

УДК 621.3

**Устройство грозозащиты и заземления на подстанциях**Божко Е.А., Сидорова Д.Г., Арсенович Т.В., Ефимчик Е.В.  
Научный руководитель – ст. препод. ПЕТРАШЕВИЧ Н.С.

Для передачи электроэнергии на большие расстояния используют высокое напряжение. Как правило, к потребителю приходит линия 6 (10) кВ и для снижения напряжения до 0,4 кВ проектируют трансформаторные подстанции (ТП).

По экономическим соображениям уровень изоляции подстанционного оборудования ниже уровня изоляции линий электропередач. Из этого следует, что с линий электропередач на подстанцию могут набегать волны перенапряжений, опасные для подстанционного оборудования. Перекрытие изоляции электрооборудования подстанции связано с отключением части подстанции и возможным погашением целого района. Грозозащита подстанции должна быть существенно более надежной, чем грозозащита линий. Она включает в себя следующие обязательные виды защиты:

- 1) от прямых ударов молнии в подстанцию;
- 2) от перекрытий при ударах молнии в заземленные конструкции подстанции;
- 3) от волн, приходящих с линий;
- 4) от ударов молнии в подходы линии к подстанции.

Можно выделить внешний и внутренний контуры заземления, а также мероприятия по молниезащите трансформаторной подстанции [1].

Внешний контур заземления для трансформаторной подстанции состоит из замкнутого контура, представляющим собой горизонтальный заземлитель и  $n$ -го количества вертикальных электродов. В качестве горизонтального электрода применяют полосовую сталь  $4 \times 40$  мм.

Обычно трансформаторная подстанция состоит из трех помещений: распределительное устройство (РУ) 6 (10) кВ, распределительное устройство 0,4 кВ и камера трансформатора. Иногда РУ объединяют в одно общее помещение. В каждом помещении по периметру прокладывают полосу заземления, т.к. все металлические части не находящиеся под напряжением должны быть заземлены, а это обрамление каналов, люки подполья, крепежные элементы барьеров, шинный мост, возможность присоединения переносных заземлений.

В основном все наши сети (0,4 кВ) с глухозаземленной нейтралью, поэтому необходимо присоединить нулевую шину трансформатора к заземляющему контуру. Металлический корпус силового трансформатора присоединяется к контуру заземления при помощи гибкой перемычки. В случае с металлической кровлей молниезащиту трансформаторной подстанции выполняют следующим образом: с диаметрально противоположных сторон выполняют связь кровли с наружным контуром заземления, т.е. в местах ввода стальной полосы в здание ТП. В качестве проводника следует применять проволоку диаметром 8 мм. В других случаях необходимо запроектировать молниеприемник на кровле здания ТП [2].

В настоящее время для заземления нейтрали трансформатора в высоковольтных сетях (10 кВ и выше) внедряют резистивное заземление (высокоомное и низкоомное).

При высокоомном заземлении величины перенапряжений снижаются путем шунтирования емкостей фаз сети резистором, что приводит к ускорению их разряда при погасании дуги, что в свою очередь снижает потолочное значение, до которого они успевают зарядиться. В итоге минимизируется риск выхода из строя изоляции электрооборудования от перенапряжений.

Низкоомное заземление нейтрали применяется, если требуется обеспечить быстродействующее отключение присоединения с однофазным замыканием на землю (ОЗЗ) релейной защитой. При этом еще больше снижается величина перенапряжений, что приводит к повышению степени безаварийности работы электрооборудования.

Так как электрическая подстанция – это электроустановка, которая включает в себя множество оборудования, то важным вопросом является его защита от волн перенапряжения. Сравнительная характеристика основного грозозащитного оборудования приведена в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Сравнительная таблица грозозащитного оборудования

| Средство                            | Функция   | Эффект  | Недостатки   |
|-------------------------------------|---|---|--|
| Ограничители перенапряжения (ОПН)   | Ограничение всех грозовых и коммутационных перенапряжений до безопасного для защищаемой изоляции уровня | В отличие от вентильных разрядников ОПН не имеет искровых промежутков, что увеличивает их эффективность                       | Снижение электрической прочности внешней изоляции от колебаний температуры окружающей среды                                |
| Молниеотводы (тросовые, стержневые) | Принимает на себя прямой удар и отводит электрический ток в землю                                       | Очень эффективны, так как индуцированные заряды не могут накапливаться на здании и вероятность возникновения молнии снижается | Расстояние от ближайших сооружений должно быть не менее 15 м либо установка предполагается на разных сторонах здания       |
| Длинно-искровые разрядники (РДИ)    | Увеличение пути разряда, устранение горения дуги  | Эффективны за счет большой длины импульсного грозового перекрытия   | Вероятность гашения дуги уменьшается с уменьшением сопротивления заземления опоры  |
| Разрядники вентильные (РВ)          | Снижают амплитуду набегающих волн до величин безопасной для изоляции электрооборудования                | Обеспечивают достаточно высокую надежность грозозащиты, а в сетях 330 кВ и выше и защиту от внутренних перенапряжений         | Высокое пробивное напряжение искровых промежутков (вследствие чего достаточно высок уровень неограниченных перенапряжений) |
| Разрядники трубчатые (ТР)           | Гашение дуги за счет продольного дутья  | Просты в использовании, но заменяются на ОПН ввиду неэффективности  | Крутой срез волны перенапряжения, наличие предельных отключаемых токов, что осложняет их производство и эксплуатацию       |

Из сравнения можно сделать вывод, что для защиты подстанции от перенапряжений, в большинстве случаев, лучше применять ОПН, ввиду материала изготовления нелинейных резисторов и отсутствия у них искровых промежутков.

### Литература

1. Рожкова Л.Д. Электрическая часть электрических станций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 642 с.
2. Бажанов С.А., Воскресенский В.Ф. Профилактические испытания оборудования высокого напряжения. Изд. М: Энергия 1977-288с.
3. Красник В.В., Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств / В.В.Красник, М.: ЭНАС, 2011.