

РЕЖИМ НЕЙТРАЛИ ДЛЯ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Шманев В.Д.

Научный руководитель: канд.техн.наук доц. Кузьмин С.В.

Сибирский федеральный университет

Расширение промышленных площадей приводит к увеличению протяженности электрических сетей напряжением 6-10 кВ.

Для увеличения пропускной способности и снижения потерь напряжения в сетях 6-10 кВ более востребованными становятся кабели из сшитого полиэтилена и бронированные кабели больших сечений.

Данная тенденция приводит к увеличению емкости сетей 6-10 кВ по отношению к земле и, как следствие, к росту величины токов однофазного замыкания на землю (ОЗЗ).

Для ограничения токов ОЗЗ в настоящее время используют метод компенсации емкостной составляющей тока ОЗЗ за счет заземления нейтральной точки сети через дугогасящий реактор (ДГР).

Постоянное изменение конфигурации сетей 6-10 кВ приводит к необходимости использовать автоматически-регулируемые ДГР.

Опыт эксплуатации подобных ДГР выявил слабое звено в их конструкции – это нелинейный характер индуктивного сопротивления реактора. В результате этого сети 6-10 кВ в режиме ОЗЗ могут находиться в режиме недокомпенсации или перекомпенсации, что приводит к возникновению значительных перенапряжений в системах электроснабжения 6-10 кВ.

В этом случае перенапряжения в режиме ОЗЗ будут в 3 раза превышать номинальное напряжение сети, что может привести к росту числа пробоев изоляции кабельных линий и электропотребителей.

В режиме недокомпенсации наблюдаются отказы в срабатывании токовых защит от ОЗЗ, установленных на отдельных линиях. Это приводит к отключению секций шин распределительных подстанций за счет срабатывания резервной защиты от ОЗЗ, которая воздействует на вводные выключатели, что сопровождается групповым обесточиванием электроприемников.

Для исключения подобных ситуаций в сетях 6-10 кВ достаточно перейти с компенсированного режима нейтрали на комбинированный, т.е. параллельно ДГР подключить резистор, величина которого определяется селективной работой токовых защит от ОЗЗ и эффективностью ограничения перенапряжений.

На рисунке 1 приведена зависимость кратности перенапряжения в режиме ОЗЗ от соотношения добавочного активного тока, величина которого определяется сопротивлением резистора, к величине реактивной составляющей тока ОЗЗ, величина которого определяется степенью расстройки ДГР.

Опыт эксплуатации сетей 6-10 кВ с комбинированным режимом нейтрали показывает, что наложение на ток ОЗЗ добавочного активного тока практически исключает отказы и неселективную работу токовых защит от ОЗЗ.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что для промышленных сетей 6-10 кВ рациональным режимом нейтрали является комбинированный режим.

Для эффективного использования предложенного режима нейтрали сетей 6-10кВ необходимо контролировать сопротивление заземления на подстанции 6-220кВ

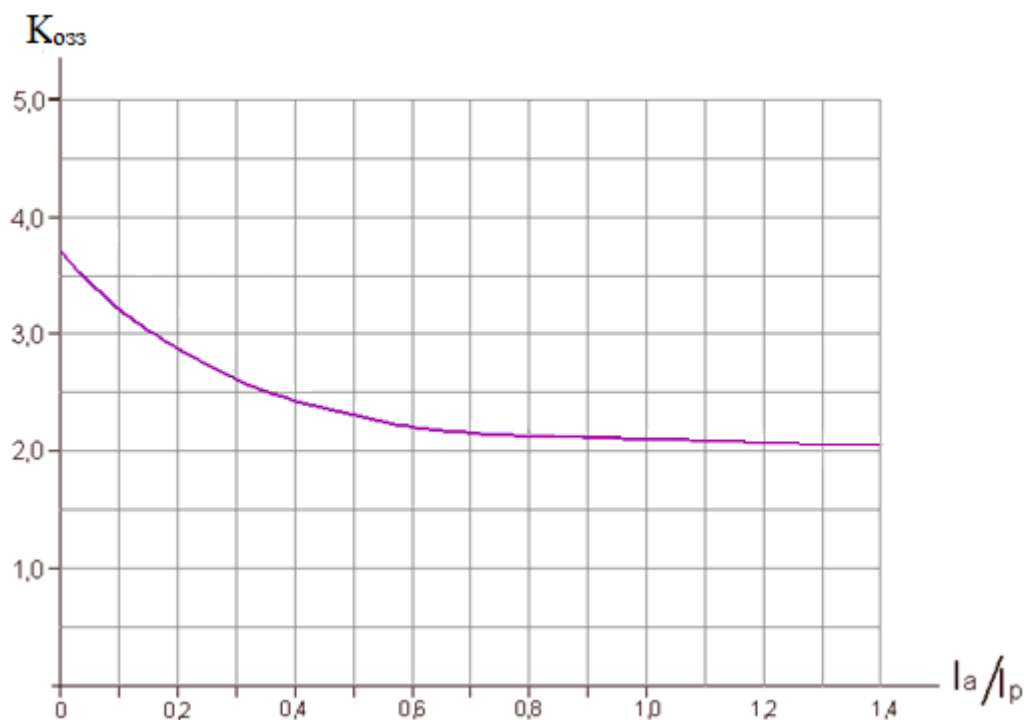


Рисунок 1 - Распределение кратности дуговых перенапряжений в зависимости от отношения активной (I_a) к реактивной (I_p) составляющих тока ОЗЗ

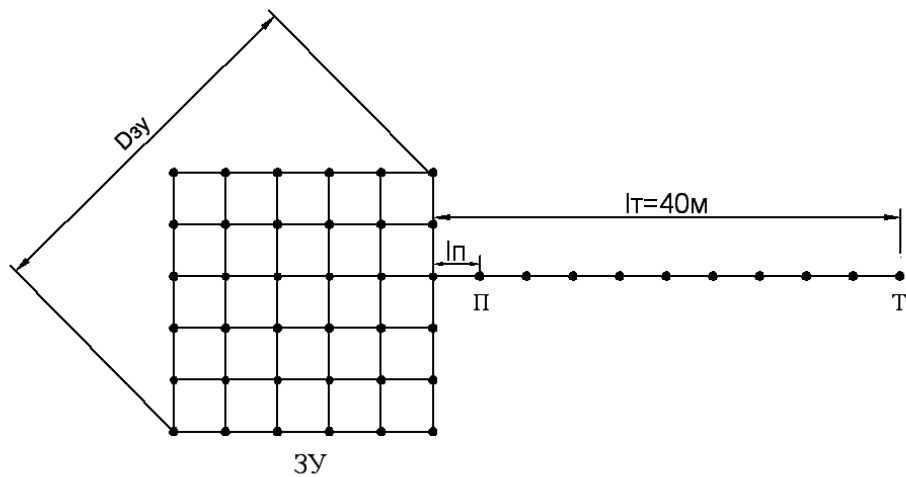
В настоящее время для измерения сопротивления ЗУ используют двухлучевые и однолучевые схемы без перемещения потенциального электрода [1] и с постоянным перемещением последнего [2].

Сложность указанных методов измерения сопротивления ЗУ связана с большими расстояниями между ЗУ и потенциальными, токовыми электродами.

Использование схем с перемещением потенциального электрода приводит к дальнейшему увеличению расстояния между ЗУ и токовым электродом, которое может достигать величины равной $5 \cdot l_{max}$, где l_{max} – наибольший линейный размер ЗУ.

На кафедре «Электрификация горно-металлургического производства» был разработан метод измерения сопротивления ЗУ подстанций с использованием коротколучевой схемы.

Схема данного метода приведена на рисунке 2, а его сущность состоит в том, что токовый электрод располагают на расстоянии 40 м от ЗУ, а потенциальный электрод перемещают и устанавливают от ЗУ в сторону токового электрода на следующем расстоянии $0,1 \cdot l_T$; $0,2 \cdot l_T$; $0,3 \cdot l_T$; $0,4 \cdot l_T$; $0,5 \cdot l_T$; $0,6 \cdot l_T$; $0,7 \cdot l_T$; $0,8 \cdot l_T$ и $0,9 \cdot l_T$ и производят измерения сопротивления ЗУ ($R_{изм}$) в каждой точке.



ЗУ – заземляющее устройство подстанции; $D_{зу}$ – диагональ ЗУ; $l_{т}$ – расстояние между токовым электродом и ЗУ – величина постоянная; $l_{п}$ – расстояние между потенциальным электродом и ЗУ – величина переменная

Рисунок 2 – Схема расположения потенциального П и токового Т электродов по отношению к заземляющему устройству подстанции

Измеренные значения ЗУ корректируют с помощью выражения

$$R = R_{изм} / \sqrt{\frac{D_{зу}}{l_{т} - l_{п}}} \quad (1)$$

где $D_{зу}$ – диагональ ЗУ, м;

$l_{т}$ – расстояние от ЗУ до токового электрода, м;

$l_{п}$ – расстояние между ЗУ и потенциальным электродом, м.

После корректировки строят зависимость $R = f(l_{п}/l_{т})$, которая имеет вид, представленный на рисунке 3.

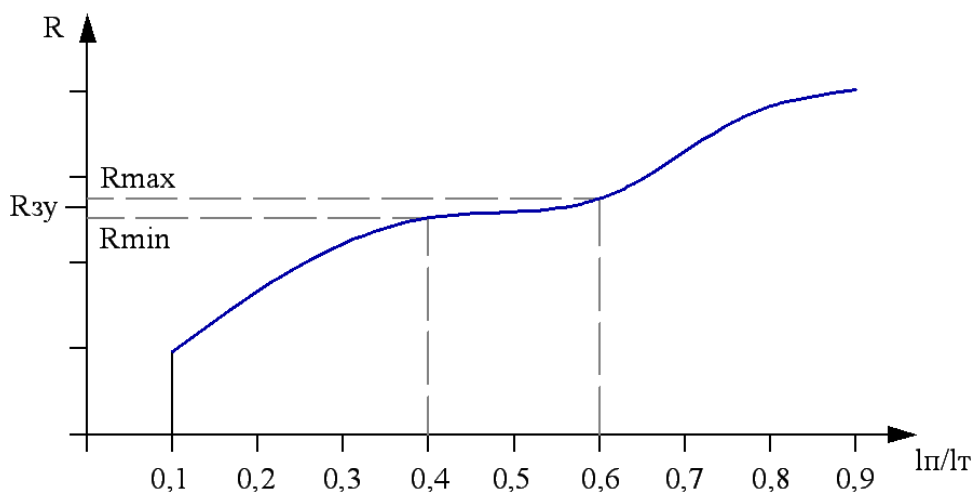


Рисунок 3 – Вид зависимости $R = f(l_{п}/l_{т})$

На интервале от 0,4 до 0,6 кривая зависимости $R = f(l_{\text{п}}/l_{\text{т}})$ имеет пологий участок. Середина проекции данного участка на ось ординат (R) будет соответствовать реальному значению сопротивления ЗУ подстанции.

Анализ данных указывает на высокую достоверность результатов измерения сопротивления ЗУ, предложенным методом, т.к. отклонения результатов данного метода от расчетных значений и от значений, полученных на основе существующих методов измерения сопротивления ЗУ, не превышают 6%, а трудоемкость предложенного метода намного меньше трудоемкости существующих методов измерения ЗУ.

Список литературы

1. Коструба С.И. Измерение электрических параметров земли и заземляющих устройств. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. СТО 56947007-29.130.15.105-2011 «Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок». – ОАО «ФСК ЕЭС» - 2011.