

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **до лабораторних робіт**

з дисципліни: "Монтаж електрообладнання і електричних установок" для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні системи електроспоживання» усіх форм навчання  
Частина II

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Монтаж електрообладнання і електричних установок» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні системи електроспоживання» усіх форм навчання. Частина II / Укл. : І.В. Авдєєв, О.В. Немикіна, В.Ю. Міщенко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 40 с.

Укладачі:

І.В. Авдєєв, доцент, канд.техн.наук  
О.В. Немикіна, доцент, канд.техн.наук  
В.Ю. Міщенко, асистент

Рецензент:

Шрам О.А., зав. кафедри, канд.техн.наук

Відповідальний за випуск:

Шрам О.А., зав. кафедри, канд.техн.наук

Затверджено  
на засіданні кафедри  
«Електропостачання промислових  
підприємств»  
Протокол № 5  
від «17» лютого 2021р.

Рекомендовано до видання  
НМК електротехнічного  
факультету  
Протокол № 6  
від «18» березня 2021р.

## ЗМІСТ

3	Лабораторна робота № 3.....	49
3.1	Опресування струмопровідних жил.....	49
3.2	Зварювання.....	52
3.3	Пайка.....	54
3.4	Механічні стискання.....	55
4	Лабораторна робота № 4.....	58
4.1	Підземні засоби прокладки кабельних ліній.....	59
4.1.1	Прокладка кабелів у траншеях.....	59
4.1.2	Прокладка кабелів у каналах.....	61
4.1.3	Прокладка кабелів у тунелях.....	63
4.1.4	Прокладка кабелів у блоках.....	66
4.2	Надземні засоби прокладки кабельних ліній.....	68
4.2.1	Прокладка кабелів на естакадах і галереях.....	68
5	Лабораторна робота № 5.....	72
5.1	Визначення й основні вимоги.....	73
5.2	Кінцеві заділки.....	73
	5.2.1 Кінцева заділка за допомогою полівінілхлоридних	
	стрічок.....	75
	5.2.2 Кінцева заділка з термоусаджуваного матеріалу.....	76
	5.2.3 Заділка в рукавичках із найритовой гуми.....	76
	5.2.4 Заділка у свинцевих рукавичках.....	78
	5.2.5 Кінцева заділка з епоксидного компаунда.....	78
	5.2.6 Кінцева заділка в сталевих лійках.....	78
5.3	Кінцеві муфти.....	79
5.4	З'єднувальні муфти.....	80
	5.4.1 Епоксидні муфти.....	80
	5.4.2 Свинцеві муфти.....	81
	5.4.3 Чавунні муфти.....	83

### 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

**Тема:** «З'єднання та окінцевання струмопровідних жил».

**Мета:** Вивчити порядок виконання з'єднання та окінцевання струмопровідних жил проводів і кабелів.

#### План

- 3.1 Опресовка струмопровідних жил.
- 3.2 Зварювання.
- 3.3 Пайка.
- 3.4 Механічні стискання.

Окінцевання і з'єднання жил проводів і кабелів, контактні з'єднання шин є відповідальними технологічними операціями, у результаті яких забезпечується надійний електричний контакт і механічна міцність.

Окінцевання і з'єднання жил проводів кабелів роблять:

- опресуванням,
- зварюванням (для мідних не припускається),
- паянням,
- болтовими і гвинтовими стисканнями.

#### 3.1 Опресування струмопровідних жил

Опресовування виконується методами суцільного обтиснення або місцевого вдавнення ручними кліщами, механічним, піротехнічним або гідравлічним пресом за допомогою змінних пуансонів і матриць.

З'єднання здійснюють у з'єднувальних гільзах, окінцевання - у наконечниках. З'єднання алюмінієвих жил опресовуванням методом місцевого вдавнення провадиться в такій послідовності, рисунок 3.1.

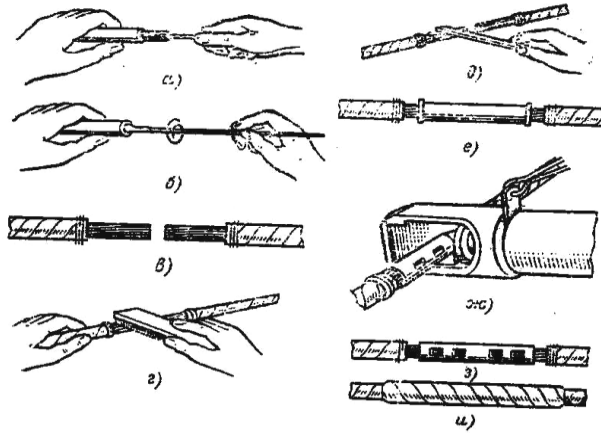


Рисунок 3.1 – З'єднання алюмінієвих жил опресовуванням

- а) зачищення внутрішньої поверхні гільзи;
- б) змащування внутрішньої поверхні гільзи кварцевазеліновою пастою;
- в) кінці жили зі знятою ізоляцією;
- г) зачищення жил;
- д) змащування жил кварцевазеліновою пастою;
- е) з'єднання, підготовлене до опресовування;
- ж) опресовування гільзи;
- з) спресоване з'єднання.
- и) готове з'єднання

Окінцевання алюмінієвих жил опресовуванням здійснюється в такій послідовності, рисунок 3.2.

- а) зачищення внутрішньої поверхні наконечника;
- б) змащування внутрішньої поверхні наконечника кварцевазеліновою пастою;
- в) кінець жили зі знятою ізоляцією;
- г) одягання наконечника на жилу;
- д) опресовування наконечника;
- ж) готове з'єднання;
- е) спресований наконечник;

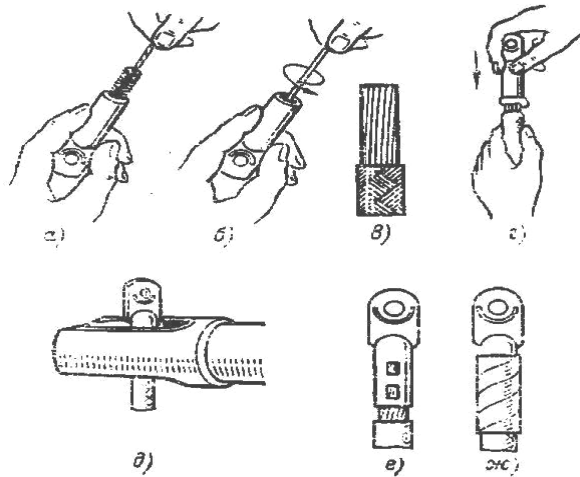


Рисунок 3.2 – Окінцевання алюмінієвих жил опресовуванням

Алюмінієві жили після їх зачищення до опресовування змащують кварцевазеліноювастою для запобігання утворення оксидної плівки, що має високий електричний опір.

Послідовність операції опресовуванням для мідних жил така ж як і для алюмінієвих, але тут не потрібно змащування кварцевазеліноювастою.

Опресовування жил в з'єднувальних гільзах провадиться чотирма місцевими вдавлюваннями на алюмінієвих жилах і двома - на мідних.

Наконечники опресовують на алюмінієвих жилах двома вдавлюваннями, а на мідних - одним.

Жили перерізом до  $10 \text{ мм}^2$  з'єднують опресовуванням гільз за допомогою ручних кліщів, вище  $10 \text{ мм}^2$  - за допомогою преса механічного, піротехнічного або гідравлічного.

Однодротові жили  $25 - 240 \text{ мм}^2$  окінцують штампуванням наконечника на жилі. Штампування виконується за допомогою піротехнічного преса. Пуансон під дією порохових газів робить штампування наконечника, формуючи його з кінця жили.

Приклади з'єднання й окінцевання опресовуванням подані на стенді.

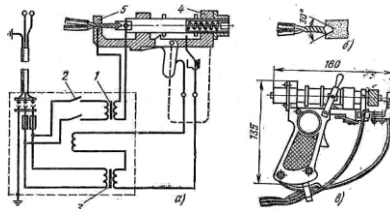
### 3.2 Зварювання

Зварювання застосовують для окінцевання і з'єднання алюмінієвих жил проводів і кабелів. Розрізняють три засоби зварювання:

- електрозварювання контактним розігрівом (без утворення дуги),
- термітне зварювання,
- газове зварювання (для багатодровових жил значних перерізів).

При окінцеванні і з'єднанні алюмінієвих жил зварюванням застосовують флюс ВАМИ. Флюс призначений для видалення плівки окису з поверхні алюмінієвих жил і для захисту цієї поверхні від окислювання.

Електрозварювання однодротових алюмінієвих жил (сумарним перерізом у скрутці до  $12,5 \text{ мм}^2$ ) виконують за допомогою апарату ВКЗ без флюсу, рисунок 3.3. З кінців жил знімають ізоляцію, зачищають їх щіткою з кардострічки до металевого блиску і скручують разом. Потім підготовляють зварювальний прилад апарату ВКЗ до зварювання: відводять назад його вугільний електрод і затискають скручені жили губками тримача так, щоб торці скручених жил упиралися в лунку вугільного електрода.



а - схема апарата; б - положення зварювальних жил у вугільному електроді при зварюванні, у - загальний вид апарата; 1 - зварювальний трансформатор 220/10 В; 2 - реле вмикання; 3 - трансформатор керування 220/36 В; 4 - зварювальний прилад (пістолет), 5 - губка тримача що зварюються проводів.

Рисунок 3.3 – Автоматичне електрозварювання контактним розігрівом однодротових алюмінієвих жил сумарним перерізом до  $12,5 \text{ мм}^2$  апаратом ВКЗ

Натисканням спускового гачка вмикають прилад, після чого вугільний електрод під дією пружини і в міру розплавлювання торців жил просувається вперед і зварює їх; зварювання автоматично припиняється в момент сплавки з'єднуючих жил на задану довжину. Місце з'єднання ізолюють поліетиленовим ковпаком або ізоляційною стрічкою.

Зварювання зазначених однодротових жил контактним розігрівом виконують за допомогою кліщів із двома вугільними електродами, залученими до полюсів вторинної обмотки трансформатора 9-12В , 0,5 кВА, рисунок 3.4.

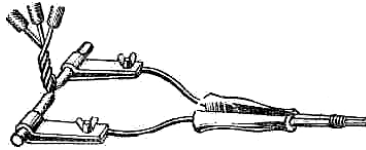


Рисунок 3.4 – Електрозварювання контактним розігрівом однодротових алюмінієвих жил сумарним перерізом до  $12,5 \text{ мм}^2$  у кліщах із двома вугільними електродами

Однодротові жили перерізом до  $10 \text{ мм}^2$  можуть підключитися до апаратів без наконечників. Багатодровові алюмінієві жили перерізом 16 -  $240 \text{ мм}^2$  окінцовують литими алюмінієвими наконечниками типу ЛА, що приварюють до алюмінієвих жил. З'єднання багатодровових алюмінієвих жил виконують у 2-а етапи:

- сплавка кінців багатодрової жили в монолітний стрижень,
- зварювання встик монолітних стрижнів у відкритій форм.

Термітне зварювання застосовується як для з'єднання струмопровідних жил проводів і кабелів, так і з'єднання голих проводів повітряних ліній. У зв'язку з тим, що цей вид зварювання є найбільше дорогим, останнім часом використовується досить рідко. Термітне зварювання встик здійснюється за допомогою патронів типу ПА, що складаються з кокілю (сталева трубка з вкладишем) і термітного муфеля, що підпалюють спеціальним термітним сірником.

Термітна маса, що горить, створює високу температуру (біля  $2000^\circ\text{C}$ ), при якій вкладиш усередині кокілю сплавляється разом із дротами закладеними в нього струмопровідними жилами. При



розплавлюванні алюміній проникає до стінок кокілю, тому внутрішню поверхню покривають крейдовою пастою. Послідовність термітного зварювання показана на плакаті, а зразок готового з'єднання на стенді. Для термітного зварювання кабельних жил застосовують пристосування з охолодниками на штативі.

Останнім часом найбільше поширеним видом газового зварювання є пропано-киснева. При пропано-кисневому зварюванні використовується два балони. Один із пропаном, другий із киснем. Пропано-киснєве полум'я в пальнику регулюється за допомогою вентилів. Гасять пальник закриваючи вентиля пропану, а потім кисню на ручці пальника.

### 3.3 Пайка

Процес пайки полягає в покритті розігрітих кінців з'єднувальних жил розплавленим припоєм.

Пайку алюмінієвих і мідних жил роблять:

- засобом поливу,
- за допомогою пропано-кисневого пальника,
- за допомогою паяльника (для жил перерізом 2,5 - 10 мм<sup>2</sup>).

Найбільше поширення при пайці алюмінієвих жил одержали припої А (58% - цинку, 40% - олова, 2% міді), ЦО-12 (88% - цинку, 12% - олова). Припої марки ЦО-12 є більш тугоплавкими.

Пайка мідних жил здійснюється свинцево-оловянистими припоями ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50 (цифри указують відсотковий вміст олова в припої). Чим менше переріз жили, тим м'якший (тобто з більшим утриманням олова) повинний бути припой. При пайці мідних жил потрібно застосування флюсу, призначення якого - видалення окису міді з контактної поверхні. У якості флюсу використовує каніфоль.

З'єднання і відгалуження жил до 10 мм<sup>2</sup> виконують припаяною скруткою, окінцевання - оформленням у коло. Приклади виконання з'єднання й окінцевання паянням подані на стенді.

Багатодротові мідні жили перерізом 16 - 240 мм<sup>2</sup> з'єднують паянням у гільзах ГМ засобом поливу.

Припой розігрівають у сталевому тиглі до 290 °С. Зачищають до металевого блиску кінці жил і внутрішню поверхню гільзи.

Покривають флюсом кінці жил і вставляють у гільзу. Засобом поливу вливають розплавлений припой у литниковий отвір у гільзі. Щоб уникнути перегріву ізоляції жил тривалість полива не повинна перевищувати 1,5 хвилин. За цей час необхідно забезпечити повне обслуговування гільзи.

Окінцевання мідних жил перерізом 16 - 240 мм<sup>2</sup> виконують із застосуванням штампованих наконечників. Для пайки наконечники вибирають на один щабель більше, ніж для опресовки і зварювання, для одержання зазору між жилою і внутрішньою стінкою наконечника. Прогрівають наконечник полум'ям пропано-кисневого пальника і заливають попередньо розплавлений припой у наконечник.

### **3.4 Механічні стискання**

З'єднання проводів виконують також механічними стисканнями.

Механічні стискання дозволяють робити відгалуження від проводу без його розрізування. Стискання випускаються в пластмасових корпусах. Усередину корпусів закладені штамповані пластини, що затискаються по кутах чотирма гвинтами.

Ділянки з'єднувальних проводів, зачищені від ізоляції закладають між пластинами. Після зачищення ізоляції і протирки жил бензином їх покривають тонким прошарком кварцевазелінової пасти.

Механічні стискання (У-721, У-739) показані на стенді.

### **ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

Електрозварювання з'єднання алюмінієвих жил виконати в такій послідовності зварювальним трансформатором двома вугільними електродами.

1. З кінців жив зняти ізоляцію на довжині 25-30мм за допомогою кліщів МБ-1.
2. Зачистити наждаковим папером до металевого блиску; скрутити струмоведучі жили разом.
3. Нанести тонкий прошарок флюсу ВАМІ.
4. Ввімкнути зварювальний трансформатор.

5. Скручені жили розташувати вертикально торцями униз, кінці вугільних електродів зблизити до зіткнення, при цьому електроди розпикаються.

6. Розпечені електроди притиснути до торців жил до розплавлення алюмінію й утворення зварювальної кульки.

7. Після остигання зварювальне з'єднання очистити від шлаку і залишків флюсу наждаковим папером .

8. Ізолювати місце з'єднання поліетиленовим ковпаком або ізоляційною стрічкою.

Пайку мідних жил перерізом 6 мм<sup>2</sup> (з'єднання) виконати в такій послідовності.

1. З кінців жил зняти ізоляцію на довжині 25-30 мм.

2. Зачистити жили наждаковим папером до металевого блиску.

3. Скрутити з'єднувальні жили.

4. Покрити місце з'єднання флюсом (каніфоллю).

5. Пропаяти паяльником, облудити місце з'єднання шаром розплавленого припою.

6. Після остигання ізолювати з'єднання.

Пайку мідних жил перерізом 4 мм<sup>2</sup> (окінцевання) виконати в такій послідовності:

1. З кінця жили зняти ізоляцію на довжині 25-30 мм.

2. Зачистити її до металевого блиску.

3. Вигнути кінець жили у виді кола.

4. Покрити каніфоллю.

5. Розплавленим припоєм облудити коло і зачищену ділянку жили.

## **ЗМІСТ ЗВІТУ**

Послідовність операцій при з'єднанні й окінцеванні опресовуванням, зварюванням і паянням.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Види з'єднання струмопровідних жил проводів і кабелів.

2. Послідовність операцій при з'єднанні алюмінієвих жил опресовуванням.

3. Відмінність при опресовуванні мідних жил від алюмінієвих.

4. Види зварювання.
5. Як провадиться зварювання контактним розігрівом?
6. Послідовність операцій при з'єднанні мідних жил паянням.
7. Який припой використовується при пайці мідних жил, який при пайці алюмінієвих.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Антонов М.В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок, М.: Высшая школа, 1986.
2. В. М. Нестеренко. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для нач. проф. образования / В. М. Нестеренко, А. М. Мысьянов. М: Издательский центр «Академия», 2002.
3. Соколов В.А., Соколова Н.Б., Монтаж электрических установок, М.: Энергоатомиздат, 1991.
4. Трунковский Л.Е. Устройство и монтаж промышленных электрических сетей М.: Энергия, 1978.
5. Андриенко П. Д. Электромагнитная совместимость при работе группы кранов с частотно-регулируемыми приводами/Андриенко П. Д., Немыкина О.В., Андриенко А.А.Авдеев И. В., Прихно В. Л. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія та практика»— Х. : НТУ «ХПІ», 2019. —№ 9 (1334) 2019 – С. 77–80. — ISSN 2079-8024. doi: 10.20998/2079-8024.2019.9.15

## 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

**Тема:** «Засоби прокладки кабельних ліній»

**Мета:** Вивчити види кабельних споруджень і вимоги запропоновані до монтажу кабельних ліній .

### План

4.1 Підземні засоби прокладки кабельних ліній.

4.1.1 Прокладка кабелів у траншеях.

4.1.2 Прокладка кабелів у каналах.

4.1.3 Прокладка кабелів у тунелях.

4.1.4 Прокладка кабелів у блоках.

4.2 Надземні засоби прокладки кабельних ліній.

4.2.1 Прокладка кабелів на естакадах і галереях.

Вибір засобу прокладки кабельних мереж здійснюють у залежності від розміру і розміщення навантажень, щільності забудови підприємства, компонування електротехнічних помешкань, наявності технологічних, транспортних і інших комунікацій, розташування джерел живлення, а також від рівня ґрунтових вод, ступеня забруднення навколишнього середовища і ґрунту.

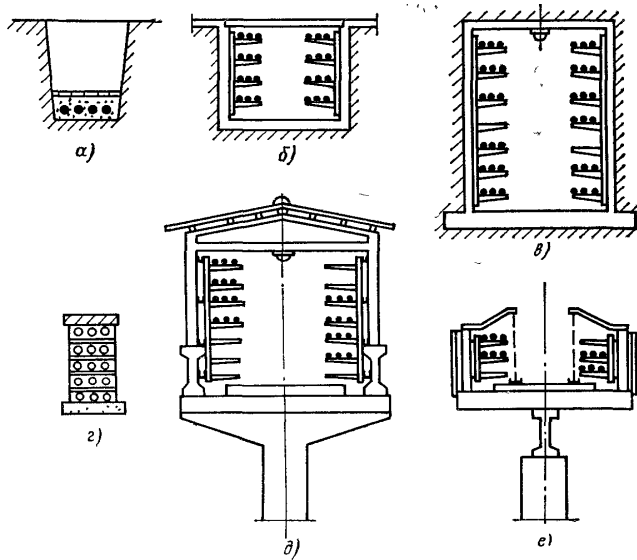
На підприємствах застосовують змішану прокладку, коли в залежності від конкретних умов доцільним є комбіноване використання різних засобів прокладки кабелів.

Кабельні мережі промислових підприємств можна розділити на внутрішньоцехові і зовнішньоцехові.

До **внутрішньоцехових** кабельних мереж відносять прокладки кабелів відкрито на конструкціях, у лотках, коробах, каналах, тунелях і трубах.

До **зовнішньоцехових** кабельних мереж відносяться прокладки кабелів у каналах, тунелях, блоках, траншеях, а також на естакадах і галереях.

На рисунку 4.1 показані приклади кабельних споруджень.



а - траншея; б - канал; в - тунель; г - блок; д- галерея; е - естакада.

Рисунок 4.1 – Види кабельних споруджень

## 4.1 Підземні засоби прокладки кабельних ліній

### 4.1.1 Прокладка кабелів у траншеях

Прокладка кабелю в траншеях є найбільше простою і дешевою. Вона економічна також по витраті провідникового (кольорового) матеріалу, тому що пропускна спроможність кабелів при прокладці в землі вище в порівнянні з прокладкою в інших середовищах. Проте такий вид прокладки використовується для порівняно невеликої кількості кабелів ( $\leq 6$ ) і має недостатньо високу надійність у порівнянні з іншими видами прокладок кабелів. При загальній прокладці декількох кабелів в одній траншеї погіршуються умови охолодження. Прокладка в траншеях неприйнятна в агресивних ґрунтах, що руйнівно діють на оболонки кабелів, і в місцях із можливими великими механічними навантаженнями на поверхню землі. Прокладка кабелів у траншеях доцільна тільки в тих випадках

коли не буде потрібно наступна прокладка кабелів оскільки це пов'язано з розкопуванням траншеї і необхідністю відключення раніше прокладених кабелів. Цей засіб не дозволяє оглядати кабель у процесі експлуатації, утрудняє знаходження місць ушкодження і виробництво ремонтних робіт із заміни кабелів і установці муфт.

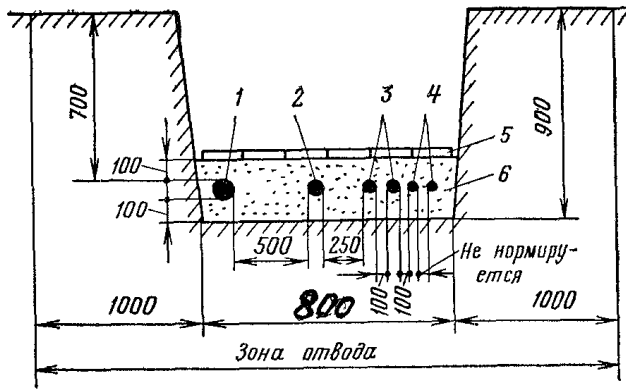
Траншеї риють по можливості прямолінійними. На всіх поворотах, перетинаннях траншеї по глибині і ширині роблять такими, щоб можна було прокласти кабель із припустимим радіусом заокруглення і витримувати необхідні відстані між прокладаємим кабелем і іншими спорудженнями в місцях зближення і перетинання. Дно траншеї вирівнюють, очищають від сміття і підсипають землю (прошарком не менше 100мм), що не містить каменів, будівельного сміття і шлаку. У готовій траншеї кабель прокладають, розкочуючи його з барабана, встановленого на кабельному транспортері. Відразу після прокладки кабель засипають прошарком дрібної землі(100мм), утрамбовують, потімкладають червону цеглину або залізобетонні плити і траншею засипають.

Покриття кабелю, прокладеного в траншеї, цеглиною або бетонними плитами не є досить ефективним засобом захисту кабелів від механічних ушкоджень.

Прокладка кабелів у траншеях по території промислових підприємств рекомендується при невеликій кількості кабелів, прокладених в однім напрямку, і на не навантажених іншими підземними комунікаціями ділянках території, рисунок 4.2.

Ширина траншей розрахована на прокладку в них не більш шести силових кабелів до 10 кВ або до трьох кабелів 20-35 кВ. При більшій кількості кабелів споруджують дві рівнобіжні траншеї з відстанню між ними 1.2м.

Проте на завантажених підземними комунікаціями територіях замість прокладки декількох траншей варто розглядати можливість об'єднання трас різноманітних кабельних ліній, застосовуючи прокладку кабелів у тунелях або каналах.



1 - кабель зв'язку або кабель іншої організації; 2 - кабель 20-35 кВ; 3 - кабель 10 кВ; 4 - контрольний кабель; 5 - залізобетонні плити або цеглини; 6 - пісок.

Рисунок 4.2 – Мінімальні відстані між кабелями, що прокладаються в траншеях

Прокладка кабелів у траншеях поступово обмежується, поступаючись більш удосконаленим видам прокладки кабелів у каналах, у тунелях, у блоках тощо.

Для компенсації температурних деформацій і можливих зсувів ґрунту кабелі в траншеях вкладають хвилеподібно (змійкою) із запасом 3% до загальної довжини траси. Деякий запас кабелів лишають також у муфт і біля вводів у будинки.

#### 4.1.2 Прокладка кабелів у каналах

При невеличкій кількості кабелів їх прокладають у каналах. Канали виконуються як усередині, так і поза будинком. Звичайно, у каналах прокладають до 50 силових кабелів. Прокладка кабелів у каналах є більш дорогим засобом підземної каналізації в порівнянні з прокладкою в траншеях, але більш дешевої, чим прокладка в тунелях. Кабелі, прокладені в каналах, досить добре захищені від механічних ушкоджень. У електротехнічних і виробничих помешканнях кабельні канали перекивають знімними плитами на рівні підлоги помешкання.



Для прокладки кабелів у каналах, звичайно, застосовують типові канали зі збірних залізобетонних елементів, рисунок 4.3.

Канали можуть виконуватися односторонніми і двосторонніми. В односторонньому каналі кабелі розташовують на конструкціях ялинкового типу з однієї сторони і на підвісках з іншої. Зверху розташовані силові кабелі високої напруги, під ними – кабелі низької напруги. Кабелі керування розташовують під силовими кабелями. Ще нижче – кабелі зв'язку. Їх розділяють горизонтальними вогнестійкими стінками. Одиночні кабелі розташовують на підвісках.

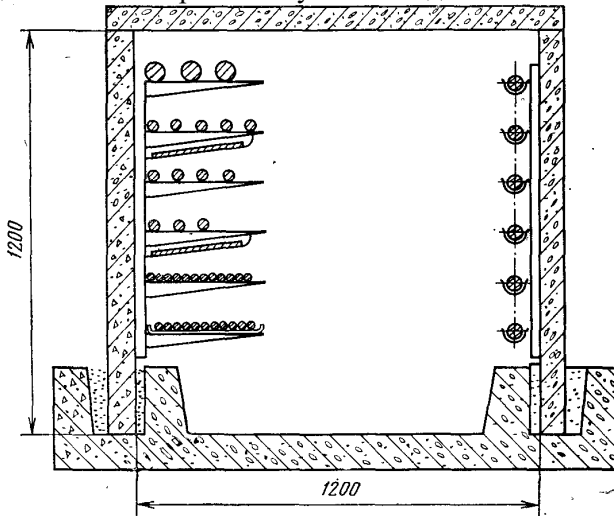


Рисунок 4.3 – Кабельний канал

Можливо також спорудження кабельних каналів із монолітного залізобетону. Ширина каналів коливається від 600 до 1200 мм, висота від 300 до 1200 мм. Орієнтована кількість кабелів, що можна прокласти в каналах максимальних розмірів: тільки силових до 50, а кабелів керування до 150. Частіше застосовується змішана прокладка кабелів силових і керування.

Ємність кабельних каналів розраховують з урахуванням можливості додаткової прокладки кабелів (не менше 10%).

Кабельні канали, не вентилюють, а влаштовують природну вентиляцію за допомогою шахт, розташованих по кінцях каналів.

На ділянках, де можуть бути пролиті розплавлений метал, рідини або речовини, що руйнівно діють на оболонки кабелів, спорудження кабельних каналів не припускається.

#### **4.1.3 Прокладка кабелів у тунелях**

Прокладка кабелів у тунелях є дорогою системою підземної кабельної каналізації і доцільна тільки при великій кількості кабелів (більш 40), що прокладаються в одному напрямку. Прокладка кабелів у тунелях вважається найбільше надійною системою підземної каналізації. Кабелі варто вибирати з оболонками з матеріалу, що не поширює горіння; переріз кабелів повинен виключати їх неприпустимий перегрів, обов'язкова наявність протипожежних засобів.

Температура усередині тунелю досить висока, що потребує пристрою механічної (примусової) вентиляції.

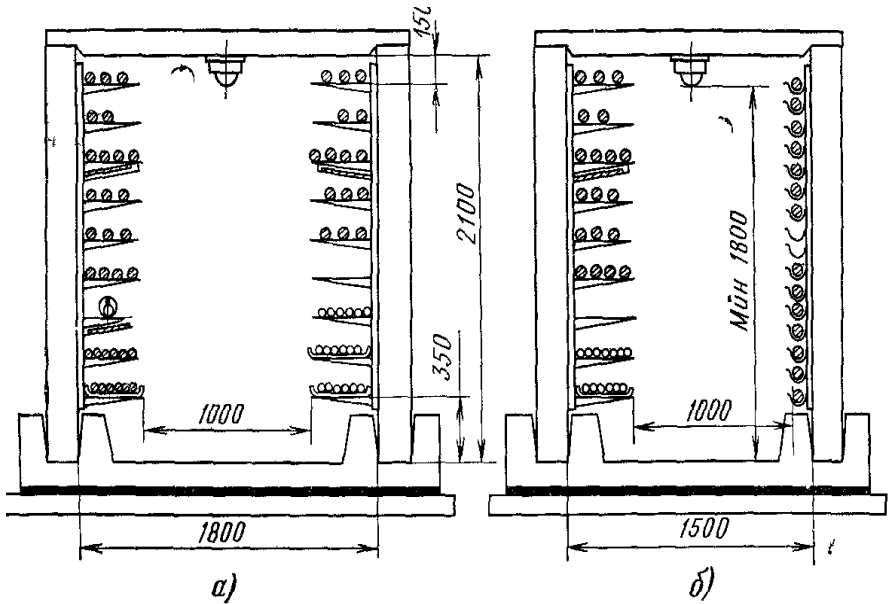
Кабельний тунель являє собою підземну залізобетонну конструкцію прямокутного перерізу. Довжина кабельних тунелів доходить до десятків кілометрів. Тунелі споруджують так, щоб була виключена можливість проникнення в них ґрунтових, дощових або технологічних вод. З цією ціллю тунелі зовні покривають гідроізоляцією.

У залежності від кількості кабелів влаштовують односторонні шириною 1500 мм або двосторонні шириною 1800 мм кабельні тунелі, рисунок 4.4.

Односторонній тунель дозволяє прокладати кабелі на одній стороні тунелю на конструкціях ялинкового типу, а на інший на підвісках.

Двосторонній тунель дозволяє прокладку кабелів на обох сторонах тунелю на конструкціях ялинкового типу. Кабелі високої напруги прокладаються над кабелями низької напруги, а насподі розташовуються контрольні кабелі.

Ємність кабельних тунелів розраховують з урахуванням можливості додаткової прокладки 15% кабелів. У кабельних тунелях передбачають електричне освітлення і мережу для живлення переносних світильників і інструмента.



а - двосторонній; б - односторонній.

Рисунок 4.4 – Кабельні тунелі

Тунелі довжиною до 7 м можуть мати один вихід. У тунелях довжиною від 7 до 150 м повинно бути не менше двох виходів, розташованих по кінцях тунелю. У тунелях великої довжини відстані між двома найближчими виходами приймають не більш 150 м. Такі тунелі з метою протипожежного захисту розділяють перегородками на окремі відсіки довжиною до 150 м.

Останнім часом знаходять застосування кабельні тунелі щитової проходки (круглого перерізу), рисунок 5. Такі тунелі збирають із кіл, що складаються з прямокутних блоків (түбінгів) або виконують монолітними.

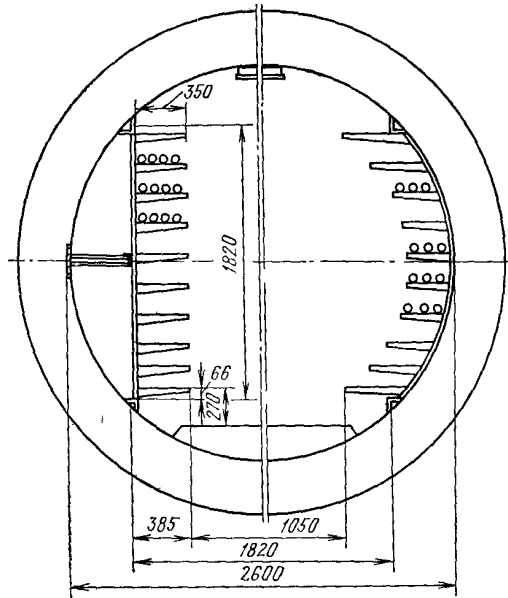


Рисунок 4.5 – Кабельний тунель круглого перерізу

Для забезпечення вентиляції кабельних тунелів встановлюють пристрої механічної приточно-витяжної вентиляції. Для цього в місцях розподілу кабельного тунелю на відсіки встановлюють проміжні вентиляційні камери (вентиляційні шахти).

Кабельні тунелі обладнують автоматичною пожежною сигналізацією, для чого встановлюють датчики (автоматичні сповісвачі). Ці датчики реагують на появу диму і підвищення температури навколишнього середовища вище 50-60°C. Для гасіння пожежі в кабельних тунелях варто передбачати використання пересувних засобів (наприклад, пожежні автомашини), із подачею від них вогнегасящих рідин до полум'я пожежі або безпосередньо за допомогою стаціонарної системи з «сухотрубамі».

Кабельні тунелі також поставляються первинними засобами пожежегасіння (вогнегасниками, ящиками з піском і т.п.).

#### 4.1.4 Прокладка кабелів у блоках

Прокладка кабелів у блоках є дуже надійною, але найменш економічною по вартості і пропускній спроможності кабелів. Тому тепер таку прокладку застосовують у край рідко й в основному в місцях перетинання підземної кабельної траси з різними дорогами, коли важко застосувати більш прості і дешеві засоби прокладки кабелів.

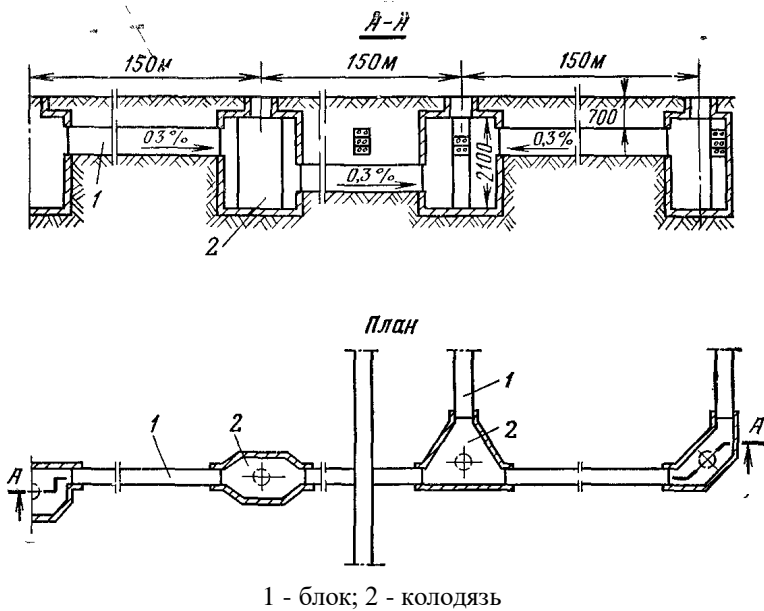
Прокладка кабелів у блоках припускається:

- у місцях перетинання з залізничними коліями (велике механічне навантаження),
- в умовах скрутності по трасі іншими підземними комунікаціями і спорудженнями,
- при можливості розливу металу або агресивних рідин, у місцях проходження кабельних ліній.

Складеними елементами блокової прокладки є блоки і колодязі для зв'язку окремих ділянок блока між собою, рисунок 4.6.

Блоки для підземної прокладки кабелів споруджують із стандартних залізобетонних панелей. Порівняно невеличка довжина блоків (6 м) потребує великої кількості стикових з'єднань. З окремих панелей складають прямі ділянки блоків на різну кількість вікон. У залежності від кількості кабелів, що прокладаються, число вікон у блоці може складати від 2 до 30. З'єднання труб забезпечується наявністю поглиблень і виступів із торців труби, виконаних так, що одна труба трохи входить у сусідню трубу.

Кабелі, розташовані в зовнішніх вікнах блока, краще прохолоджуються і тому припускають великі навантаження, чим кабелі, прокладені у внутрішніх вікнах.



1 - блок; 2 - колодязь

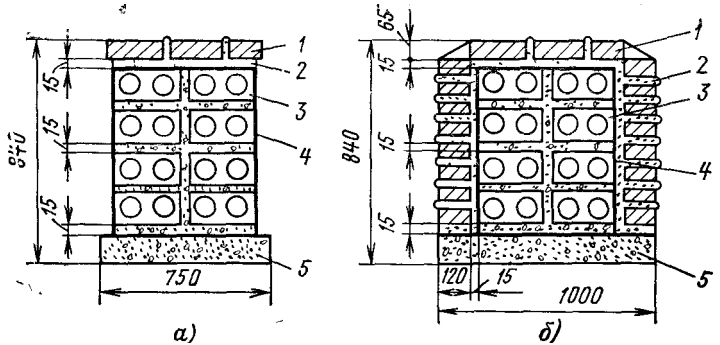
Рисунок 4.6 – План і розріз по кабельному блоку і колодязям

При прокладці в сухих ґрунтах блоки вкладають на бетонну подушку і поверх захищають шаром цеглини, рисунок 4.7а. У вологих ґрунтах бічної грані блоків захищають ще тонкими цегельними стінками, рисунок 4.7б. У обох випадках блоки повинні мати гідроізоляцію.

Глибину закладання кабельних блоків приймають не менше 0.7м, а при перетинанні доріг не менше 1 м. Глибина закладання кабельних блоків у виробничих помешканнях не нормується.

Кабельні колодязі споруджують у місцях зміни напрямку траси, при його розгалуженні, у місцях переходу кабелів із блока в інший вид прокладки, на протяглих прямих ділянках і наприкінці траси, якщо блок не входить безпосередньо в помешкання.

Відстані між колодязями, звичайно, приймають рівним не більш 150 м, з огляду на умови протяжки кабелів.



а - у сухих ґрунтах; б - у вологих ґрунтах; 1 - цеглина; 2 - цементний розчин; 3 - залізобетонна панель; 4 - офарбована гідроізоляція; 5 - бетонне підготування.

Рисунок 4.7 – Кабельні блоки

На ділянках, де може бути пролитий розплавлений метал, наприклад, на шляху транспортування ковша з металом, будова колодязів не припускається. У залежності від призначення колодязів діляться на прохідні, кутові і розгалужені. Прохідні колодязі на прямолінійних ділянках—прямі, на кутах траси—кутові з різними кутами повороту 90, 120, 135 і 150°.

Розгалужені колодязі в залежності від числа відгалужень можуть бути трійниковими і хрестовими з виходом блоків із чотирьох сторін під кутом 90°.

Рекомендуються силові кабелі і кабелі керування прокладати по різних сторонах колодязя.

## 4.2 Надземні засоби прокладки кабельних ліній

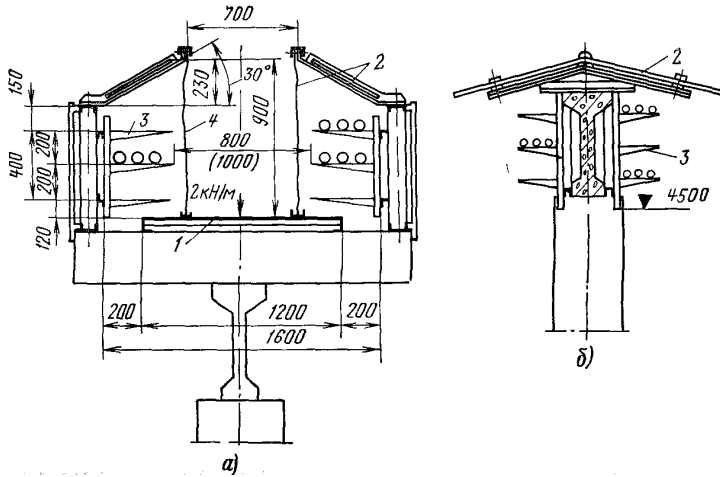
### 4.2.1 Прокладка кабелів на естакадах і в галереях

Прокладку кабелів на естакадах і в галереях застосовують, якщо територія промислових підприємств і особливо хімічних і металургійних украй насичена технологічними й іншими підземними комунікаціями, що дуже ускладнює прокладку кабелів під землею.

Естакади, рисунок 4.8 і галереї, рисунок 4.9 можуть бути споруджені для двосторонньої й односторонньої прокладок кабелів.

Двосторонні естакади застосовують для 20-30 силових кабелів, а двосторонні галереї для 50-60 силових кабелів.

Прокладка кабелів на естакадах і в галереях забезпечує велику надійність у порівнянні з підземними видами кабельної каналізації, можливість зовнішнього огляду, швидку заміну і ремонт кабелів, меншу можливість механічних ушкоджень кабелів, кращий відвід тепловиділень завдяки природній вентиляції. Проте прокладка кабелів на естакадах і в галереях є дуже дорогою і може бути виправдана лише для прокладки великих потоків кабелів.



а - прохідна; б - непрохідна; 1 - настил; 2 – сонцезахисна панель (козирок); 3 - кабельна конструкція; 4 - огороження (розміри в скобках зазначені при відсутності сонцезахисних панелей).

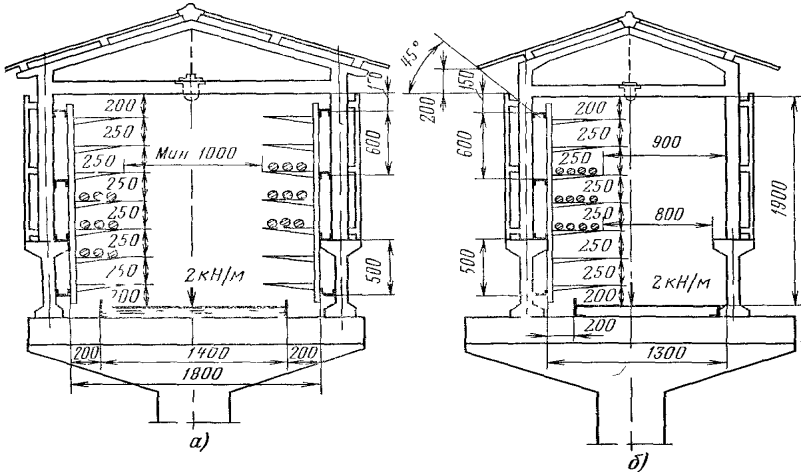
Рисунок 4.8 – Кабельні естакади

Естакади і галереї, що споруджуються на чинних (реконструйованих) підприємствах, можуть загортати проїзди й ускладнити роботу внутрішньозаводського транспорту.

Галереї можуть бути спеціальними, призначеними тільки для прокладки кабелів, і технологічними, на яких кабелі прокладають разом із технологічними трубопроводами. При обмеженій кількості комунікаційних коридорів підприємства більш доцільним є прокладка кабелів у технологічних галереях.



Смуга відчуженості під кабельну естакаду або галерею повинна бути не менше 1 м із кожної сторони від найбільше виступаючих конструктивних елементів естакади або галереї.



а - двостороння; б - одностороння.

Рисунок 4.9 – Кабельні галереї

Естакади і галереї, звичайно, розташовують на значній висоті, вище 2 м. Прольоти між опорами естакад і галерей приймають в основному 12 м і рідше 6 м.

У галереях передбачають постійне електричне освітлення, необхідне для виробництва ремонтних робіт на кабельних лініях. На відкритих естакадах для цієї цілі використовується наявне освітлення території. Кабельні галереї й естакади розраховують на можливість додаткової прокладки кабелів у кількості близько 10%.

Протяглі кабельні галереї варто розділити на відсіки не більш 150 м із відділенням їх неспалимими перегородками для локалізації можливої пожежі.

У галереях передбачають автоматичну пожежну сигналізацію. Кабельні естакади і галереї не потребують спеціальних приладів для автоматичного пожегасіння і механічної вентиляції. Для гасіння пожежу в галереях і естакадах можуть бути використані пересувні засоби (пожарні машини).

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ**

Для конкретних умов (за завданням викладача) вибрати раціональний засіб прокладки кабельних ліній.

## **ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Види кабельних споруджень.
2. Підземні засоби прокладки кабельних ліній.
3. Надземні засоби прокладки кабельних ліній.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. Що називається кабельною лінією?
2. Перерахувати кабельні спорудження?
3. У яких випадках рекомендується прокладати кабелі в траншеї?
4. Що являє собою канал?
5. У яких випадках рекомендується застосовувати тунель?
6. Які вимоги по пожежній безпеці пред'являють до тунелю?
7. Що являє собою блок? Переваги і недоліки блокової каналізації.
8. У яких випадках використовують надземні засоби каналізації електроенергії? Що до них відноситься?

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Антонов М.В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. М.:Высш.шк.,1986.
2. Лигерман И. И. Кабельные сети промышленных предприятий. М., «Энергия», 1975.
3. В. М. Нестеренко. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для нач. проф. образования / В. М. Нестеренко., А. М. Мысьянов.- М: Издательский центр «Академия» , 2002.
4. Соколов В.А., Соколова Н.Б., Монтаж электрических установок, М.: Энергоатомиздат, 1991.

## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

**Тема:** «Монтаж кабельних кінцевих заділок, кінцевих і з'єднувальних муфт».

**Мета:** Ознайомитися з правилами монтажу кабельних кінцевих заділок, кінцевих і з'єднувальних муфт, вивчити їх область застосування.

### План

5.1 Визначення й основні вимоги.

5.2 Кінцеві заділки.

5.2.1 Кінцева заділка за допомогою полівінілхлоридних стрічок.

5.2.2 Кінцева заділка з термоусаджуваного матеріалу.

5.2.3 Заділка в рукавичках із найритовой гуми.

5.2.4 Заділка у свинцевих рукавичках.

5.2.5 Кінцева заділка з епоксидного компаунда.

5.2.6 Кінцева заділка в сталевих лійках.

5.3 Кінцеві муфти.

5.4 З'єднувальні муфти.

5.4.1 Епоксидні муфти.

5.4.2 Свинцеві муфти.

5.4.3 Чавунні муфти.

## 5.1 Визначення й основні вимоги

**Кабельна кінцева заділка** - пристрій, призначений для приєднання кабелю до апаратів внутрішньої установки; вони не мають спеціального захисного корпусу.

**Кабельна кінцева муфта** - пристрій, призначений для приєднання кабелів до апаратів зовнішньої або внутрішньої установки або до повітряних ліній електропередач.

**З'єднувальна муфта** - пристрій, призначений для з'єднання жил кабелів.

Загальною вимогою до усіх видів заділок і з'єднань є забезпечення герметичності ізоляції кабелю в місці виводу струмоведучих жил, щоб цілком виключити проникнення вологи в кабель.

Монтажу кінцевих заділок і з'єднувальних муфт передують ряд монтажних операцій, названих розділкою кабелю. З кінців кабелю, що підлягають окінцеванню або з'єднанню послідовно видаляють захисний покрив, броню, оболонку, паперову поясну ізоляцію й ізоляцію жил. У результаті утвориться східчаста розділка кабелю.

Перед початком монтажу перевіряють паперову ізоляцію кабелів на відсутність у ній вологи. Для цього обривають із кінця кабелю окремі паперові стрічки й опускають у парафін, розігрітий до 140-150°C. Якщо паперова ізоляція зволожена, то спостерігається легке потріскування і виділення піни.

## 5.2 Кінцеві заділки

Кінцеві заділки виконують:

- за допомогою полівінілхлоридних стрічок (КВВ),
- за допомогою термоусаджуваного матеріалу (КВТ),
- у комплектних рукавичках (свинцевих (КВС), гумових (КВР)),
- епоксидні (КВЕ).

Область їх застосування приведена в таблиці.5.1.

Таблиця 5.1 – Область застосування кінцевих заділок і муфт внутрішньої установки для кабелів із паперовою ізоляцією

Найменування і марка заділки або муфти	Напруга кабелю, кВ	Вказівки по використанню у приміщеннях						
		для різниці рівнів 10 м і більше (для нижньої заділки)	сухих (відносна вологість не більше 60%)	вологих (відносна вологість 61–75%)	Вогких і дуже вогких(відносна вологість>75%)	жарких, сухих	с провідним пилом	пожежонебезпечних
Епоксидна з термоусаджуємим полівінілхлоридними трубками КВЕТв	1; 6; 10	Необхідно використовувати	Необхідно використовувати	Необхідно використовувати	Припускається	Рекомендується	Рекомендується за умови періодичного чищення	Рекомендується
Епоксидна з наіритовими трубками КВЕН	6; 10;	Те ж	Рекомендується	Рекомендується	Те ж	Те ж	Те ж	Те ж
Епоксидна з кремнійорганічними трубками КВЕк	6; 10;	«	Те ж	Те ж	«	«	«	«
Епоксидна з тришаровими трубками КВЕт	1; 6; 10	«	«	Варто використовувати	Рекомендується	«	«	«
Суха зі самосклеюваних стрічок КВСл	1; 6; 10	Не варто використовувати	«	Не варто використовувати	Не варто використовувати	«	Не варто використовувати	Те ж
Епоксидна з переходом на жили кабелю з пластмасовою ізоляцією КВЕп	1; 6; 10	Варто використовувати	Припускається	Рекомендується	Варто використовувати	Припускається	Рекомендується	
Гумова рукавичка з заповненням КВРЕ	6	Не варто використовувати	Рекомендується	Припускається	Не варто використовувати	Те ж	Не варто використовувати	Не варто використовувати

Те ж, але без заповнення КВР	1	Те ж	Варто використувати	Рекомендується	Те ж	«	Припускається за умови періодичного чищення	Припускається
Термоусаджуєма поліетиленов а КВТп (КВТпс) <sup>1</sup>	1	Припускається	Припускається	Припускається	Припускається	«	Припускається	Не варто використовувати
Свинцева рукавичка КВС	1; 6; 10	Те ж	Те ж	Те ж	Припускається	«	Не варто використовувати	Припускається
Сталева лійка з бітумним складом КВБ	1; 6; 10	Не варто використувати	«	«	Те ж	Не варто використувати	Те ж	Не варто використовувати

### 5.2.1 Кінцева заділка за допомогою полівінілхлоридних стрічок

При такій заділці герметизація розділаного кінця кабелю провадиться за допомогою полівінілхлоридних стрічок. Підмотка з липкої полівінілхлоридної стрічки накладаються на щабель поясної ізоляції і місця розводу жил («корінець» заділки) із заходом на оболонку кабелю, а так само на щабель паперової ізоляції з заходом на наконечники. Циліндрична частина заділки і місця переходу до наконечників ущільнюються бандажами з крученого шпагату. Приклад КВВ поданий на стенді. Переваги і недоліки кінцевої заділки приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Переваги і недоліки КВВ

Переваги	Недоліки
1. Малі розміри. 2. Стійкість проти дії їдких газів.	1. Низька вологонепроникність (не можна застосовувати в вологих приміщеннях і в районах із вологим кліматом). 2. Низька теплостійкість (не можна застосовувати в жарких приміщеннях). 3. Не витримують тиск просочувального складу кабелю при різницях рівнів >10м.

### 5.2.2 Кінцева заділка з термоусаджуємого матеріалу

Заділки з термоусаджуємого матеріалу поставляються у виді відрізків труб. Ці відрізки розігріваються потоком гарячого повітря, у результаті чого вони збільшуються в обсязі в 2-3 разу. Розігріті трубки надіваються на струмоведучі жили з заходом на наконечники і «корінець» заділки з заходом на оболонку. По мірі остигання термоусаджуємі трубки забезпечують надійну ізоляцію заділки, роблячи щільне притиснення її до струмоведучих частин. Приклад КВТ поданий на стенді.

### 5.2.3 Заділка в рукавичках із найритової гуми

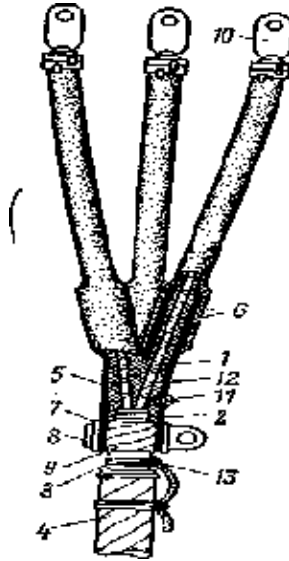
Кінцеві заділки виконують у рукавичках без заповнення (КВР) при напрузі до 1 кВ і з заповненням ізолюючим складом (КВРз) до

6 кВ. КВР являє собою циліндричне порожнисте тіло з 3-ма або 4-ма циліндричними відростками у верхній частині для жил розібраного кабелю. До цих відростків за допомогою гумового клею приклеюються трубки з найритової гуми необхідної довжини для герметизації жил до наконечників. Рукавичка приклеюється до оболонки кабелю тим же гумовим клеєм і закріплюється за допомогою хомута. Таким же чином ущільнюються верхні кінці трубок на циліндричній частині кабельних наконечників.

Внутрішня порожнина рукавички КВРз заповнюється ізоляційним складом шляхом шприцювання. У якості ізоляційного складу застосовується кабельна маса. Ізоляційний склад забезпечує усунення іонізаційних проміжків усередині муфти і підвищує її вологостійкість. Приклад кінцевої заділки показаний на рисунку 5.1.

Для виконання операції шприцювання комплект матеріалів і пристосувань заводського постачання наповняється розфасованими брикетами кабельної маси, пробками для закриття отвору в муфтах, шприць-пресами і підігрівниками з пропан-бутановим пальником. Рукавички в цьому випадку поставляються з просіченими отворами для шприцювання.

Для заповнення внутрішньої порожнини брикет ізоляційної маси звільняють від герметичної установки і закладають у шприць-прес.



1- жила кабелю; 2-поясна ізоляція; 3- оболонка; 4- броня; 5- рукавичка; 6- гумова трубка; 7- підмотування прогумованою стрічкою; 8 - хомут; 9- ущільнення масляною стрічкою; 10- наконечник; 11-отвір для шприцювання бітумної маси, закрите пробкою; 12- бітумна маса марки МБ-70; 13- провідник заземлення.

Рисунок 5.1 – Кінцева заділка внутрішньої установки в гумових рукавичках марки КВРз (КВР)

Розігрівають до  $150^{\circ}\text{C}$ . Вставляють шприць-прес наконечником в отвори рукавички й обертанням воротка, переміщуючи поршень,

видавлюють ізоляційну масу в рукавичку. Потім виймають наконечник шприць-преса з отвору муфти, що закривається пробкою.

КВРз мають високу експлуатаційну надійність, але істотною вадою є необхідність розігріву ізоляційної маси. Ефективність застосування рукавичок КВРз значно зростає при застосуванні складів для заповнення рукавички не потребує розігріву.



### **5.2.4 Заділка у свинцевих рукавичках**

Кінцева заділка являє собою свинцеву рукавичку, що заповнюється кабельною масою. КВС в основному застосовують для кабелів із паперовою ізоляцією.

Монтаж свинцевих рукавичок відрізняється підвищеною складністю, але їх перевага - спроможність витримувати значний внутрішній тиск просочувального складу різниці рівнів 20 м.

У останні роки мало використовується.

### **5.2.5 Кінцева заділка з епоксидного компаунда**

У кінцевій заділці КВЕН на жилу надівають трубки з найритової гуми. Епоксидний корпус заділки в який входять трубки, надягнуті на жили, утворюється заливанням знімної форми приготовленим компаундом безпосередньо перед заливанням у компаунд вводять затверджувач.

У заділках типу КВЕД жили кабелю ізолюються 2-х шаровими еластичними трубками, що мають внутрішній прошарок із полівінілхлориду, а зовнішній із поліетилену. При такій конструкції заділки КВЕД мають високу вологостійкість.

Останнім часом використовується кінцева заділка типу КВЕНу-наявність фіксуючої епоксидної зірочки трикутної форми, що служить для фіксації жил кабелю і встановлюється на жилах кабелю на відстані 20 мм від верхнього краю знімної форми. Епоксидна фіксуюча зірочка підвищує надійність кінцевої заділки типу КВЕН.

### **5.2.6 Кінцева заділка в сталевих лійках**

Зараз їх застосовують у рідкісних випадках, тому що вони морально застаріли. Лійку надівають на кабель нижче місця розведення жил, так названого корінця заділки, ущільнюють декількома прошарками просмоленої ізоляційної стрічки покритої по кожному прошарку ізоляційним лаком. Заливання лійки роблять розігрітою кабельною масою.

Недоліки:

- трудомісткі і недостатньо надійні в експлуатації,
- при різниці рівнів із нижнього заділку впливає просочувальний склад кабелю,
- при високій температурі і вологості навколишнього середовища заділки убирають вологу, а при низьких температурах у бітумній масі з'являються тріщини, через які в кабель проникає волога з навколишнього середовища.

Приклад КВБ поданий на стенді.

### 5.3 Кінцеві муфти

Для окінцевання силових кабелів у зовнішніх установках застосовують кінцеві муфти:

- з алюмінієвим корпусом КНА,
- з чавунним корпусом КНЧ,
- епоксидні (КНЭ для кабелів із паперовою ізоляцією. ПКНЭ для кабелів із пластмасовою ізоляцією).

Кінцеві муфти КНЭ, ПКНЭ конструктивно відрізняються від окінцевання для внутрішніх установок. Жили обмотують двома прошарками бавовняних стрічок, покривають їх епоксидним компаундом і укладають у епоксидні кінцеві муфти типу КНЕ і ПКНЕ. Муфта ПКНЕ відрізняється тим, що епоксидний корпус для неї відливають на місці монтажу в спеціальній формі, що знімають після отвердіння компаунда. Потім корпус і підмотані жили покривають

2-ма прошарками захисної емалі. На жилах вихідних із муфти, закріплюють на ущільнювальній підмотці, спеціальні ізолятори з епоксидного компаунда:

- до 1 кВ - один ізолятор,
- 6 кВ - два ізолятори,
- 10 кВ - три ізолятори .

Обмотка стрічками надає жилам жорсткість, а ізолятори забезпечують необхідні мокророзрядні характеристики в умовах зовнішньої установки. Приклад кінцевої муфти поданий на стенді.

Алюмінієві і чавунні муфти останнім часом мало використовуються.

При переході кабельних ліній у повітряні застосовують мачтові муфти типу КМ. Мачтові муфти призначені для кабелів 1,6,10 кВ. Мачтова муфта являє собою корпус відлитий із чавуна або сплавів алюмінію з встановленими в ньому порцеляновими ізоляторами. До корпусу болтами прикріплюють кришку з отворами для заливання маси в корпус. Свинцеву або алюмінієву оболонку кабелю припаюють до свинцевої манжети. Який у свою чергу припаюють до латунного кінця муфти. Пайку виконують припоєм ПОС. Мачтові муфти заливують розігрітою бітумною масою. Приклад мачтової муфти поданий на стенді.

## 5.4 З'єднувальні муфти

З'єднання кабелів виконують у:

- епоксидних муфтах,
- свинцевих муфтах,
- чавунних муфтах.

З'єднання жил у муфті повинно відрізнятися надійністю контакту, мати малий перехідний опір і велику механічну міцність. Місце з'єднання не повинно мати напливів, задириків і інші виступаючі частини, мати рівну поверхню з плавними закругленими переходами.

### 5.4.1 Епоксидні муфти

Відрізняються високою електричною міцністю, стійки до впливу газів, кислот, вогкості, не потребують захисту від механічних ушкоджень.

Для з'єднання силових кабелів із паперовою ізоляцією до 10 кВ використовують сполучні епоксидні муфти типів СЕ з поперечним розніманням і ССс із виливком у знімній формі.

Епоксидні муфти випускаються у виді комплектів. Кожний комплект являє собою набір матеріалів для однієї муфти. Комплект епоксидної муфти на напругу 6-10 к містить:

- литий епоксидний корпус муфти з 2-х полумуфт,
- банку з компаундом у суміші з наповнювачем,
- пухирець з затверджувачем,
- набір необхідних допоміжних матеріалів.

Комплект епоксидної муфти на напругу до 1 кВ не містить литих корпусів, тому що в цьому випадку застосовують знімні форми, що заливають компаундом на місці монтажу.

Монтаж муфти СЕ ( 6-10 кВ ) :

- східчаста розділка кабелю,
- до оболонки і броні кабелю припаюють заземлюючий провідник,
- з'єднують жили (зварюванням, опресовкою або паянням), при цьому місце зварювання або пайки звільняють від задирів, кромок і обезжирюють, обмотують місце з'єднання стрічкою,
- ставлять епоксидні розпірки для фіксації жил кабелю в муфті обезжирюють броню й оболонку кабелю роблять герметизуюче підмотування,
- установлюють на місце епоксидні полумуфти,
- ущільнюють запровадження кабелів у муфти,
- муфту заливають слабкою струєю епоксидного компаунда в суміші з наповнювачем і затверджувачем.

Епоксидні муфти монтують при температурі  $>+10^{\circ}\text{C}$ . У тунелях і каналах установлюють епоксидні з'єднувальні муфти, на які надівають захисний кожух для локалізації пожеж і вибухів, що можуть виникнути при електричних пробоях у муфтах.

#### 5.4.2 Свинцеві муфти

Свинцеві муфти типу СС застосовують для з'єднання кабелів із паперовою ізоляцією 6 і 10кВ. Заводи поставляють свинцеві муфти у виді відрізків суцільнотягнутих труб відповідної довжини і діаметра.

1. Східчаста розділка кабелів.
2. Перед з'єднанням жил 2-х кабелів свинцеву муфту надівають на один із кабелів обмотаний чистою сухою ганчіркою. Муфту зсередини і зовні добре протирають ганчіркою, змоченою в бензині.
3. З'єднання жил (зварюванням, опресовкою, паянням).
4. Ізолювання з'єднання. Ізолювання виконують стрічками кабельного паперу що змотується з роликів рулонів. Ролики, рулони і пряжу доставляють у банках запаяних і заповнених маслосмазковим складом. Перед ужитком паперові ролики або рулони прогрівають до температури  $70 - 80^{\circ}\text{C}$ . На початку паперовими стрічками

заповнюють простір між щаблями ізоляції на жилах, потім накладають паперову стрічку на місце з'єднання жив. Після обмотки жил рулонами, жили знімають і перев'язують бавовняною пряжею, взятої з банки.

5. Прошпарка. Для видалення вологи роблять прошпарку (поливку) обмотаного місця з'єднання жили гарячою маслосланціфольною кабельною масою.

6. Обробка алюмінієвої або свинцевої оболонки і муфти. На загальну залишкову паперову обмотку жил накладають бандаж із декількох витків кабельної пряжі. Потім видаляють заусенці і гострі краї з торців свинцевої або алюмінієвої оболонки і спеціальною підбивкою (для свинцю - дерев'яна, для алюмінію - дюралюмінієва підбійка) піднімають (розбортовують) краї оболонки у виді розтруба. Потім свинцеву муфту насувають на місце з'єднання кінці її легкими ударами дерев'яного молотка (валька) обколачують на кінці так, щоб кінці труби обжали свинцеву або алюмінієву оболонку кабелю.

7. Пайка. Після цього кінці муфти підпаюють до свинцевої або алюмінієвої оболонки кабелю. До алюмінієвої оболонки свинцеву муфту рекомендують припаювати кадмієвим припоєм Б. Перед припайкою муфти до оболонки її очищають від окису.

Щоб уникнути корозії алюмінієвої оболонки кабелю, із яким на запровадженні її в муфту видаляють обмотку полівінілхлоридною стрічкою, місце з'єднання кабелю з муфтою обмазують гарячою кабельною масою. Потім місце з'єднання обмотують липкою полівінілхлоридною стрічкою.

8. Підготування муфти до заливання. У верхній частині муфти ножом прорізають два трикутних отвори: одне для введення в муфту кабельної маси, інше для виходу з неї повітря.

9. Кабельну масу нагрівають перед заливанням і заливають у попередньо підігріту муфту.

10. Після охолодження й усадки кабельної маси її підливають до повного заповнення муфти, після чого заливальні отвори запаюють.

11. Свинцеву муфту з метою захисту від ушкоджень укладають у сталевий або чавунний корпус.

Після закінчення монтажу проводять необхідні іспити, які підтверджують високу якість монтажних робіт. Приклад свинцевої сполучної муфти поданий на стенді.

### 5.4.3 Чавунні муфти

Для з'єднання кабелів напругою до 1 кВ застосовують чавунні муфти.

Після розділки з'єднуючих кінців кабелів і з'єднання струмопровідних жил, кабельне з'єднання вкладають у нижню полумуфту, закривають верхньою полумуфтою і обидві половинки з'єднують болтами. Потім у муфту через отвір у верхній частині заливають розігріту кабельну масу. Для досягнення герметичності по всьому периметрі приєднання полумуфт верхня частина полумуфт має виступ, що входить у паз нижньої полумуфти. На кабелі в місця їхнього запровадження в муфту підмотують смоляну стрічку, а в горловинах муфти передбачені виступи, що при затягуванні болтами урізуються в смоляне підмотування. Для заземлення муфти застосовується мідний багатодротовий провід, що приєднується до оболонки броні паянням.

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Кінцеву заділку для кабелю АБВГ за допомогою полівінілхлоридних стрічок виконати в такій послідовності:

1. Виконати східчасте розбирання кабелю АБВГ(3х25) відповідно до [2], відрізок розбирання Ж складає 150 мм, відрізок Г - 20 мм, (загальна довжина розбирання складає 170 мм).

2. Зігнути жили кабелю, використовуючи шаблон із радіусом вигину не менше десятих діаметрів жили.

3. Виконати окінцевання струмоведучих жил кабелю (лабораторна робота 3).

4. Кожну жилу від ізоляції до контактної частини наконечника підмотати полівінілхлоридною стрічкою в три прошарки. Останній прошарок підмотування кожної жили виконується з заходом на оболонку.

5. За допомогою пензля або дерев'яної лопатки складом № 2 ( що заповнює) заповнити внутрішній простір між жилами. Жили стиснути

руками в пучок і закріпити в цьому положенні тимчасовим бандажем із бавовняної стрічки.

6. На ділянку жил, стиснутих у пучок, і на ділянку оболонки кабелю накласти стаканоподібне підмотування з восьми прошарків полівінілхлоридної стрічки.

7. На відстані 20 мм від кінців цього підмотування і на циліндричну частину кабельного наконечника накласти бандаж із крученого шпагату діаметром 1 мм. Бандажі покрити складом № 1 (покривний) за допомогою пензля.

### **ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Види кабельних кінцевих заділки, кінцевих і сполучних муфт.
2. Сфера застосування кабельних кінцевих заділок, кінцевих і з'єднаних муфт.
3. Монтаж кабельних кінцевих заділок, кінцевих і сполучних муфт.

### **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

- 1.Що таке кабельна кінцева заділка, кінцева і сполучна муфта?
- 2.Яка основна вимога до усіх видів заділок і з'єднань?
- 3.Види кінцевих заділок?
- 4.Монтаж епоксидних кінцевих заділок?
- 5.Монтаж епоксидної кінцевої муфти?
- 6.Для чого використовується мачтова муфта?
- 7.Монтаж епоксидної з'єднаної муфти?
- 8.Монтаж свинцевої з'єднаної муфти?

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Зюзин А.Ф., Антонов М.В. Монтаж, експлуатація и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок, М.: Высшая школа, 1986.

2. В. М. Нестеренко. Технология электромонтажных работ: Учеб. пособие для нач. проф. образования / В. М. Нестеренко., А. М. Мысьянов.- М: Издательский центр «Академия» , 2002.

3. Соколов В.А., Соколова Н.Б., Монтаж электрических установок, М.: Энергоатомиздат, 1991.

4. Трунковский Л.Е. Устройство и монтаж промышленных электрических сетей М.: Энергия, 1978.

1. Андриенко П. Д. Электромагнитная совместимость при работе группы кранов с частотно-регулируемыми приводами/Андриенко П. Д., Немыкина О.В., Андриенко А.А.Авдеев И. В., Прихно В. Л. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія та практика»– Х. : НТУ «ХПІ», 2019. –№ 9 (1334) 2019 – С. 77–80. — ISSN 2079-8024. doi: 10.20998/2079-8024.2019.9.15