



УДК621.3.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

---

*А.Ахмедов*

*assistantE-mail:axmedovalim*

*@gmail.comtel:+99(888)234-19-52*

*машиностроительный институт,*

*г. Андижан Узбекистан*

***Ш.К.Халмирзаев***

*assistantE-mail: xalmirzayevshavkatbek*

*200@gmail.comtel:+99(897) 994-03-67*

*машиностроительный институт.*

*г. Андижан, Узбекистан*

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты исследования конструкции заземлений для безопасности систем электроснабжения. Приведены сведения о мерах и технических устройствах обеспечения безопасности электроустановок, отмечены особенности поражения человека электрическим током, рассмотрены влияющие на исход поражения факторы, описан порядок расчета системы защитного заземления

**Ключевые слова:** короткое замыкание, заземляющий электрод, растекание тока, плотность тока, системы электроснабжения

## GROUNDING SAFETY STUDY

---

*А.Akhmedov*

*assistantE-mail:axmedovalim*

*@gmail.com tel:+99(888)234-19-52*

*mechanical engineering institute*

*Andijan Uzbekistan*

***Sh.K.Xalmirzaev***

*assistant E-mail: xalmirzayevshavkatbek*

*200@gmail.com tel:+99(897) 994-03-67*

*mechanical engineering institute.*

*Andijan, Uzbekistan*



**Abstract.** This paper presents the results of a study of grounding design for the safety of power supply systems. Information is provided on measures and technical devices to ensure the safety of electrical installations, features of electric shock to a person are noted, factors influencing the outcome of the injury are considered, and the procedure for calculating the protective grounding system is described.

**Key words:** short circuit, grounding electrode, current spreading, current density, power supply systems

Для осуществления соединения какой-либо точки электрической цепи с землей зарывают в землю металлический проводник, к которому присоединяют соответствующую точку цепи. Систему таких зарытых в землю проводников называют заземлителем. Например, при соединении в звезду обмоток высокого напряжения обычно заземляют непосредственно или через некоторое сопротивление нейтральную точку трансформатора. Этим достигается то, что напряжения проводов линии по отношению к земле при нормальном режиме не могут быть больше фазных напряжений. При повреждении изоляции одного из фазных проводов возникает ток короткого замыкания, проходящий от места повреждения через землю и заземлитель к нейтральной точке трансформатора. Электрический ток, проходя через землю, встречает некоторое сопротивление, называемое сопротивлением заземления. По существу, это – сопротивление земли, которое встречает ток при растекании от заземлителя. Вдоль поверхности земли создается падение напряжения, которое вблизи от мест заземления может достигать опасных для жизни человека значений уже на длине шага человека. Поэтому весьма существенно уметь вычислить сопротивление растеканию тока в земле при различных его конструкциях. [1].

Формулы для проводимости  $G=iU$  заземления могут быть написаны на основании метода электростатической аналогии имеющимся формулам для емкости  $C=q/U$  соответственно расположенных тел. С заземлением отдельных точек цепи в цепях переменного тока, в земле протекает переменный ток. Распределение переменного тока в проводящей среде, как при постоянном токе в контурах, которые можно себе представить в проводящей среде возникают индуктированные электродвижущие силы, оказывающие влияние на распределение тока. Однако ввиду большого удельного сопротивления земли при вычислении токов вблизи электродов



можно пренебречь, во всяком случае, при промышленной частоте, индуктированными электродвижущими силами по сравнению с активным падением напряжения и вести расчет, как при постоянном токе т.к. основное сопротивление растеканию тока сосредоточено вблизи электрода, где плотность тока больше индуктируется наибольшее значение шагового напряжения. см. рис.1.[2]

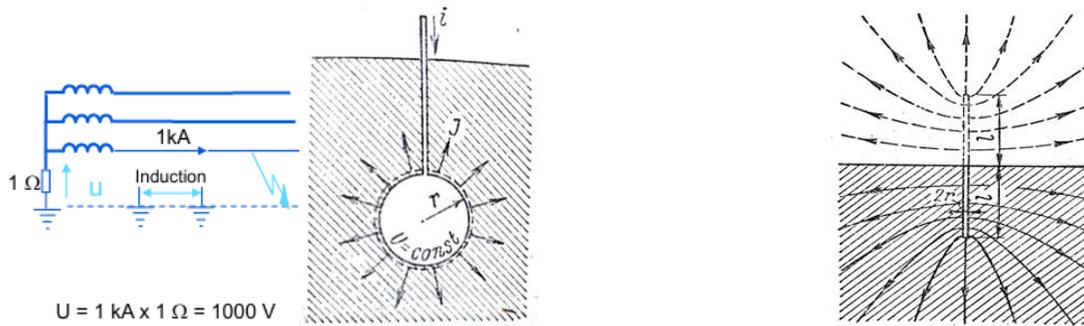


рис.1[4]    рис.2    рис.3

Необходимо еще заметить, что в земле линии тока не уходят в бесконечность, а собираются у другого электрода или, у места повреждения изоляции линии. Однако это обстоятельство мало сказывается на распределении тока около данного электрода (см.рис.2) и на значении соответствующего ему сопротивления заземления, так как основное сопротивление растеканию тока будет сосредоточено вблизи электрода, где плотность тока в земле имеет наибольшие значения. Например. Так как емкость уединенного шара см.рис.2 радиуса  $r$  равна « $C = 4\pi\epsilon r$ » то проводимость заземления для шарового электрода, погруженного в землю столь глубоко, что можно пренебречь влиянием поверхности земли, должна быть равна

$$G = 1/R = 4\pi\gamma r$$

$R$ —сопротивление заземления по ПУЭ и ПТБ. у источника тока (например, трансформаторной подстанции) сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом при линейном напряжении 380 В источника трехфазного тока или 220 В источника однофазного тока [3] у заземления, используемого для подключения. Если электрод расположен близко от поверхности земли, то линии тока искажаются, как это видно на рис.3.

В этом случае можно воспользоваться методом зеркальных изображений. Линии тока, у поверхности земли, должны быть к ней касательно. Это условие



останется удовлетворенным, если мысленно заполнить воздушное пространство над поверхностью земли проводящей средой с такой же, как у земли, удельной проводимостью и поместить в эту среду электрод, являющийся зеркальным изображением действительного электрода относительно поверхности земли. Ток, выходящий из мнимого электрода, должен быть равен по значению и по знаку току, выходящему из действительного электрода в землю. Проводимость заземления для действительного электрода, очевидно, равна половине проводимости системы, образованной электродом и его зеркальным изображением.[2] Так, например, проводимость для электрода в форме полушария, расположенного у поверхности земли, равна

$$G = 1/R = 2\pi\gamma r$$

Для уменьшения сопротивления заземления заземляющее устройство часто выполняют в виде рядов забитых в землю труб, соединенных между собой металлическими полосами. Расчет проводимости заземления при таком сложном заземлителе может быть выполнен по аналогии с расчетом емкости системы соединенных между собой прямолинейных отрезков проводников. С этой целью с успехом может быть использован метод средних потенциалов. В заключении можно сказать, что заземление систем электроснабжения имеет некоторую опасность при коротких замыканиях (неоднократные замыкания на землю и замыкания в нескольких местах линии электроснабжения) без автоматического отключения сети и срабатывании АПВ. Поэтому, рекомендуется защитить устройство от прикосновения человека или произвести изоляцию части заземления находящиеся над землей.

#### Список использованных источников:

1. Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники: учебник для вузов / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин Т. 1 . – 5-е изд. – 2009. – 512 с.
2. Основы электроснабжения промышленных предприятий, изд. 4 ; Автор(ы):, Федоров А. А., Каменева В. В. 02.05.2022
3. ПУЭиПТБ.
4. Передача и энергии и электропередачи : учеб. пособие для вузов / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федин. – Минск, 2003. – 544 с .., БНТУ
5. В.Г. Прокопенко Передача и распределение энергии, БНТУ- 2005
6. Power System Protection-Requirement & Solutions, [jianping.wang@se.abb.com](mailto:jianping.wang@se.abb.com)