

УДК 621.316.955/.977

И.Р. Ишеева, А.В. Гацуцев, В.К. Балханов

МЕТОД РАСЧЕТА СЛОЖНЫХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ

Предложен метод расчета заземляющего устройства для постоянных токов.

Ключевые слова: заземление, сложный заземлитель, сопротивление растеканию тока.

В некоторых технических устройствах заземление играет роль соединительного элемента между внешней электрической цепью и проводящей поверхностью земли. В этом случае контакт заземляющего устройства должен проходить по возможно большей поверхности. Для этого заземление делают в виде системы цилиндрических проводящих стержней, длина которых много больше их диаметра. Система таких проводников, расположенных горизонтально вблизи поверхности земли и вкопанных вертикально, называется сложным заземлителем.

Важной характеристикой заземляющих устройств является сопротивление растеканию тока, определяемое как отношение потенциала, под которых находится заземление, к току, протекающему через электроды [1].

Близкое геометрическое расположение электродов приводит к их взаимному электрическому влиянию. При этом на вертикально вкопанный электрод наибольшее электрическое влияние будет оказывать непосредственно примыкающий к нему горизонтально расположенный электрод. Если l – длина вертикального, b – длина горизонтального электродов ($l \ll b$), то сопротивление вертикального электрода изменится на величину

$$\Delta R = \frac{\rho}{2 \pi b} \ln \frac{40 b}{l},$$

где ρ – удельное сопротивление однородной среды.

Удобно ввести следующие параметры сложных заземлителей. Пусть R_0 – сопротивление всего заземляющего устройства, тогда $X = R_0 / R$ – отношение сопротивления сложного заземлителя к сопротивлению одного электрода, $E = \Delta R / R$ – параметр взаимного влияния электродов, $K = (1 - E) / (1 + E)$ – параметр сложного заземлителя.

Через приведенные параметры выражаются решения для сложных заземлителей произвольной конфигурации. Например, если горизонтальные электроды собрать в виде квадратной сетки из $N \times N$ ячеек, а в узлах сетки вкопать вертикальные, то для такого заземляющего устройства можно получить следующее решение:

$$X_N = \left(\frac{1 - K}{1 - K^{N+1}} \right)^2.$$

Если сетка обладает большими размерами, то $E \ll 1$ и приближенно:

$$X_N \approx \frac{1 + 2 N E}{N^2}.$$

Можно показать, что полученное решение не зависит от того, на какой

узел подается ток – в центр сетки или в какой либо угол.

Развитый метод расчета применим для постоянных токов. Случай переменного тока требует отдельного рассмотрения.

Работа частично поддержана РФФИ грантами №№ 08-01-98006, 08-02-98007 и интеграционным проектом № 56 СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бургдорф В.В., Якобс А.И. Заземляющие устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1987. 400 с. **УДК**

Коротко об авторах

Балханов В.К. – кандидат технических наук, ст. научный сотрудник,

E-mail: ballar@yandex.ru

Гацулев А.В. – ст. инженер, тел.(3012) 43-32-10,

Ишеева И.Р. – кандидат технических наук, доцент, тел. (3012) 46-70-46.



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Макшанкин Д.Н., Гоголин В.А., Ремезов А.В., Ермакова И.А.

Кузбасский государственный технический университет.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРЕХЗВЕННЫХ АРОЧНЫХ КРЕПЕЙ ИЗ ПРОФИЛЯ ШП С МАССИВОМ ГОРНЫХ ПОРОД В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ (755/05-10 от 04.03.10 г.) 8 с.

Проведено математическое моделирование методом конечных элементов МКЭ стендовых испытаний крепей с профилем СВГ и ШП.

Ключевые слова: математическое моделирование, методом конечных элементов, арочные трехзвенные крепи.

Makshankin D.N., Gogolin V.A., Remezov A.V., Ermakova I.A.

INTERACTION OF THREE-TIER ARCH SUPPORT FROM SP PROFILE WITH ROCK MASSIF IN PREPARATION DEVELOPMENTS

It is spent the mathematical modelling by a method of final elements (MFE) of development testing with SVP and SP profile

Key words: mathematical modelling, method of final elements, arch three-tier supports.