35	35	E140	25

Ізольовані наконечники типу СРТАUR (рис. 8.23) застосовуються для з'єднання СП з електрообладнанням. Гільза заповнена нейтральним мастильним матеріалом, що забезпечує герметичний контакт.



Рисунок 8.23 – Ізольовані наконечники типу СРТАUR

З'єднання з СП виконується обпресуванням шестигранными матрицями (E140; E173; E215). Характеристики ізольованих наконечників наведено в таблиці 8.18.



Таблиця 8.18 – Характеристики ізольованих наконечників типу СРТАUR

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	D, мм	d, мм	L, мм	Матриця	Маса, г
СРТАUR16	16	22	13	95	E173	100
СРТАUR25	25	22	13	95	E173	100
СРТАUR35	35	22	13	95	E173	100
СРТАUR50	50	22	13	95	E173	100
СРТАUR54	54	22	13	95	E173	100
СРТАUR70	70	22	13	95	E173	100
СРТАUR95	95	22	13	95	E215	130
СРТАUR120	120	30	15	120	E215	130
СРТАUR150	150	30	15	120	E215	130

Арматура для з'єднання проводів повітряної та кабельної ліній (рис. 8.24) застосовується для з'єднання кабелів із паперовою і пластмасовою ізоляцією з СІП на напругу до 1 кВ.



Рисунок 8.24 – Арматура для з'єднання повітряної і кабельної ліній

З'єднання СІП із кабелем виконується вологозахищеними затискачами типу: Р 151, PR 151 + В1, PR 240 + В1, CD 153N + В1. У місці оброблення кабелю потрібно встановити кінцеву термоусаджувальну муфту.

Характеристики арматури наведено в таблиці 8.19.

Таблиця 8.19 – Характеристики затискачів для з'єднання проводів повітряної і кабельної ліній.

Позначення	Переріз СІП у магістралі, мм <sup>2</sup>	Переріз СІП відгалуження, мм <sup>2</sup>	Максимальне навантаження, А	Маса, г
Р 151	16 – 150	6 – 95	290	130
PR 151+В1	35 – 150	35 – 150	500	150
PR 240+В1	50 – 150	70 – 240	500	150
CD 71+В1	35 – 95	4 – 54	290	130
CD 153N+В1	25 – 150	25 – 95	500	190

## 9 Затискачі та лінійна арматура для підвіски СШ на ПЛЗ 6 – 20 кВ

Порцелянові штиреві ізолятори IF 20, IF 27 використовуються для кріплення захищених і неізольованих проводів на ЛЕП до 20 кВ. Провід кріпиться у жолобі або на шийці ізолятора. Для виконання монтажу проводу без розкочувальних роликів в ізоляторі IF 27 встановлюється спеціальна пластмасова втулка. Конструкції ізоляторів наведено на рисунку 9.1.



Рисунок 9.1 – Порцелянові штиреві ізолятори IF 20, IF 27

Технічні характеристики ізоляторів наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Технічні характеристики порцелянових ізоляторів

Позначення	Допустимий ступінь забруднення на напругу 10/20 кВ	Довжина шляху витоку, мм	Витримувана імпульсна напруга, кВ	Пробивна напруга в ізоляційному середовищі, кВ	Маса, г
IF 20	3/1	400	135	180	3400
IF 27	3/1	400	135	180	3400

Кріплення проводу до ізолятора виконується однією або двома в'язками.

Спіральні в'язки СВ 35, СВ 70, СВ 120 (рис. 9.2) застосовуються для кріплення захищених проводів на штирьових ізоляторах.



Рисунок 9.2 – Спіральна в'язка

Монтаж в'язки проводиться без інструменту поверх ізоляції захищеного проводу. Розмір в'язки, що відповідає перерізу проводу, визначається за кольо-

ровим маркуванням. Головні характеристики спіральних в'язок наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Характеристики спіральних в'язок

Позначення	Перетин жил, мм <sup>2</sup>	Кольорове маркування	Маса, г
СВ 35	30 – 50	Жовтий	550
СВ 70	70 – 95	Зелений	650
СВ 120	120 – 150	Чорний	710

Підвісний скляний ізолятор IS 70E застосовується в мережах середньої наруги 6 – 20 кВ у складі ізолювальних, натяжних і підтримувальних підвісок на анкерних, кінцевих і кутових опорах. Конструкції ізоляторів наведено на рисунку 9.3



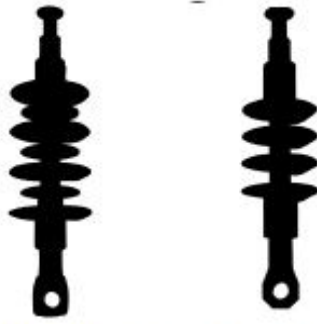
Рисунок 9.3 – Підвісний скляний ізолятор IS 70E

Технічні характеристики ізоляторів наведено в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3 – Характеристики підвісних скляних ізоляторів IS 70E

Позначення	Руйнівне навантаження, кН	Довжина шляху витoku, мм	Маса, г
IS 70E	70	303	3400

Підвісні натяжні полімерні ізолятори SML 70/10, SML 70/20 (рис. 9.4) використовуються як електроізолювальні елементи у вузлах кріплення неізолюваних і захищених проводів ПЛ 6-20 кВ. Ізолятор містить високоміцний склопластиковий стрижень із нормованою механічною міцністю на розтяг не менше ніж 250 кН, який захищений суцільнолітою кремнійорганічною ребристою оболонкою та забезпечений напресованими сталевими оцинкованими накінецьниками типу «пестик» / «сережка».



SML 70/20 SML 70/10

Рисунок 9.4 – Підвісні полімерні ізолятори SML 70/10, SML 70/20

Технічні характеристики полімерних ізоляторів наведено в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4 – Характеристики полімерних ізоляторів

Позначення	Клас напруги, кВ	Довжина шляху витоку, мм	Допустимий ступінь забруднення	Маса, г
SML 70/10	10	360	3	950
70/20	20	560	3	1200

Затискачі анкерні PAZ 3 (рис. 9.5) застосовуються для анкерного кріплення захищених і неізольованих проводів до натяжних ізоляторів або ізолювальних підвісок на кінцевих і кутових опорах. Корпус виконаний з корозійностійкого алюмінієвого сплаву, болти сталеві гарячого цинкування.



PAZ 3

Рисунок 9.5 – Затиск анкерний

При кріпленні ізольованих проводів у місці установки затиску попередньо знімається ізоляція з проводу. Характеристики затиску наведено в таблиці 9.5.

Таблиця 9.5 – Характеристики затиску PAZ 3.

Позначення	Переріз, мм <sup>2</sup>	Граничне навантаження, даН	Діаметр, мм	Маса, г
PAZ 3	35-150	4000	6,5-15	710

## 10 Опори

Для спорудження ПЛІ напругою до 1 кВ застосовуються, зазвичай, залізо-бетонні або металеві опори. Опори, які використовуються на території України, повинні бути розраховані на 1 – 5 райони за ожеледним навантаженням і на 1 – 5 райони за навантаженням від тиску вітру відповідно до вимог ПУЕ- 2009.

За своїм призначенням опори поділяються на такі типи:

1) проміжні – встановлюються на прямих ділянках траси та в нормальному режимі роботи не сприймають зусиль, спрямованих уздовж проводів лінії;

2) анкерні – застосовуються для обмеження анкерного прольоту, в місцях зміни кількості марок і перетинів проводів. Ці опори в нормальному режимі роботи повинні сприймати зусилля від різниці натягу проводів, спрямованому вздовж лінії;

3) кутові – встановлюються в місцях зміни напрямку траси лінії та в нормальному режимі роботи повинні сприймати сумарне навантаження від натягу проводів суміжних прольотів. Кутові опори зі свого боку можуть бути проміжного та анкерного типів;

4) кінцеві – встановлюються на початку і в кінці лінії, а також у місцях кабельних вставок. Такі опори належать до опор анкерного типу і в нормальному режимі роботи повинні сприймати однобічно натяг всіх проводів;

5) відгалужувальні – застосовуються для виконання відгалуження від лінії;

6) перехресні – для здійснення перетину ліній двох і більше напрямків.

Відгалужувальні й перехресні опори зі свого боку за призначенням можуть бути всіх зазначених вище типів.

Незалежно від типу опори можуть стояти вільно, з підкосами або з відтяжками.

Умовне позначення опор має такий буквено-цифровий шифр:

ПІ (1 × СВ 95-2) -1,

де П – призначення опори (П – проміжна; КП – кутова проміжна; А – анкерна; ПА – перехідна анкерна; К – кінцева; ПК – перехідна кінцева; КА – кутова анкерная; ВП – відгалужувальна проміжна; ВА – відгалужувальна анкерная; ВКА – відгалужувальна кутова анкерная);

1 – кількість кіл (1, 2, 3 або 4);

1 – кількість стійок (1, 2 або 3);

СВ 95-2 – тип стійок (СВ 95-2; СВ 105-3,6; СВ 105-5; СК 105-8; СК 105-10;

СК 105-12; СК 105-14);

1 – варіант виконання кріплення проводу (1, 2, 3, 4, 5, 6 або ЛО – лінія освітлення).

## **11 Проектування повітряних ліній електропередачі з самоутримним ізолюваними проводами**

### **11.1 Загальні положення**

За складом, порядком розроблення, погодження та затвердження проектна документація на будівництво ПЛ повинна відповідати вимогам ДСТУ Б А.2.4-4: 2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації [4] і ДБН А.2.2-3-97 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва [5], а за технічними вимогами з влаштування – Вимогам до улаштування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами 2002 року [6].

Додаткові технічні вимоги з влаштування повітряних ліній напругою до 1 кВ, які встановлені главами ПУЕ, також поширюються на ПЛ з СІП.

Проектно-кошторисна документація на будівництво ПЛ із СПП розробляється на підставі завдання на проектування, яке створюється спільними зусиллями Виконавця і Замовника за формою стандарту підприємства (далі – СТП), затверджується Замовником і узгоджується виконавцем.

Крім цього під час проектування потрібно керуватися такими нормативними документами:

1. ДСТУ 4743- 2007 Проводи самоутримні ізольовані та захищені для повітряних ліній електропередачі. Загальні технічні умови.

2. ДБН В.2.5-341.004.001.001-02 / Мінпаливенерго України. Улаштування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізольованими проводами.

3. ГКД 34.20.175-2002 / Мінпаливенерго України. Вимоги до проектування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізольованими проводами.

4. ГКД 34.20.260-2002 / Мінпаливенерго України. Інструкція з монтажу повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізольованими проводами.

5. ГКД 34.20.662-2002 / Мінпаливенерго України. Інструкція з експлуатації повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізольованими проводами.

6. ГНД 34.20.177-2004 / Мінпаливенерго України. Вимоги до проектування повітряних ліній електропередачі напругою 6-35 кВ з проводами із захисним покриттям.

7. ГНД 34.20.261-2004 / Мінпаливенерго України. Інструкція з монтажу повітряних ліній електропередачі напругою 6-35 кВ з проводами із захисним покриттям.

8. ГНД 34.20.508-2004 / Мінпаливенерго України. Інструкція з експлуатації повітряних ліній електропередачі напругою 6-35 кВ з проводами із захисним покриттям.

Інститут «Укрсільенергопроект» спільно з ПАТ «Завод Південкабель» розробив «Рекомендації з проектування і будівництва ліній напругою до 1 кВ із використанням самоутримних ізольованих проводів виробництва ПАТ «Завод «Південкабель» і лінійної арматури фірми «NILED». Рекомендації призначені для використання у процесі проектування, будівництва та експлуатації ліній електропередачі напругою до 1 кВ на території України.

## 11.2 Вимоги до параметрів ПЛЛ

ПЛЛ необхідно прокладати, зазвичай, з двох сторін вулиць з урахуванням виключення перешкод руху транспорту, сільськогосподарським машинам, пішоходам, а також зручності виконання відгалужень від магістралі ПЛЛ до введів в будівлі та зменшення кількості перетинів ПЛЛ з інженерними спорудами.

Довжина прольоту від магістралі ПЛЛ до введів в будівлі визначається розрахунком залежно від міцності опори, на якій виконується відгалуження, габаритів підвішування проводів на опорі та на вводі, кількості й перерізу жил СП відгалуження, а також кліматичних умов району спорудження ПЛЛ, але не більше ніж 25 метрів.

На ПЛЛ застосовуються тільки СП і стійки опор, які виготовляються за затвердженими технічними умовами (далі – ТУ) і мають сертифікат якості. Переріз несучих жил повинен відповідати ДБН В.2.5-341.004.001.001-02 Мінпаливенерго України Улаштування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізольованими проводами.

Магістраль ПЛЛ, зазвичай, виконується СП одного перерізу. Переріз жил СП на магістралі визначається електричним розрахунком, але повинен бути не меншим 50 мм<sup>2</sup>.

Параметри ПЛЛ повинні відповідати таким вимогам:

– пропускна здатність електричної мережі має задовольняти перспективному відносному приросту споживання електроенергії;



– схема електричної мережі повинна виключати можливість розвитку аварій і забезпечувати необхідні рівні живучості, надійності роботи мережі та постачання якісної електричної енергії споживачам.

Вибір технічних рішень проводиться на підставі порівняння альтернативних варіантів методом окупності капітальних вкладень. Варіанти, які порівнюються, повинні задовольняти технічним обмеженням струмів короткого замикання, напруги, пропускної здатності, механічної міцності елементів мереж.

Струм однофазного короткого замикання на початку лінії електропередачі в мережі 0,38 кВ повинен бути не менше ніж струм роботи апаратів релейного захисту в межах всієї лінії.

Якщо вимоги цього пункту не виконуються, то для забезпечення роботи релейного захисту рекомендується розукрупнення ліній електропередачі, встановлення трансформатора зі схемою з'єднання обмоток «зірка-зигзаг» або приймається рішення збільшення струму короткого замикання шляхом збільшення перерізу проводів.

Граничні відхилення напруги на виводах приймачів електричної енергії згідно з [4] повинні бути в нормальному режимі не більше  $\pm 5\%$ , в інших режимах –  $\pm 10\%$ . При цьому втрати напруги в лінії 0,38 кВ у максимальному режимі навантаження до місця приєднання найдалшого споживача повинні бути не більше ніж  $6\%$ .

Пропускна здатність мережі 0,38 кВ, до якої приєднані однофазні споживачі, повинна бути достатня для забезпечення, відповідно до [4] граничних значень коефіцієнта зворотної послідовності напруги та коефіцієнта нульової послідовності напруги. Значення коефіцієнтів зворотної та нульової послідовності напруги в нормальному режимі повинні бути не більше ніж  $2\%$ , а в максимальному режимі – не більше  $4\%$ . При цьому однофазні споживачі повинні рівномірно за потужністю розподілятися між усіма фазами мережі з коефіцієнтом нерівномірності навантаження не більше ніж  $0,1$ . Для споживачів з максимальним навантаженням більше ніж  $4 - 5$  кВт рекомендується трифазний ввід.

При проектуванні мережі застосовуються підстанції з трансформаторами потужністю до 100 кВА включно зі схемою з'єднання обмоток «зірка-зигзаг», а для трансформаторів потужністю 250 кВА – «трикутник-зірка».

Для забезпечення динамічної стійкості навантаження в мережах із напругою 0,38 кВ опір трифазного короткого замикання в точках приєднання споживачів з асинхронними двигунами повинно бути не більшим за допустимий опір запуску двигуна і збереження роботи працюючих двигунів при запуску наступного. Якщо у споживача є декілька двигунів, то перевіряється запуск двигуна з найбільшим пусковим струмом.

В процесі проектування ПЛП виконуються такі розрахунки:

#### 1. Електротехнічні:

- визначення існуючих і перспективних електричних навантажень, вибір оптимальної конфігурації електричної мережі 0,38 кВ і схеми електропостачання споживачів, що забезпечує нормовану надійність;

- вибір перерізу жил СП, що забезпечують необхідну пропускну здатність мережі та вимоги якості електроенергії, визначення необхідності в додаткових жилах СП;

- розрахунки втрат напруги, перевірка на допустимі відхилення напруги від номінального у споживачів (для вуличного освітлення – у найбільш віддалених ліхтарів);

- визначення тривалих перевантажень за умовами нагріву в нормальному і після аварійному режимах;

- перевірка мережі за умовами спрацьовування захисту (запобіжників або автоматичних вимикачів) при однофазних і міжфазних коротких замиканнях;

- перевірка мережі за умовами пуску і стійкості роботи асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором;

- вибір оптимальної схеми електричних з'єднань ТП 6-10 / 0,4 кВ;

- вибір засобів релейного захисту;

- вибір засобів блискавкозахисту;

- розрахунки пристроїв заземлення.

## 2. Конструкторсько-механічні:

- визначення стріли провисання СПП;

- розрахунок габаритів СПП на перетинах ПЛЛ з інженерними спорудами і природними перешкодами;

- розрахунок опор;

- розрахунок закріплення опор ПЛЛ в ґрунті.

Кабельні вставки у ПЛЛ виконуються з дотриманням вимог глави 2.3 ПУЕ.

Для захисту кабельних вставок від грозових перенапруг на їх кінцях, що межують з ПЛЛ, необхідно передбачати установку обмежувачів перенапруги або вентиляльних розрядників. Заземлення обмежувачів перенапруги та розрядників виконується приєднанням їх до пристрою заземлення.

На ПЛЛ можуть застосовуватися залізобетонні або дерев'яні опори. На опорах допускається підвішувати декілька ліній. Кількість ліній приймається відповідно до міцності стійок опор.

У разі неможливості забезпечення нормованих відстаней від СПП відгалужень, що прокладаються від магістралі ПЛЛ до введів в одноповерхові житлові будинки, до проїжджої частини вулиць, тротуарів, пішохідних доріжок і поверхні землі, а також від проводів вводу до поверхні землі необхідно передбачати додаткові опори або спеціальні конструкції на будівлі, наприклад трубостійки.

### **11.3 Основні габаритні відстані при будівництві ліній СПП**

Фірма «Sisam», яка має багаторічний досвід експлуатації повітряних ліній із СПП рекомендує при проектуванні ПЛЛ виконувати такі вимоги.

Проводи на опорах ПЛЛ потрібно розміщувати таким чином, щоб їхні опори не загороджували входи в будівлі та в'їзди у двори, не створювали перешкод руху транспорту та пішоходів.

У населеній і ненаселеній місцевості відстань за вертикаллю від проводів СПП до поверхні землі або до проїжджої частини вулиці при найбільшій стрілі

провисання має бути не менше ніж 5,0 м. У важкодоступній місцевості ця відстань може бути зменшена до 2,5 м, а у недоступній місцевості (схили гір, скелі) – до 1,0 м.

У разі перетину непроїжджої частини вулиці відгалуженнями до введів у будівлі (споруди) відстань від СІП до тротуарів і пішохідних доріжок при найбільшій стрілі провисання має бути не менше ніж 3,5 м.

Відстань за вертикаллю від СІП відгалуження для вводу в будівлю до поверхні землі перед конструкцією вводу повинна бути не менше ніж 2,75 м.

Відстань від проводів СІП до дерев і кущів не нормується. Допускається вирублення окремих дерев, які створюють загрозу пошкодження проводу лінії або перешкоджають проходженню лінії.

Спільна підвіска на загальних опорах неізолюваних проводів повітряної лінії напругою до 1 кВ і проводів СІП допускається за дотриманням таких умов:

- неізолювані дроти ПЛ повинні бути розташовані вище проводів СІП;
- відстань між проводами ПЛ і СІП на опорі та в прогоні за температури повітря +15 °С без вітру повинна бути не менше ніж 0,5 м.

При спільній підвісці на загальних опорах різних кл ПЛІ напругою до 1 кВ відстань між лініями СІП на опорі і в прогоні повинна бути не менше 0,3 м.

У разі спільної підвіски на загальних опорах неізолюваних проводів повітряної лінії напругою до 10 кВ та проводів СІП напругою до 1 кВ відстань за вертикаллю між найближчими проводами ліній різної напруги на опорі та в прогоні за температури повітря +15 °С без вітру має бути не менше ніж 1 м. Провід ПЛ напругою до 10 кВ при цьому потрібно розташовувати вище проводів лінії СІП до 1 кВ.

При спільній підвісці на загальних опорах повітряної лінії з захищеними проводами (далі – ПЛЗ) напругою до 10 кВ і проводів СІП напругою до 1 кВ відстань за вертикаллю між найближчими проводами ліній різного напруги на опорі та в прогоні за температури повітря +15 °С без вітру повинна становити не

менше ніж 0,5 м. Провід ПЛЗ напругою до 10 кВ при цьому слід розташовувати вище проводів лінії СІП до 1 кВ.

Допускається перетин ліній напругою до 1 кВ у прогоні. У цьому разі відстань за вертикаллю між найближчими проводами пересічних ліній на опорі та в прогоні за температури повітря +15 °С без вітру має бути не меншою: між неізолюваними проводами ПЛ і ПЛІ – 0,5 м; між проводами ПЛІ – 0,1 м.

У разі перетину ПЛІ напругою до 1 кВ автомобільних шляхів загального користування найменша відстань за вертикаллю від проводу СІП до покриття проїзної частини повинна бути 7,0 м. При зближенні ПЛІ з автомобільними дорогами відстань від СІП до дорожніх знаків і тросів, що їх утримують, повинна бути не менше ніж 0,5 м.

У разі перетину ПЛІ трубопроводів відстань від проводів лінії при їх найбільшому провисанні до елементів трубопроводу має бути не менше ніж 1 м.

Прокладання СІП стінами будівель і споруд необхідно виконувати таким чином, щоб вони були недосяжні для дотику з місць, де можливе часте перебування людей (вікна, балкони, тераси).

Мінімальна відстань по горизонталі від СІП до елементів найближчих будівель і споруд при найбільшому відхиленні:

- до балконів, терас, вікон – 1,0 м;
- до глухих стін – 0,15 м.

Мінімальна відстань по вертикалі при проходженні над дахами будівель:

- для промислових будівель і споруд – 2,5 м;
- для малих архітектурних форм (торгові павільйони, кіоски тощо) де не передбачено перебування людей – 0,5 м.

Мінімальні відстані при проходженні СІП стіною будівлі за вертикаллю:

- над вікном або вхідними дверима – 0,3 м;
- під вікном або балконом 0,5 м;
- до землі 2,75 м.

за горизонталлю:

– до вікон – 0,5 м;

– до балконів і вхідних дверей – 1,0 м

Мінімальна відстань в просвіті від стіни будівлі до СІП – 6 см.

Відстані для прокладки СІП по стінах будівель наведені на рисунку 11.1.



Рисунок 11.1 – Відстані для прокладки СІП стінами будівель

## 12 Вибір перерізів ізолюваних проводів СІП

Визначення перерізів проводів ліній напругою 0,38 – 10 кВ виконується на підставі розрахунку економічних показників із подальшою перевіркою за допустимим струмом, механічною міцністю та відхиленню напруги у споживачів.

Економічно доцільний переріз проводів вибирається за допомогою методу економічної щільності струму і методу економічних інтервалів.

Перевагою методу економічної щільності струму є його простота. Переріз проводів в цьому методі визначається за формулою

$$F_{ЭК} = I_{д\text{іл}} / j_{\text{ек}} ,$$

де  $I_{\text{діл}}$  – розрахунковий максимальний струм, А;

$j_{\text{ек}}$  – нормоване значення економічної щільності струму навантаження, А/мм<sup>2</sup>.

Економічна щільність струму залежно від матеріалу провідника і кількості годин максимуму навантаження протягом року визначається за таблицями ПУЕ. Отриманий унаслідок розрахунку переріз, округляється до найближчого більшого стандартного.

В основу методу покладено допущення, що витрати на будівництво лінії прямо пропорційні перерізу використовуваних провідників. Однак на сучасному етапі у процесі будівництва ЛЕП використовуються уніфіковані елементи, що дає змогу використовувати їх для різних перерізів проводів. Крім того, істотно змінилися ціни на головні елементи повітряних ліній. У зв'язку з цим використання даних, наведених в таблицях ПУЕ призводить у низці випадків до великої похибки.

Метод економічних інтервалів дає змогу врахувати багато економічних і технічних факторів. Застосовується цей метод для визначення перерізу проводів ліній напругою до 750 кВ. Переваги цього методу виявляються в тому разі, якщо номограми економічних інтервалів побудовані виходячи з конкретних умов будівництва ЛЕП. Для стандартних перерізів проводів, які застосовуються на певну номінальну напругу, визначаються приведені витрати залежно від величини максимального струму лінії, розрахованого відповідно до зміни навантаження по роках експлуатації лінії.

Переріз проводів розподільчих мереж напругою 0,38 – 10 кВ доцільно визначати використовуючи метод економічних інтервалів або метод економічної щільності струму. У розподільних мережах 35 кВ переріз визначають використовуючи метод економічної щільності струму.

Переріз ізолюваних проводів СІП до 1 кВ рекомендується вибирати в залежності від числа годин використання максимуму навантаження за економічною щільністю струму і за допустимим нагрівом. Якщо число годин використання максимуму навантаження досягає 4000 – 5000, то переріз вибирають з міркувань

економічної щільності струму і нагрівання. При меншій тривалості максимуму навантаження – за нагріванням. Однак, у тому разі, коли переріз вибраний за цими умовами виявиться меншим, ніж переріз необхідний за іншими технічними умовами, наприклад, механічною міцністю або втратами напруги, величина перерізу вибирається більшою для забезпечення цих умов.

Ізоляція проводів СІП виготовляється з термопластичного або із зшитого поліетилену. Допустима температура жил проводів із зазначеними ізоляціями істотно відрізняється. Це потрібно враховувати при визначенні перерізів СІП за нагріванням. Допустимі температури жил проводів з різною ізоляцією приведені в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1 – Допустимі температури жил проводів СІП

Режим експлуатації	Допустимі температури, °С, для проводів	
	СІП-1, СІП-1А, СІП-4 (термопластичний поліетилен)	СІП-2, СІП-2А, СІП-3 (зшитий поліетилен)
Нормальний режим	70	90
Режим перевантаження	80	130
Режим короткого замикання тривалістю до 5 с	135	250

Ізоляція з термопластичного поліетилену має нижчі параметри, ніж ізоляція із зшитого поліетилену. У нормальному режимі допустима температура струмопровідної жили з ізоляцією з термопластичного поліетилену обмежена 70 °С, тоді як температура жили з ізоляцією із зшитого поліетилену становить 90 °С.

Тривало допустимі струми, при яких температура не перевищує допустиму для різних конструкцій СІП на напругу до 1 кВ, наведено в таблицях А 7– А 12 додатку А. Режим перевантаження СІП допускається до 8 годин на добу, не більше 100 годин на рік і не більше 1000 годин за весь термін служби проводу.



З огляду на відмінність технічних параметрів проводів СІП, які серійно випускаються, вибір їх перерізу для конкретних умов, потрібно проводити на підставі аналізу техніко-економічних показників проводів із різною ізоляцією.

Перевірка перерізів проводів на термічну стійкість при струмах КЗ проводиться порівнянням розрахункових значень з даними, наведеними в технічній документації на певний виріб. Допустимі значення односекундних струмів КЗ для проводів СІП, що випускаються ПАТ «Завод Південкабель», наведено в таблицях А.7 – А.12 додатку А. При іншій тривалості КЗ допустимий струм термічної стійкості визначається множенням струму  $I_{кз1}$  на поправочний коефіцієнт

$$k = 1/\sqrt{t},$$

де  $t$  – тривалість КЗ, с.

Перевірка перерізів СІП на допустимі втрати напруги проводиться на підставі даних про погонні параметри дроту. Омічні опори проводів СІП наведено в таблиці А.4, індуктивні – в таблиці А.5 додатка А.

Вибір перерізів СІП, які застосовуються в мережах з напругою вище 1 кВ проводиться за економічною щільністю струму з подальшою перевіркою на відповідність вимогам допустимого нагріву, термічної стійкості до струмів КЗ, допустимої втрати напруги та механічної міцності.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГКД 34.20.175-2002. Вимоги до проектування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами. – [Чинний від 2002–12–20]. – Київ : Міністерство палива та енергетики України, 2002 – 34с.
2. ГОСТ 15845-80 (СТ СЭВ 585-77) – Изделия кабельные. Термины и определения. – [Действует с 1981–07–01]. – Москва : Госстандарт, 1981 – 27с.
3. ГОСТ Р 52373-2005 – Провода самонесущие изолированные и защищенные для воздушных линий электропередачи. Общие технические условия. [Действует с 2005–09–09]. – Москва: Стандартинформ, 2005 – 32 с.
4. ДСТУ Б А.2.4-4: 2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації. – [Чинний від 2007–01–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2009 – 28 с.
5. ДБН А.2.2-3-2004 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва – [Чинний від 2004–01–01].– Київ : Держбуд України, 2004 – 36с.
6. ВБН В.2.5-341.004.001.001-02 Улаштування повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами. – [Чинний від 2004–01–01].– Київ: Міністерство палива та енергетики України, 2002 –29 с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Рекомендовані конструкції струмопровідних жил самоутримних ізольованих проводів

Номинальний переріз основних жил, мм <sup>2</sup>	Число і номінальний діаметр дротів у жилі, шт × мм	Діаметр ущільненої жили, мм	
		мінімальний	максимальний
16	7 × 1,79	4,60	5,10
25	7 × 2,23	5,70	6,10
35	7 × 2,69	6,70	7,10
50	7 × 3,28	7,85	8,35
70	7 × 3,82	9,45	9,95
95	7 × 4,45	11,10	11,70
95	19 × 2,70	11,00	11,70
120	19 × 3,00	12,50	13,10
150	19 × 3,39	14,00	14,50
185	19 × 3,76	15,45	16,15
240	19 × 4,29	17,75	18,45

Таблиця А.2 – Рекомендовані конструкції нульових несучих жил самоутримних ізольованих проводів

Номинальний переріз основних жил, мм <sup>2</sup>	Число і номінальний діаметр дротів у жилі, шт × мм	Діаметр ущільненої жили, мм	
		мінімальний	максимальний
16	7 × 2,30	5,70	6,10
25	7 × 2,75	6,70	7,10
35	7 × 3,29	7,85	8,35
50	7 × 3,15	9,20	9,60
70	7 × 3,89	9,45	9,95
95	7 × 4,50	11,10	11,70
95	19 × 2,72	12,20	12,90
120	19 × 3,07	12,50	13,10
150	19 × 3,41	13,90	14,50
185	19 × 3,78	15,45	16,15
240	19 × 4,41	17,75	18,45

Таблиця А.3 – Номінальна товщина ізоляції основних, несучої нульової та допоміжних струмопровідних жил проводів на напругу 0,6 / 1 кВ

Номинальний переріз основних, нульової несучої та допоміжних жил, мм <sup>2</sup>	Номинальна товщина ізоляції, мм	
	Основних жил і нульової несучої жили	Допоміжних жил
16 – 35	1,3	1,3
50 – 54,6	1,5	–
70 – 150	1,7	–
185 – 240	1,9	–
1,5 – 4	–	1,2

Таблиця А.4 – Електричний опір жил СІП постійному струму при 20 °С

Номинальний переріз жили мм <sup>2</sup>	Електричний опір, Ом/1 км
10	3,08
16	1,91
25	1,20
35	0,87
50	0,64
70	0,44
95	0,32
120	0,25

Таблиця А.5 – Індуктивний опір багатожильних проводів СІП

Переріз, мм <sup>2</sup>	1×16 1×25	3×16 1×25	4×16 1×25	3×25 1×35	4×25 1×35	3×35 1×50	3×50 1×70	3×70 1×95	3×120 1×95
x <sub>0</sub> , Ом/км	0.095	0,099	0,074	0,091	0,073	0,091	0,091	0,092	0,088

Таблиця А.6 – Тривалий допустимий струм навантаження СІП

Переріз струмо- провідної жили, мм <sup>2</sup>	Струм, А, за інтенсивності сонячної радіації, Вт/м <sup>2</sup>					
	0		600		1125	
	при температурі навколишнього повітря, °С					
	25	40	25	40	25	40
10	90	80	80	65	65	50
16	110	95	95	80	75	55
25	150	130	125	105	100	70
35	180	155	150	120	120	80
50	235	205	195	160	150	100
70	290	255	240	190	180	115
95	350	305	280	225	210	125
120	410	360	330	265	240	140

Таблиця А.7 – Головні характеристики СП-1 ПАТ «Завод Південкабель»

Число і номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривне зусилля несучих жил, кН, не менше
1×16+1×25	160	13,2	1,0	75	7,4
3×16+1×25	295	17,4	1,0	70	7,4
3×35+1×50	604	24,3	2,3	115	14,2
3×50+1×70	819	27,5	3,2	140	20,6
3×70+1×95	1130	32,3	4,5	180	27,9
3×95+1×95	1362	36,2	6,0	220	27,9
3×120+1×95	1626	41,2	5,9	250	27,9
4×16+1×25	362	20,1	1,0	70	7,4
4×25+1×35	539	24,2	1,6	95	10,3
3×35+1×50+1×16	654	28,8	2,3	115	14,2
3×50+1×50+1×16	771	31,4	3,2	140	14,2
3×50+1×70+1×16	845	32,9	3,2	140	20,6
3×70+1×70+1×16	1049	36,7	4,5	180	20,6
3×70+1×95+1×16	1146	38,3	4,5	180	27,9
3×95+1×70+1×16	1311	40,7	6,0	220	27,9
3×95+1×95+1×16	1408	42,3	6,0	220	27,9
3×120+1×95+1×16	1635	45,5	5,9	250	27,9
3×35+1×50+1×25	687	28,8	2,3	115	14,2
3×50+1×50+1×25	805	31,4	3,2	140	14,2
3×50+1×70+1×25	879	32,9	3,2	140	20,6
3×70+1×70+1×25	1083	36,7	4,5	180	20,6
3×70+1×95+1×25	1180	38,3	4,5	180	27,9
3×95+1×70+1×25	1345	40,7	6,0	220	20,6
3×95+1×95+1×25	1441	42,3	6,0	220	27,9
3×120+1×95+1×25	1668	45,5	5,9	250	27,9

Таблиця А.8 – Головні характеристики СП-1А ПАТ «Завод Південкабель» (ТУ 16.К71-268-98)

Число і номінальний перетин жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривне зусилля несучих жил, кН, не менше
1	2	3	4	5	6
1×16+1×25	194	16,0	1,0	75	7,4
3×16+1×25	329	17,4	1,0	70	7,4
3×25+1×35	483	20,9	1,6	95	10,3
3×35+1×50	655	27,7	2,3	115	14,2
3×50+1×70	887	31,4	3,2	140	20,6
3×70+1×95	1208	34,8	4,5	180	27,9

Продовження таблиці А.8

1	2	3	4	5	6
3×95+1×95	1440	36,1	6,0	220	27,9
3×120+1×95	1703	41,2	5,9	250	27,9
2×16	134	14,6	1,5	105	5,0
2×25	194	17,2	2,3	130	7,8
4×16	169	17,6	1,5	105	9,8
4×25	387	20,7	2,3	130	15,4
3×35+1×50+1×16	702	31,9	2,3	115	14,2
3×50+1×50+1×16	820	34,5	3,2	140	14,2
3×50+1×70+1×16	908	36,5	3,2	140	20,6
3×70+1×70+1×16	1112	40,3	4,5	180	20,6
3×70+1×95+1×16	1227	42,3	4,5	180	27,9
3×95+1×70+1×16	1374	44,3	6,0	220	20,6
3×95+1×95+1×16	1489	46,3	6,0	220	27,9
3×120+1×95+1×16	1716	49,5	5,9	250	27,9
3×35+1×50+1×25	735	31,9	2,3	115	14,2
3×50+1×50+1×25	853	34,5	3,2	140	14,2
3×50+1×70+1×25	942	36,5	3,2	140	20,6
3×70+1×70+1×25	1146	40,3	4,5	180	20,6
3×70+1×95+1×25	1261	42,3	4,5	180	27,9
3×95+1×70+1×25	1408	44,3	6,0	220	20,6
3×95+1×95+1×25	1523	46,3	6,0	220	27,9
3×120+1×95+1×25	1749	49,5	5,9	250	27,9

Таблиця А.9 – Головні характеристики СПП–2 ПАТ «Завод Південкабель»

Число і номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривна сила несучих жил, кН, не менше
1	2	3	4	5	6
1×16+1×25	158	12,9	1,5	105	7,4
3×16+1×25	289	17,1	1,5	100	7,4
3×25+1×35	429	20,5	2,3	130	10,3
3×35+1×50	575	22,9	3,2	160	14,2
3×50+1×70	808	26,7	4,6	195	20,6
3×70+1×95	1092	30,6	6,5	240	27,9
3×95+1×95	1319	34,5	8,8	300	27,9
3×120+1×95	1577	39,0	10,9	340	27,9
4×16+1×25	354	12,9	1,5	100	7,4
4×25+1×35	528	20,5	2,3	130	10,3
3×35+1×50+1×16	624	27,6	3,2	160	14,2
3×50+1×50+1×16	759	31,0	4,6	195	14,2
3×50+1×70+1×16	833	32,5	4,6	195	20,6
3×70+1×70+1×16	1012	35,1	6,5	240	20,6
3×70+1×95+1×16	1108	37,1	6,5	240	27,9

## Продовження таблиці А.9

1	2	3	4	5	6
3×95+1×70+1×16	1268	39,5	8,8	300	20,6
3×95+1×95+1×16	1365	41,1	8,8	300	27,9
3×120+1×95+1×16	1587	43,3	10,9	340	27,9
3×35+1×50+1×25	658	27,6	3,2	160	14,2
3×50+1×50+1×25	792	31,0	4,6	195	14,2
3×50+1×70+1×25	866	32,5	4,6	195	20,6
3×70+1×70+1×25	1045	35,1	6,5	240	20,6
3×70+1×95+1×25	1141	37,1	6,5	240	27,9
3×95+1×70+1×25	1301	39,5	8,8	300	20,6
3×95+1×95+1×25	1398	41,1	8,8	300	27,9
3×120+1×95+1×25	1620	43,3	10,9	340	27,9

Таблиця А.10 – Головні характеристики СІП–2А ПАТ «Завод Південкабель»

Число і номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривне зусилля несучих жил, кН, не менше
1×16+1×25	189	15,5	1,5	105	7,4
3×16+1×25	319	20,5	1,5	100	7,4
3×25+1×35	464	22,9	2,3	130	10,3
3×35+1×50	615	26,8	3,2	160	14,2
3×50+1×70	863	30,6	4,6	195	20,6
3×70+1×95	1155	31,5	6,5	240	27,9
3×95+1×95	1382	33,5	8,8	300	27,9
3×120+1×95	1640	39,1	10,9	340	27,9
2×16	134	14,6	1,5	105	5,0
2×25	194	17,2	2,3	130	7,8
4×16	169	17,6	1,5	105	9,8
4×25	387	20,7	2,3	130	15,4
3×35+1×50+1×16	669	30,6	3,2	160	14,2
3×50+1×50+1×16	804	34,0	4,6	195	14,2
3×50+1×70+1×16	884	35,5	4,6	195	20,6
3×70+1×70+1×16	1063	38,5	6,5	240	20,6
3×70+1×95+1×16	1176	40,5	6,5	240	27,9
3×95+1×70+1×16	1319	42,5	8,8	300	20,6
3×95+1×95+1×16	1432	44,5	8,8	300	27,9
3×120+1×95+1×16	1654	47,7	10,9	340	27,9
3×35+1×50+1×25	701	30,6	3,2	160	14,2
3×50+1×50+1×25	837	34,0	4,6	195	14,2
3×50+1×70+1×25	917	35,5	4,6	195	20,6
3×70+1×70+1×25	1096	38,5	6,5	240	20,6
3×70+1×95+1×25	1209	40,5	6,5	240	27,9
3×95+1×70+1×25	1353	42,5	8,8	300	20,6
3×95+1×95+1×25	1465	44,5	8,8	300	27,9

Таблиця А.11 – Головні характеристики СП-4 ПАТ «Завод Південкабель»  
(ТУ 16.К71-268-98)

Число і номінальний переріз жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривне зусилля несучих жил, кН, не менше
1×25	98	8,8	1,6	95	4,0
1×35	134	10,2	2,3	115	5,6
1×50	173	11,5	3,2	140	8,0
1×70	240	13,4	4,5	180	11,2
2×10*	102	13,3	0,6	65	3,0
2×16*	139	15,0	1,0	75	5,0
2×25	199	17,6	1,6	95	7,8
2×35	271	20,4	2,3	115	11,0
4×10	205	16,0	0,6	65	5,9
4×16	278	18,1	1,0	75	9,8
4×25	397	21,2	1,6	95	15,4
4×35	541	24,6	2,3	115	21,5
4×50	699	27,7	3,2	140	30,7
4×70	973	32,3	4,5	180	43,0
4×95	1324	37,1	6,0	220	58,4
4×120	1627	41,0	5,9	250	73,7
4×35+1×25	641	27,5	2,3	115	21,5
4×35+1×35	677	27,5	2,3	115	21,5
4×50+1×25	798	31,1	3,2	140	30,7
4×50+1×35	834	31,1	3,2	140	30,7
4×70+1×25	1072	36,2	4,5	180	43,0
4×70+1×35	1108	36,2	4,5	180	43,0
4×95+1×25	1423	41,6	6,0	220	58,4
4×95+1×35	1459	41,6	6,0	220	58,4
4×120+1×25	1727	46,0	5,9	250	73,7
4×120+1×35	1763	46,0	5,9	250	73,7
4×35+2×25	740	27,5	2,3	115	21,5
4×35+2×35	812	27,5	2,3	115	21,5
4×50+2×25	898	31,1	3,2	140	30,7
4×50+2×35	970	31,1	3,2	140	30,7
4×70+2×25	1171	36,2	4,5	180	43,0
4×70+2×35	1243	36,2	4,5	180	43,0
4×95+2×25	1522	41,6	6,0	220	58,4
4×95+2×35	1594	41,6	6,0	220	58,4
4×120+2×25	1847	46,0	5,9	250	73,7
4×120+2×35	1898	46,0	5,9	250	73,7



Таблиця А.12 – Головні характеристики СП-5, СП-5нг ПАТ «Завод Південкабель» (ТУ У 31.3-00214534-014-2002)

Число і номінальний перетин жил, мм <sup>2</sup>	Маса, кг / км	Зовнішній діаметр проводу, мм	Односекундний струм короткого замикання, кА	Струмове навантаження, А	Мінімальна розривне зусилля несучих жил, кН, не менше
1×25	96	8,6	2,3	130	4,0
1×35	125	9,6	3,2	160	5,6
1×50	169	11,3	4,6	195	8,0
1×70	229	12,8	6,5	240	11,2
2×10	98	12,8	0,9	90	3,0
2×16	134	14,6	1,5	105	5,0
2×25	194	17,2	2,3	130	7,8
2×35	253	19,2	3,2	160	11,0
4×10	195	15,4	0,9	90	5,9
4×16	169	17,6	1,5	105	9,8
4×25	387	20,7	2,3	130	15,4
4×35	505	23,1	3,2	160	21,5
4×50	685	27,2	4,6	195	30,7
4×70	925	30,9	6,9	240	43,0
4×95	1269	35,7	8,8	300	58,4
4×120	1566	39,5	11,2	340	73,7
4×35+1×25	602	25,9	3,2	160	21,5
4×35+1×35	631	25,9	3,2	160	21,5
4×50+1×25	782	30,5	4,6	195	30,7
4×50+1×35	811	30,5	4,6	195	30,7
4×70+1×25	1022	34,6	6,5	240	43,0
4×70+1×35	1051	36,2	6,5	240	43,0
4×95+1×25	1365	41,6	8,8	300	58,4
4×95+1×35	1395	41,6	8,8	300	58,4
4×120+1×25	1663	45,9	11,2	340	73,7
4×120+1×35	1693	45,9	11,2	340	73,7
4×35+2×25	699	28,8	3,2	160	21,5
4×35+2×35	758	28,8	3,2	160	21,5
4×50+2×25	879	33,9	4,6	195	30,7
4×50+2×35	938	33,9	4,6	195	30,7
4×70+2×25	1118	38,4	6,5	240	43,0
4×70+2×35	1178	38,4	6,5	240	43,0
4×95+2×25	1462	44,4	8,8	300	58,4
4×95+2×35	1521	44,4	8,8	300	58,4
4×120+2×25	1760	49,2	11,2	340	73,7
4×120+2×35	1819	49,2	11,2	340	73,7

*Навчальне видання*

**ГАРЯЖА** Василь Миколайович,  
**ДЬЯКОВ** Євген Дмитрович

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
з дисципліни

**«КАБЕЛЬНІ ТА ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ»**

Розділ «Повітряні лінії електропередачі з самонесучими  
ізолюваними проводами»

*(для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності  
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Відповідальний за випуск *П. П. Рожков*

Редактор *В. І. Шалда*

Комп'ютерне верстання *В. М. Гаряжа*

План 2017, поз.151Л

---

Підп. до друку 14.09.2017. Формат 60×84/16

Друк на ризографі. Ум. друк арк. 2,3

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул.Маршала Бажанова 7, Харків, 61002

Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.