

# ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ЗАЗЕМЛЕННЯ

# ЗМІСТ

## 1. Захисні засоби в електроустановках

### 1.1 Загальні вимоги

### 1.2 Загальні вимоги до заземлень

### 1.3 Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухо заземленою нейтраллю.

### 1.4. Заземлювальні пристрої в місцевостях з великим питомим опором ґрунту

## 2. Заземлювачі

### 2.1 Основні вимоги

## 3.Захисні провідники (РЕ-провідники)

### 3.1 Загальні вимоги

### 3.2. PEN-Провідники

### 3.3 З'єднання і приєднання захисних провідників.

### 3.4 Переносні електроприймачі

## 4 Періодичність випробувань і контролю стану заземлювальних пристроїв

## 5 Методи випробувань і контролю стану, заземлювальних пристроїв

### 5.1 Перевірка конструктивного виконання заземлювальних пристроїв

### 5.2 Перевірка з'єднань заземлювачів з заземлювальними елементами, з'єднань природних заземлювачів із заземлювальними пристроями

### 5.3 Документація на заземлювальні пристрої електроустановок

# 1. Захисні засоби в електроустановках

## 1.1 Загальні вимоги

Для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику:

- \* -захисне заземлення;
- \* автоматичне вимикання живлення;
- \* зрівнювання потенціалів;
- \* обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією;
- \* захисний електричний поділ кіл;
- \* ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки;
- \* системи наднизької (малої) напруги БНН, ЗНН, ФНН;
- \* вирівнювання потенціалів.

## 1.2. Загальні вимоги до заземлень

Найбільший допустимий час захисного автоматичного вимикання живлення в групових колах з робочим струмом до 32 А

Номінальна напруга між лінійним провідником і землею $U_0$ , В	Час вимикання, с, в електроустановках	
	змінного струму	постійного струму
127	0,8	-
230	0,4	5,0
400;	0,2	0,4
Понад 400	0,1	0,1

Табл. 1

Для розподільних кіл, які живлять розподільні, групові та інші щити і щитки, а також групових кіл з робочим струмом більше 32 А час автоматичного вимикання не повинен перевищувати 5 с. Зазначені вище вимоги виконуються за дотриманням умови:

$$ZIn \leq U_0$$

де  $Z$  - повний опір кола замикання (кола «фаза-нуль»), Ом;

$n$  - струм спрацювання пристрою автоматичного вимикання живлення за час, зазначений у табл. 1, або час не більший, ніж 5 с, для умов, в яких це допускається (наприклад, для розподільних кіл, що живлять розподільні, групові, поверхові та інші щити і щитки тощо), А;




$U_0$  - номінальна напруга між лінійним провідником (фазою) і землею (діюче значення), В.

## Основна система зрівнювання потенціалів у електроустановках до 1 кВ повинна з'єднувати між собою такі провідні частини:

- **PE (PEN)-провідники електроустановки;**  
заземлювальний провідник повторного заземлення на вводі в електроустановку (якщо виконується повторне заземлення);
- \* металеві труби комунікацій (водопостачання, каналізації, теплофікації тощо). Якщо якийсь трубопровід має ізолювальну вставку на вводі в будівлю, то до основної системи зрівнювання потенціалів приєднують тільки ту і частину трубопроводу, що знаходиться з боку будівлі відносно ізолювальної вставки;
- \* металеві частини будівельних конструкцій;
- \* систему блискавкозахисту, якщо вона є, а нормативні документи, які стосуються блискавкозахисту, не забороняють приєднувати її до захисного заземлення;
- \* металеві частини централізованих систем вентиляції і кондиціонування.
- \* За наявності децентралізованих систем вентиляції і кондиціонування металеві повітропроводи слід приєднувати і до **РЕ-ШИН** щитів живлення вентиляторів і кондиціонерів;
- \* заземлювальний провідник функціонального заземлення, якщо воно є і відсутні обмеження на приєднання мережі функціонального заземлення до заземлювального пристрою захисного заземлення;
- \* металеві оболонки телекомунікаційних кабелів.

Провідні частини, які входять у будівлю ззовні, слід з'єднувати якнайближче до точки їх вводу в будівлю.

# Застосування електрообладнання в електроустановках напругою до 1 кВ

Клас електрообладнання Згідно з ГОСТ 12.2.0070	Маркування	Призначення захисту	Умови та сфера застосування
Клас 0	-----	У разі непрямого дотику	У неprovідних приміщеннях, зонах площадках. У колах, що живляться від вторинної обмотки розділового трансформатора тільки з одним електроприймачем
Клас I	Захисний затискач, знак  Літери PE або жовто-зелені смуги	У разі непрямого дотику	Приєднання заземлюваного затискача до захисного провідника електроустановки. Застосовується, якщо вимоги щодо окремих місць приміщень не обмежують застосування електрообладнання цього класу
Клас II	Знак 	У разі непрямого дотику	У всіх приміщеннях і за будь-яких умов, якщо спеціальні вимоги не обмежують застосування електрообладнання цього класу
Клас III	Знак 	Вид прямого і в разі непрямого дотиків	Живлення від безпечного розділового трансформатора за будь-яких умов і в усіх приміщеннях

## **1.3 Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухо заземленою нейтраллю.**

**Опір заземлювального пристрою, до якого приєднано нейтраль джерела живлення або виводи джерела однофазного струму, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 2, 4 і 8 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму.**

*Цей опір необхідно забезпечувати з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN- (PEN-провідника, якщо кількість відхідних ліній не менша двох. Опір заземлювача, до якого безпосередньо приєднують нейтраль джерела трифазного струму або виводи джерела однофазного струму, повинен бути не більшим за 15, 30 і 60 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму.*

На кінцях повітряних ліній електропередавання як з неізолюваними, так і з самоутримними ізолюваними проводами або відгалужень від них довжиною понад 200 м слід влаштовувати повторні заземлення PEN- (PE)' провідника зі значенням опору згідно з 1.7.95.

У першу чергу необхідно використовувати природні заземлювачі (підземні частини залізобетонних і металевих опор), а також заземлювачі, призначені для захисту від грозових перенапруг .



**Для питомого опору землі  $\rho > 100$  Омм допускається збільшувати зазначені вище значення опору заземлення в  $0,01^*$   $\rho$  разів, але не більше ніж в 10 разів, за винятком опору заземлювальних пристроїв і заземлювачів, що використовуються одночасно для електроустановок напругою понад 1 кВ.**

## 1.4. Заземлювальні пристрої в місцевостях з великим питомим опором ґрунту

У разі спорудження штучних заземлювачів на території електроустановки в місцевостях з великим питомим опором землі рекомендується вживати таких заходів:

- улаштування вертикальних заземлювачів збільшеної довжини, якщо з глибиною питомий опір землі зменшується, а природні заглиблені заземлювачі (наприклад, свердловини з обсадними металевими трубами) відсутні;
- улаштування виносних заземлювачів, якщо поблизу від електроустановки є місця з меншим питомим опором землі;
- укладання в траншеї навколо горизонтальних заземлювачів у скельних структурах вологого глинистого ґрунту з наступним трамбуванням і засипанням щебенем до верху траншеї;
- застосування штучного оброблення ґрунту з метою зниження його питомого опору, якщо інші заходи не можуть бути застосовані або не дають необхідного ефекту.

## 2.1 Основні вимоги

Як природні заземлювачі можна використовувати:

- \*- металеві і залізобетонні конструкції будівлі і споруди, які перебувають у контакті із землею, у тому числі залізобетонні фундаменти в неагресивних, слабоагресивних і середньоагресивних середовищах;
- \*- підземні частини залізобетонних і металевих опор повітряних ліній електропередавання. у тому числі фундаменти опор, за відсутності гідроізоляції залізобетону полімерними матеріалами;
- \*- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі. Оболонки кабелів можуть бути єдиними заземлювачами за
- \*кількості кабелів не меншої, ніж два. Алюмінієві оболонки кабелів використовувати як заземлювачі не допускається;
- \*- металеві трубопроводи, прокладені в землі (див. також 1.7.116);
- \*- інші провідні частини, які є придатними для цілей заземлення і не можуть бути навіть тимчасово демонтовані (повністю або частково) без відома персоналу, який експлуатує електроустановку (обсадні труби бурових свердловин, металеві шпунти гідротехнічних споруд, закладні частини затворів тощо);

- \* - заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання, з'єднані із заземлювальним пристроєм електроустановки за допомогою грозозахисного троса, якщо трос не ізолювано від опор лінії;
- \* - заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ, з'єднані PEN-провідником із заземлювальним пристроєм джерела живлення за кількості ліній не меншої, ніж дві;
- \* - рейки магістральних неелектрифікованих залізниць і під'їзних колій за наявності перемичок між рейками.

Не допускається використовувати як природні заземлювачі трубопроводи горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей.

## Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених у землі


Матеріал	Характеристика зовнішньої поверхні	Тип заземлювачів	Мінімальні розміри			
			Діаметр, мм	Переріз, мм	Товщина стінки, мм	Товщина покриття, мкм
Сталь чорна	Без покриття	Для вертикальних заземлювачів	16		-	-
		Для горизонтальних заземлювачів :	10	-	-	-
		Круглий	-	100	4	-
		Прямокутна штаба профіль	-	100	4	-
Сталь з покриттям	Гарячо оцинковане покриття	Для вертикальних заземлювачів : круглий	16	-	-	70
		Для горизонтальних заземлювачів :	10	-	-	50
		Круглий	-	90	3	70
		Прямокутна штаба профіль	-	90	3	70
	Гальванічне мідне покриття	Для вертикальних заземлювачів : круглий	14	-	-	250

## 2.2. Заземлювальні провідники

В усіх випадках мінімальний переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим

- \* ніж  $6 \text{ мм}^2$  - для міді,
- \*  $16 \text{ мм}^2$  - для алюмінію і
- \*  $50 \text{ мм}^2$  - для сталі.

Переріз заземлювального провідника, який з'єднує заземлювач робочого (функціонального) заземлення з ГЗШ, повинен відповідати вимогам стандартів та інструкцій виробника обладнання щодо влаштування його заземлення та бути не меншим ніж  $10 \text{ мм}^2$  — для міді,  $16 \text{ мм}^2$  - для алюмінію,  $75 \text{ мм}^2$  - для сталі.



Для вимірювання опору заземлювального пристрою необхідно передбачати в зручному місці можливість від'єднання заземлювального провідника. Від'єднання заземлювального провідника повинне бути можливим тільки за допомогою інструменту. В електроустановках напругою до 1 кВ таким місцем, як правило, є ГЗШ.

## 3.Захисні провідники (РЕ-провідники)

### 3.1 Загальні вимоги

Як захисні провідники в електроустановках напругою до 1 кВ можна використовувати:

- 1) спеціально передбачені для цього провідники:
  - \*- жили багатожильних кабелів і проводів;
  - \*- ізолювані або неізолювані провідники, прокладені в огорожувальній конструкції (трубі, коробі, лотку) спільно з фазними провідниками лінії живлення;
  - \*- стаціонарно прокладені ізолювані або неізолювані провідники;



Як захисні провідники в електроустановках напругою до 1 кВ можна використовувати:

2) відкриті провідні частини:

- \*- алюмінієві оболонки кабелів;
- \*- металеві оболонки і опорні конструкції комплектних пристроїв і шино-проводів, які входять до складу електроустановки напругою до 1 кВ;
- \*- металеві коробки і лотки електропроводок, якщо їх конструкція допускає таке використання і це зазначено в документації виготовлювача;
- \*- металеві труби електропроводок;

- \* 3) деякі сторонні провідні частини:
- \*- металеві конструкції будівель і споруд (ферми, колони тощо);
- \*- сталеву арматуру залізобетонних будівельних конструкцій будівель і споруд;
- \*- металеві конструкції виробничого призначення (підкранові рейки, галереї, площадки, шахти ліфтів і підйомників, обрамлення каналів тощо).

Не допускається використовувати як захисні провідники такі провідні частини:

- \*- труби газопостачання та інші трубопроводи горючих або вибухонебезпечних речовин і сумішей;
- \*- труби водопостачання, каналізації і центрального опалення;
- \*- несучі троси для тросової проводки;
- \*- свинцеві оболонки кабелів і проводів;
- \*- конструктивні частини, які можуть зазнавати механічного пошкодження в нормальних умовах експлуатації;
- \*- металеві оболонки ізоляційних трубок і трубчастих проводів, металорукави тощо.

## Мінімальний переріз РЕ-провідників, які є жилою кабелю або ізольованого проводу живлення

Переріз фазних провідників, мм <sup>2</sup>	Мінімальний переріз захисних провідників, мм <sup>2</sup>
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

*мінімальний переріз РЕ-провідника, який є жилою кабелю (проводу) з перерізом фазних жил 150 мм<sup>2</sup>, допускається приймати перерізом 70 мм<sup>2</sup>.*

І 7.138 Переріз РЕ-провідника повинен також бути не меншим від мінімального значення, яке визначається за формулою

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K} \quad (1.7.6)$$

де  $S$ - мінімальний переріз РЕ-провідника,  $\text{мм}^2$ ;

$I$  - струм короткого замикання, який забезпечує час вимикання пошкодженого кола захисним апаратом відповідно до табл. 1.7.1 або час не більший, ніж 5 с, відповідно до 1.7.82, А;

$t$  - час спрацьовування захисного пристрою, с;

$K$ - коефіцієнт, значення якого залежить від матеріалу РЕ-провідника, його ізоляції, початкової та кінцевої температур. Значення  $A$ " для РЕ-провідників за різних умов наведено в табл. 1.7.7-1.7.11.

## 3.2. PEN-Провідники

У системі TN для трифазних повітряних і кабельних ліній, жили яких мають переріз не менший, ніж 10 мм<sup>2</sup> для мідних і 16 мм<sup>2</sup> для алюмінієвих провідників, функції захисного (PE-) і нейтрального (N-) провідників жНа поєднувати в одному PEN-провіднику за умови, що частина електроустановки, яка розглядається, не захищена ПЗВ.


Спеціально передбачені PEN-провідники повинні відповідати вимогам 1.7.137 до перерізу PE-провідників, а також глави 2.1 або інших чинних нормативних документів до перерізу нейтрального провідника.

PEN-провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну з ізоляцією фазних провідників.

### **3.3 З'єднання і приєднання захисних провідників**

**З'єднання і приєднання заземлювальних, РЕ-провідників і провідників системи зрівнювання і вирівнювання потенціалів повинні забезпечувати неперервність електричного кола. З'єднання сталевих провідників рекомендується здійснювати зварюванням. У приміщеннях і зовнішніх електроустановках без агресивного середовища допускається з'єднувати заземлювальні і захисні провідники іншими способами, які забезпечують вимоги ГОСТ 10434 до з'єднань класу 2.**

**У разі влаштування заземлювальних пристроїв з використанням штучних мідних заземлювачів або заземлювачів із чорної сталі з покриттям для з'єднання заземлювачів між собою і приєднання до них заземлювальних провідників можуть застосовуватися спеціальні різьбові з'єднання, виготовлені за технічними умовами, узгодженими в установленому порядку, або такі, що мають сертифікат відповідності.**



**Приєднання кожної відкритої провідної частини електроустановки до РЕ-провідника або до захисного заземлення повинне виконуватися за допомогою окремих відгалужень. Послідовно включати в РЕ-провідник або заземлювальний провідник відкриті провідні частини не допускається.**

**Приєднання сторонніх провідних частин до основної системи зрівнювання потенціалів повинне також виконуватися за допомогою окремих відгалужень.**



## **3.5 Переносні електроприймачі**

**Залежно від категорії приміщення за рівнем небезпеки ураження людей електричним струмом для захисту в разі непрямого дотику в колах, які живлять переносні електроприймачі, можна застосовувати автоматичне вимикання живлення, подвійну ізоляцію, захисний електричний поділ кіл, наднизьку напругу.**

**У разі застосування автоматичного вимикання живлення металеві корпуси переносних електроприймачів, за винятком електроприймачів з подвійною ізоляцією, слід приєднувати до РЕ-провідника відповідно до , особливостей типу заземлення системи.**

**Для цього необхідно передбачити додатковий провідник, розташований в одній оболонці з фазними провідниками (третья жила кабелю або проводу - для електроприймачів однофазного і постійного струму, четверта або п'ята | жила - для електроприймачів трифазного струму), який приєднують до корпусу електроприймача та захисного | контакту вилки штепсельного з'єднувача.**

**Цей провідник повинен бути мідним, гнучким, а його переріз - дорівнювати перерізу фазних провідників. | Використовувати з цією метою нейтральний провідник, навіть розташований у спільній оболонці з фазними провідниками, не допускається.**

## **4.Періодичність випробувань і контролю стану заземлювальних пристроїв**

Відповідно до вимог ГКД 34.20.507—2003 і ГКД 34.20.302-2002 періодичність випробувань і контролю стану ЗП така:

- \*- перевірка в повному обсязі — для нововведених ЗП та після капітального ремонту і реконструкції (переобладнання);
- \*- вимірювання опору ЗП — після монтажу, реконструкції, але не рідше одного разу на 12 років;
- \*- перевірка корозійного стану елементів заземлювача (вибіркова з розкриттям ґрунту) — не рідше одного разу на 12 років. У раз: потреби, за рішенням технічного керівника енергооб'єкта (електричні станції, підстанції і мережі) вибіркoву перевірку можна про-вадити частіше;

- \* - перевірка наявності і стану кіл (зв'язків) між заземлювачем та елементами, які заземлюються, з'єднань природних заземлювачів із ЗП, відповідності проекту і вимогам ПУЕ конструктивного виконання ЗП (особливо за відсутності схеми заземлення) — після кожного ремонту, але не рідше одного разу на 12 років, а для тих, які експлуатуються понад 25 років, — не рідше одного разу на 6 років;
- \* - перевірка наявності і стану з'єднань нульових виводів первинних обмоток однофазних вимірювальних трансформаторів напруги 35 кВ і вище за схемою «зірка» і зв'язків нуля «зірки» із ЗП — не рідше одного разу на 6 років;
- \* - перевірка наявності і стану з'єднань із ЗП вузлів високочастотний конденсатор зв'язку— фільтр приєднання, високочастотних каналів релейного захисту, протиаварійної автоматики, засобів диспетчерського технологічного керування — по проводах ПЛ, враховуючи можливість виконання робіт з технічного обслуговування фільтрів приєднання в комплексі з ВЧ - кабелями і апаратурою без зняття напруги з ПЛ, за умови виконання заходів безпеки згідно з ДНАОП 1.1.10.-1.01—98 — не рідше одного разу на 6 років;

- \* - вимірювання напруги дотику (якщо ЗП виконано за нормами на напругу дотику) у розрахункових точках — не рідше одного разу на 6 років;
- \* - перевірка (розрахункова) відповідності напруги на ЗП вимогам ПУЕ — після монтажу, переобладнання і капітального ремонту, але не рідше одного разу на 12 років;
- \* - перевірка параметрів ЗП у тому місці, де можливі зміни в результаті проведених робіт.

## 5 Методи випробувань і контролю стану, заземлювальних пристроїв

### 5.1 Перевірка конструктивного виконання заземлювальних пристроїв

- \* Перевірка відповідності проекту конструктивного виконання ЗП провадиться візуально або методом електромагнітної діагностики.
- \* Візуально перевірка відповідності проекту конструктивного виконання ЗП провадиться після монтажу до приєднання природних заземлювачів та заземлювальних елементів і до засипання ґрунту.
- \* Перевірку слід виконувати візуальним оглядом елементів ЗП. Перерізи і провідності елементів ЗП повинні відповідати проектним даним і вимогам ПУЕ.

Перевірку відповідності і виконують методом електромагнітної діагностики, використовуючи вимірювальний комплекс серії КДЗ-1У (додаток 1) на працюючій підстанції без розкриття ґрунту (додаток 2), а саме:

- \*- визначають реальне розташуванні штучних і природних заземлювачів ЗП;
- \*- визначають наявність або відсутність з'єднань у місцях перетину подовжніх і поперечних горизонтальних заземлювачів ЗП;
- \*- визначають глибину залягання горизонтальних заземлювачів ЗП;
- \*- визначають наявність зв'язків обладнання із ЗП і шляхів розтікання струмів з обладнання під час ударів блискавки та КЗ;
- \*- знаходять обриви (за наявності) заземлювальних спусків обладнання в землі.

## **5.2 Перевірка з'єднань заземлювачів з заземлювальними елементами, з'єднань природних заземлювачів із заземлювальними пристроями**

Заземлювальні елементи, які з'єднують електрообладнання із ЗП (заземлювачами), не повинні мати обривів і незадовільних з'єднань (контактів). Надійність контакту перевіряється ударом молотка.

Значення опору (наявність кола) таких заземлювальних елементів не нормується і звичайно становить 0,05—0,1 Ом. Наявність кола перевіряють вимірюванням опору вимірювачем опору заземлення типу Ф 4103-М1 або приладами інших типів аналогічного призначення (МС-08, М-416 і т.ін.) або методом амперметра-вольтметра.



Таблиця 1. Найбільші допустимі

Найменування електроустановок	Характеристика електроустановок і заземлюючого об'єкта	Величина, яка вимірюється	Опір, Ом
Електроустановка на напругу вище 1кВ, крім ПЛ	З глухозаземленою нейтраллю	Опір ЗП	Значення, яке зазначено в проекті ЗП, але не більше 0,5
	Електроустановка в мережі з ізольованою нейтраллю і електроустановка без компенсуючи апаратів у мережах з компенсацією ємності струмів замикання на землю	Опір ЗП	10
	Електроустановка з компенсуючи ми апаратами	Опір ЗП	200/I (100/I)*), але не більше 10
	Блискавковідвід, який стоїть окремо	Опір заземлювача	25
Електроустановка на напругу до 1 кВ, крім ПЛ	Штучний заземлювач, до якого приєднано нейтралі генераторів і трансформаторів на напругу до 1 кВ	Те саме для мереж: 660/380 В 380/220 В 220/127 В	15 30 60
	Те саме з природними заземлювачами	Те саме для мереж: 660/380 В 380/220 В 220/127 В	2 4 8

**Примітка.** Опір ЗП електростанції, підстанції а також ПЛ напругою до 1 кВ у місцях з високим питомим опором землі може мати найбільші значення відповідно до вимог ПУЕ.

\*) Значення в дужках відноситься до ЗП і одночасно використовується для електроустановок напругою до 1 кВ; I – найбільший номінальний струм найпотужнішого компенсую чо го пристрою в електроустановці.

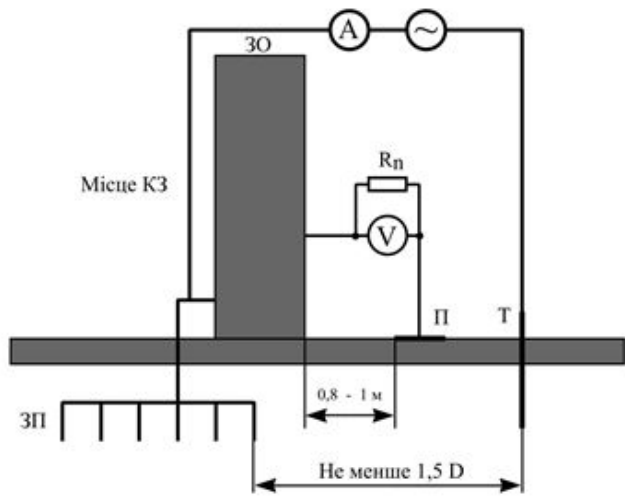


Рисунок 3 - Схема вимірювальних кіл під час визначення напруги дотику на робочому місці

A, V— амперметр і вольтметр;  
 П— потенційний допоміжний електрод;  
 Т— токовий допоміжний електрод;  
 $R_{л}$  — резистор, який імітує опір тіла людини;  
 30— заземлене обладнання;  
 ЗП— заземлювальний пристрій;  
 D — найбільша діагональ ЗП

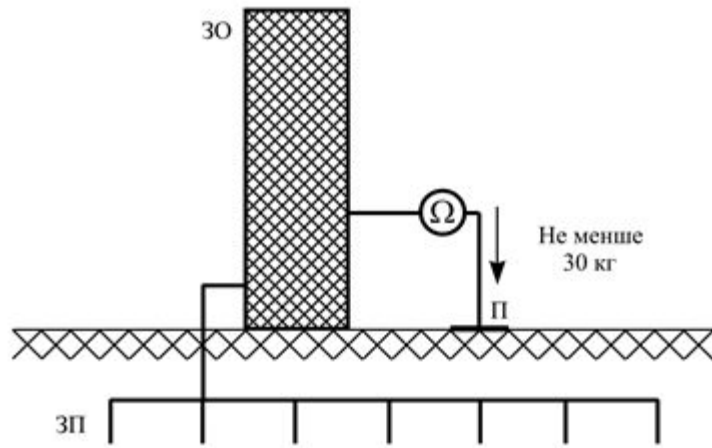


Рисунок 4 — Схема вимірювання опору основи

$\Omega$  — мегаомметр на 1000 В; П — потенційний допоміжний електрод (пластина); ЗО — заземлене обладнання; ЗП — заземлювальний пристрій

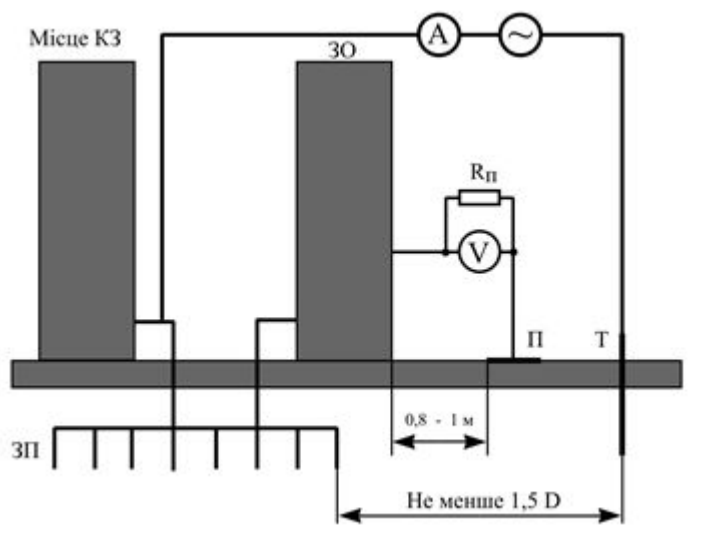
Напруга дотику обчислюється за формулою

$$U_{\text{дот}} = \frac{U_{\text{вим}} \cdot I_{\text{КЗрозр}}}{U_{\text{вим}}}$$

де  $U_{\text{дот}}$  — напруга дотику при розрахунковому струмі КЗ, В;

$U_{\text{вим}}$  — виміряна напруга дотику при струмі у вимірювальному колі, який дорівнює  $I_{\text{вим}}$ , В;

$I_{\text{КЗрозр}}$  — розрахунковий для ЗП струм КЗ, А.



A, V — амперметр і вольтметр;  
 П — потенційний допоміжний електрод;  
 Т — токовий допоміжний електрод;  
 Rл — резистор, який імітує опір тіла людини;  
 ЗО — заземлене обладнання;  
 ЗП — заземлювальний пристрій;  
 D — найбільша діагональ ЗП

Рисунок 5 — Схема вимірювальних кіл під час визначення напруги дотику на неробочому місці

На ВРУ електростанцій та підстанцій корозійний стан ЗП перевіряється вибірково з розкриттям ґрунту в місцях, де заземлювачі найбільше підлягають корозії, а також поблизу нейтралей силових трансформаторів, автотрансформаторів, реакторів, короткозамикачів, розрядників, обмежувачів перенапруг.

У ЗРУ огляд елементів заземлювачів з розкриттям ґрунту проводиться за рішенням технічного керівника електростанції або підприємства електромереж.

Кількісне отінення ступеня корозійного зносу проводиться по ділянках контрольованого елемента ЗП вимірюванням характерних розмірів (діаметр, товщина, ширина, глибина та площа окремих щербинок), які залежать від виду корозії. Ці розміри вимірюються штангенциркулем.

Елемент ЗП потрібно замінити, якщо зруйновано більше ніж 50 % його перерізу.

Якщо виявлено корозійні пошкодження, слід виконати один або декілька з таких заходів:

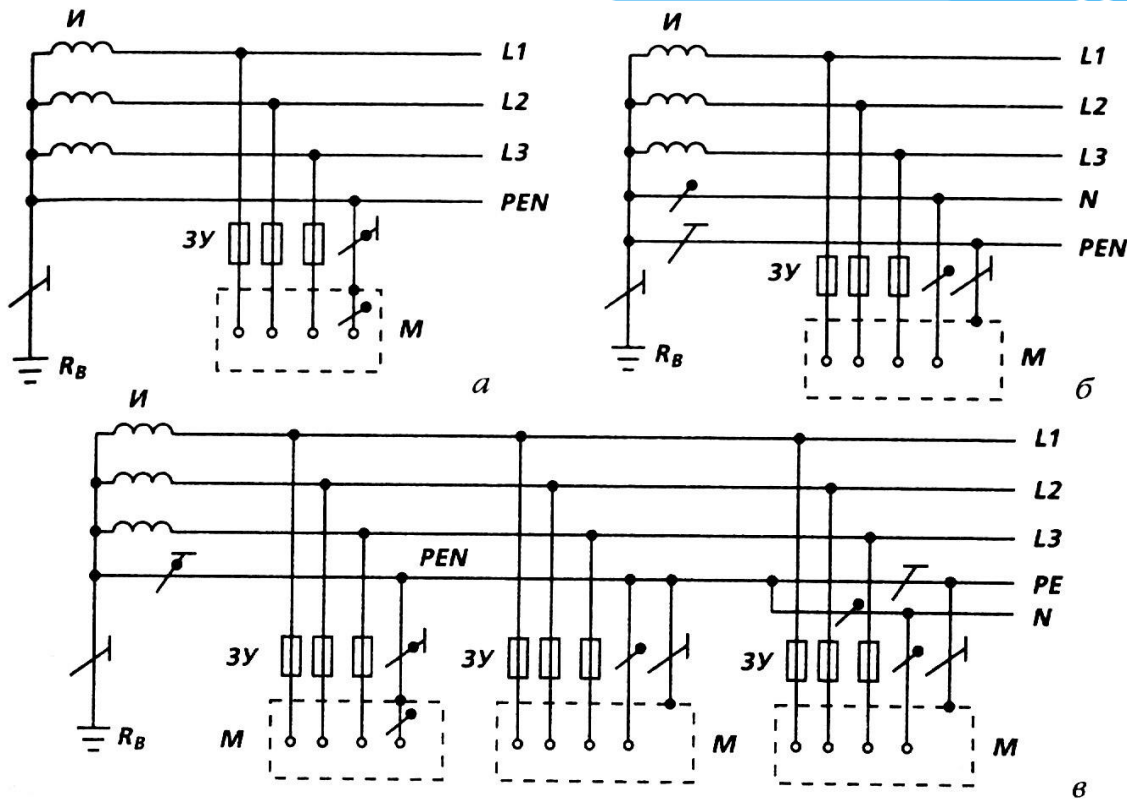
- замінити пошкоджені заземлювачі і за наявності корозії збільшити їх переріз (у випадку використання профілю круглого перерізу збільшення діаметра повинне бути не менше ніж на 2 мм від первісного перерізу);
- \*- при помітній корозії на границі земля-повітря виконати заходи, викладені в 7.6 цієї інструкції;
- \*- при виявленні корозії зварних з'єднань очистити їх від корозії, за необхідності накласти нові зварювальні шви та ізолювати будь-яким способом;
- \*- при корозійних ушкодженнях водоводу замінити трубу і на місцях, які відповідають пошкодженням, приварити провідник з круглої сталі діаметром не менше ніж 12 мм, проклавши його по найкоротшому шляху до найближчого горизонтального заземлювача. Місця зварювання ізолювати

## 5.3 Документація на заземлювальні пристрої електроустановок

На кожні ЗП електроустановки повинна бути така документація:

- \*- проектна документація, яка містить робочі схеми (креслення) ЗП;
  - \*- паспорт (виконавчі схеми ЗП, дані на елементи заземлювача; питомий опір землі; протоколи приймально-здавальних випробувань ЗП, результати перевірок, ремонтів і змін, внесених у цей пристрій і т.ін.);
  - \*- акти на виконання та прийняття прихованих робіт;
  - \*- інструкція підприємства з експлуатації ЗП.
- \* За результатами випробувань і перевірок складають відповідні протоколи перевірки стану, які заносять до паспорта ЗП електроустановки.  
Дається висновок про придатність ЗП до експлуатації.

# Системи заземлення



а) система TN –

**C;**

б) система TN –

**S;**

в) система TN –

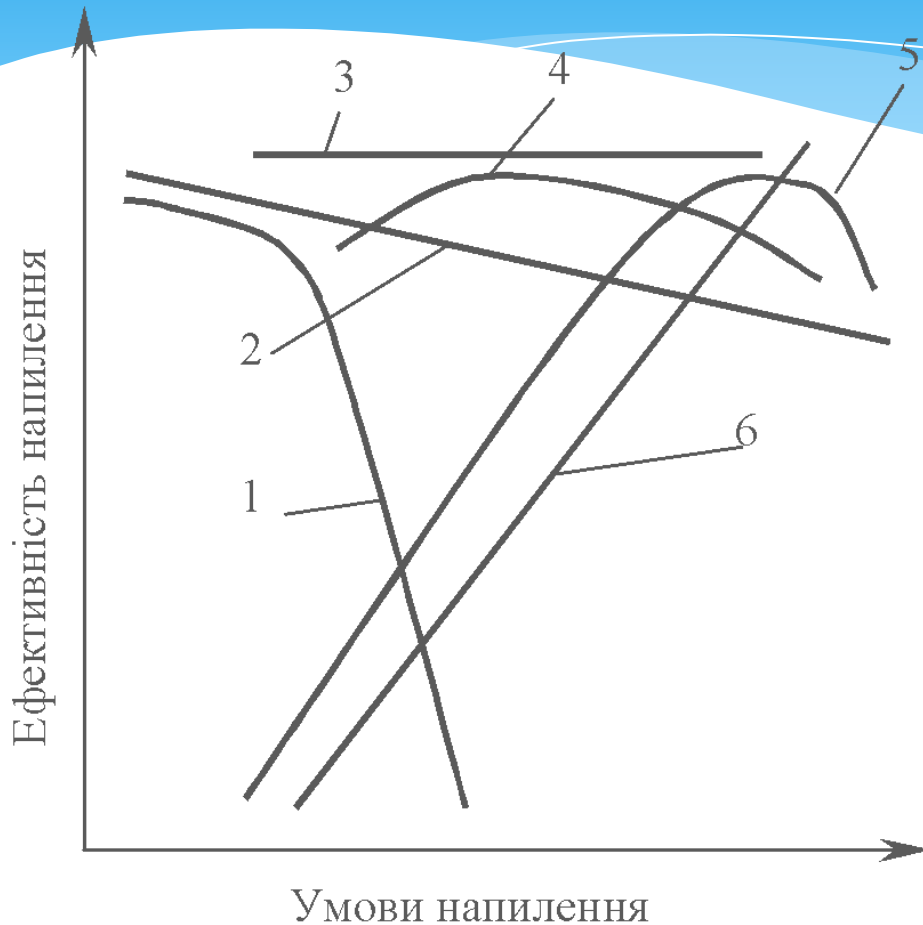
**C - S;**



# Вимоги системи ПЗР і ТО щодо заземлень

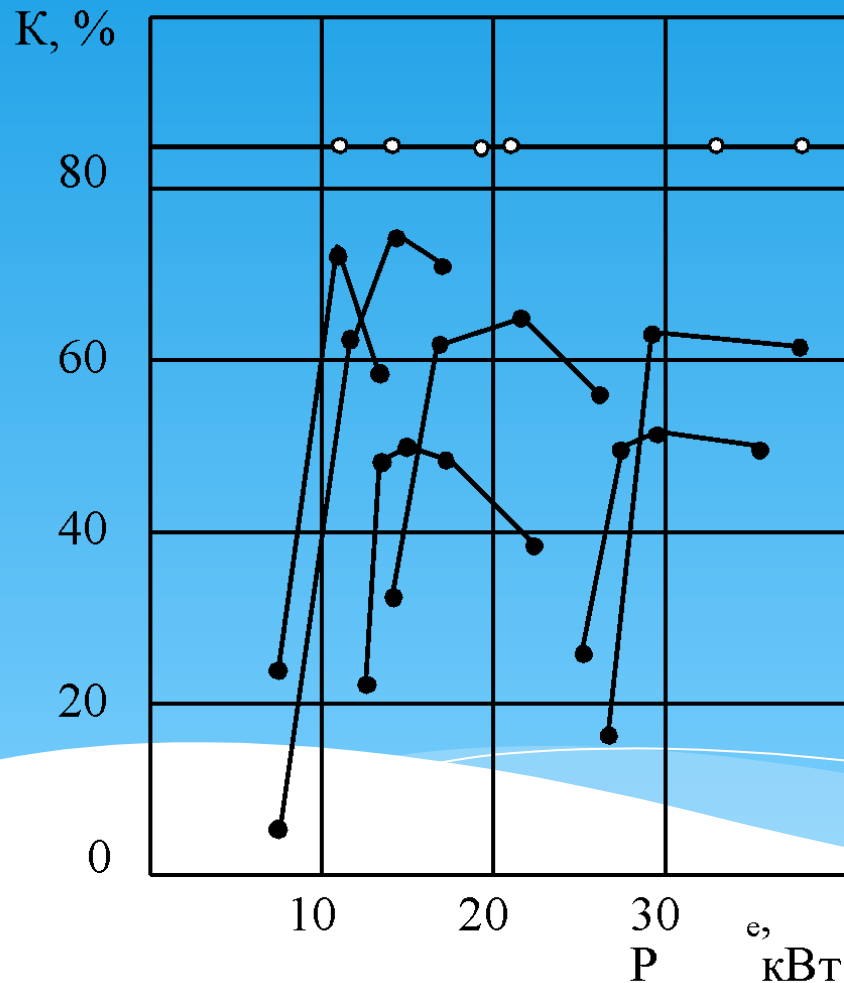
Пристрої забезпечення електробезпеки	Терміни		
	періодичних оглядів	періодичних випробувань	поточних ремонтів
Пристрої захисного вимикання	1 раз в 3 місяці	1 раз в 6 місяців	-
Розділюючі трансформатори	1 раз на добу	1 раз в рік	-
Заземлюючі пристрої:			
На ТП	1 раз в 6 місяців	1 раз в рік	1 раз в 6 років
На вводі в приміщення	1 раз в 3 місяці	1 раз в рік	1 раз в 6 років
На ПЛ	1 раз в 6 місяців	1 раз в рік	1 раз в 6 років
Пристрої вирівнювання та зрівнювання електричних потенціалів	-	1 раз в рік	1 раз в 10 років
Теж, провідники яких не захищені бетоном	1 раз в 6 місяців	1 раз в рік	1 раз в 2 роки
Система занулення, включаючи пристрої захисту	1 раз в 6 місяців	1 раз в 5 років	1 раз в 10 років
Теж, в тваринницькому приміщенні	1 раз в 6 місяців	Див. примітку	1 раз в 6 років

## Залежність ефективності напилування від умов напилування



- 1 – віддаль напилування;
- 2 – витрати порошку;
- 3 – швидкість переміщення контакт-деталі;
- 4 – витрати газу, що транспортує порошок;
- 5 – витрата робочого газу;
- 6 – підведена потужність.

# Вплив електричної потужності $P$ плазмотрону УМП-5 на коефіцієнт використання матеріалу $K$



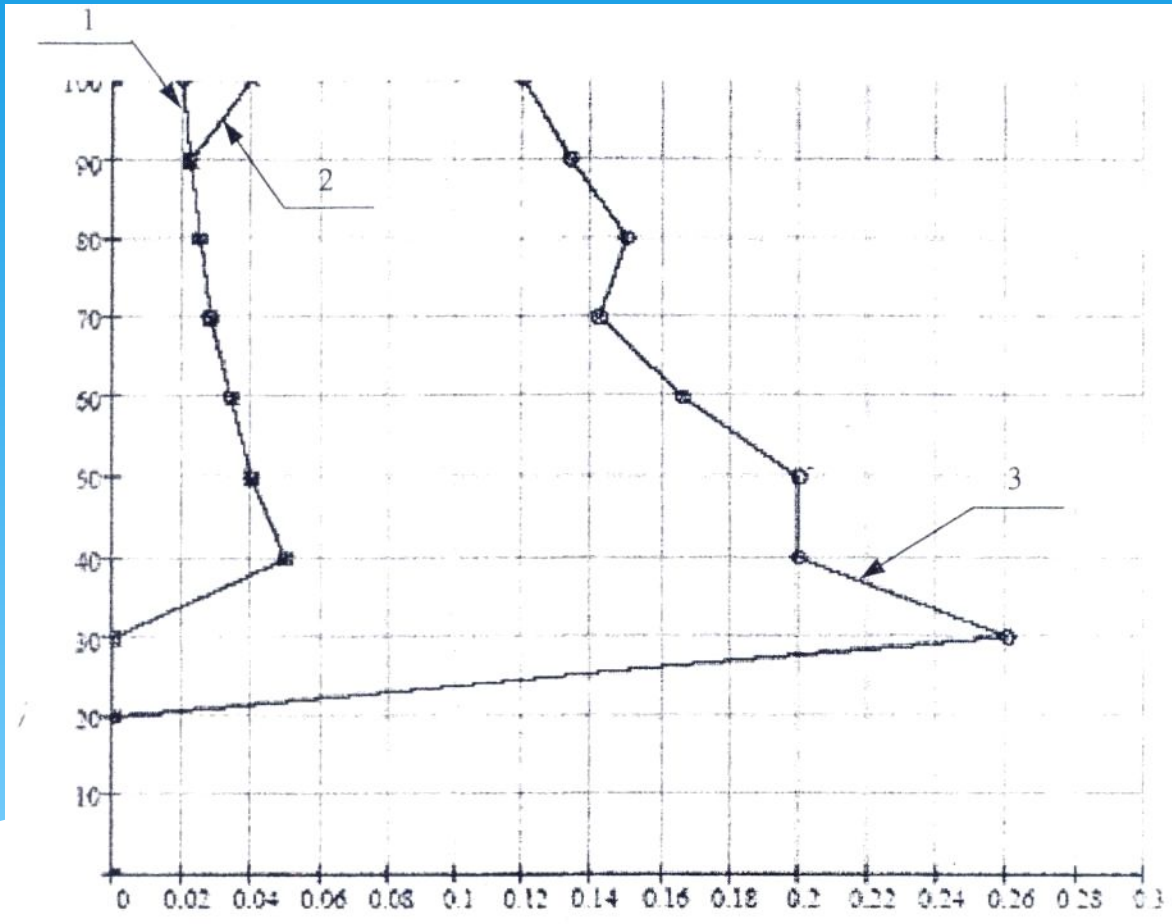
- 1 - Al;
- 2 - W;
- 3 - Cu;
- 4 -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;
- 5 -  $\text{TiB}_2$ ;
- 6 -  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ;
- 7 - розрахунковий рівень  $K_{\text{max}}$ .

## Залежність ефективності напилювання від умов напилювання

Практично на якість покриття при напилюванні впливають такі технологічні операції:

- підготовка порошкових матеріалів;
- підготовка поверхні основи перед напилюванням;
- вплив на міцність зчеплення в процесі напилювання;
- наступна обробка газоплазмових покриттів.

# Характеристики заземлювачів



1 - характеристика електрода-заземлювача з гальванічним мідним покриттям,

2 - характеристика електрода-заземлювача з мідним покриттям, виконаним газо-плазмовим методом

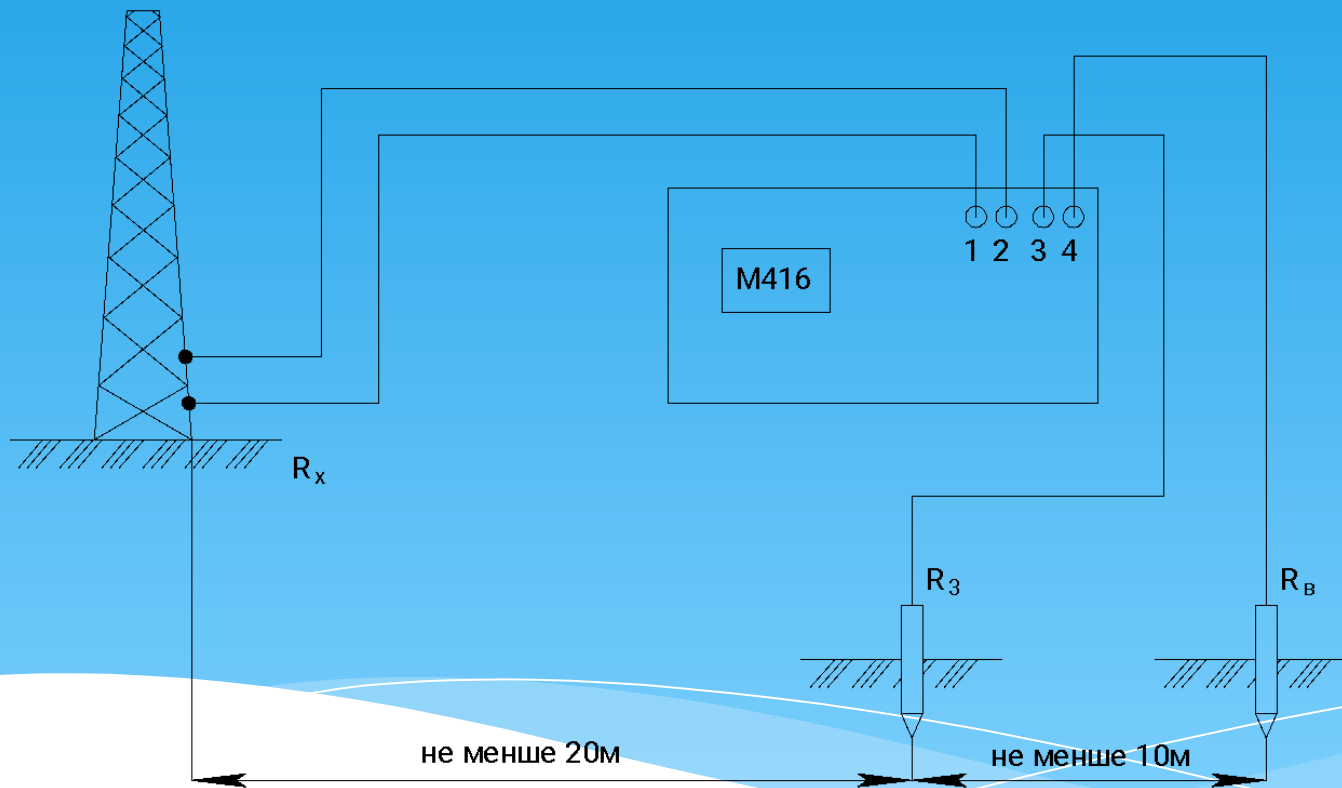
3- характеристика електрода-заземлювача з чорної круглої сталі

Залежність питомого опору  $r_0$ , Ом/м електродів-заземлювачів від струму  $I$ , А, при струмі до 100А.

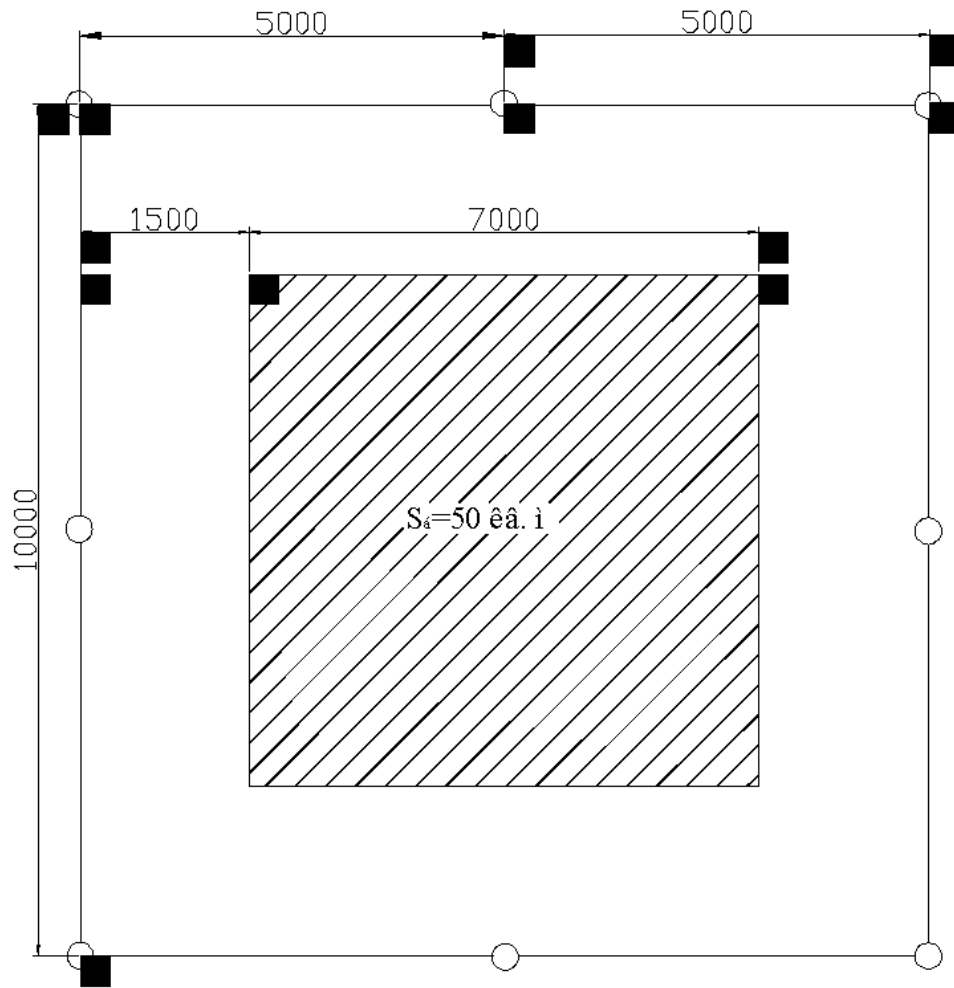
# Визначення

- \* **Базове заземлення** – заземлюючий пристрій на ПЛ, що використовується для зниження наведеного потенціалу на проводах до безпечного значення.
- \* **Груповий заземлювач** – два і більше з'єднаних між собою стрижневих заземлювачі, що встановлені на відстані не менше 3 м один від одного.
- \* **Стрижневий заземлювач** – металевий прут діаметром не менше 12 мм, довжина більше 0,5 м

# Контроль опоры розтікання заземлювачів



# Схема заземляющего пристрою споживчої мережі





# Вимірювач опору заземлення Fluke 1620



- Нові вимірювачі опору заземлення серії 1620 компанії Fluke дозволяють не тільки вимірювати опір заземлення за допомогою класичного тесту падіння напруги, але і дозволяють проводити тестування прискореними методами “вибірковий”, “безелектродний”.

- Тестування методом “вибірковий” не вимагає від’єднання електрода для проведення вимірювання, що підвищує рівень безпеки виконання робіт.

## Характеристики

	1623	1625
Схема измерения с помощью одной кнопки	●	
Трех- и четырехполюсное измерение сопротивления заземления	●	●
Четырехполюсное измерение сопротивления грунта	●	●
Двухполюсное измерение сопротивления на переменном токе	●	●
Двух- и четырехполюсное измерение сопротивления на постоянном токе		●
Выборочное тестирование без отсоединения заземляющего проводника (1 зажим)	●	●
Безэлектродное тестирование контура заземления (2 зажима)	●	●
Частота измерения 128 Гц	●	
Частота измерения полного сопротивления заземления 55 Гц		●
Автоматическая регулировка частоты (AFC) (в диапазоне 94 - 128 Гц)		●
Переключаемое напряжение измерения 20/48 В		●
Программируемые пределы и настройки		●
Проверка целостности со звуковым сигналом		●
Устойчивость к пыли/воде	IP56	IP56
Соответствие стандартам безопасности	CAT II 300 V	CAT II 300 V

- Метод “безелектродний” дозволяє вимірювати за допомогою двох трансформаторів струму, які кріпляться до заземлюючого провідника за допомогою кліщів.

## Вимірювач опору заземлення Fluke 1630



- Тестер контура заземлення Fluke 1630 з можливістю вимірювання без розриву ланцюга спрощує тестування заземляючого контура і дозволяє вимірювати струм витoku, не змінюючи режиму роботи тестованого об'єкту. Цей метод тестування заземляючого контура також називається "безелектродним" вимірюванням контура заземлення. Для проведення вимірювань не потрібно встановлювати заземляючі електроди і відключати систему заземлення електроустановки.
- Вимірювання опору заземляючого контура без застосування додаткових заземляючих електродів і від'єднання ланцюгів
  - Вимірювання струмів витoku в землю для пошуку несправностей електричних систем
  - Вимірювання дійсного середньоквадратичного значення змінного струму в діапазоні до 30 А
  - Швидка оцінка опору контура за допомогою звукового сигналу (HI/LO) без розмикання ланцюга
  - Функція фіксації свідчень для збереження поточного значення вимірюваного параметра
  - Функція реєстрації для збереження змінних значень з можливістю їх подальшого відображення на ЖК дисплеї
  - Функція автокалібрування забезпечує незмінно точні вимірювання Fluke 1630 ідеально підходить для наступних застосувань:
  - Перевірка контура заземлення в будь-яких системах заземлення

Заземлення

ПЛІ-0,4кВ та ПЛЗ-10кВ

# ПЛІ – 0,4кВ



Повітряна лінія ізолювана (ПЛІ) – це пристрій призначений для передавання та розподілу електричної енергії по самоутримних ізолюваних проводах, розташованих на відкритому повітрі і закріплених за допомогою спеціальної лінійної арматури до опор, стін будівель та споруд.

Самоутримний ізолюований провід (СИП) – це скручені в джгут ізолювані жили, що не вимагають спеціального утримного троса.

# Заземлення ПЛІ – 0,4кВ

## Перший спосіб

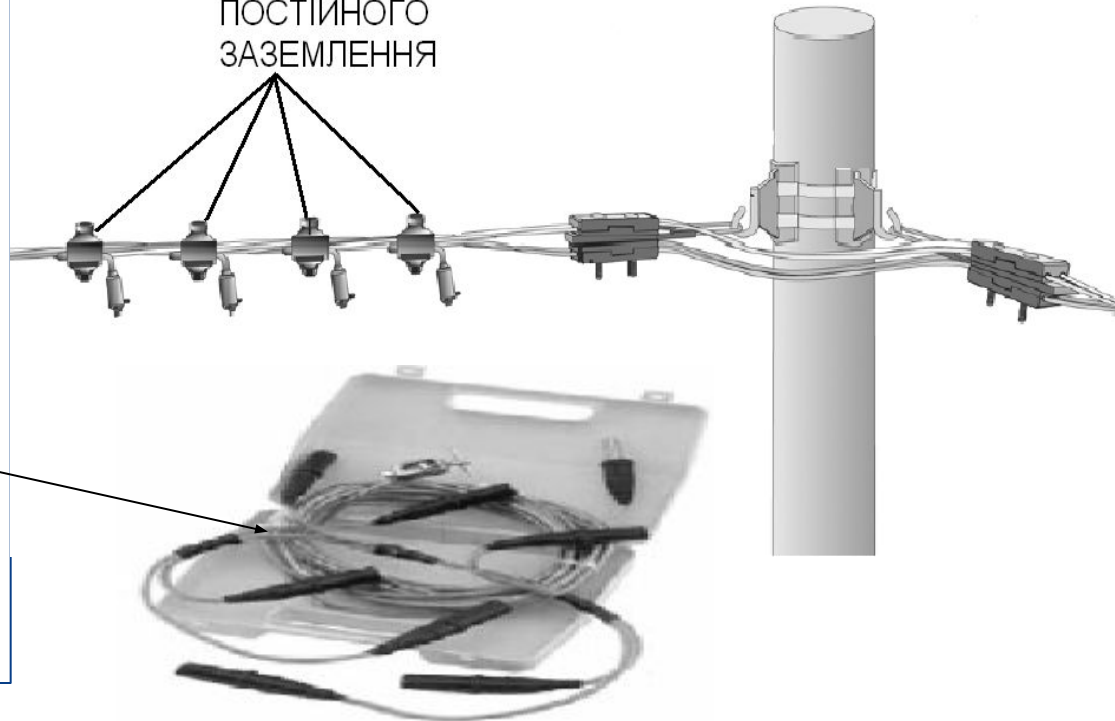
Використовуються спеціальні проколючі затискачі, на які можна приєднати заземлення або закоротку. На них також можна перевірити наявність напруги за допомогою показчиків напруги.

*Вони встановлюються на фазних та нульовій жилах на весь строк служби лінії.*

Такі затискачі потребують спеціального заземлення, яке показано на малюнку



ЗАТИСКАЧІ ДЛЯ  
ТИМЧАСОВОГО ТА  
ПОСТІЙНОГО  
ЗАЗЕМЛЕННЯ



# Заземлення ПЛІ – 0,4кВ

## Другий спосіб

Затискачі розроблені спеціально для країн СНД и дозволяють використовувати існуюче заземлення.



## Місця встановлення затискачів для заземлення ПЛІ – 0,4кВ

... та місця встановлення таких затискачів  
... могами ПУЕ п. 2.4.43.

... "А.Б.С.

№58 від 02.03.10

ПУЕ п.2.4.43 “На початку і в кінці кожної магістралі ПЛІ на проводах слід встановлювати затискачі для приєднання переносного заземлення.”

## ПЛЗ – 10кВ

Повітряна лінія із захищеними проводами (ПЛЗ) – це ПЛ із проводами, у яких поверх струмопровідної жили накладено екструдовану полімерну захисну ізоляцію, що унеможливорює коротке замикання між проводами в разі їх доторкання та зменшує ймовірність замикання на землю

### **Переваги ПЛЗ над ПЛ голим проводом:**

- *зменшення ризику ураження електричним струмом прямого контакту.*
- *відсутність коротких замикань між фазами.*
- *значно більша стійкість до кліматичних умов*



# Заземлення ПЛЗ

## Перший спосіб.

Для заземлення ПЛЗ використовують звичайне переносне заземлення з гвинтовими затискачами, яке встановлюють на грозозахисні роги.

