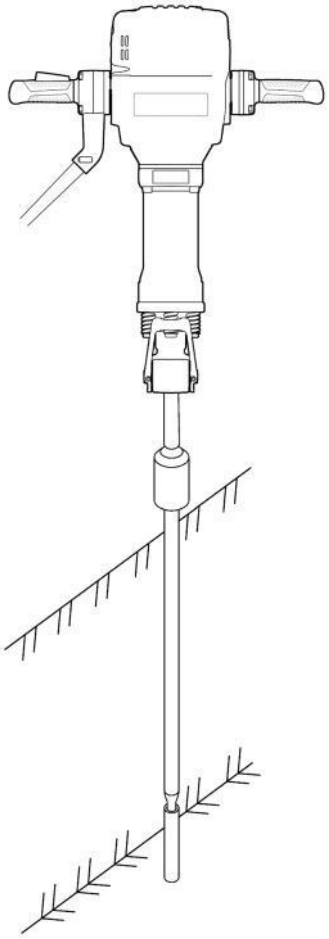
Науково-виробниче підприємство
ТОВ «ЕНЕРГОЛІГА»



УЛАШТУВАННЯ ГЛИБИННИХ ЗАЗЕМЛЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Проект повторного застосування

Арх. № 1.18

Методика розрахунку. Робочі креслення

Директор Давидова О. В.

Головний інженер проекту Журавльов І. В.

М.П.

КИЇВ 2018

ПЕРЕДМОВА

1.ЗАМОВЛЕНО	ТОВ «СІКАМ УКРАЇНА»
2.РОЗРОБЛЕНО	ТОВ «ЕНЕРГОЛІГА»
3. ВИКОНАВЦІ	Меркотан В. Ю, Журавльов І. В., Іщук М. С., Бліндов І. В.,
4. НА ЗАМІНУ	«Серия 3.407-150 Заземляющие устройства опор воздушных линий электропередачи напряжением 0,38; 6; 10; 20 и 35 кВ. Рабочие чертежи»

ЗМІСТ АЛЬБОМУ

Позначення	Найменування	Сторінка
1.18–ЗМ	Зміст альбому	3
1.18/ПЗ	Пояснювальна записка	4
1.18/1	Номенклатура виробів та матеріалів	19
1.18/2	Вказівки по монтажу	23
1.18/3	Улаштування заземлювачів. Робочі креслення	27
1.18/3–ЗМ	Зміст	29
1.18/3–01	Одиничний вертикальний електрод	30
1.18/3–02	Три вертикальні електроди, з'єднані в ряд	33
1.18/3–03	Три вертикальні електроди, з'єднані у зірку	36
1.18/3–04	Чотири вертикальні електроди, з'єднані у квадрат	39
1.18/3–05	Комбінований заземлювач	42

Інв.№ ориг. | Підпис і дата | Зам. Інв.№

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	1.18–ЗМ		
ГІП		Журавльов			10.18	Зміст альбому	Стадія	Аркуш	Аркушів
Н.контр.		Мельник			10.18		Р		1
Перевір.		Меркотан			10.18		ТОВ «НВП «ЕНЕРГОЛІГА» Київ 2018		
Розроб.		Іщук			10.18				

ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

№	Найменування	Сторінка
1	Загальна частина	5
2	Вимоги до заземлювальних пристроїв	6
3	Методика розрахунку опору	
	заземлювального пристрою	7
4	Приклади розрахунків заземлювальних пристроїв	10
5	Правила прив'язки робочих креслень	18

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Проект повторного застосування арх. № 1.18 "Конструкції заземлювальних пристроїв з модульних компонентів", розроблений з метою формування єдиного підходу до проектування заземлювальних пристроїв.

1.2 Методи розрахунку опору заземлювальних пристроїв, що наведені в складі даного проекту є ідентичними до методів наведених у BS 7430:2011+A1:2015 Code of practice for protective earthing of electrical installations (Кодекс практики захисного заземлення електричних установок).

1.3 В даному альбомі типових рішень запропоновано використання модульних компонентів для побудови заземлювальних пристроїв, що використовуються в якості захисного та функціонального (робочого) заземлення в складі електроустановок згідно вимог ПУЕ.

1.4 Робочі креслення проекту розроблені для використання при новому будівництві та при реконструкціях заземлювальних пристроїв. Наведені конструктивні рішення мають рекомендований характер і не являються вказівками до обов'язкового виконання.

1.5 Проект складається з наступних розділів:

1.18/ПЗ – Пояснювальна записка

1.18/1 – Номенклатура виробів та матеріалів

1.18/2 – Вказівки по монтажу

1.18/3 – Улаштування заземлювачів. Робочі креслення

1.6 Для визначення опору заземлювального пристрою при проектуванні розробник має змогу використовувати будь які методи розрахунку, що базуються на інженерному досвіді.

1.7 Заземлювальні пристрої, що наведені в даному проекті, конструктивно складаються з вертикальних та горизонтальних заземлювачів.

1.8 Вертикальні заземлювачі складаються з сталевих стрижнів діаметром 17.2 мм, що з'єднуються штекерним методом. Висока механічна стійкість стрижнів до руйнування, що складає не менше 70 даН/мм2, дає можливість заглиблення заземлювача на відстань до 30 м. Для захисту заземлювачів від корозії проектом передбачено застосування заземлювачів із двома типами захисного покриття:
– шару міді, товщиною не менше 250 мкм, нанесеного електролітичним способом;
– цинкового покриття, товщиною не менше 70 мкм, нанесеного методом гарячого цинкування.
Мідне покриття, нанесене електролітичним способом, забезпечує довготривалий термін служби заземлювача на протязі 35 років. Цинкового покриття, товщиною 70 мкм, нанесене методом гарячого цинкування забезпечує термін служби заземлювача не менше 10 років.

1.9 Горизонтальні заземлювачі передбачено виконувати з сталевого круга діаметром 10 мм із двома типами захисного покриття:
– шару міді, товщиною не менше 250 мкм, нанесеного електролітичним способом;
– цинкового покриття, товщиною не менше 70 мкм, нанесеного методом гарячого цинкування.

1.10 Номенклатура виробів та меріалів, що використовуються в даному альбомі для улаштування заземлювачів, в повній мірі задовольняють вимогам до мінімальних розмірів заземлювачів і заземлювальних провідників наведених у табл. 1.7.5. ПУЕ.

1.11 Відповідно до п. 1.7.117 ПУЕ заземлювачі з чорної сталі, як правило, не слід використовувати в сильно-агресивному середовищі. У цьому випадку рекомендовано застосовувати мідні заземлювачі або заземлювачі із сталі з мідним гальванічним покриттям.

1.12 При проведенні монтажу заземлювальних пристроїв, що складаються з модульних компонентів повністю виключено застосування зварних з'єднань.

1.13 В розділі 1.18/3 запропоновано найбільш характерні конфігурації заземлювальних пристроїв:

а) Одиничний вертикальний електрод з'єднаний прямим горизонтальним заземлювачем (1.18/3-1)
Монтаж даного заземлювального пристрою передбачається в одній точці на глибину до 20 м, що дозволяє виконати встановлення заземлювача у стиснених умовах з проведенням мінімального обсягу земляних робіт.

б) Три вертикальні електроди з'єднані в ряд (1.18/3-2)
При застосуванні даного заземлювального пристрою є можливість отримати менші значення опору розтіканню у порівнянні з точковим глибинним заземлювачем. Вертикальні заземлювачі слід розміщувати таким чином, щоб відстань між ними по горизонталі була не меншою за їх довжину.

в) Три вертикальні електроди з'єднані у зірку (1.18/3-3)
При застосуванні даного заземлювального пристрою є можливість отримати менші значення опору розтіканню у порівнянні з трьома вертикальними електродами з'єднаними в ряд.

г) Чотири вертикальні електроди з'єднанні у квадрат» (1.18/3-4)
Застосування конструкції із замкненим контуром передбачено згідно вимог ПУЕ п. 1.7.101 для зовнішніх електроустановок напругою понад 1 кВ з ізольованою нейтраллю, та п. 1.7.107 для зовнішніх електроустановок напругою понад 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю.

д) Комбінований заземлювальний пристрій (1.18/3-5)
Застосування конструкції із замкненим контуром передбачено згідно вимог ПУЕ для опор ліній електропередач напругою до 35 кВ на яких встановлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі, запобіжники, пристрої захисту від грозових перенапруг.

1.14 З метою полегшення визначення складу заземлювального пристрою, що проектується, в складі розділу 1.18/3 наведено таблиці вибору конфігурації заземлювача. За допомогою даних таблиць розробник має змогу обрати початкову конфігурацію заземлювача в залежності від значень питомого опору ґрунту та необхідного розрахункового значення заземлювального пристрою.

2. ВИМОГИ ДО ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Наведені вимоги до заземлювальних пристроїв, є найбільш характерними вимогами із складу чинних нормативних документів України. В процесі розробки проектних рішень по улаштуванню заземлювальних пристроїв проектувальник має враховувати вимоги екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних, інших чинних норм і правил та стандартів.

2.1 Відповідно до вимог ПУЕ на ПЛ напругою від 1 кВ до 750 кВ слід заземлювати:

а) Опори, які мають грозозахисний трос або інші пристрої блискавкозахисту;

Опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ за їх висоти до 50 м не має бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29; за висоти опор понад 50 м – у два рази меншим порівняно із зазначеним у табл. 2.5.29. На двоколових і багатоколових опорах ПЛ, незалежно від висоти опори, рекомендовано зменшувати опір заземлювальних пристроїв у два рази порівняно із зазначеним у табл. 2.5.29.

Опір заземлювального пристрою опор великих переходів із захисними апаратами має бути не більшим ніж 10 Ом за питомого опору землі до 1000 Ом × м і не більшим ніж 15 Ом – за більш високого питомого опору.

Для опор гірських ПЛ, розміщених на висоті понад 700 м над рівнем моря, значення опорів заземлювальних пристроїв, наведені в табл. 2.5.29, можна збільшувати в три рази.

б) Залізобетонні і металеві опори ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ;

для ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ, які проходять у населеній місцевості, і опор, які обмежують прогін перетину з інженерними спорудами (ПЛ, трубопроводи тощо), а також усіх ПЛ напругою 35 кВ, не має бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29.

Для опор ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ, які проходять по ненаселеній місцевості, опір не нормують і забезпечують його природною провідністю залізобетонних фундаментів і підземної частини опор у ґрунтах з питомим опором ρ до 500 Ом × м – для ПЛ напругою 3 кВ, до 1000 Ом × м – для ПЛ напругою 6–10 кВ і до 1500 Ом × м – для ПЛ напругою 15–20 кВ. У ґрунтах з опором ρ, більшим від вищезазначеного, опори ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ у ненаселеній місцевості повинні додатково мати штучні заземлювачі з опором, не більшим ніж 250 Ом, 500 і 750 Ом відповідно для ПЛ напругою 3 кВ, напругою 6–10 кВ і напругою 15–20 кВ (2.5.130).

в) Опори, на яких установлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі, заподіжники та інші апарати.

Для ПЛ напругою 110 кВ і вище, не повинен бути більшим від зазначеного в табл. 2.5.29, а для ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ він має бути не більшим ніж 10 Ом, якщо інше не вимагається в технічних умовах або інструкції з експлуатації обладнання, установленого на опорі.

2.2 Відповідно до вимог ПУЕ п. 2.5.132 Переріз кожного із заземлювальних провідників (спусків) на опорі ПЛ не повинен бути меншим ніж 35 мм2, а діаметр для одно дротових провідників не повинен бути меншим ніж 10 мм (переріз 78,5 мм2). Кількість заземлювальних провідників на опорах ПЛ напругою 110 кВ і вище не повинна бути меншою ніж два.

2.3 Відповідно до вимог ПУЕ п. 2.4.34 На ПЛ (ПЛІ) до 1 кВ необхідно влаштовувати заземлювальні пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг (2.4.40) і повторного заземлення PEN –(PE–) провідника (2.4.42).

2.3.1 Заземлювальні пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг

Опір кожного з цих заземлювальних пристроїв має бути не більше ніж 30 Ом, а відстань між сусідніми заземлювальними пристроями – не більше ніж 100 м.

Крім того, зазначені заземлювальні пристрої необхідно влаштовувати:

– на опорах із відгалуженнями до вводів у будинки, в яких можливе перебування великої кількості людей (школи, дитячі сади, лікарні, клуби тощо) або які мають велику господарську цінність (тваринницькі приміщення, пташники, склади, гаражі тощо);

– на кінцевих опорах, які мають відгалуження до вводів у будинки. Найбільша відстань від сусіднього заземлення цієї самої лінії за таких умов має бути не більше ніж 60 м.

У зазначених місцях має бути встановлено ОПН.

2.3.2 Заземлювальні пристрої, призначені для повторного заземлення PEN –(PE–) провідника

Відповідно до вимог ПУЕ п. 1.7.95 сумарний опір усіх заземлювачів, приєднаних до PEN-провідника кожної лінії, у тому числі природних заземлювачів, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 5, 10 і 20 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380,220 і 127 В джерела однофазного струму. Опір кожного з повторних заземлювачів має бути не більшим ніж 15, 30 і 60 Ом відповідно для тієї самої напруги.

2.3.3 Вимоги до заземлювальних провідників

Відповідно до вимог ПУЕ п. 2.4.44 Для заземлювальних провідників допускається застосовувати круглу сталь діаметром, не меншим ніж 6 мм, з антикорозійним покриттям.

2.3. Для електроустановок напругою понад 1 кВ у електричних мережах із ізольованою нейтраллю відповідно до п.1.7.98 опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 10 Ом, у разі використання заземлювального пристрою тільки для електроустановок напругою понад 1 кВ, а також у разі використання його одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, у яких N–, PEN– (PE)–провідники не виходять за межі цього заземлювального пристрою.

2.4. Для заземлювальних пристроїв електроустановок напругою до 1 кВ у електричних мережах із глухозаземленною нейтраллю, відповідно до п. 1.7.94 для повторного заземлення PEN– (PE)– провідника на вводі до електроустановки будинку (будівлі), в якій для захисту від непрямого дотику застосовується автоматичне вимкнення живлення опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 30 Ом;

2.5. Для заземлювальних пристроїв робочого (функціонального) заземлення за умови безперебійної роботи обладнання обробки та зберігання інформації або іншого чутливого до впливу перешкод обладнання опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 2 Ом.

2.6. Слід звернути увагу, що відповідно до вимог ПУЕ нормоване значення опору може бути збільшено в декілька разів в ґрунтах з високим питомим опором.

3. Методика розрахунку опору заземлювального пристрою

3.1 Загальні положення

Формули для визначення параметрів заземлювального пристрою прийнято за розділом 9.5 Types of earth electrodes and their resistance calculation (Типи заземлювальних електродів та розрахунок їх опору) документу BS 7430:2011+A1:2015 Code of practice for protective earthing of electrical installations (Кодекс практики захисного заземлення електричних установок).

Згідно із змістом розділу 9.5 до розрахункових умов прийнято наступні припущення:

а) Більшість розрахункових формул віднесені до струмів низької частоти, приклади розрахунків для струмів високої частоти не наведені.

б) Системи заземлення мають складатися з мідних провідників, сталевих стрижнів з захисним антикорозійним покриттям відповідних розмірів, сталевих пластин, або свай, що використовуються окремо або з'єднані разом у складі однієї локальної системи заземлення.

Всі наведені формули застосовуються для умов однорідності ґрунту. Точність результатів розрахунку для різноманітних умов знаходиться в межах 15 %, що може бути достатнім для визначення параметрів та конструкції системи заземлення, що проектується.

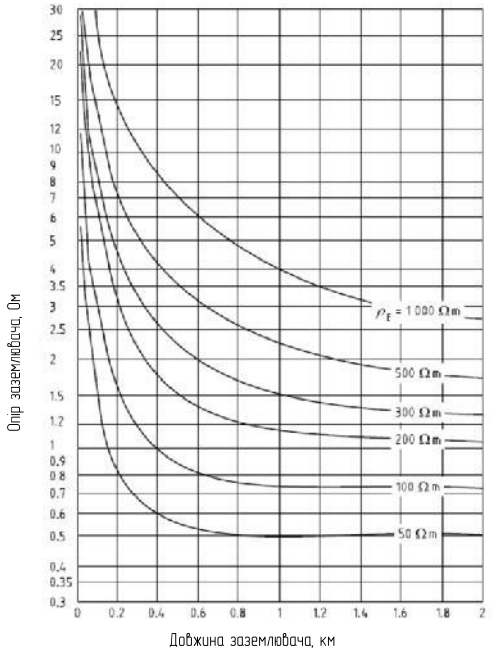


Рис. 3.1 Залежність опору горизонтального заземлювача від його довжини

Вплив форми електроду на значення його опору пов'язане з щільністю струму навколо конкретного електроду. Для отримання низького значення опору щільність струму має бути якомога меншою у середовищі що оточує електрод. Цього можна досягти шляхом збільшення довжини електроду. Таким чином стрижень, або полоса мають значно менше значення опору, ніж пластина з такою ж площиною поверхні.

Якщо розглядати горизонтальний заземлювач значної протяжності у складі заземлювального пристрою з низьким значенням опору, то при досягненні певної довжини заземлювача значення опору обмежуються кінцевим значенням, яке лишається не змінним (Рис. 3.1).

3.2 Вертикальні електроди

Вирази для обчислення значень опору вертикальних заземлювачів при різних способах розташування наведені в п. 3.2.1 — 3.2.4.

3.2.1 Одиничний вертикальний електрод

Значення опору заземлювача, що складається з одиничного вертикального заземлювача обчислюється за виразом:

$$R_r = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left[\log_e\left(\frac{8 \cdot L}{d}\right) - 1\right]$$

де: ρ — значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L — довжина вертикального заземлювача, м;

d — діаметр перерізу вертикального заземлювача, м;

Примітка: Діаметр вертикального електроду має незначний вплив на величину опору, значення діаметру визначає механічну стійкість заземлювача при його заглибленн, наприклад до глибини 20 м, або більше.

3.2.2 Вертикальні електроди при розташовуванні в лінію

Значення опору для групи вертикальних електродів, при розташуванні їх в лінію обчислюється за виразом:

$$R_t = \frac{1}{\mathrm{n}} \cdot \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left[\log_e\left(\frac{8 \cdot L}{d}\right) - 1 + \frac{\lambda \cdot L_{\mathrm{B}}}{s}\right]$$

де: ρ — значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L_{B} — довжина вертикального заземлювача, м;

d — діаметр перерізу вертикального заземлювача, м;

n — кількість заземлювачів в групі, шт.;

s — відстань між електродами в групі, м;

λ — груповий фактор, що обчислюється за виразом:

$$\lambda = 2 \cdot \sum\left(\frac{1}{2} + \cdots + \frac{1}{n}\right)$$

Для значної кількості електродів в групі $\lambda \simeq 2 \cdot \log_e \frac{1.781 \cdot \mathrm{n}}{2.718}$

3.2.3 Заземлювач, що складається з групи вертикальних електродів, при їх розташуванні у формі рівностороннього трикутника

Значення опору для групи вертикальних електродів, при їх розташуванні у формі рівностороннього трикутника (Рис. 3.2) обчислюється за виразом:

$$R_t = \frac{1}{3} \cdot \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_B} \cdot \left[\log_e \left(\frac{8 \cdot L_B}{d} \right) - 1 + \frac{2 \cdot L_B}{s} \right]$$

де: ρ — значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L_B — довжина вертикального заземлювача, м;

d — діаметр перерізу вертикального заземлювача, м;

s — довжина сторони рівностороннього трикутника, м.

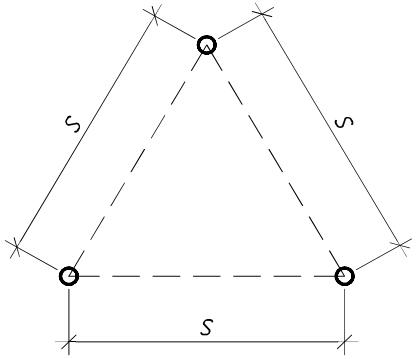


Рис. 3.2 Вертикальні електроди розташовані у формі рівностороннього трикутника

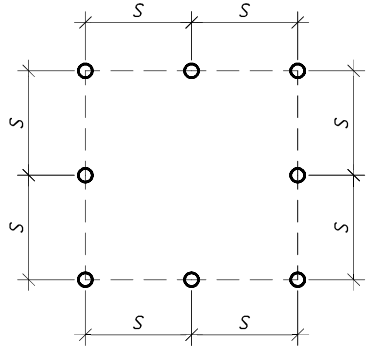


Рис. 3.3 Вертикальні електроди розташовані у формі квадрата

3.2.4. Заземлювач, що складається з групи вертикальних електродів, при їх розташуванні у формі квадрата

Значення опору для групи вертикальних електродів, при їх розташуванні в формі квадрата (Рис. 3.3) обчислюється за виразом:

$$R_T = R_r \cdot \left(\frac{1 + \lambda \cdot \alpha}{N} \right)$$

де:

$$\alpha = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot R_r \cdot s}$$

R_r — значення опору одиничного вертикального заземлювача, Ом;

λ — значення коефіцієнту з табл. 3.1;

ρ — значення питомого опору ґрунту, Ом · м;

s — відстань між електродами, м;

N — кількість електродів в групі, м.

Таблиця 3.1

Значення коефіцієнту λ для вертикальних електродів при їх розташуванні у формі квадрата

Кількість електродів по одній стороні квадрата	λ	Кількість електродів по одній стороні квадрата	λ
2	2.71	7	7.03
3	4.51	8	7.30
4	5.46	9	7.65
5	6.14	10	7.90
6	6.63	12	8.22

3.3 Горизонтальні заземлювачі

Вирази для обчислення значень опору горизонтальних заземлювачів при різних способах розташування наведені в п. 3.3.1 – 3.3.3.

3.3.1. Прямий горизонтальний заземлювач

Значення опору для горизонтального заземлювача (полоса чи круг) може бути обчислене за виразом:

$$R_{t_1} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_B} \cdot \log_e \left(\frac{L^2}{k \cdot h \cdot d} \right)$$

де: ρ – значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L – довжина полоси або круга, м;

h – глибина закладання, м.;

d – діаметр круга або ширина полоси, м;

k – коефіцієнт що враховує форму провідника,

$k = 1{,}36$ – для полоси;

$k = 1{,}83$ – для круга.



Рис. 3.4 Горизонтальні заземлювачі, з'єднані під прямим кутом

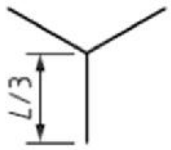


Рис. 3.5 Горизонтальні заземлювачі, з'єднані у зірку під кутом 120

3.3.2. Два горизонтальні заземлювачі, з'єднані під прямим кутом

Значення сумарного опору для двох горизонтальних заземлювачів з'єднаних під прямим кутом (див. Рис. 3.4) може бути обчислене за виразом:

$$R_L = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_г} \cdot \log_e \left(\frac{L^2}{k \cdot h \cdot d} \right)$$

де: ρ – значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L – сумарна довжина полоси або круга, м;

h – глибина закладання, м.;

d – діаметр круга або ширина полоси, м;

k – коефіцієнт що враховує форму провідника,

$k = 1.21$ – для полоси;

$k = 0.813$ – для круга.

3.3.3. Три горизонтальні заземлювачі, з'єднані у зірку під кутом 120^0

Значення сумарного опору для трьох горизонтальних заземлювачів з'єднаних зіркою під кутом 120^0 (див. Рис. 3.5) може бути обчислене за виразом:

$$R_L = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_B} \cdot \log_e \left(\frac{L^2}{k \cdot h \cdot d} \right)$$

де: ρ – значення питомого опору ґрунту, Ом · м

L – сумарна довжина полоси або круга, м;

h – глибина закладання, м.;

d – діаметр круга або ширина полоси, м;

k – коефіцієнт що враховує форму провідника,

$k = 0.734$ – для полоси;

$k = 0.499$ – для круга.

4. Приклади розрахунків заземлювальних пристроїв

4.1 Одиничний вертикальний електрод з'єднаний з прямим горизонтальним заземлювачем

4.1.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором не більше 30 Ом, що складається з одиничного глибинного вертикального заземлювача. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $260\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

4.1.2 Визначаємо попередню конструктивну схему заземлювального пристрою що складається з одиничного вертикального електроду. У зв'язку з незначною довжиною горизонтального заземлювача значення його опору в розрахунку участі не приймає.

4.1.3 З використанням розрахункових даних, що наведені у таблиці (див. 1.18/3-01 арк.2) для подальших розрахунків приймаємо вертикальний заземлювач довжиною 12 м для питомого значення грунту $\rho = 280\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 30\ \text{Ом}$ – нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 260\ \text{Ом} \cdot \text{м}$ – значення питомого опору ґрунту,

$h = 0{,}7\ \text{м}$ – глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 12\ \text{м}$ – довжина одного вертикального заземлювача;

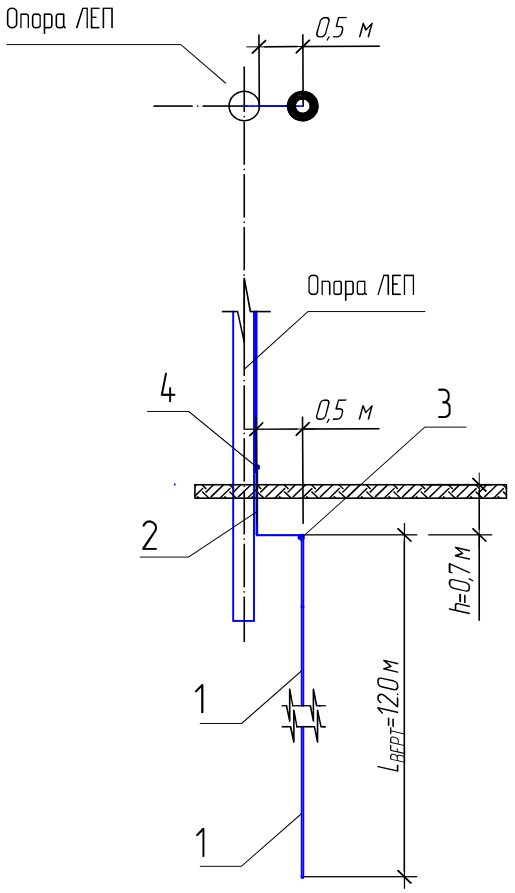
$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ – діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø 17,2 мм).

4.1.4 Визначаємо опір вертикального заземлювача для розрахункових умов:

$$R_r = \frac{260}{2 \cdot \pi \cdot 12} \cdot \left[\log_e\left(\frac{8 \cdot 12}{0{,}0172}\right) - 1\right] = 26{,}31\ \text{Ом}$$

4.1.5 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \le R_{\text{Н}};\quad 26{,}31 < 30;$$



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.	8	2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм з мідним електролітичним покриттям	2	0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	1	0,150	шт.

4.2 Три одиничні вертикальні електроди, з'єднані в ряд

4.2.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором не більше 10 Ом. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $210\ \text{Ом}\cdot\text{м}$.

4.2.2 З використанням розрахункових даних, що наведені в таблиці (див 1.18/3-02 арк 2, 3) визначаємо попередню конструктивну схему заземлювального пристрою що складається з трьох одиничних вертикальних електродів довжиною 6 м кожен, та прямим горизонтальним заземлювачем довжиною 6 м для $\rho = 200\ \text{Ом}\cdot\text{м}$.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 10\ \text{Ом}$ – нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 210\ \text{Ом}\cdot\text{м}$ – значення питомого опору ґрунту;

$h = 0{,}7\ \text{м}$ – глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 6\ \text{м}$ – довжина одного вертикального заземлювача;

$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ – діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø17,2 мм);

$s = 6\ \text{м}$ – відстань між вертикальними електродами в групі;

$L_{\Gamma} = 12\ \text{м}$ – довжина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

$d_{\Gamma} = 0{,}01\ \text{м}$ – ширина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

4.2.3 Визначаємо значення опору для групи з трьох вертикальних електродів, при розташуванні їх в ряд.

Значення групового фактору для трьох вертикальних електродів, при розташуванні їх в ряд:

$$\lambda = 2\cdot\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right) = 1{,}667$$

Значення сумарного опору трьох електродів розташованих в лінію:

$$R_t = \frac{1}{3}\cdot\frac{210}{2\cdot\pi\cdot 6}\cdot\left[\log_e\left(\frac{8\cdot 6}{0{,}0172}\right) - 1 + \frac{1{,}667\cdot 6}{6}\right] = 15{,}98\ \text{Ом}$$

4.2.4 Визначаємо опір горизонтального заземлювача:

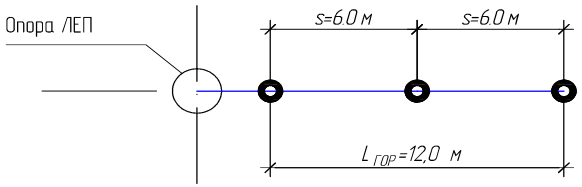
$$R_{t_i} = \frac{210}{2\cdot\pi\cdot 12}\cdot\log_e\left(\frac{12^2}{1{,}83\cdot 0{,}7\cdot 0{,}01}\right) = 25{,}99\ \text{Ом}$$

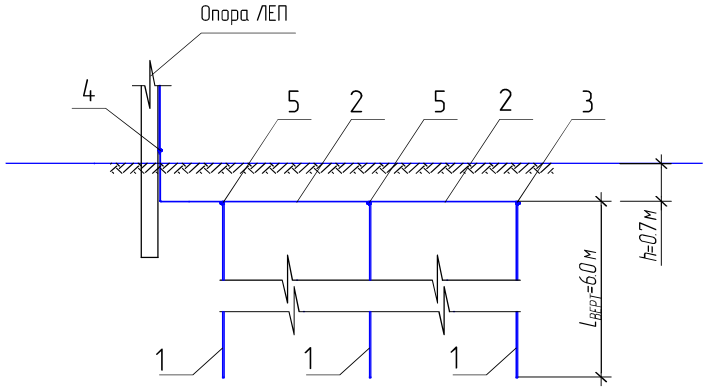
4.2.5 Визначаємо сумарний опір заземлювального пристрою:

$$R_{\text{ЗП}} = \frac{15{,}98\cdot 25{,}99}{15{,}98+25{,}99} = 9{,}90\ \text{Ом}$$

4.2.6 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \le R_{\text{Н}};\quad 9{,}9 \le 10;$$





Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.	12	2,75	шт.
2	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм покриття – гаряче цинкування	15	0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,150	шт.
5	U-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	2	0,160	шт.

4.3 Три одиничні вертикальні електроди, з'єднані горизонтальним заземлювачем за формою рівностороння зірка

4.3.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором не більше 4 Ом. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $190\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

4.3.2 З використанням розрахункових даних, що наведені в таблиці (1.18/3-03 арк. 2, 3) визначаємо попередню конструктивну схему заземлювального пристрою що складається з трьох вертикальних електродів довжиною 18 м кожен, та з'єднані за формою рівностороння зірка горизонтальним заземлювачем сумарною довжиною 31,18 м для $\rho = 180\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 4\ \text{Ом}$ — нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 190\ \text{Ом} \cdot \text{м}$ — значення питомого опору ґрунту;

$h = 0{,}7\ \text{м}$ — глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 18\ \text{м}$ — довжина одного вертикального заземлювача;

$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ — діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø 17,2 мм);

$s = 18\ \text{м}$ — відстань між вертикальними електродами в групі;

$L_{\Gamma} = 31{,}18\ \text{м}$ — довжина горизонтального заземлювача (круг Ø 10 мм);

$d_{\Gamma} = 0{,}01\ \text{м}$ — ширина горизонтального заземлювача (круг Ø 10 мм);

4.3.3 Визначаємо значення опору для групи з трьох вертикальних електродів, при розташовуванні їх в формі рівностороннього трикутника:

$$R_t = \frac{1}{3} \cdot \frac{190}{2 \cdot \pi \cdot 12} \cdot \left[\log_e \left(\frac{8 \cdot 18}{0{,}0172} \right) - 1 + \frac{2 \cdot 18}{18} \right] = 5{,}62\ \text{Ом}$$

4.3.4 Визначаємо опір горизонтального заземлювача з'єднаного зіркою під кутом 120^0

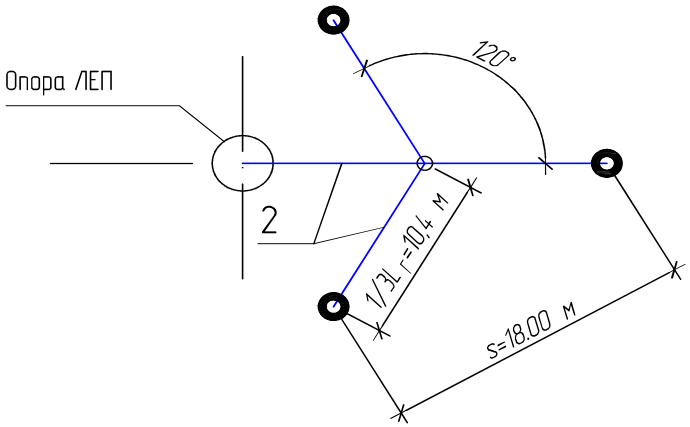
$$R_L = \frac{190}{2 \cdot \pi \cdot 31{,}18} \cdot \log_e \left(\frac{36^2}{0{,}499 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}01} \right) = 12{,}17\ \text{Ом}$$

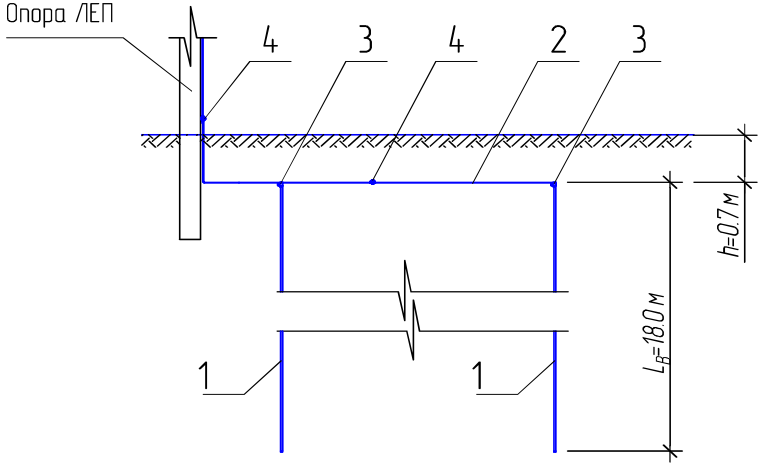
4.3.5 Визначаємо сумарний опір заземлювального пристрою :

$$R_{\text{ЗП}} = \frac{5{,}62 \cdot 12{,}17}{5{,}62 + 12{,}17} = 3{,}84\ \text{Ом}$$

4.3.6 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \le R_{\text{Н}};\quad 3{,}84 \le 4;$$





Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.	36	2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм з мідним електролітичним покриттям	42	0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	3	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	2	0,150	шт.

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	1.18/ПЗ	Арк. 9

Інв.№ ориг. | Підпис і дата | Зам. Інв.№

4.4 Чотири одиничні вертикальні електроди з'єднані горизонтальним заземлювачем за формою квадрат

4.4.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором $R_{\text{Н}}$ не більше 2 Ом. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $75\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

4.4.2 З використанням розрахункових даних, що наведені в таблиці (1.18/3–04 арк. 2, 3) визначаємо попередню конструктивну схему заземлювального пристрою що складається з чотирьох вертикальних електродів довжиною 9 м кожен, та з'єднані за формою квадрат горизонтальним заземлювачем сумарною довжиною 36 м для $\rho = 75\ \text{Ом} \cdot \text{м}$.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 2\ \text{Ом}$ – нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 75\ \text{Ом} \cdot \text{м}$ – значення питомого опору ґрунту;

$h = 0{,}7\ \text{м}$ – глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 9\ \text{м}$ – довжина одного вертикального заземлювача;

$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ – діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø 17,2 мм);

$s = 9\ \text{м}$ – відстань між вертикальними електродами в групі;

$L_{\text{Г}} = 36\ \text{м}$ – довжина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

$d_{\text{Г}} = 0{,}03\ \text{м}$ – ширина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

4.4.3 Визначаємо опір одиничного вертикального заземлювача:

$$R_{г} = \frac{75}{2 \cdot \pi \cdot 9} \cdot \left[\log_{e}\left(\frac{8 \cdot 9}{0{,}0172}\right) - 1\right] = 9{,}74\ \text{Ом}$$

4.4.4 Визначаємо значення опору для групи з чотирьох вертикальних електродів, при їх розташуванні в формі рівностороннього квадрата:

$$\alpha = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{г}} \cdot \text{s}} = \frac{75}{2 \cdot \pi \cdot 9{,}74 \cdot 9} = 0{,}14$$

$$R_{Т} = R_{г} \cdot \left(\frac{1 + \lambda \cdot \alpha}{N}\right) = 9{,}74 \cdot \left(\frac{1 + 2{,}71 \cdot 0{,}14}{4}\right) = 3{,}33\ \text{Ом}$$

Примітка – значення коефіцієнту $\lambda = 2{,}71$ прийнято для двох вертикальних електродів на одній стороні квадарата

4.4.5 Значення опору горизонтального заземлювача у формі рівностороннього квадрата визначається як паралельне приєднання двох горизонтальних заземлювачів з'єднаних під прямим кутом

$$R_{1L} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \log_{e}\left(\frac{L^2}{k \cdot h \cdot d}\right) =$$

$$= \frac{75}{2 \cdot \pi \cdot 18} \cdot \log_{e}\left(\frac{18^2}{0{,}813 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}01}\right) = 7{,}26\ \text{Ом}$$

$$R_{2L} = \frac{7{,}26}{2} = 3{,}63\ \text{Ом}$$

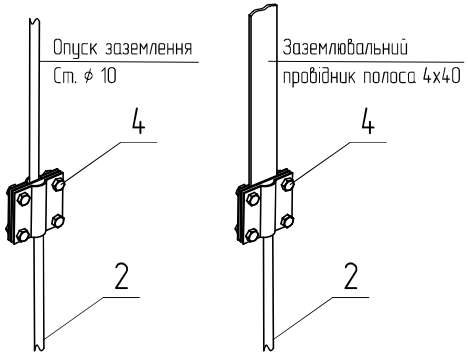
4.4.6 Визначаємо сумарний опір заземлювального пристрою :

$$R_{\text{ЗП}} = \frac{3{,}33 \cdot 3{,}63}{3{,}33 + 3{,}63} = 1{,}74\ \text{Ом}$$

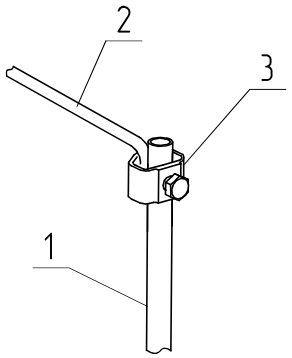
4.4.7 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \leq R_{\text{Н}};\quad 1{,}74 \leq 2;$$

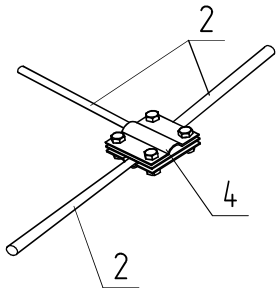
А (М 1:10)



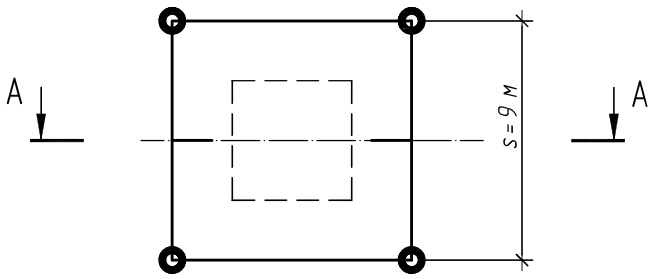
Б (М 1:10)



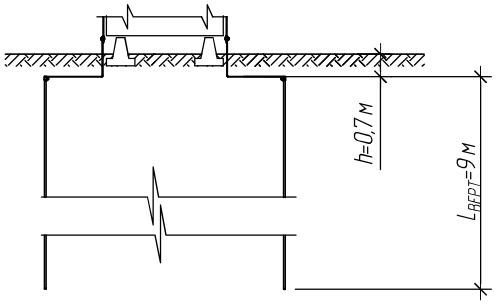
В (М 1:10)



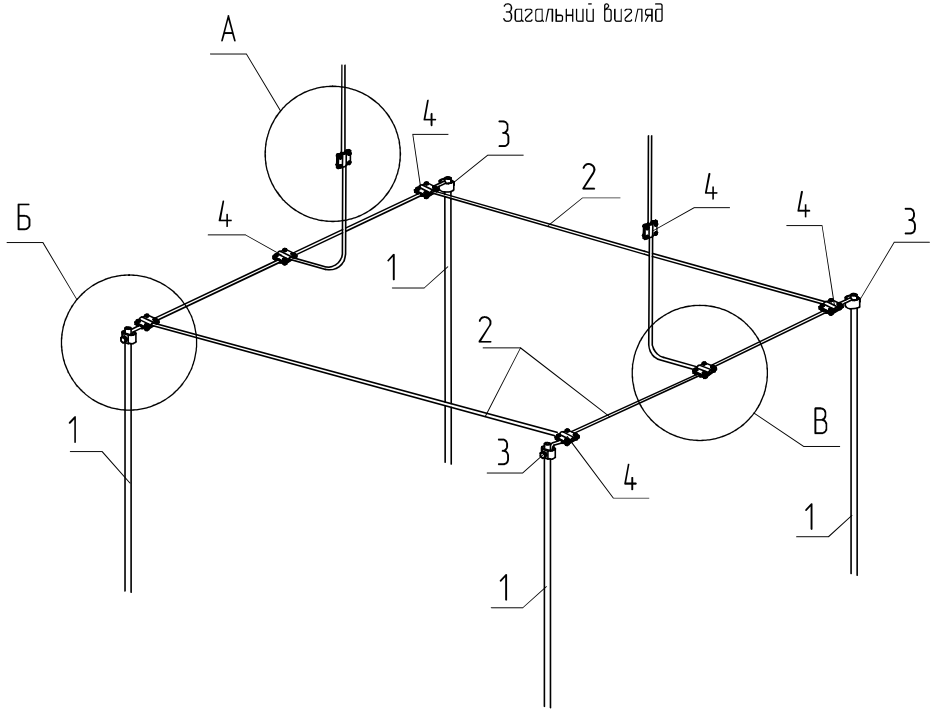
План заземлювального пристрою



А–А



Чотири вертикальні електроди з'єднані у квадрат
Загальний вигляд



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.	24	2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям	36	0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	4	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	8	0,150	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	1.18/ПЗ	Арк. 11

Інв. № ориг. | Підпис і дата | Зам. інв. №

4.5 Дванадцять вертикальних електродів, з'єднані горизонтальним заземлювачем за формою квадрат

4.5.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором $R_{\text{Н}}$ не більше 2 Ом. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $75\ \text{Ом}\cdot\text{м}$.

4.5.2 З використанням розрахунків наведених у п. 4.4 приймаємо конструктивну схему заземлювального пристрою що складається з 12 вертикальних електродів довжиною 3 м кожен (12•3=36 м), та з'єднані за формою квадрат горизонтальним заземлювачем сумарною довжиною 36 м.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 2\ \text{Ом}$ – нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 75\ \text{Ом}\cdot\text{м}$ – значення питомого опору ґрунту,

$h = 0{,}7\ \text{м}$ – глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 3\ \text{м}$ – довжина одного вертикального заземлювача;

$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ – діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø 17,2 мм);

$s = 3\ \text{м}$ – відстань між вертикальними електродами в групі;

$L_{\text{Г}} = 36\ \text{м}$ – довжина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

$d_{\text{Г}} = 0{,}03\ \text{м}$ – ширина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

4.5.3 Визначаємо опір одиничного вертикального заземлювача:

$$R_r = \frac{75}{2\cdot\pi\cdot 3}\cdot\left[\log_e\left(\frac{8\cdot 3}{0{,}0172}\right) - 1\right] = 24{,}84\ \text{Ом}$$

4.5.4 Визначаємо значення опору для групи з 12 вертикальних електродів, при їх розташовуванні у формі квадрата:

$$\alpha = \frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot R_{\text{r}}\cdot \text{s}} = \frac{75}{2\cdot\pi\cdot 24{,}84\cdot 3} = 0{,}16$$

$$R_T = R_r\cdot\left(\frac{1+\lambda\cdot\alpha}{N}\right) = 24{,}84\cdot\left(\frac{1+5{,}46\cdot 0{,}16}{12}\right) = 3{,}88\ \text{Ом}$$

Примітка – значення коефіцієнту $\lambda = 5{,}46$ прийнято для чотирьох вертикальних електродів на одній стороні квадрата.

4.5.5 Значення опору горизонтального заземлювача у формі рівностороннього квадрата визначається як паралельне приєднання двох горизонтальних заземлювачів з'єднаних під прямим кутом.

$$R_{1L} = \frac{\rho}{2\cdot\pi\cdot L}\cdot\log_e\left(\frac{L^2}{k\cdot h\cdot d}\right) =$$

$$= \frac{75}{2\cdot\pi\cdot 18}\cdot\log_e\left(\frac{18^2}{0{,}813\cdot 0{,}7\cdot 0{,}01}\right) = 7{,}26\ \text{Ом}$$

$$R_{2L} = \frac{7{,}26}{2} = 3{,}63\ \text{Ом}$$

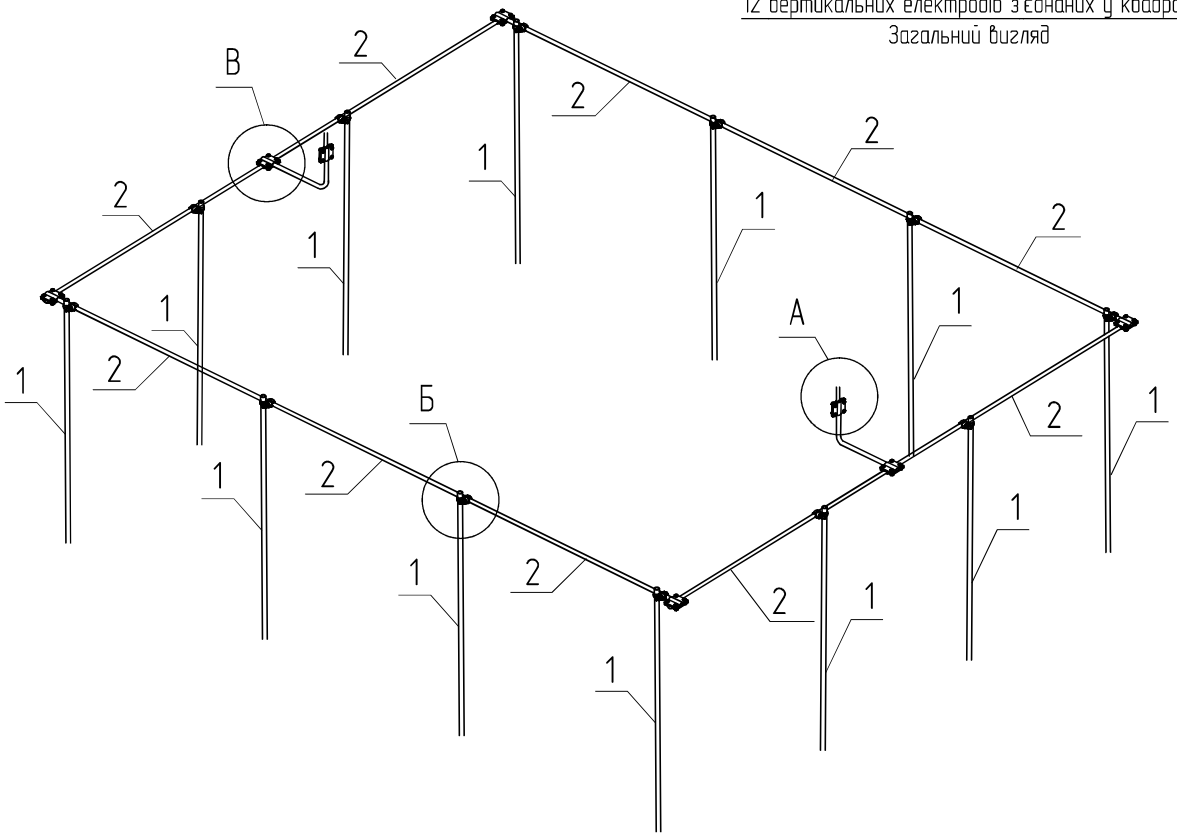
4.5.6 Визначаємо сумарний опір заземлювального пристрою :

$$R_{\text{ЗП}} = \frac{3{,}88\cdot 3{,}63}{3{,}88+3{,}63} = 1{,}88\ \text{Ом}$$

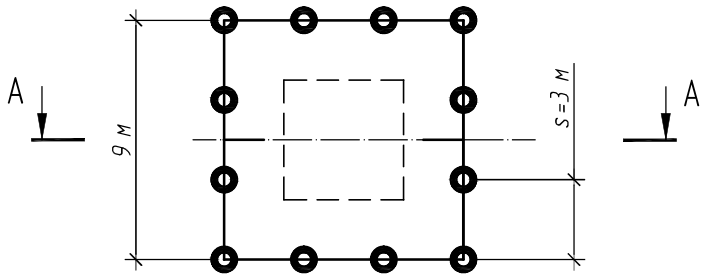
4.5.7 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \le R_{\text{Н}};\quad 1{,}88 \le 2;$$

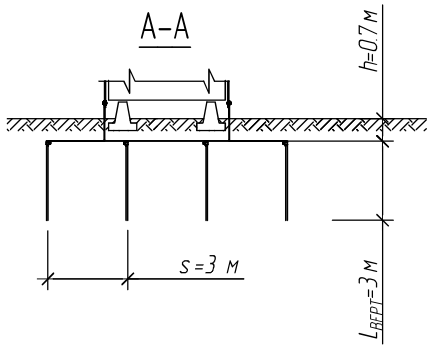
12 вертикальних електродів з'єднаних у квадрат
Загальний вигляд



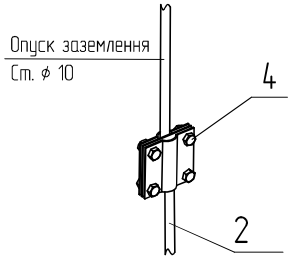
План заземлювального пристрою



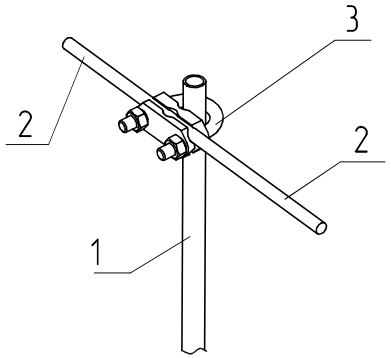
А–А



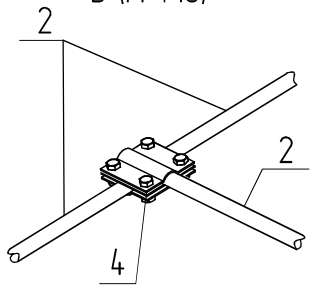
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



В (М 1:10)



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.	24	2,75	шт.
2	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм покриття – гаряче цинкування	36	0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	4	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	8	0,150	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	1.18/ПЗ	Арк. 13

Інв. № ориг. | Підпис і дата | Зам. інв. №

4.6 Комбіноваий заземлювач

4.6.1 Вихідні дані

Необхідно розробити заземлювальний пристрій з опором $R_{\text{Н}}$ не більше 4 Ом. Значення питомого опору ґрунту в районі розміщення заземлювального пристрою складає $100\ \text{Ом}\cdot\text{м}$.

4.6.2 До складу комбінованого заземлювального пристрою входять два паралельно з'єднаних заземлювача, кожен з яких складається з 2 вертикальних електродів довжиною 6 м з'єднаних між собою горизонтальним заземлювачем довжиною 12 м.

Для подальших розрахунків приймаємо:

$R_{\text{Н}} = 4\ \text{Ом}$ — нормоване значення опору заземлювального пристрою;

$\rho = 70\ \text{Ом}\cdot\text{м}$ — значення питомого опору ґрунту,

$h = 0{,}7\ \text{м}$ — глибина закладання горизонтального заземлювача;

$L_{\text{В}} = 6\ \text{м}$ — довжина одного вертикального заземлювача;

$d_{\text{В}} = 0{,}0172\ \text{м}$ — діаметр вертикального заземлювача (стрижень Ø 17,2 мм);

$s = 6\ \text{м}$ — відстань між вертикальними електродами в групі;

$L_{\text{Г}} = 12\ \text{м}$ — довжина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

$d_{\text{Г}} = 0{,}01\ \text{м}$ — ширина горизонтального заземлювача (круг Ø10 мм);

4.6.3 Визначаємо значення опору для групи з трьох вертикальних електродів, при розташовуванні їх в лінію:

Значення групового фактору для двох вертикальних електродів, при розташовуванні їх в лінію дорівнює:

$$\lambda = 2\cdot\left(\frac{1}{2}\right) = 1$$

Значення сумарного опору трьох електродів розташованих в лінію дорівнює:

$$R_t = \frac{1}{2}\cdot\frac{70}{2\cdot\pi\cdot 6}\cdot\left[\log_e\left(\frac{8\cdot 6}{0{,}0172}\right) - 1 + \frac{1\cdot 6}{6}\right] = 7{,}37\ \text{Ом}$$

4.6.4 Визначаємо опір горизонтального заземлювача:

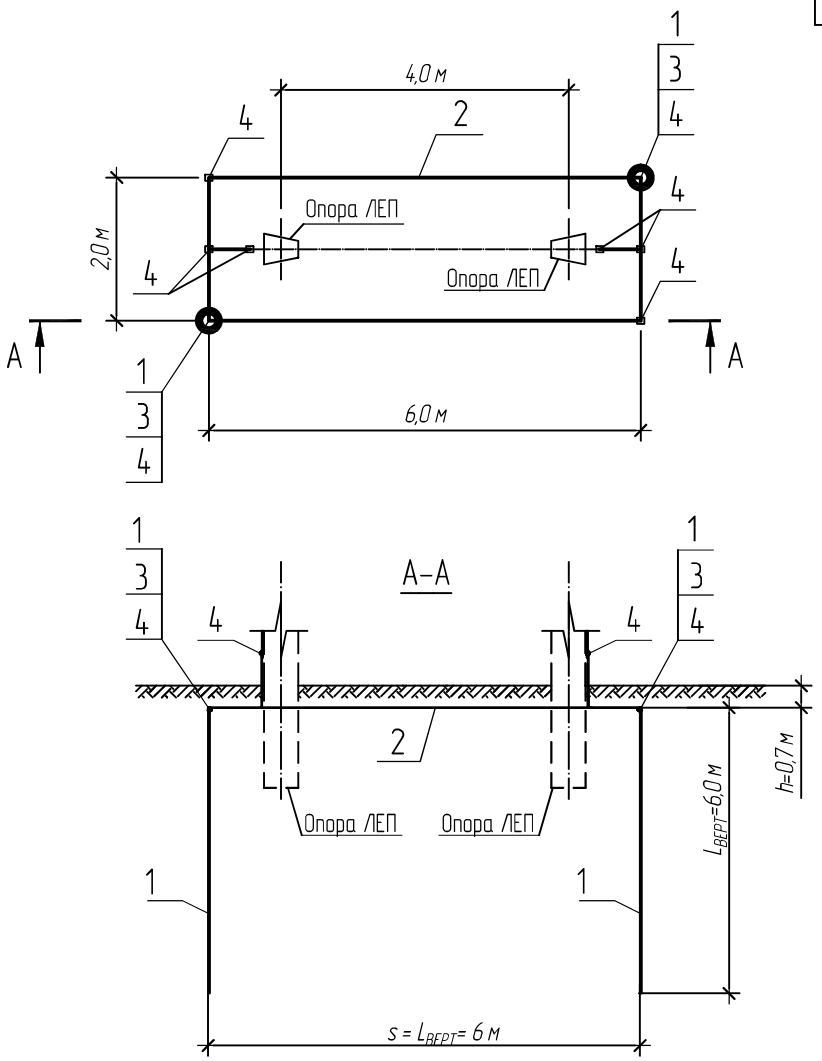
$$R_{ti} = \frac{70}{2\cdot\pi\cdot 12}\cdot\log_e\left(\frac{12^2}{1{,}83\cdot 0{,}7\cdot 0{,}01}\right) = 8{,}66\ \text{Ом}$$

4.6.5 Визначаємо сумарний опір заземлювального пристрою:

$$R_{\text{ЗП}} = \frac{7{,}37\cdot 8{,}66}{7{,}37 + 8{,}66} = 3{,}98\ \text{Ом}$$

4.6.6 Порівнюємо отримане розрахункове значення опору $R_{\text{ЗП}}$ з необхідним нормованим $R_{\text{Н}}$:

$$R_{\text{ЗП}} \le R_{\text{Н}};\quad 3{,}36 \le 4;$$



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.	8	2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм з мідним електролітичним покриттям	14	0,72	довжина, м.п.
3		З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	2	0,140	шт.
4		З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	8	0,150	шт.

5. Правила прив'язки робочих креслень

5.1 Робочі креслення, що входять до складу типового проекту призначені для прив'язки до конкретного об'єкту будівництва.

Прив'язку робочих креслень необхідно виконувати у відповідності до вимог ДСТУ Б А.2.4-4:2009.

5.2 Внесення змін у робочі креслення здійснюють шляхом закреслення. Розміри, які змінюються, слова, знаки, написи тощо закреслюють суцільними тонкими лініями і поруч проставляють нові дані.

5.3 Ділянкам, які змінюються, а також додатковим ділянкам зображення присвоюють позначення, яке складається з порядкового номера чергової зміни документа і через крапку порядкового номера ділянки зображення, що змінюється у межах даного аркуша.

5.4 Біля кожної зміни, за межами зображення наносять у паралелограмі позначення зміни.

5.5 У таблиці змін вказують:

а) у графі "Зм." — порядковий номер зміни документа;

б) у графі "Кільк. діл." — кількість ділянок зображення, які змінюються, на даному аркуші у межах чергової зміни;

в) у графі "Аркуш" — ставлять прочерк;

г) у графі "№ док." — позначення дозволу;

д) у графі "Підп." — підпис особи, відповідальної за вірність внесення зміни (підпис особи, відповідальної за нормоконтроль, проставляють на полі для підшивання аркуша);

е) у графі "Дата" — дату внесення зміни.

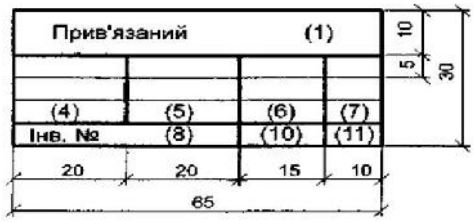
5.6 При заповненні штампів прив'язки вказують:

а) у графі 1 — нове позначення документа, який прив'язують;

б) у графі 4–7 — посади та прізвища осіб, відповідальних за прив'язку, а також особи, яка здійснила нормоконтроль, їх підписи і дати підписання;

в) у графі 8 — інвентарний номер, наданий прив'язаному документу;

г) у графах 10, 11 — підпис особи, яка прийняла прив'язаний документ на зберігання, і дату підписання.



Прив'язаний: 213.18-ЕМ

ГІП	Журавльов		10.18
Інв. № 17-25			10.18

1.3

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.	10	2,75	
	~~ERZ 017~~	~~Стрижень заземлення збірний, покриття - гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.~~			
2	ARG 010	Провідник заземлення - круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям	5	0,72	
	~~ARZ 010~~	~~Провідник заземлення - круг ф 10 мм покриття - гаряче цинкування~~			
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,140	
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	1	0,150	

1.1

1.2

1	3	-	10-18		10.18
Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Бліков			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-01

Одиничний вертикальний електрод

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	3

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІ" Київ 2018

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	1.18/ПЗ

Арк. 15

Зам. Інв.№ | Підпис і дата | Інв.№ ориг.

Науково-виробниче підприємство
ТОВ «ЕНЕРГОЛІГА»

УЛАШТУВАННЯ ГЛИБИННИХ ЗАЗЕМЛЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Проект повторного застосування
Арх. № 1.18

Розділ 1.18/1
Номенклатура виробів та матеріалів

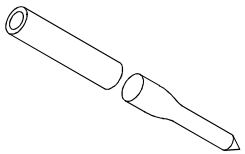
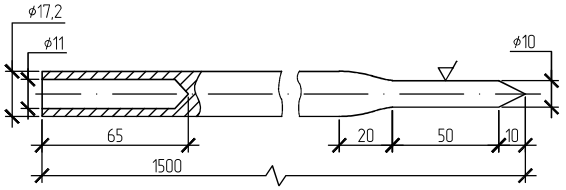
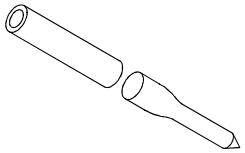
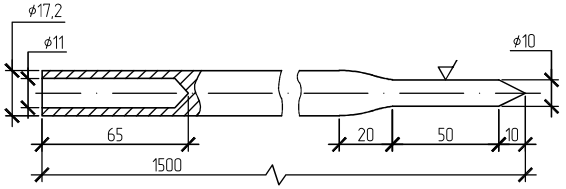
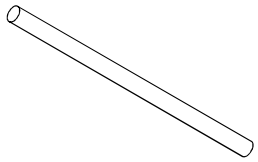
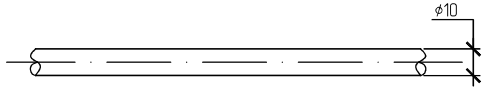
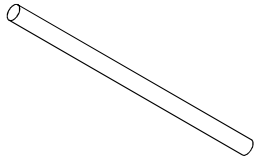
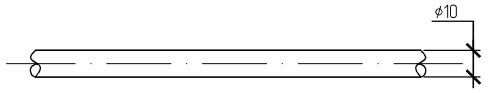
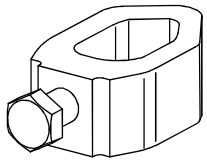
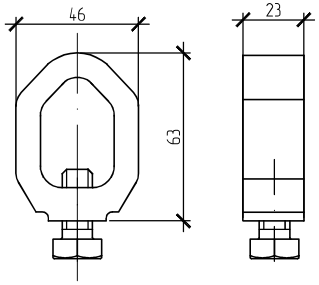
Директор Давидова О. В.

Головний інженер проекту Журавльов І. В.

М.П.

КИЇВ 2018

20

№	Позначення	Найменування	Ескіз	Габаритне креслення	Характеристика	Вага од., кг	Примітка
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям			Матеріал: сталь. Діаметр ϕ17.2 мм. Довжина 1500 мм. Електролізне мідне покриття товщиною не менше 0,250 мм.	2,75	код 710 110
2	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний покриття – гаряче цинкування			Матеріал: сталь. Діаметр ϕ17.2 мм. Довжина 1500 мм. Покриття – гаряче цинкування товщиною не менше 0,070 мм.	2,75	код 710 130
3	ARG 010	Круг ϕ 10 мм з мідним електролітичним покриттям			Матеріал: сталь. Діаметр ϕ 10 мм. Довжина м.п. Електролізне мідне покриття товщиною не менше 0,250 мм.	0,63	код 710 150
4	ARZ 010	Круг ϕ 10 мм покриття – гаряче цинкування			Матеріал: сталь. Діаметр ϕ 10 мм. Довжина м.п. Покриття – гаряче цинкування товщиною не менше 0,070 мм.	0,63	код 710 160
5	G-Clamp	Затискач для з'єднання: Стрижень заземлення ϕ17.2 мм – Круг ϕ 10 мм			Матеріал – бронза Кріплення – болт М10х25	0,140	код 710 170

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Мельник			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/1

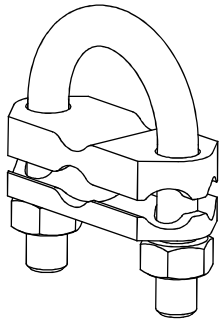
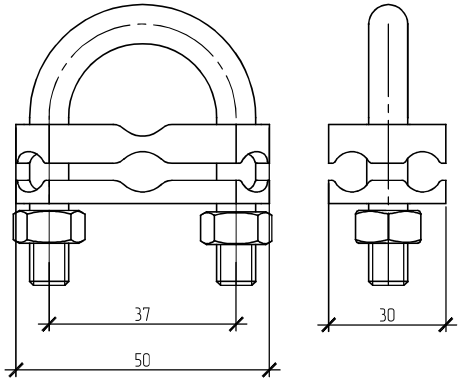
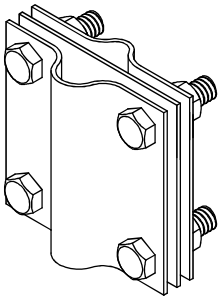
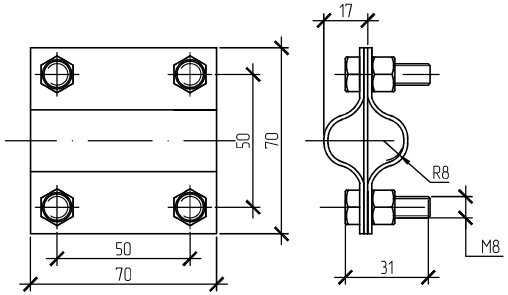
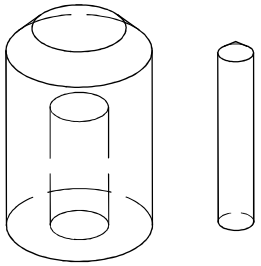
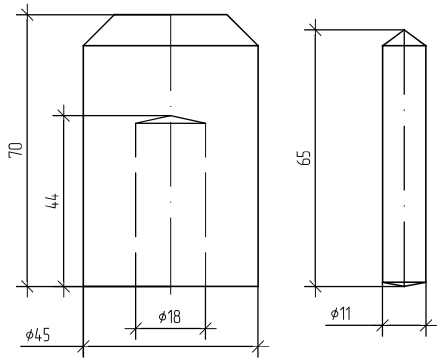
Номенклатура виробів та матеріалів

Стадія	Аркуш	Аркушів
Р	1	2

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Погоджено

Інв.№ориг. | Підп. та дата | Замін.№

№	Позначення	Найменування	Ескіз	Габаритне креслення	Характеристика	Вага од., кг	Примітка
6	U-Clamp	Затискач для з'єднання: Стрижень заземлення ϕ17.2 мм – Круг ϕ 10 мм Круг ϕ8...10 мм – Круг ϕ8...10 мм			Матеріал – бронза Кріплення – хомут М10	0,160	код 710 180
7	AFJ 819	Затискач для з'єднання: Круг ϕ8...10 мм – Круг ϕ8...10 мм Круг ϕ8...10 мм – Полоса 30х3 мм			Матеріал: Неіржавна сталь Кріплення – болт М8х25	0,100	
8	AFK 202	Добійник з насадкою			Матеріал: сталь.	0,228	

Погоджено

Інв.№ориг. | Підп. та дата | Замін.№

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

1.18/1

Арк. 2

Науково-виробниче підприємство
ТОВ «ЕНЕРГОЛІГА»

УЛАШТУВАННЯ ГЛИБИННИХ ЗАЗЕМЛЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Проект повторного застосування
Арх. № 1.18

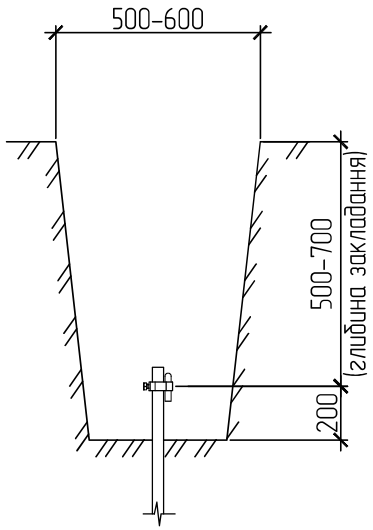
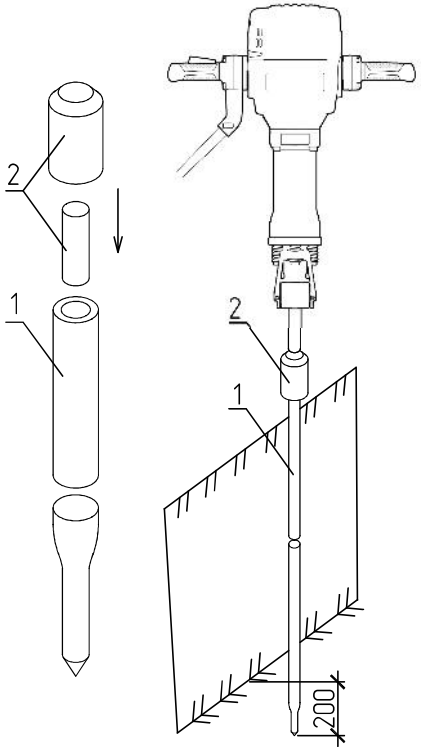
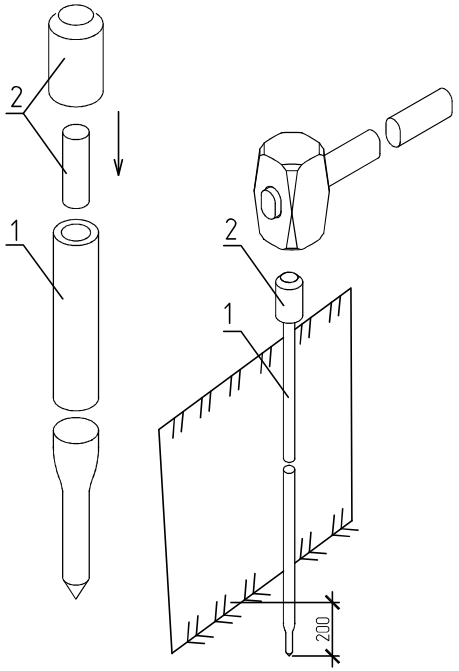
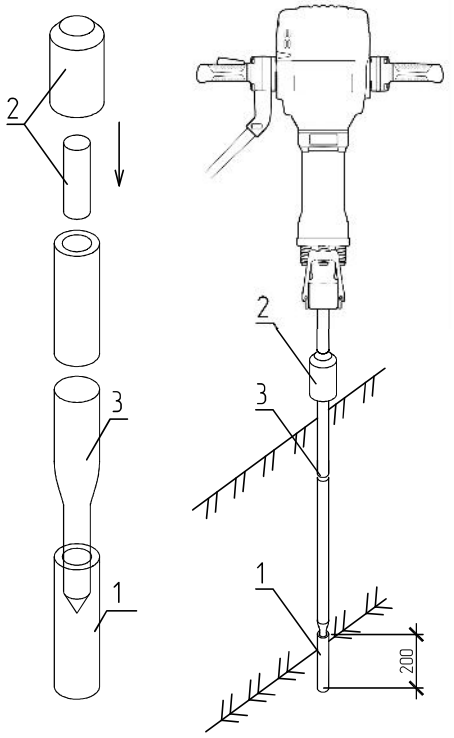
Розділ 1.18/2
Вказівки по монтажу

Директор Давидова О. В.

Головний інженер проекту Журавльов І. В.

М.П.

КИЇВ 2018

№ п/п	1	2	3	4
Опис дій	Підготовчі роботи. Виймання ґрунту для організації заглиблення вертикального та горизонтального заземлювачів на глибину 0,5–0,7 м. Спосіб розробки траншеї приймається в залежності від сезону, кліматичних умов та типів ґрунту. У разі неможливості застосування способів механізованої розробки ґрунту (землерийна техніка) розробка траншеї виконується вручну.	Монтаж за допомогою електроінструменту. Монтаж вертикального заземлювача проводять за наступним порядком. Встановлюється перший стрижень (Поз. 1) гострим кінцем донизу в проектну точку на дні траншеї. У отвір у верхній частині стрижня вставляється добійник з насадкою з комплекту AFK 202 (поз. 2). Віддубається попереднє занурення стрижня на глибину 150–200 мм вручну, або ударами гумової киянки по верхній частині насадки AFK 202. Положення стрижня – строго вертикальне. Подальше занурення стрижня проводиться з використанням електричного ударного інструменту з збереженням вертикального положення стрижня. Занурення проводити до тих пір, поки відстань від низу траншеї до верху стрижне не досягне 200 мм. Оптимальним є застосування ударного інструменту з енергією удару 60–65 Дж.	Монтаж за допомогою ручного ударного інструменту (кувалди). Монтаж первой части вертикального заземляющего электрода. Встановлюється перший стрижень (Поз. 1) гострим кінцем донизу в проектну точку на дні траншеї. У отвір у верхній частині стрижня вставляється добійник з насадкою з комплекту AFK 202 (поз. 2). Віддубається попереднє занурення стрижня на глибину 150–200 мм вручну, або ударами по верхній частині насадки (поз. 2). Положення стрижня – строго вертикальне. Подальше занурення стрижня проводиться з використанням ручного ударного інструменту з збереженням вертикального положення стрижня. Занурення проводити до тих пір, поки відстань від низу траншеї до верху стрижне не досягне 200 мм.	Монтаж наступних стрижнів зі складу вертикального заземлювача віддубається у наступній послідовності. Занурений стрижень (Поз. 1) звільняють від добійника з насадкою (Поз. 2) і у верхній край стрижня (Поз. 1) з отвором вставляють наступний стрижень для подальшого занурення (Поз. 3). У отвір у верхній частині стрижня (Поз. 3) вставляється добійник з насадкою (Поз. 2) та проводиться занурення стрижня згідно вказівок наведених в п. 2. Монтаж стрижнів проводиться до досягнення проектної довжини заземлювача. Аналогічні операції виконуються при монтажі ручним ударним інструментом. При закінченні операції по зануренню вертикального заземлювача слід звільнити верхній край стрижня від добійника з насадкою.
Ескіз				

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Мельник			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/2

Вказівки по монтажу

Стадія	Аркуш	Аркушів
Р		1

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Погоджено

Інв.№дубл. | Взам.інв.№ | Підп. та дата | Інв.№орид.

Науково-виробниче підприємство
ТОВ «ЕНЕРГОЛІГА»

УЛАШТУВАННЯ ГЛИБИННИХ ЗАЗЕМЛЕНЬ ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Проект повторного застосування
Арх. № 1.18

Розділ 1.18/3
Улаштування заземлювачів. Робочі креслення

Директор Давидова О. В.

Головний інженер проекту Журавльов І. В.

М.П.

КИЇВ 2018

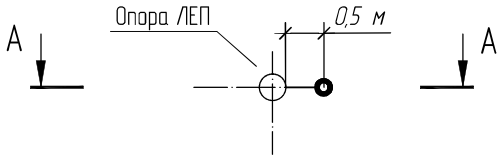
ЗМІСТ

Позначення	Найменування	Сторінка
1.18/3-ЗМ	Зміст	31
1.18/3-01	Одиничний вертикальний електрод	30
1.18/3-02	Три вертикальні електроди, з'єднані в ряд	33
1.18/3-03	Три вертикальні електроди, з'єднані у зірку	36
1.18/3-04	Чотири вертикальні електроди, з'єднані у квадрат	39
1.18/3-05	Комбінований заземлювач	42

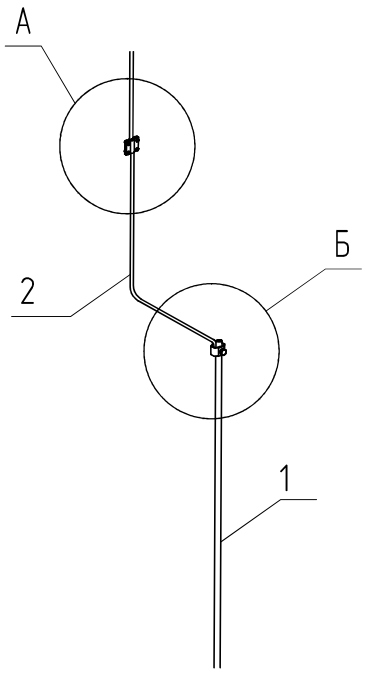
Інв.№ ориг. | Підпис і дата | Зам. Інв.№

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	1.18/3-ЗМ		
ГІП		Журавльов			10.18	Зміст	Стадія	Аркуш	Аркушів
Н.контр.		Мельник			10.18		Р		1
Перевір.		Меркотан			10.18		ТОВ «НВП «ЕНЕРГОЛІГА» Київ 2018		
Розроб.		Іщук			10.18				

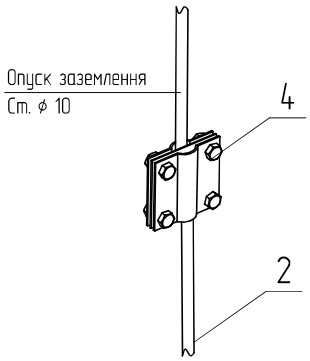
Схема заземлювального пристрою



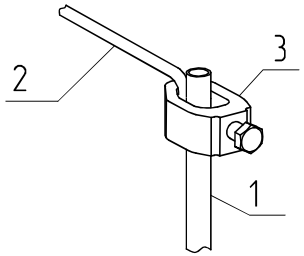
Заземлювальний пристрій
Загальний вигляд



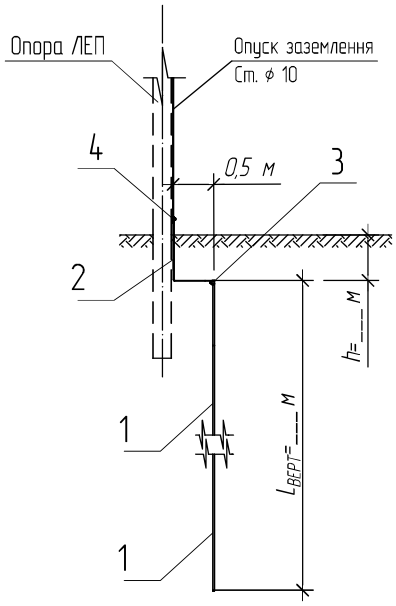
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



А–А



Прив'язаний			
Інв. №			

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям		0,72	довжина, м.п.
	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм покриття – гаряче цинкування		0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	1	0,150	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Бліков			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-01

Одиничний вертикальний електрод

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	3

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Одиничний вертикальний заземлювач

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Довжина вертикального заземлювача $L_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{РОЗР}$, Ом
4	10	3	3,31
4	20	6	3,68
4	30	9	3,90
4	40	13,5	3,65
4	50	18	3,55
4	55	19,5	3,64
4	60	21	3,72
4	65	22,5	3,80
4	70	24	3,86
4	72	25,5	3,77
4	75	27	3,73
4	80	28,5	3,80
4	85	30	3,85

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Довжина вертикального заземлювача $L_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{РОЗР}$, Ом
10	30	4,5	7,06
10	50	6	9,20
10	60	7,5	9,12
10	70	9	9,09
10	80	10,5	9,09
10	90	12	9,11
10	110	15	9,17
10	120	16,5	9,20
10	130	18	9,24
10	140	19,5	9,27
10	150	21	9,31
10	160	22,5	9,35
10	170	24	9,38
10	180	25,5	9,42
10	190	27	9,46
10	200	28,5	9,49
10	210	30	9,52

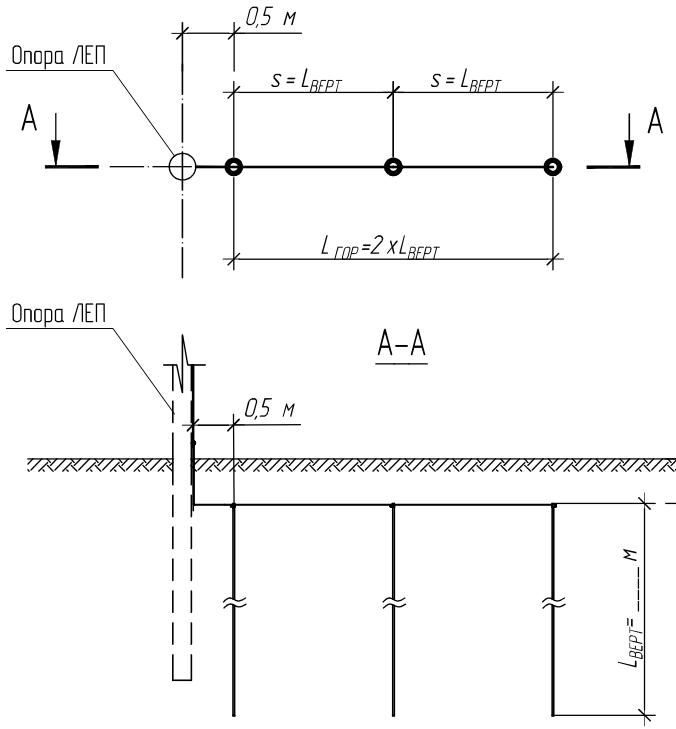
Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Одиничний вертикальний заземлювач

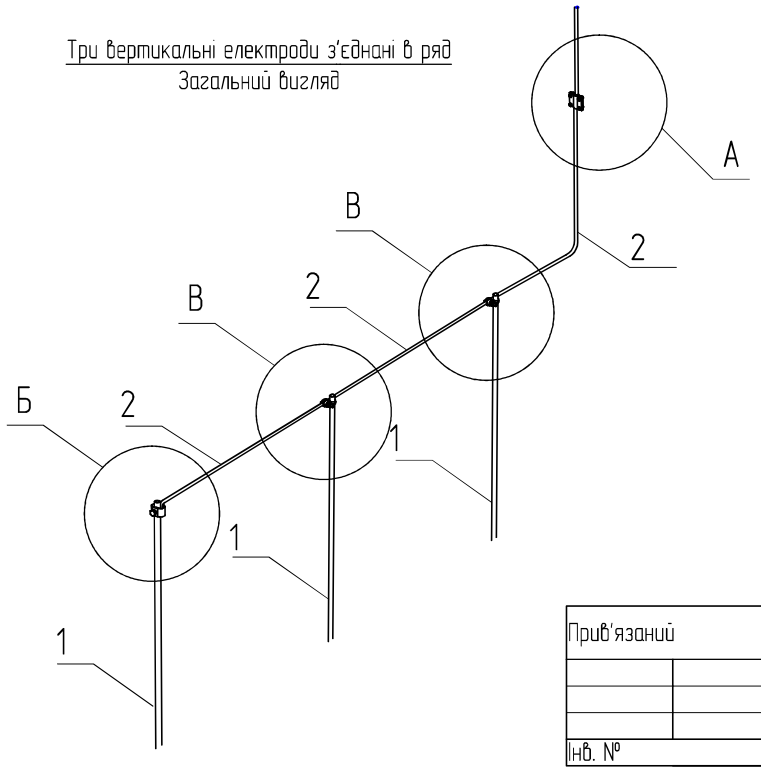
Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Довжина вертикального заземлювача $L_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{РОЗР}$, Ом
20	30	1,5	17,67
20	50	3	16,56
20	80	4,5	18,81
20	100	6	18,40
20	120	7,5	18,23
20	140	9	18,18
20	160	10,5	18,18
20	180	12	18,22
20	200	15	16,67
20	240	16,5	18,40
20	260	18	18,48
20	280	19,5	18,55
20	300	21	18,62
20	320	22,5	18,70
20	340	24	18,77
20	360	25,5	18,84
20	380	27	18,91
20	400	28,5	18,98
20	420	30	19,05

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Довжина вертикального заземлювача $L_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{РОЗР}$, Ом
30	50	1,5	29,45
30	80	3	26,50
30	100	4,5	23,52
30	140	6	25,76
30	180	7,5	27,35
30	220	9	28,57
30	250	10,5	28,41
30	280	12	28,34
30	340	15	28,33
30	370	16,5	28,37
30	400	18	28,42
30	430	19,5	28,49
30	460	21	28,56
30	480	22,5	28,05
30	510	24	28,15
30	540	25,5	28,26
30	590	27	29,36
30	610	28,5	28,94
30	640	30	29,02

Схема заземлювального пристрою



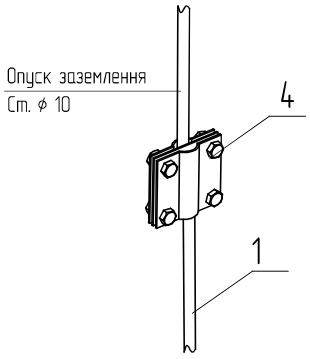
Три вертикальні електроди з'єднані в ряд
Загальний вигляд



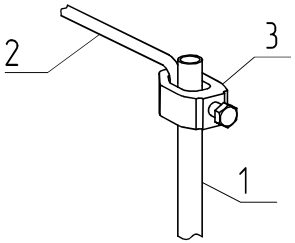
Прив'язаний

Інв. №			

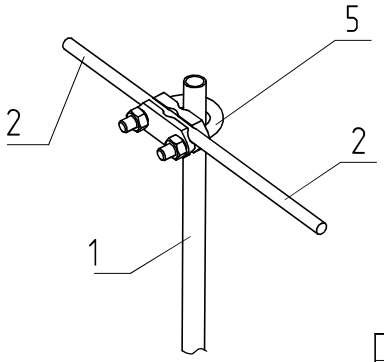
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



В (М 1:10)



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям		0,72	довжина, м.п.
	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм покриття – гаряче цинкування		0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	1	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	1	0,150	шт.
5	U-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	2	0,160	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Бліков			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-02

Три вертикальні електроди, з'єднані в ряд

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	3

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Інв. № ориг. | Підпис і дата | Зам. інв. №

Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Три вертикальні електроди розташовані в ряд, з'єднані прямим горизонтальним заземлювачем

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
2	10	1,5	2,55	3	3,48	1,47
2	20	3	2,80	6	4,21	1,68
2	30	4,5	2,94	9	4,65	1,80
2	40	6	3,04	12	4,95	1,88
2	45	7,5	2,81	15	4,67	1,75
2	50	9	2,66	18	4,48	1,67
2	60	10,5	2,78	21	4,75	1,75
2	70	12	2,88	24	4,98	1,82
2	80	13,5	2,96	27	5,17	1,88
2	85	15	2,86	30	5,03	1,82
2	90	16,5	2,78	33	4,93	1,78
2	95	18	2,72	36	4,84	1,74
2	100	19,5	2,66	39	4,77	1,71
2	110	21	2,74	42	4,93	1,76
2	115	22,5	2,69	45	4,87	1,73
2	125	24	2,76	48	5,02	1,78
2	135	25,5	2,82	51	5,15	1,82
2	140	27	2,78	54	5,09	1,80
2	145	28,5	2,74	57	5,04	1,78
2	150	30	2,71	60	4,99	1,76

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
4	25	1,5	6,38	3	8,70	3,68
4	40	3	5,60	6	8,43	3,36
4	60	4,5	5,88	9	9,29	3,60
4	80	6	6,09	12	9,90	3,77
4	90	7,5	5,62	15	9,34	3,51
4	100	9	5,31	18	8,97	3,34
4	130	10,5	6,02	21	10,30	3,80
4	150	12	6,17	24	10,66	3,91
4	160	13,5	5,92	27	10,33	3,76
4	180	15	6,06	30	10,66	3,86
4	200	16,5	6,18	33	10,95	3,95
4	210	18	6,01	36	10,70	3,85
4	220	19,5	5,86	39	10,50	3,76
4	240	21	5,98	42	10,77	3,84
4	250	22,5	5,85	45	10,59	3,77
4	260	24	5,74	48	10,44	3,70
4	280	25,5	5,86	51	10,68	3,78
4	300	27	5,96	54	10,91	3,85
4	310	28,5	5,87	57	10,78	3,80
4	330	30	5,96	60	10,99	3,86

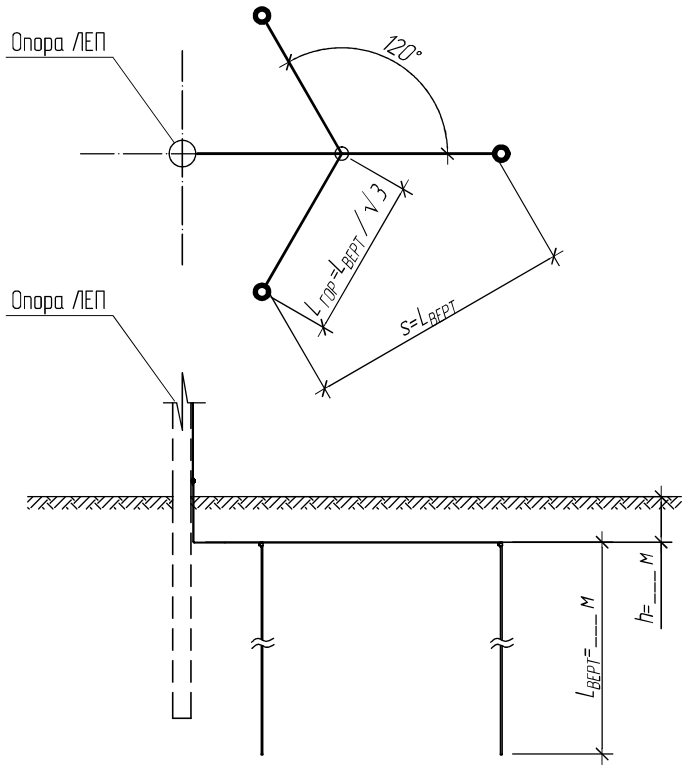
Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Три вертикальні електроди розташовані в ряд, з'єднані прямим горизонтальним заземлювачем

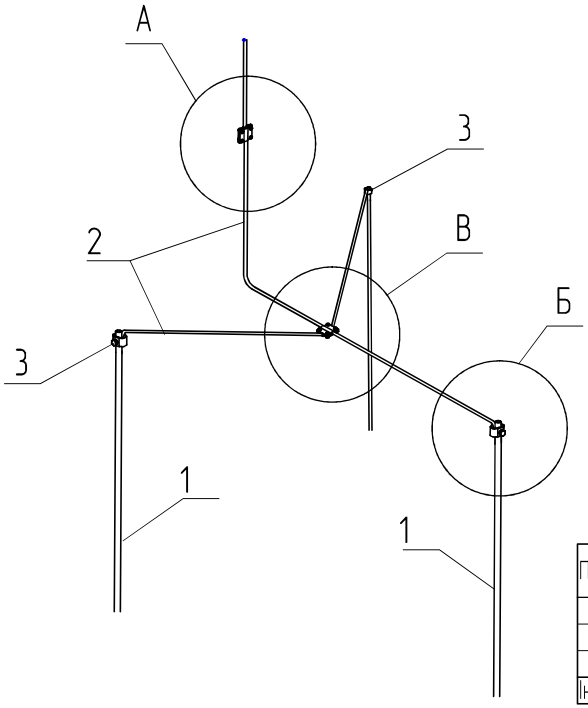
Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
10	60	1,5	15,32	3	20,88	8,83
10	100	3	13,99	6	21,07	8,41
10	150	4,5	14,71	9	23,23	9,01
10	200	6	15,22	12	24,75	9,42
10	240	7,5	14,99	15	24,90	9,36
10	280	9	14,87	18	25,11	9,34
10	320	10,5	14,82	21	25,35	9,35
10	350	12	14,39	24	24,88	9,12
10	390	13,5	14,43	27	25,18	9,17
10	420	15	14,14	30	24,88	9,02
10	460	16,5	14,22	33	25,19	9,09
10	500	18	14,30	36	25,49	9,16
10	550	19,5	14,64	39	26,24	9,40
10	600	21	14,94	42	26,92	9,61
10	650	22,5	15,21	45	27,53	9,80
10	680	24	15,02	48	27,30	9,69
10	700	25,5	14,64	51	26,71	9,46
10	750	27	14,90	54	27,28	9,64
10	780	28,5	14,76	57	27,11	9,56
10	800	30	14,45	60	26,64	9,37

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
20	100	1,5	25,53	3	34,79	14,72
20	200	3	27,98	6	42,15	16,82
20	300	4,5	29,42	9	46,45	18,01
20	400	6	30,43	12	49,51	18,85
20	450	7,5	28,10	15	46,69	17,54
20	500	9	26,56	18	44,84	16,68
20	600	10,5	27,78	21	47,53	17,53
20	700	12	28,78	24	49,76	18,23
20	800	13,5	29,60	27	51,66	18,82
20	900	15	30,31	30	53,31	19,32
20	1000	16,5	30,92	33	54,77	19,76
30	150	1,5	38,29	3	52,19	22,09
30	300	3	41,97	6	63,22	25,23
30	450	4,5	44,12	9	69,68	27,02
30	600	6	45,65	12	74,26	28,27
30	650	7,5	40,59	15	67,44	25,34
30	800	9	42,49	18	71,75	26,69
30	900	10,5	41,68	21	71,29	26,30
30	1000	12	41,11	24	71,08	26,05

Схема заземлювального пристрою

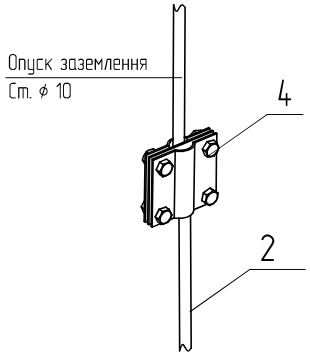


Три вертикальні електроди з'єднані у зірку
Загальний вигляд

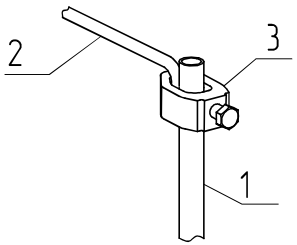


Прив'язаний			
Інв. №			

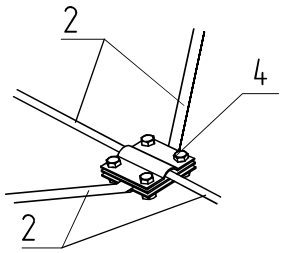
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



В (М 1:10)



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям		0,72	довжина, м.п.
	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм покриття – гаряче цинкування		0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	3	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	2	0,150	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Бліков			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-03

Три вертикальні електроди, з'єднані у зірку

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	3

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. № ориг.

Таблиці вибору конфігурації заземлювача
Три вертикальні електроди з'єднані у зірку

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{ОЗР}$, Ом
		Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	
2	10	1,5	2,67	2,60	4,64	1,69
2	20	3	2,92	5,20	5,49	1,90
2	25	4,5	2,55	7,79	4,99	1,69
2	30	6	2,37	10,39	4,75	1,58
2	40	7,5	2,59	12,99	5,29	1,74
2	50	9	2,75	15,59	5,69	1,86
2	55	10,5	2,64	18,19	5,52	1,79
2	60	12	2,55	20,79	5,39	1,73
2	65	13,5	2,49	23,38	5,29	1,69
2	70	15	2,44	25,98	5,22	1,66
2	75	16,5	2,40	28,58	5,17	1,64
2	80	18	2,37	31,18	5,12	1,62
2	90	19,5	2,48	33,78	5,39	1,70
2	100	21	2,57	36,37	5,62	1,77
2	110	22,5	2,66	38,97	5,84	1,83
2	120	24	2,74	41,57	6,03	1,88
2	130	25,5	2,81	44,17	6,20	1,93
2	140	27	2,87	46,77	6,36	1,98
2	145	28,5	2,83	49,36	6,29	1,95
2	150	30	2,80	51,96	6,23	1,93

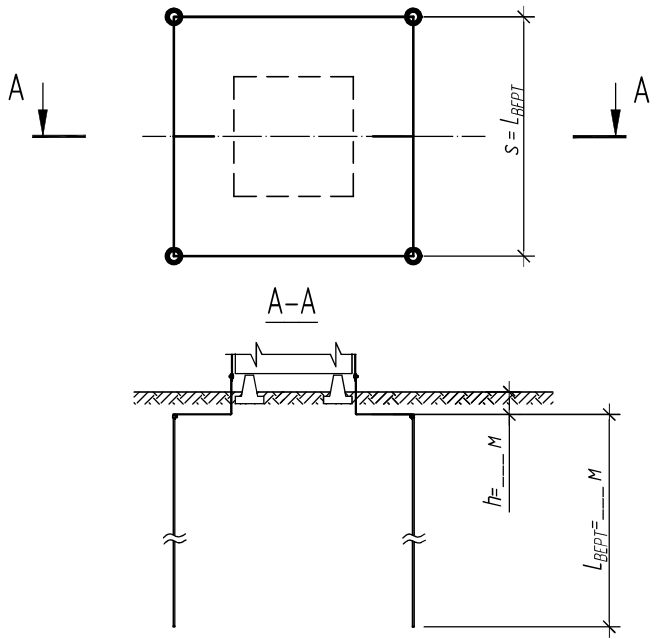
Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{ОЗР}$, Ом
		Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	
4	20	1,5	5,34	2,60	9,27	3,39
4	35	3	5,10	5,20	9,60	3,33
4	55	4,5	5,61	7,79	10,97	3,71
4	70	6	5,53	10,39	11,09	3,69
4	85	7,5	5,51	12,99	11,24	3,70
4	100	9	5,51	15,59	11,39	3,71
4	120	10,5	5,76	18,19	12,04	3,90
4	130	12	5,54	20,79	11,68	3,76
4	140	13,5	5,36	23,38	11,40	3,65
4	150	15	5,23	25,98	11,19	3,56
4	160	16,5	5,12	28,58	11,02	3,50
4	190	18	5,62	31,18	12,17	3,84
4	180	19,5	4,95	33,78	10,77	3,39
4	220	21	5,66	36,37	12,37	3,89
4	230	22,5	5,56	38,97	12,20	3,82
4	250	24	5,71	41,57	12,56	3,92
4	260	25,5	5,62	44,17	12,40	3,87
4	270	27	5,54	46,77	12,27	3,82
4	280	28,5	5,47	49,36	12,15	3,77
4	300	30	5,60	51,96	12,46	3,86

Таблиці вибору конфігурації заземлювача
Три вертикальні електроди з'єднані у зірку

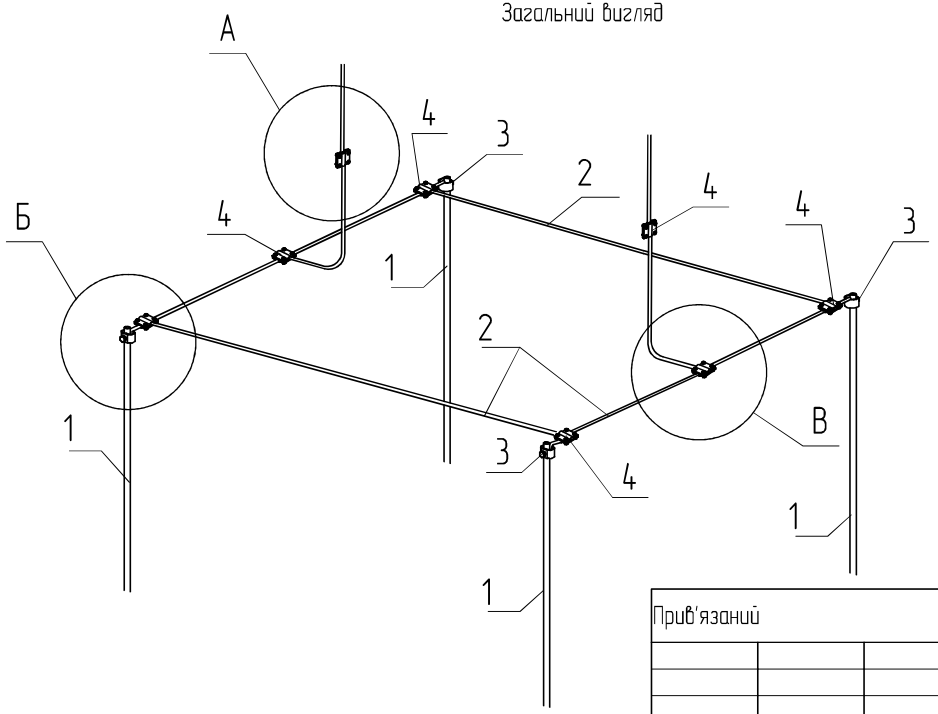
Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
10	50	1,5	13,35	2,60	23,19	8,47
10	90	3	13,12	5,20	24,69	8,57
10	140	4,5	14,28	7,79	27,93	9,45
10	170	6	13,44	10,39	26,93	8,96
10	210	7,5	13,61	12,99	27,76	9,13
10	250	9	13,77	15,59	28,47	9,28
10	280	10,5	13,44	18,19	28,09	9,09
10	320	12	13,63	20,79	28,75	9,24
10	350	13,5	13,41	23,38	28,51	9,12
10	380	15	13,25	25,98	28,35	9,03
10	410	16,5	13,12	28,58	28,24	8,96
10	440	18	13,02	31,18	28,17	8,90
10	480	19,5	13,21	33,78	28,73	9,05
10	550	21	14,16	36,37	30,93	9,71
10	580	22,5	14,03	38,97	30,77	9,64
10	600	24	13,69	41,57	30,13	9,42
10	610	25,5	13,18	44,17	29,10	9,07
10	640	27	13,13	46,77	29,09	9,05
10	680	28,5	13,29	49,36	29,51	9,16
10	720	30	13,43	51,96	29,91	9,27

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
20	100	1,5	26,71	2,60	46,37	16,95
20	150	3	21,87	5,20	41,15	14,28
20	250	4,5	25,50	7,79	49,87	16,87
20	350	6	27,66	10,39	55,45	18,45
20	400	7,5	25,92	12,99	52,88	17,40
20	500	9	27,54	15,59	56,95	18,56
20	550	10,5	26,40	18,19	55,18	17,85
20	650	12	27,68	20,79	58,39	18,78
20	700	13,5	26,82	23,38	57,02	18,24
20	750	15	26,14	25,98	55,95	17,82
20	800	16,5	25,60	28,58	55,10	17,48
20	900	18	26,63	31,18	57,62	18,21
20	1000	19,5	27,53	33,78	59,86	18,86
30	150	1,5	40,06	2,60	69,56	25,42
30	300	3	43,74	5,20	82,31	28,56
30	400	4,5	40,79	7,79	79,79	26,99
30	550	6	43,47	10,39	87,13	29,00
30	650	7,5	42,12	12,99	85,93	28,27
30	750	9	41,31	15,59	85,42	27,84
30	850	10,5	40,79	18,19	85,27	27,59
30	1000	12	42,58	20,79	89,83	28,89

Схема заземлювального пристрою



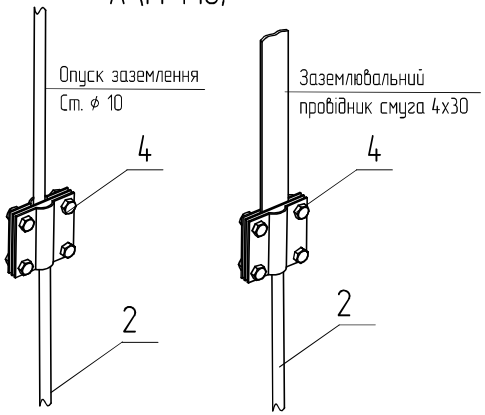
Чотири вертикальні електроди з'єднані у квадрат
Загальний вигляд



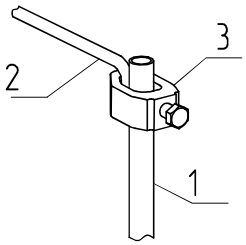
Прив'язаний

Інв. №

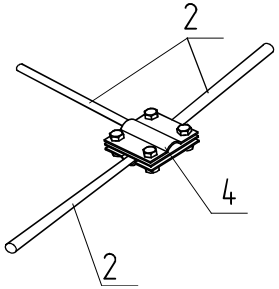
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



В (М 1:10)



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ф 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм з мідним електролітичним покриттям		0,72	довжина, м.п.
	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ф 10 мм покриття – гаряче цинкування		0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	4	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	6	0,150	шт.

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Блінов			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-04

Чотири вертикальні електроди, з'єднані у квадрат

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	3

ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Інв. № ориг. | Підпис і дата | Зам. інв. №

Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Чотири вертикальні електроди з'єднані у квадрат

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
2	15	1,5	3,29	6	2,93	1,55
2	30	3	3,56	12	3,48	1,76
2	45	4,5	3,72	18	3,81	1,88
2	55	6	3,52	24	3,70	1,80
2	65	7,5	3,40	30	3,65	1,76
2	75	9	3,33	36	3,63	1,74
2	90	10,5	3,48	42	3,84	1,83
2	100	12	3,43	48	3,82	1,81
2	110	13,5	3,39	54	3,81	1,80
2	120	15	3,36	60	3,81	1,79
2	130	16,5	3,34	66	3,81	1,78
2	145	18	3,44	72	3,96	1,84
2	160	19,5	3,54	78	4,08	1,89
2	170	21	3,51	84	4,07	1,89
2	180	22,5	3,49	90	4,07	1,88
2	190	24	3,48	96	4,07	1,87
2	210	25,5	3,64	102	4,27	1,96
2	220	27	3,62	108	4,26	1,96
2	230	28,5	3,60	114	4,26	1,95
2	240	30	3,58	120	4,25	1,95

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $R_{вер_р}$, Ом	
4	35	1,5	7,67	6	6,84	3,62
4	60	3	7,13	12	6,97	3,52
4	90	4,5	7,45	18	7,61	3,77
4	120	6	7,68	24	8,07	3,94
4	140	7,5	7,33	30	7,87	3,79
4	160	9	7,11	36	7,75	3,71
4	180	10,5	6,96	42	7,68	3,65
4	210	12	7,20	48	8,03	3,80
4	240	13,5	7,40	54	8,32	3,92
4	260	15	7,29	60	8,26	3,87
4	280	16,5	7,20	66	8,22	3,84
4	300	18	7,13	72	8,18	3,81
4	320	19,5	7,07	78	8,16	3,79
4	350	21	7,23	84	8,39	3,88
4	370	22,5	7,18	90	8,37	3,86
4	390	24	7,14	96	8,35	3,85
4	410	25,5	7,10	102	8,34	3,84
4	430	27	7,07	108	8,34	3,82
4	450	28,5	7,04	114	8,33	3,82
4	490	30	7,32	120	8,69	3,97

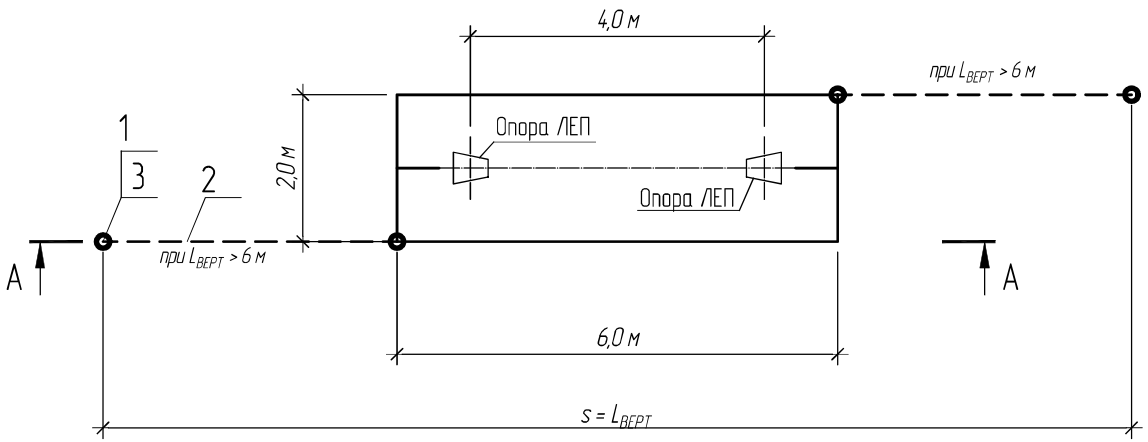
Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Чотири вертикальні електроди з'єднані у квадрат

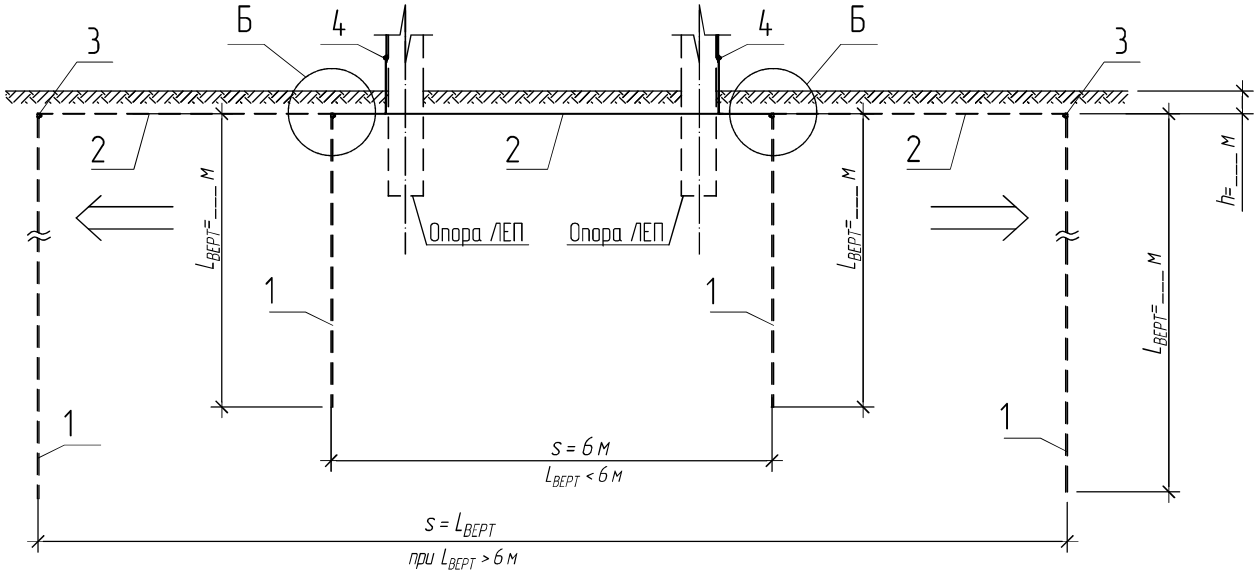
Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{ОЗР}$, Ом
		Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	
10	90	1,5	19,72	6	17,59	9,30
10	160	3	19,00	12	18,58	9,40
10	220	4,5	18,21	18	18,61	9,20
10	280	6	17,92	24	18,84	9,18
10	350	7,5	18,33	30	19,66	9,49
10	400	9	17,78	36	19,37	9,27
10	450	10,5	17,41	42	19,21	9,13
10	520	12	17,83	48	19,88	9,40
10	600	13,5	18,50	54	20,81	9,79
10	650	15	18,22	60	20,65	9,68
10	700	16,5	18,00	66	20,54	9,59
10	750	18	17,82	72	20,46	9,52
10	800	19,5	17,68	78	20,41	9,47
10	850	21	17,56	84	20,37	9,43
10	900	22,5	17,46	90	20,35	9,40
10	950	24	17,38	96	20,35	9,37
10	1000	25,5	17,31	102	20,35	9,35

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $R_{ОЗР}$, Ом
		Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $l_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $R_{ВЕР_Р}$, Ом	
20	190	1,5	41,64	6	37,14	19,63
20	320	3	38,01	12	37,17	18,79
20	450	4,5	37,25	18	38,07	18,83
20	550	6	35,19	24	37,00	18,04
20	700	7,5	36,66	30	39,33	18,97
20	800	9	35,56	36	38,75	18,54
20	900	10,5	34,82	42	38,41	18,26
20	1000	12	34,29	48	38,23	18,08
30	280	1,5	61,36	6	54,74	28,93
30	480	3	57,01	12	55,75	28,19
30	680	4,5	56,28	18	57,53	28,45
30	880	6	56,31	24	59,20	28,86
30	1000	7,5	52,37	30	56,18	27,11

Схема заземлювального пристрою



А–А



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
		Матеріали для заземлення:			
1	AFK 017	Стрижень заземлення збірний з мідним електролітичним покриттям, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
	ERZ 017	Стрижень заземлення збірний, покриття – гаряче цинкування, ϕ 17,2 мм, L=1,5 м.		2,75	шт.
2	ARG 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм з мідним електролітичним покриттям		0,72	довжина, м.п.
	ARZ 010	Провідник заземлення – круг ϕ 10 мм покриття – гаряче цинкування		0,72	довжина, м.п.
3	G-Clamp	З'єднувач для круглих провідників з стрижнем заземлення	2	0,140	шт.
4	AFJ 819	З'єднувач для плоских і круглих провідників заземлення	8	0,150	шт.

Прив'язаний			
Інв. №			

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
ГІП		Журавльов			10.18
Н.контр.		Бліков			10.18
Перевір.		Меркотан			10.18
Розроб.		Іщук			10.18

1.18/3-05

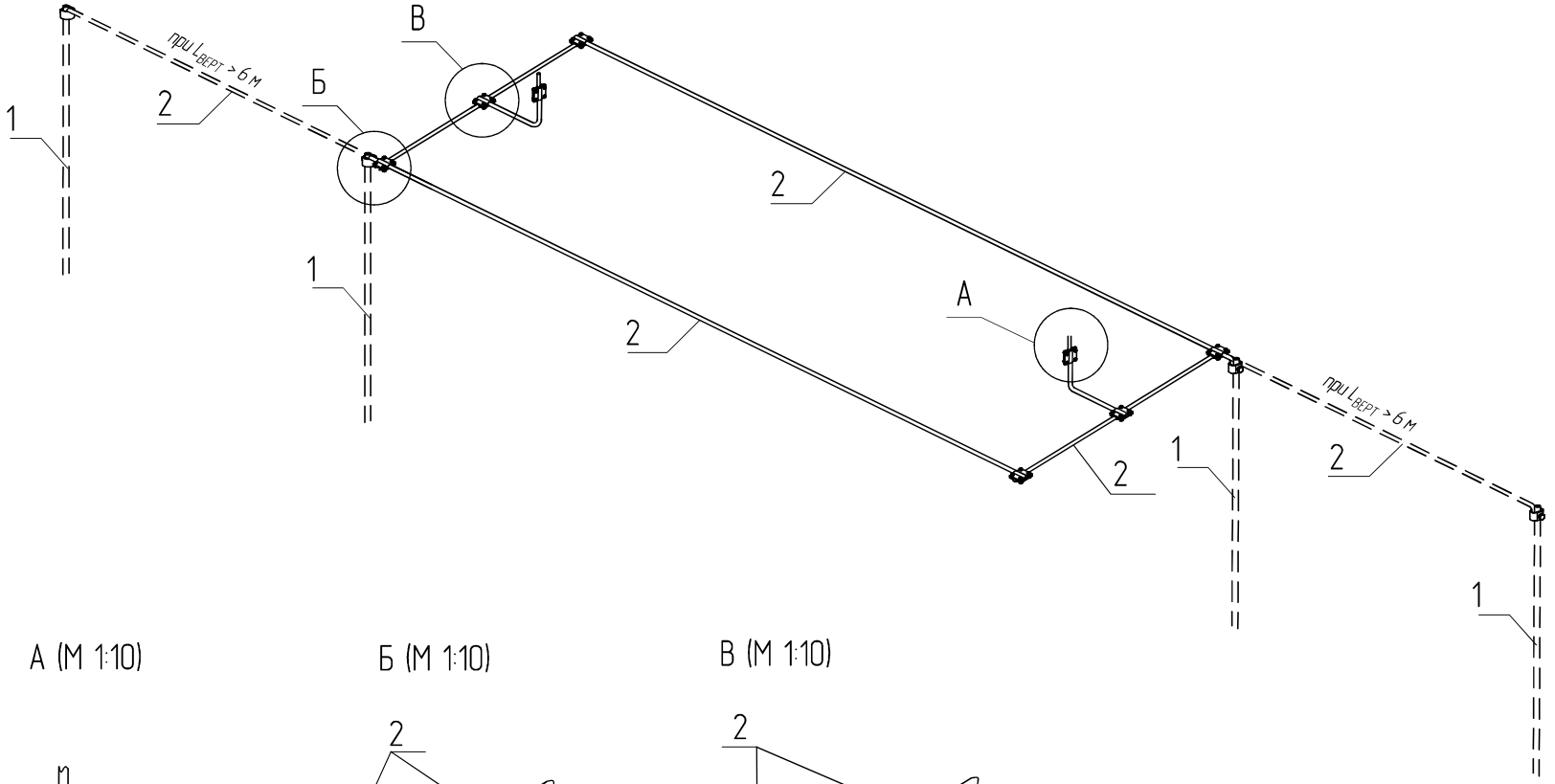
Комбінований заземлювач

Стадія	Аркуш	Аркушів
РП	1	4

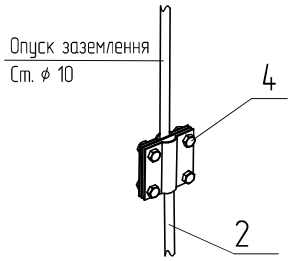
ТОВ "НВП "ЕНЕРГОЛІГА"
Київ
2018

Інв. № ориг. | Підпис і дата | Зам. інв. №

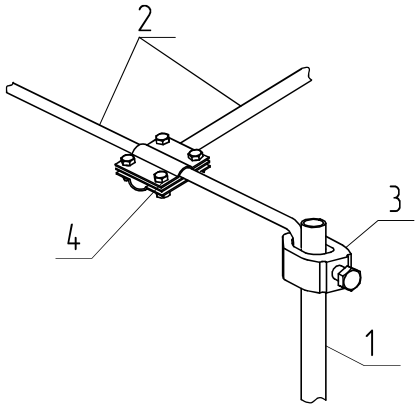
Комбінований заземлювач
Загальний вигляд



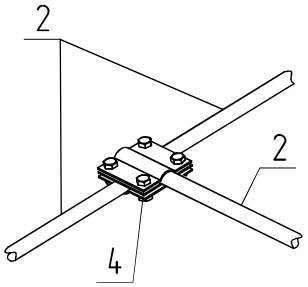
А (М 1:10)



Б (М 1:10)



В (М 1:10)



Прив'язаний			
Інв. №			

Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	1.18/3-05	Арк. 2

Таблиці вибору конфігурації заземлювача
Комбінований заземлювач

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $_{РОЗР}$, Ом
		Довжина $_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $_{ВЕР_Р}$, Ом	
2	28	4,5	3,79	12	3,47	1,81
2	32	6	3,37	12	3,96	1,82
2	38	7,5	3,29	13,5	4,29	1,86
2	44	9	3,25	15	4,57	1,90
2	50	10,5	3,22	16,5	4,81	1,93
2	55	12	3,15	18	4,93	1,92
2	60	13,5	3,09	19,5	5,05	1,92
2	65	15	3,05	21	5,15	1,92
2	70	16,5	3,02	22,5	5,24	1,92
2	75	18	3,00	24	5,33	1,92
2	80	19,5	2,98	25,5	5,41	1,92
2	85	21	2,96	27	5,49	1,92
2	90	22,5	2,95	28,5	5,56	1,93
2	95	24	2,94	30	5,63	1,93
2	100	25,5	2,93	31,5	5,69	1,93
2	105	27	2,92	33	5,75	1,94
2	110	28,5	2,92	34,5	5,81	1,94
2	115	30	2,91	36	5,86	1,95

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $_{РОЗР}$, Ом
		Довжина $_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $_{ВЕР_Р}$, Ом	Довжина $_{ВЕРТ}$, м	Розрахунковий опір $_{ВЕР_Р}$, Ом	
4	40	1,5	13,90	12	4,95	3,65
4	50	3	9,61	12	6,19	3,76
4	60	4,5	8,12	12	7,43	3,88
4	70	6	7,37	12	8,66	3,98
4	75	7,5	6,49	13,5	8,46	3,67
4	80	9	5,90	15	8,30	3,45
4	90	10,5	5,80	16,5	8,65	3,47
4	110	12	6,30	18	9,87	3,84
4	120	13,5	6,19	19,5	10,09	3,84
4	130	15	6,11	21	10,30	3,83
4	140	16,5	6,04	22,5	10,49	3,83
4	150	18	5,99	24	10,66	3,84
4	160	19,5	5,95	25,5	10,83	3,84
4	170	21	5,92	27	10,98	3,85
4	180	22,5	5,90	28,5	11,12	3,85
4	190	24	5,87	30	11,25	3,86
4	200	25,5	5,86	31,5	11,38	3,87
4	210	27	5,84	33	11,50	3,88
4	220	28,5	5,83	34,5	11,62	3,88
4	230	30	5,83	36	11,72	3,89

Таблиці вибору конфігурації заземлювача

Комбінований заземлювач

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $ρ_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $ρ_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $ρ_{вер_р}$, Ом	
20	210	1,5	72,98	12	25,99	19,17
20	260	3	49,96	12	32,18	19,57
20	300	4,5	40,59	12	37,13	19,39
20	340	6	35,80	12	42,08	19,34
20	390	7,5	33,77	13,5	43,99	19,10
20	450	9	33,20	15	46,69	19,40
20	500	10,5	32,20	16,5	48,08	19,29
20	550	12	31,48	18	49,33	19,22
20	600	13,5	30,94	19,5	50,46	19,18
20	650	15	30,53	21	51,49	19,17
20	700	16,5	30,22	22,5	52,44	19,17
20	750	18	29,97	24	53,31	19,18
20	800	19,5	29,77	25,5	54,13	19,20
20	850	21	29,61	27	54,89	19,23
20	900	22,5	29,48	28,5	55,60	19,26
20	950	24	29,37	30	56,27	19,30
20	1000	25,5	29,29	31,5	56,91	19,34
30	300	1,5	104,26	12	37,13	27,38
30	380	3	73,02	12	47,03	28,61
30	450	4,5	60,88	12	55,70	29,09
30	520	6	54,75	12	64,36	29,58
30	600	7,5	51,96	13,5	67,68	29,39
30	680	9	50,17	15	70,55	29,32
30	750	10,5	48,30	16,5	72,12	28,93
30	850	12	48,65	18	76,23	29,70
30	920	13,5	47,45	19,5	77,37	29,41

Нормоване значення опору $R_{ЗП}$, Ом	Питомий опір ґрунту ρ, Ом · м	Вертикальний заземлювач		Горизонтальний заземлювач		Розрахунковий опір заземлювального пристрою $ρ_{озр}$, Ом
		Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $ρ_{вер_р}$, Ом	Довжина $l_{верт}$, м	Розрахунковий опір $ρ_{вер_р}$, Ом	
10	100	1,5	34,75	12	12,38	9,13
10	120	3	23,06	12	14,85	9,03
10	140	4,5	18,94	12	17,33	9,05
10	160	6	16,85	12	19,80	9,10
10	190	7,5	16,45	13,5	21,43	9,31
10	220	9	16,23	15	22,83	9,49
10	240	10,5	15,46	16,5	23,08	9,26
10	260	12	14,88	18	23,32	9,08
10	290	13,5	14,96	19,5	24,39	9,27
10	320	15	15,03	21	25,35	9,44
10	350	16,5	15,11	22,5	26,22	9,58
10	360	18	14,38	24	25,59	9,21
10	380	19,5	14,14	25,5	25,71	9,12
10	400	21	13,93	27	25,83	9,05
10	430	22,5	14,08	28,5	26,57	9,20
10	450	24	13,91	30	26,66	9,14
10	470	25,5	13,77	31,5	26,75	9,09
10	490	27	13,64	33	26,84	9,04
10	520	28,5	13,79	34,5	27,46	9,18
10	550	30	13,93	36	28,04	9,31