

УДК

## Методы расчета заземляющих устройств

Мисюк Д.Л.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

Развитие промышленности сопровождается непрерывным совершенствованием применяемого электрооборудования, поиском новых технических решений при создании промышленных электроустановок. Заземляющее устройство является неотъемлемой частью каждой промышленной электроустановки. Условия работы заземляющего устройства определяются, в первую очередь, удельным электрическим сопротивлением земли и электрическими параметрами заземляющих проводников.

Правилами устройства электроустановок для заземлений и защитных мер безопасности приняты следующие определения.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземлителем считается металлический проводник или группа проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей.

Заземляющими проводниками называются металлические проводники, соединяющие заземляемые части электроустановки с заземлителем.

Заземление какой-либо части электроустановки – это преднамеренное электрическое соединение ее с заземляющим устройством.

Сопrotивлением заземляющего устройства называется сумма сопротивлений, слагающаяся из сопротивления заземлителя относительно земли и сопротивления заземляющих проводников.

Напряжением относительно земли при замыкании на землю считается напряжение между заземленной частью электроустановки и точками земли, находящимися вне зоны токов в земле, но не ближе 20 м.

Замыкание на землю – это случайное электрическое соединение находящихся под напряжением частей электроустановки с конструктивными частями, не изолированными от земли, или с землей непосредственно.

Током замыкания на землю является ток, проходящий через землю в месте замыкания.

Электроустановками с малыми токами замыкания на землю являются электроустановки напряжением выше 1000 В, в которых однофазный ток замыкания на землю равен или менее 500 А. Высоковольтные городские электроустановки (электрические сети и подстанции) относятся к установкам с малым током замыкания на землю.

Глухозаземленной нейтралью называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформаторы тока и др.).

Изолированной нейтралью считается нейтраль, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети, трансформаторы напряжения и другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

Различают три вида заземлений: рабочее заземление, защитное заземление для безопасности людей и заземление грозозащиты оборудования установки.

Назначением рабочего заземления является обеспечение нормальной работы установки или ее элементов в выбранном для них режиме. К рабочему заземлению относится заземление нейтралей силовых трансформаторов, генераторов, дугогасящих аппаратов (катушек Петерсена), измерительных трансформаторов напряжения,

реакторов поперечной компенсации в дальних линиях передач, заземление фазы при использовании земли в качестве рабочего провода и пр.

Защитное заземление выполняется для безопасности, в первую очередь, людей обслуживающих электрическую установку, путем заземления металлических частей установки, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением при перекрытии или пробое изоляции.

Заземление грозозащиты служит для отвода тока молнии в землю от защитных разрядников и молниеотводов (стержневых или тросовых).

Рабочее и защитное заземления должны выполнять свое назначение в течение всего года, тогда как заземление грозозащиты лишь в грозовой сезон.

Для осуществления любого вида заземления требуется заземляющее устройство, состоящее из заземлителя, располагаемого в земле, и заземляющего проводника, соединяющего заземляемый элемент установки с заземлителем.

Заземлитель может состоять из одного или многих вертикальных и горизонтальных электродов и характеризуется величиной сопротивления, которое окружающая земля оказывает току, стекающему с него от поверхности электрода до уровня нулевого потенциала. Сопротивление заземлителя определяется отношением потенциала на заземлителе к стекающему с него току.

По точности методы расчета заземлителей можно поделить на 2 группы: точные и инженерные. Точные методы требуют большой трудоемкости и времени, применение ЭВМ. Но имеют малую погрешность. Выполняются многочисленные приближения для нахождения оптимальных параметров. Инженерные методы обеспечивают требуемую точность расчета, но менее трудоемки. Достаточно применение микрокалькулятора. Более дешевые в итоге.

В зависимости от модели грунта, которую используют в расчете, методы также можно поделить. Эти методы будут отличаться тем, что в одних грунт рассматриваем как однослойную модель, во втором – двухслойную, а в третьем – многослойную.

Наиболее распространенным точным методом является метод оптической аналогии. В общей форме идея оптической аналогии заключается в замене точечного источника тока и проводящего многослойного полупространства соответственно точечным источником света и абсолютно прозрачным полупространством с системой бесконечно тонких частично прозрачных зеркал, расположенных на границах раздела слоев исходного многослойного полупространства. Далее рассматривают совместно траекторию(геометрию) двух лучей(в общем случае) или одного луча(в частном случае, когда источник тока расположен на границе полупространства) и относительное изменение интенсивности лучей, по которым и строят указанную выше бесконечную последовательность точечных источников тока(фиктивных). Так как эти точечные источники тока при этом считают расположенными в однородном проводящем пространстве, то потенциал находят элементарно, применяя принцип наложения.

Среди инженерных методов стоит выделить метод обобщенных параметров и метод коэффициентов использования.

### Литература

1. Атабеков В.Б. Заземляющие устройства электрических сетей и подстанций. – М.: ИС, 1967. – С. 6–21.
2. Воронина А.А., Мотуско Ф.Я. Учебное пособие по расчету заземления оборудования электрических станций, подстанций и промышленных предприятий. – М.: МЭИ, 1965. – С. 6–13.
3. Рябкова Е.Я. Расчет заземляющих устройств. – М.: МЭИ, 1973. – С. 3–17.
4. Бурсдорф В.В., Якобс А.И. Заземляющие устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. –.