

УДК 629.7

Г.І. Лагутін, О.В. Коновалов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## КОНСТРУКЦІЯ ЗАЗЕМЛЕННЯ В МІСЦЯХ З ВИСОКИМ ПИТОМИМ ОПОРОМ РОЗТІКАННЯ СТРУМУ В ҐРУНТІ

Запропоновано для розгляду і впровадження просту і надійну конструкцію заземлення для використання її замість відомих і необґрунтовано складних конструкцій заземлювачів, які на даний час використовуються для заземлення військових електроустановок в місцях з високим питомим опором розтікання струму в ґрунті.

**Ключові слова:** опір заземлення, заземлювачі, електролітичний заземлюючий пристрій.

### Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури. Під час роботи військових електроустановок в місцях з високим питомим опором розтікання струму в ґрунті достатньо складно отримати необхідну величину опору заземлення традиційними способами, через що виникає загроза життя та здоров'я військовослужбовців.

В теперішній час питання стосовно побудови заземлювальних пристроїв в місцях з високим питомим опором ґрунту детально розглянуті в [1], де описані вимоги, які висунуті до всіх існуючих систем заземлення, в тому числі й в місцях з високим питомим опором ґрунту. Але особливостям виконання заземлення в місцях з високим питомим опором ґрунту приділяється мало уваги, в більшості випадків пропонуються достатньо малоефективні та затратні способи. Так, наприклад, в [2] вказується на необхідність прокладання горизонтальних заземлювачів, а якщо є можливість – на використання природних заземлювачів поряд з штучними, що для автономних пересувних військових електроустановок є способом малоефективним і складним у реалізації. В [3], як і в більшості сучасних підручників, питання зниження опору заземлюючого пристрою вирішується шляхом забиття електродів на велику глибину, збільшенням площі контакту заземлювача з землею та збільшенням кількості електродів, що є проблематичним в місцях з високим питомим опором розтікання струму в ґрунті. Тому є актуальним розв'язання задачі зменшення опору заземлюючого пристрою в подібних місцях, яке є простим у реалізації, не потребує відчутних грошових витрат та має відносно невелику трудомісткість.

**Метою статті** є аналіз можливості використання конструкції електролітичного заземлюючого пристрою, яку доцільно використовувати в місцях з високим питомим опором розтікання струму в ґрунті.

### Основна частина

Запропонована конструкція заземлення в місцях з високим питомим опором ґрунту викладена в

[4] і частково перероблена з урахуванням особливостей використання її для заземлення пересувних військових електроустановок в Збройних Силах України.

Одним з способів досягнення нормативних значень опору заземлювального пристрою в місцях з високим питомим опором розтікання струму є зниження питомого опору ґрунту за рахунок використання електролітичного заземлювача, в основі якого лежить обробка ґрунту навколо електрода сіллю, яка не збільшує корозію сталі, що дозволяє знизити опір розтікання струму заземлювача приблизно в 2,5 – 8 раз.

Приблизна конструкція котловану при обробці ґрунту сіллю показана на рис. 1.

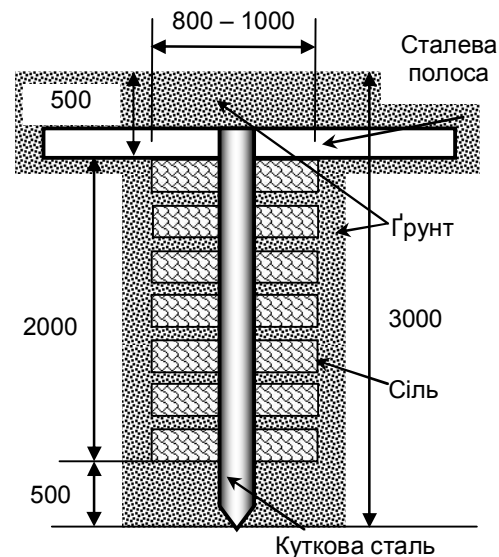


Рис. 1. Конструкція котловану при обробці ґрунту сіллю для установки заземлювача з куткової сталі

Роботи пропонується виконувати в наступній послідовності:

а) в місцях, де повинен бути забитий електрод, відкопати котлован глибиною 2,5 м, круглий діаметром від 0,8 до 1,0 м, або квадратний 1,0 м на 1,0 м;

- б) в котлован виложити послідовно шари ґрунту і вдвічі тонші шари солі;
- в) змочуючи сіль водою, щільно утрамбувати;
- г) застосовувати потрібно сіль, що не збільшує корозію сталі, наприклад, нітрат натрію, гідрат оксиду кальцію; забороняється застосовувати хлористий натрій, хлористий кальцій, купорос тощо;
- д) траншею для з'єднання смуги сіллю не обробляти.

Іншим способом зниження опору розтікання струму є установка електроду в насипний ґрунт. Для цього необхідно (рис. 2):

- а) для кожного електроду відкопати котлован радіусом від 1,5 до 2,5 м і глибиною, яка перевищує довжину заземлювача на 0,8 м.
- б) після установки заземлювача (кутка, труби) заповнити котлован ґрунтом з невеликим питомим опором і ґрунт затрамбувати.

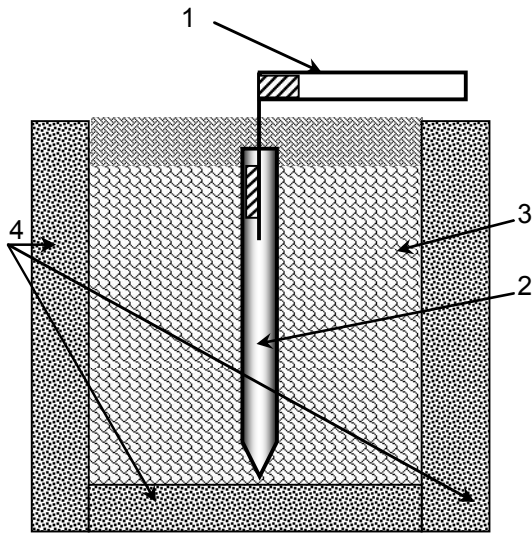


Рис. 2. Пристрій заземлення в ґрунті з високим питомим опором:  
 1 – заземлювальна шина;  
 2 – заземлювач;  
 3 – насипний ґрунт;  
 4 – основний ґрунт

При влаштуванні багатоелектродного контуру електроди слід з'єднувати після неповної засипки котловану. В якості ґрунту – заповнювача можна застосовувати будь-який ґрунт, що має питомий опір в 5 – 10 разів менший питомого опору основного ґрунту.

В піщаному або кам'янистому ґрунтах заповнювачем можна брати глину, торф, чорнозем, суглинок, шлак, коксовий дріб'язок тощо.

У таких способів є істотні негативні сторони:

1. Сіль викликає достатньо сильну корозію сталевого електрода. Тому такий заземлюючий пристрій служить не більше 3-5 років.
2. Через те, що необхідно замінити істотний об'єм ґрунту, вартість таких робіт дуже висока. У

скельному й іншому подібному ґрунтах такі роботи часто нездійсненні.

Найбільш простий шлях рішення поставленого завдання складається в спільному застосуванні зазначених вище способів, а саме: використовувати порожній електрод (наприклад, трубу), заправлений мінеральною сіллю, установивши його в замінений ґрунт. У трубі повинні бути виконані отвори по всій довжині. Труба заповнюється сумішшю мінеральних солей, які повільно проникають у навколишній ґрунт крізь отвори в стінках. Солі, припадаючи в навколишній ґрунт, підвищують його електропровідність. При цьому вони не викликають прискорення корозії матеріалів електрода за рахунок нейтрального рН і не перетворюються в електроліт всім об'ємом за рахунок спеціальної добавки, що сповільнює цей процес.

Подібні системи електролітичного заземлення розроблені й випускаються рядом компаній, таких як ZandZ® [5], ERICO [6], Schneider Electric [7]. Зокрема, до складу системи електролітичного заземлення ZandZ® (рис. 3) входять електродизаземлювачі у вигляді мідної труби у вигляді букви "L" з перфорацією по всій довжині, заповненої сумішшю мінеральних солей, зі сполучним провідником  $S = 70 \text{ мм}^2$ , привареним до труби, і заповнювач навколоелектродний – ґрунтова добавка з низьким питомим опором (0,3 – 0,8 Ом·м) на основі відпаленої глини й графіту, що збільшує площу зіткнення з навколишнім ґрунтом.

Відпалена глина ефективно убирає вологу, віддаючи її після цього електроду, дозволяючи суміші солей, що перебуває в ній, перетворюватися в електроліт.

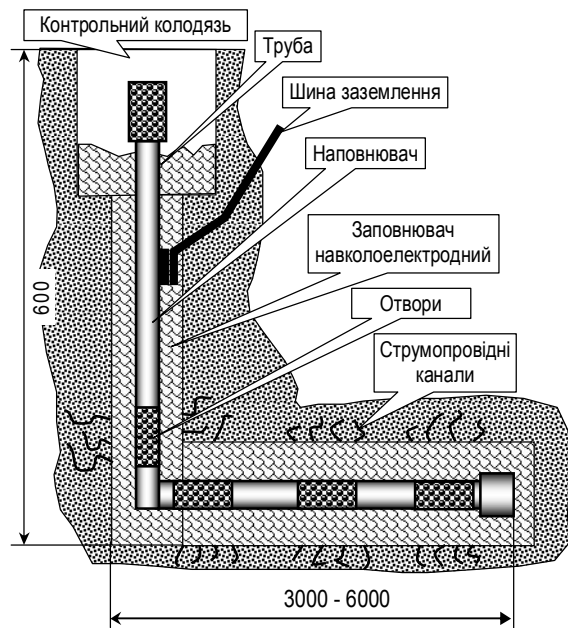


Рис. 3. Система електролітичного заземлення ZandZ®

Крім цього, у комплект входить колодязь для обслуговування зі скловолокна, призначений для установки над вертикальною частиною електрода, призначений для полегшення обслуговування електрода, проведення вимірювання його параметрів, універсальний латунний затискач із болтами М10 і латунною прокладкою для з'єднання провідника заземлюючого пристрою з контактним провідником електрода й стрічка гідроізоляційна, котра захищає з'єднання різних металів від ґрунтової й електролітичної корозії шляхом повного витиснення вологи від місця з'єднання.

Заміна ґрунту навколо електрода на матеріал з високою електропровідністю зменшує початковий опір електрода розтіканню струму в землі й утримує навколишню вологу. Термін служби електрода становить не менш 50 років.

### Висновки

В результаті виконання досліджень, викладених у цій статті, запропоновані пропозиції щодо зменшення опору заземлення в ґрунтах з високим питомим опором:

1. Спосіб зниження опору розтікання струму шляхом додавання сталі до ґрунту навколо заземлювачів солі, яка не збільшує корозію.
2. Спосіб зниження опору розтікання струму шляхом повної заміни ґрунту біля електродів заземлюючого пристрою.
3. Комбінований спосіб з використанням порожнього перфорованого електрода, заповненого сумішшю мінеральних солей, встановленого в замінений ґрунт.

Практична реалізація, запропонованих способів дає можливість вигідно зменшити опір заземлення, особливо в тих місцях, де установка монтаж контуру заземлення традиційними способами вимагає великих витрат для отримання потрібного опору.

### Список літератури

1. Правила улаштування електроустановок. – Х.: Форт, 2009. – 670 с.
2. Карякин Р.Н. Нормы устройства сетей заземления / Р.Н. Карякин. – М.: Энергосервис, 2002. – 238 с.
3. Карякин Р.Н. Заземляющие устройства промышленных электроустановок. Справочник электромонтажника / Р.Н. Карякин, В.И. Солнцев: под. ред. А.Д. Смирнова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 191 с.
4. Найфельд Г.В. Заземляющие устройства электроустановок. Библиотека электромонтера / Г.В. Найфельд. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 98 с.
5. Электролитическая система заземления. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа к источнику: ZandZ. [http://zandz.ru/electrolytic\\_ground\\_system.htm](http://zandz.ru/electrolytic_ground_system.htm).
6. Химические заземляющие электроды ERICO. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа к источнику: <http://www.technological.ru/20.htm>.
7. Системы заземления в электроустановках низкого напряжения Schneider Electric. Библиотечка электрика (публикации компании Schneider Electric). – К., 2005. – Вып. 1. – 42 с.

Надійшла до редколегії 18.02.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### КОНСТРУКЦИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ В МЕСТАХ С ВЫСОКИМ УДЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ РАСТЕКАНИЯ ТОКА В ПОЧВЕ

Г.И. Лагутин, А.В. Коновалов

*Предложена для рассмотрения и внедрения простая и надежная конструкция заземления для использования ее вместо известных и необоснованно сложных конструкций заземлений, которые на данное время используются для заземления военных электроустановок в местах с высоким удельным сопротивлением растекания тока в почве.*

**Ключевые слова:** сопротивление заземления, заземления, электролитическое заземляющее устройство.

### CONSTRUCTION OF GROUNDING IN PLACES WITH HIGH SPECIFIC RESISTANCE OF SPREADING OF CURRENT IN SOIL

G.I. Lagutin, A.V. Kononov

*The simple and reliable construction of grounding is offered for consideration and introduction for the use of it in place of the known and groundlessly difficult constructions of grounding which on this time are utilized for grounding of soldiery electricity generating plant in places with high specific resistance of spreading of current in soil.*

**Keywords:** resistance of grounding, grounding, electrolytic earthing device.