

так как не позволяет достаточно точно учесть факторы, формирующие энергопотребление. Метод статистической экстраполяции может выполняться непосредственной экстраполяцией временных рядов или однофакторным либо многофакторным регрессионным моделированием зависимости потребления того или иного вида ТЭР от макроэкономических показателей.

Нормативно-балансовый метод предусматривает расчеты, основанные на укрупненных удельных нормах расхода электроэнергии и данных об объемах производства отраслей промышленности и уровнях развития сельского хозяйства, транспорта и коммунального хозяйства.

Метод экспертных оценок представляет собой получение и обработку группой экспертов-специалистов ряда вопросов, касающихся развития топливно-энергетического комплекса. Достаточно низкие требования к исходной информации позволяют применять метод экспертных оценок как элемент долгосрочного прогнозирования развития энергетики на перспективу 20-30 лет.

Анализ задач и методов оценки энергопотребления для современных условий позволил авторам выполнить систематизацию областей применения этих методов в виде матриц, представленных на рисунках 1 и 2.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕЗИСТИВНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В СЕТЯХ 6–35 КВ

А.О. Добродей

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Л.И. Евминов

В Республике Беларусь электрические сети напряжением 6–35 кВ исторически разрабатывались и строились с изолированной или компенсированной нейтралью. Данные сети являются в настоящее время наиболее повреждаемой частью электрических систем. Замыкания на землю в таких сетях обычно не устраняются релейной защитой, а значит существуют относительно длительно. Это приводит не только к повышенной электроопасности, но и к перенапряжениям в сети, что, в свою очередь, ведет к пробоям изоляции других фаз, к междуфазным к.з., особенно опасны дуговые замыкания, связанные с наибольшими значениями перенапряжений.

Защита сетей 6–35 кВ различного конструктивного исполнения и назначения от дуговых перенапряжений при однофазных замыканиях на землю может осуществляться путем резистивного заземления нейтрали.

Целью работы является исследование состояния вопроса резистивного заземления нейтрали сетей 6–35 кВ и рассмотрение возможности применения резистивного заземления нейтрали в этих сетях.

К настоящему времени перенапряжения в сетях 6–35 кВ достаточно изучены и имеется много экспериментального и практического материала по их видам и кратностям. Согласно [3], кратности перенапряжений, в силу различного рода причин, могут находиться в пределах (2,4 – 6,0).

Теоретические исследования и опыт эксплуатации показывают, что уменьшить величину дуговых перенапряжений и число замыканий на землю без значительного искусственного увеличения тока замыкания на землю, сохранив тем самым возможность работы сети без автоматического отключения однофазных повреждений, можно за счет включения в нейтраль сети высокоомного или низкоомного резистора.

Резистор в нейтрали системы обеспечивает стекание заряда нулевой последовательности за время T между ближайшими замыканиями, составляющее полупериод промышленной частоты ($T = 0,01$ с), что обеспечивает снижение напряжения на нейтрали, снижая тем самым величину перенапряжений [2].

Варианты схем подключения резисторов для заземления нейтрали сетей 6–35 кВ представлены на рисунке 1.

Наиболее распространены схемы включения резистора в цепь нулевой последовательности трансформатора со схемой соединения обмоток Y/Δ (рис. 1а, в).

Заземляющий резистор и трансформатор при высокоомном заземлении выбираются, исходя из режима длительного протекания тока. Заземляющий резистор и трансформатор при низкоомном заземлении выбираются, исходя из ограниченного временем протекания тока (10–60 с) [2].

Значение сопротивления резистора в нейтрали должно определяться, исходя из величины тока замыкания на землю и требуемого уровня снижения дуговых перенапряжений. При необходимости выбранное сопротивление проверяется по условиям ограничения феррорезонансных явлений и по устойчивости в несимметричном режиме.

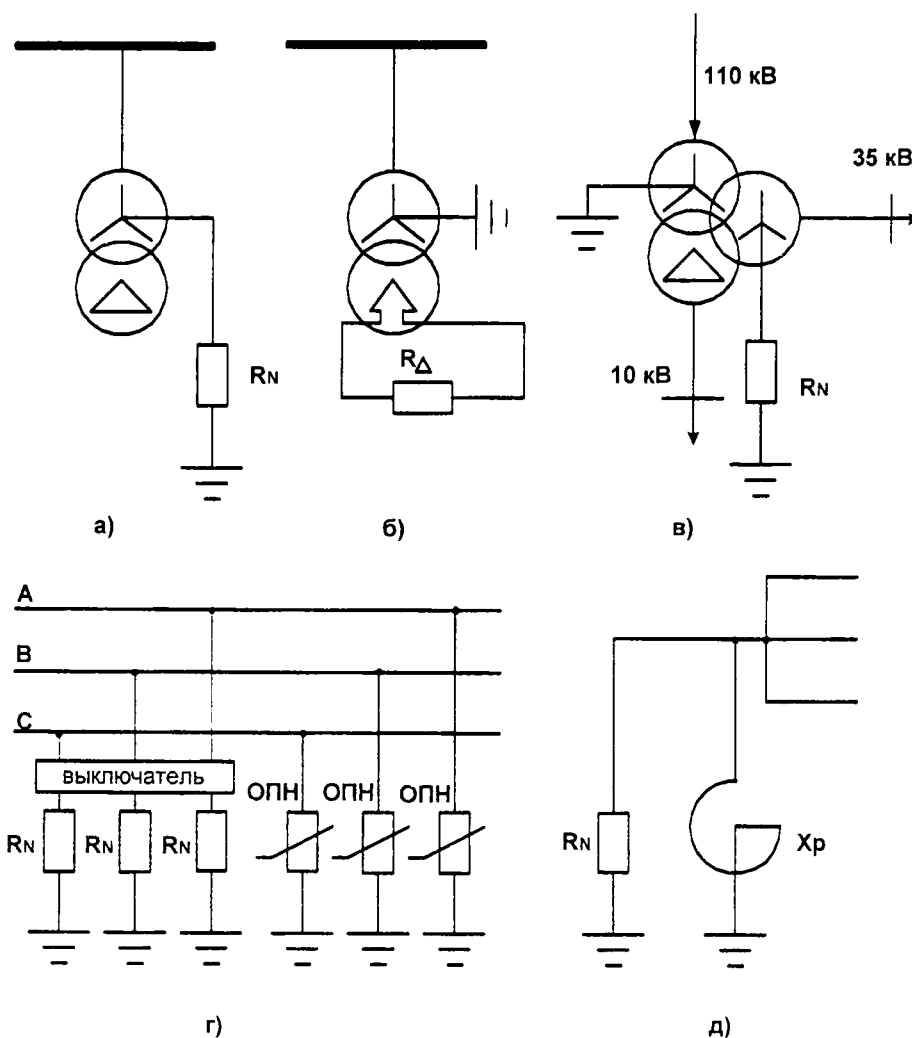


Рис. 1. Схемы подключения резистора для заземления нейтрали

В схеме на рисунке 1г резисторы нормально отключены. Сигналом о замыкании на землю служит появление тока нулевой последовательности. Далее включаются резисторы и начинает работать релейная защита (выполненная в трехфазном исполнении), которая отключает поврежденную линию, а затем и резисторы. ОПН ограничивают возможные повышения напряжений до включения резисторов и после их отключения [4]. Появляющийся при этом активный ток позволяет выявить поврежденное присоединение. Сопротивление заземляющих резисторов рекомендуется выбирать таким образом, чтобы протекающий по ним при однофазном замыкании на землю активный ток приблизительно равнялся полному емкостному току сети. Заземляющие резисторы выполняются маломощными, теплопоглощающими, с временем термической стойкости порядка 10 – 20 секунд [1].

Снижение перенапряжений в сети при расстройке ДГР, а также при несимметричных режимах, сопровождающихся резонансными перенапряжениями, может быть достигнуто путем применения высокоомного резистора, включенного параллельно ДГР [2].

Схема, представленная на рисунке 1д, весьма эффективно снижает перенапряжения при дуговых замыканиях, имеющих место вследствие расстройки компенсации, помогает повысить чувствительность релейной защиты, а также снижает резонансные перенапряжения, вызванные несимметрией сети до уровня не выше $2,5 U_{\phi}$ [1].

Высокоомное заземление нейтрали оказывает существенное влияние на снижение рассеиваемой энергии в варисторах ОПН в основном за счет уменьшения числа повторных зажигания дуг сети. Повторные зажигания при пробивном напряжении выше фазного становятся невозможными, а многократные зажигания при пробивном напряжении ниже фазного не приводят к перенапряжениям выше 2,2...2,4, что, в свою очередь, практически исключает сколько-нибудь значительные токовые воздействия на ОПН [2].

Высокоомное и, в особенности, низкоомное резистивное заземление нейтрали позволяет снизить остающееся напряжение на ОПН и, тем самым, обеспечить более глубокую защиту изоляции электродвигателей [2].

«ПНП Болид» разработаны и серийно выпускаются резисторы типа РЗ для заземления нейтрали сетей 3–35 кВ. Резистор данного типа рассчитан на время воздействия наибольшего фазного напряжения до 6 часов, что позволяет обходиться без автоматики и защит для его отключения [3].

Выводы:

Резистор постоянно подключен к нейтрали сети и должен постоянно функционировать в режиме однофазного замыкания на землю, вплоть до устранения аварии. Это позволяет ограничивать перенапряжения на время существования замыкания и обеспечить непрерывность электроснабжения потребителей.

Высокоомные резисторы, обеспечивая должную защиту от перенапряжений, не ухудшают условий гашения дуги, и активный ток, создаваемый ими, может быть использован для создания селективной токовой защиты, которая может действовать как на сигнал, так и на отключение в зависимости от условий обеспечения надежности и безопасности электроснабжения. Высокоомный резистор, шунтирующий ДГР, позволяет избежать многократных повторных зажигания дуги при пробивных напряжениях, снижает кратность дуговых перенапряжений, уменьшает опасность резонансных явлений.

Низкоомное заземление нейтрали призвано создать ток при однофазном замыкании в десятки и сотни ампер и, естественно, сочетается с устройством релейной защиты, действующей на немедленное отключение. При этом снижаются кратности перенапряжений и время их воздействия на изоляцию электрооборудования.

В то же время при низкоомном заземлении усложняется конструкция заземляющих резисторов и повышаются капитальные затраты или на модернизацию контуров заземления или на замену выключателей с соответствующими токами отключения. Также необходимо учитывать, что любая несимметрия напряжения нейтрали, даже в пределах допустимых ПТЭ, будет приводить в нормальном режиме к длительному выделению энергии на резисторе.

Литература

1. Ограничение перенапряжений и режимы заземления нейтрали сетей 6–35 кВ: Труды Второй Всероссийской научно-технической конференции. – Новосибирск, 2002. – 200 с.
2. Защита сетей 6–35 кВ от перенапряжений /Ф.Х. Халилов, Г.А. Евдокунин, В.С. Поляков и др.; Под ред. Ф.Х. Халилова, Г.А. Евдокунина, А.И. Таджибаева. – СПб.: Энергоатомиздат: Санкт-Петербургское отделение, 2002. – 272 с.: с ил.
3. Аношин О.А., Киреев С.Б. Повышение надежности эксплуатации электрических сетей 6–10 кВ //Энергия и менеджмент. – 2003. – № 5.
4. Основные направления совершенствования эксплуатации электрических сетей /М.А. Короткевич. – Мн.: ЗАО «Техноперспектива», 2003. – 373 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНО РАБОТАЮЩИХ УЧАСТКОВ НЕФТЕПРОВОДА С УЧЕТОМ СОСТАВА НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

С.И. Половинко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители Ю.Н. Колесник, Н.В. Токочакова

Проблема энергосбережения для Республики Беларусь является весьма актуальной т. к. республика импортирует до 85 % энергетических ресурсов при высоких ценах на них.

Чтобы следовать принципам энергосбережения, необходимо установить факторы, определяющие режимы энергопотребления.

Цель работы: оценить влияние состава насосных агрегатов (НА) на экономическую эффективность работы нефтепровода.

Достижение поставленной цели было осуществлено следующим образом:

1. Используя информационную базу данных, сформированы исходные массивы суточных значений перекачки нефти $P_i[1..N]$ и расхода электроэнергии $W_i[1..N]$ за исследуемый период времени.

2. Произведена классификация режимов электропотребления по составу работающих насосных агрегатов.

3. Построены зависимости, характеризующие режимы электропотребления при различных комбинациях насосных агрегатов.

4. Установлены режимы работы насосных агрегатов, обеспечивающие энергоэффективность транспортировки нефти.

Корреляционное поле точек зависимости $W_{уд} = f(P_{сум})$ представлено на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, режим электропотребления характеризуется значительным разбросом $W_{уд}$, вследствие влияния большого количества факторов. Поэтому актуальной является задача управления энергоэффективностью работы нефтепровода путем воздействия на влияющие факторы.