

Исмоилов Иброхимжон Келдибоевич,
стажер – исследователь,
Жабборов Баходир Тулкин угли, магистрант,
Мамажонова Сайёра Валижоновна, магистрант,
Кушматова Шахноза Махмудовна, магистрант,
Ферганский политехнический институт
E-mail: i.ismoilov@ferpi.uz, i.ismoilov@ferpi.uz

АНАЛИЗ СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ ЧЕРЕЗ ВЫСОКООМНОЕ АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

В статье рассмотрены вопросы о сетях с заземлением нейтрали через высокоомное активное сопротивление, анализ работы электрических сетей с компенсированной нейтралью, приведены анализ системы режима нейтрали, имеются данные работающих с изолированной или компенсированной нейтралью, указаны проблемы к надежности и бесперебойности сетей, а также меры решение проблемы гашения дуги замыкания на землю. Приведен обзор литературы по вопросам режима нейтрали в электрических сетях.

Ключевые слова: Заземление нейтрали, высокоомное активное сопротивление, компенсированный и изолированный нейтраль, надежность, бесперебойность, гашение дуги, режимы нейтрали.

Ismoilov Ibrohimjon Keldiboevich, trainer-researcher,
Zhabborov Bakhodir Tulkin ugli, graduate student,
Mamajonova Sayyora Valizhonovna, graduate student,
Kushmatova Shakhnoza Makhmudovna, graduate student,
Ferghana Polytechnic Institute

ANALYSIS OF NETWORKS WITH NEUTRAL EARTHING THROUGH HIGH-VALUE ACTIVE RESISTANCE

The article discusses the issues of networks with neutral grounding through high-resistance resistance, analysis of the operation of electrical networks with compensated neutral, analysis of the neutral mode system, there is data working with isolated or compensated neutral, problems of reliability and continuity of networks are indicated, as well as measures to solve the problem extinguishing the earth fault arc. A review of the literature on the neutral mode in electrical networks is given.

Key words: Neutral grounding, high-resistance active resistance, compensated and isolated neutral, reliability, uninterrupted operation, arc extinction, neutral modes.

В последнее время в кругу специалистов [1,2] рассматривается предложение о заземлении нейтрали через активное сопротивление [3], выбранное с таким расчетом, чтобы при металлическом замыкании на землю в сети возникал активный ток порядка нескольких десятков или даже сотен ампер. Указанное заземление нейтрали выполняется включением между нейтральной точкой какого-либо элемента оборудования (обычно силового трансформатор) и землей высокоомного резистора либо дополнительного однофазного трансформатора с резистором во вторичной цепи. Имеется также включение резистора в цепь вторичных обмоток трехфазного

трансформатора или группы из трех однофазных трансформаторов, причем их вторичные обмотки соединяются в разомкнутый треугольник. При такой схеме отпадает необходимость в использовании выведенной нейтрали оборудования [4].

При этом ссылаются на практику некоторых зарубежных стран, где перешли на заземление нейтрали через активное сопротивление. Таким путем устраняется возможность больших перенапряжений на неповрежденных фазах и сопутствующих им других нежелательных явлений. Кроме того, достигается возможность применения простой токовой (ненаправленной) защиты от однофазных замыканий на землю.

Однако в таком режиме нейтрали заинтересованы, главным образом, только работники служб релейной защиты, так как он открывает возможность применения простейшей, удобной в эксплуатации защиты. В тоже время создание столь значительного тока замыкания на землю I_3 , безусловно, ухудшает условия безопасности в сети и снижается надежность электроснабжения потребителей. Учитывая наличие разработок защиты, основанных, но вместе с тем достаточно надежных, при которых не требуются столь большие токи замыкания на землю, следует указанное увеличение тока неоправданным и излишним [5].

При емкостных токах, не превышающих предельных значений, указанных в §42.8 ПТЭ, применение компенсации, предлагавшееся в некоторых работах, например [7,8], по существу является излишним, имея ввиду, что ограничение перенапряжений при перемежающихся замыканиях и прочие положительные результаты достигаются более просто при помощи активного заземляющего сопротивления, выбранного с учетом изложенных соображений.

В тех случаях, когда защита должна действовать на отключение, а полный емкостной ток замыкания на землю в сети 6–10 кВ не превышает всего 2÷4 А, вместо высокоомного резистора в нейтрали может быть включен заземляющий трансформатор напряжения типа НТМИ с замкнутой накоротко вторичной нулевой обмоткой. Таким путем создается достаточный активный ток замыкания на землю 1÷2 А. Здесь большой практический интерес, в особенности для решения вопросов электробезопасности в сетях 6–10 кВ, представляет влияние на суммарный ток замыкания на землю наложения дополнительной активной составляющей [3,4]. В частности, последнее важно при определении тока, который может пройти через тело человека в случае его непосредственного прикосновения к токоведущей части, находящейся подстанция рабочим напряжением сети [3].

По данным [6], при заземлении нейтрали через высокоомное активное или активно–индуктивное сопротивление и дополнительном токе замыкания на землю, не превышающем $0,1 I_c$, переходные процессы замыкания на землю мало отличаются от процессов имеющих место при полностью изолированной нейтрали.

При больших значениях I_a , порядка $(0,5–1) I_c$, вероятная кратность перенапряжений на неповрежденных фазах снижается до 2,1 [6]. Заметим, что еще в 1918 г. В.Петерсен дал формулу: $R_H = (1 \div 2,5) \frac{1}{3} \omega C$ для выбора сопротивления, ограничивающего перенапряжения. Этому условию соответствует $I_a = (0,4–1) I_c$.

Необходимо отметить, что при заземлении нейтрали через высокоомное активное сопротивление достигаются следующие преимущества по сравнению с полностью изолированной нейтралью сети:

1. Практически предотвращается возможность возникновения перемежающихся дуг при однофазном замыкании на землю.
2. Уменьшается кратность бросков свободного емкостного тока, а установившийся ток замыкания на землю практически не возрастает, эффективно способствует предотвращению феррорезонансных явлений в сети.

Наряду с перечисленными преимуществами следует иметь в виду конструктивные затруднения, с которыми приходится сталкиваться при осуществлении заземления нейтрали через активное сопротивление, в особенности при значительном емкостном токе сети. Отметим, что рассмотренный режим заземления нейтрали при токах замыкания на землю 15 А и выше требует обеспечения резервного электроснабжения ответственных потребителей [8]. Ячейка выключателя каждой линии должна оборудоваться устройством автоматического повторного включения (АПВ) и защитой, действующей на отключение. Поэтому следует считать основной областью применения такого заземления сети с небольшим емкостным током замыкания на землю (ориентировочно до 10 А).

Выводы:

1. Наличие потерь активной мощности в реакторах вызывает смещение амплитудных характеристик в сторону положительных расстроек. В связи с тем, что настройка автоматических устройств регулирования тока компенсации, работающих на принципе измерения фазовых характеристик, и контроль точности их настройки производится по максимуму напряжения смещения нейтрали, необходимо учесть погрешности, обусловленные потерями активной мощности в реакторе.

2. Дана рекомендация для снижения влияния напряжения естественной несимметрии проводимостей фаз сети на землю. Выбор коэффициента искусственной несимметрии следует производить по условию обеспечения точности регулирования и ограничения напряжения на нейтрали.

3. Предложены эффективный метод измерения комплексной проводимости на землю КНП электрической сети и метод определения коэффициента расстройки, основанные на необходимости отключения ДГР со ступенчатым регулированием от сети для производства переключений ответвлений.

4. Предложен удобный в эксплуатации способ настройки ДГР типа ЗРОМ и РЗДСОМ, выпускаемых промышленностью, основанный в момент переключений ответвлений, без применения дополнительных устройств или специальных указателей.

Литература:

1. **Беляков, Н.Н.** Перенапряжение от заземляющих дуг в сетях с активным сопротивлением в нейтрали. [Текст] // Тр. ВНИИ энергетики, 1961, вып.11, с. 53 – 59.
2. **Кузьмичев, А.И.** Исследование высших гармонических в токе замыкания на землю в схеме электроснабжения химических предприятий. – В кн.: Компенсация токов замыкания на землю в электрических сетях 6–35 кВ и связанные с ней пути экономии электроэнергии: [Текст] / И.Н. Степанов, В.А. Щедрин // Тез. докл. науч.– техни. конф. Челябинск, 1980, с.7–10.
3. **Сирота, И.М.** Заземления нейтрали через активное сопротивление в некомпенсированных сетях 6–10 кВ. [Текст] / В.В. Назаров // Техн. электродинамика, 1980, № 5, с. 84 – 91.
4. **Сирота, И.М.** Защита от замыканий на землю в электрических системах. [Текст] // Киев: Изд-во академии наук УССР, 1955. – 208 с.
5. **Сирота, И.М.** О режимах нейтрали сетей 6–35 кВ. [Текст] // Электрические станции, 1988, №6, с.69–73.
6. **Степанов, И.Н.** Вопросы настройки ДГР ступенчатым регулированием. – Тезисы докл.науч.техн.конф., [Текст] / Т.К. Жобборов // Павлодар. 1988, с.64–65.
7. **Степанов, И.Н.** Погрешности настройки индуктивности дугогасящих реакторов в резонанс с емкостью электрической сети. [Текст] / Т.К. Жабборов // М.: МЭИ, сб. научн. трудов №162, стр. 103–111.
8. Режимы нейтрали в электрических распределительных сетях напряжением до 35 кВ:

Тез. докл. научно.– техн. конф. – Киев, 1980. – 103 с.