

Трансформатор ТМГСО може бути використаний також для живлення власних потреб підстанцій 110(35)/10(6) кВ у схемах живлення пристроїв релейного захисту й автоматики.

Висновки

З огляду на техніко-економічну й соціальну важливість завдань підвищення енерго-ефективності експлуатації електротехнічного устаткування, вже найближчим часом можна задовольнити потребу енергопостачальних підприємств у силових трансформаторах зі схемою $Y/\Delta/Y-0$, виключивши виробництво трансформаторів $\Delta/Y-0$ і $Y/Z-0$.

Список використаних джерел

1. Вольдек А. И. Электрические машины / А. И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1974. – 840с.
2. EN 60076-2:2011 Power transformers. Temperature rise for liquid-immersed transformers.
3. EN 50464-1:2007 Standard and oil immersed transformer losses.

УДК 621.311

С. Н. Семененко, інженер

Торговый дом «ЭЛВО-Украина», г. Киев, Украина

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И УДОБСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6(10) кВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРВТ-10 кВ

С целью повышения надежности, безопасности и удобства обслуживания распределительных сетей напряжением 6(10) кВ обосновано использование предохранителя-разъединителя выхлопного ПРВТ-10.

Постановка проблемы

Возрастающие требования потребителей к качеству поставляемой электроэнергии, предъявляет повышенные требования к распределительным устройствам и их компонентам. Отличительными особенностями, оказавшими влияние на состояние распределительных сетей Украины настоящего времени, стали отсутствие единой технической политики эксплуатирующих организаций, которая бы определяла идеологию построения сетей 6-20 кВ и отсутствие опыта проектирования сетей нового поколения. В то же время, энергокомпаниям необходимо учитывать современные требования к оборудованию сетей 6-20 кВ и внедрять новые технологии, позволяющие достичь снижения удельной затраты и повысить эксплуатационные характеристики сети.

Поэтому к оборудованию распределительных сетей предъявляются жесткие требования:

- высокая надежность работы;
- простота в управлении и безопасность в обслуживании;
- отсутствие или минимум ремонтов;
- разнообразие типоразмеров;
- разумное соотношение цены и эксплуатационных характеристик;
- обеспечение показателей качества и надежности электроснабжения потребителей.

В условиях реформирования энергетической отрасли и перехода сетевых компаний на рыночные отношения объективно назревает угроза выставления исковых требований к предприятиям облэнерго со стороны потребителя за неудовлетворительные показатели качества и за объемы недопоставленной электроэнергии.

Анализ публикаций

Более 100 лет тому назад был создан первый предохранитель и до сих пор не создан более надежный и наиболее широко применяемый коммутационный аппарат. Этот феномен объясняется тем, что плавкий элемент совмещает в себе функцию релейной автоматики и своего рода привод. Длительный неполнофазный режим работы электро-

оборудования при срабатывании предохранителя обычно исключается путем отключения нагрузки на вторичной стороне силового трансформатора.

Плавкие предохранители ПК(Т), которые при всех своих основных преимуществах (простота эксплуатации и малая стоимость) имеют целый ряд существенных недостатков, значительно усложняющих работу электрических сетей. Среди недостатков ПК(Т) следует отметить:

- 1) невозможность автоматического повторного включения цепи после срабатывания предохранителя при перегорании плавкой вставки;
- 2) неселективная работа – не обеспечивается избирательность отключений;
- 3) сложность поиска поврежденных участков сети, что приводит к увеличению времени на устранение аварий;
- 4) опасность для оперативного персонала при проверке и замене предохранителей 6-10 кВ под напряжением и под нагрузкой.

Коммутационным аппаратом, устраняющим существующие недостатки предохранителей и, кроме этого, обладающим функциями разъединителя, является предохранитель-разъединитель выхлопного типа ПРВТ-10.ПУ1 производства ЗАО «ЗЭТО» (г. Великие Луки, РФ) [1].

Совмещение в патроне функций разъединителя и выключателя нагрузки делает этот аппарат с неограниченными возможностями при сравнительно небольшой стоимости. Ведущие страны мира, такие как США, Канада, Австралия и др., в схемах защиты электрооборудования наружной установки широко применяют выхлопные предохранители на напряжение от 6 кВ и выше, в том числе предохранители-разъединители.

ПРВТ-10 как коммутационный аппарат более высокого класса позволяет [2]:

- 1) обеспечивать видимую сигнализацию срабатывания в режиме предохранителя за счет наличия автоматического откидывающегося патрона, что в свою очередь позволяет эксплуатационному персоналу быстро определить сработавший предохранитель;
- 2) обеспечить селективность защиты при возникновении ненормальных режимов работы в замкнутых сетях за счет наличия в нем функций разъединителя;
- 3) производить быструю и удобную замену плавкой вставки с земли (до 5 мин);
- 4) выполнять функции разъединителя;
- 5) выполнять отключение токов нагрузки в режиме разъединителя до 10 А.

Предохранители-разъединители предназначены для защиты силовых трансформаторов и распределительных сетей от коротких замыканий и предельных перегрузочных токов частотой 50 Гц, а также включения и отключения участков электрической цепи (с изолированной или заземленной нейтралью) с отключенной нагрузкой при наличии в них емкостных и индуктивных токов при помощи оперативной штанги. Их можно применять для защиты силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения, конденсаторных батарей, секционирования линий электропередачи [2].

Предохранители-разъединители выполнены в виде однополюсного аппарата, состоящего из одного фарфорового изолятора, на концах которого, на кронштейнах, закреплены контактные системы. В контактных системах устанавливается держатель заменяемого элемента (патрон) (рис. 1). Труба патрона предохранителя выполнена из армированного газогенерирующего материала, который имеет не только хорошие изоляционные свойства и дугогасящую способность, но и высокую механическую прочность.

Ресурс патрона составляет не менее 5 отключений номинального тока короткого замыкания – 6,3 кА (апериодическая составляющая тока – 11 кА), а токов перегрузки – до нескольких десятков отключений. В патрон предохранителя-разъединителя устанавливается заменяемый элемент с плавкой вставкой.

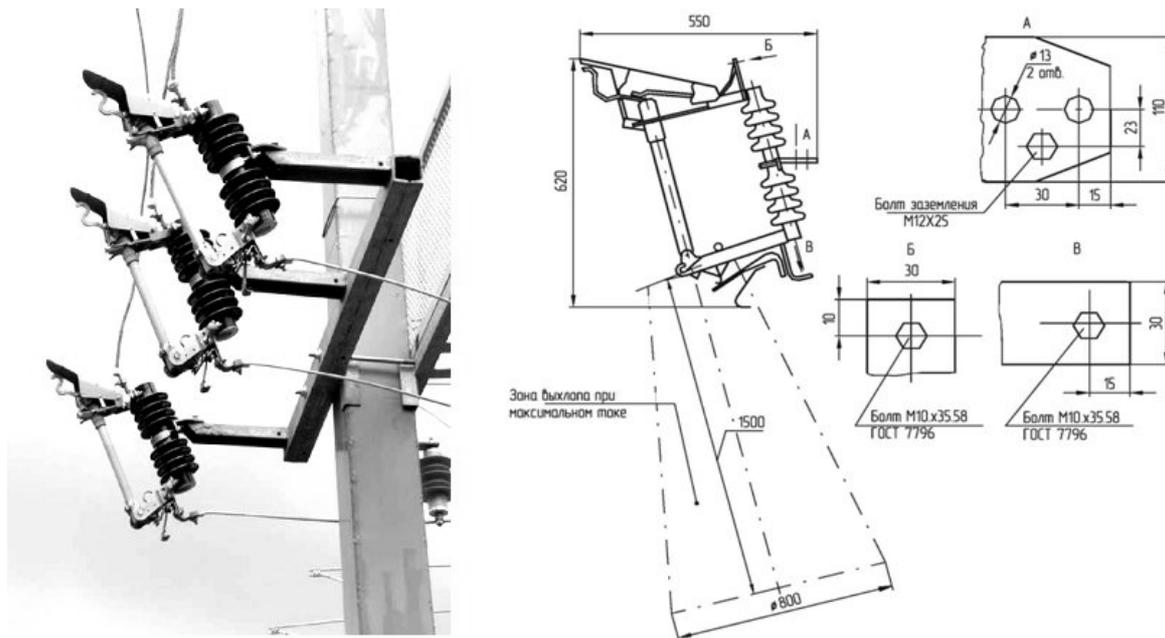


Рис. 1. Внешний вид и конструкция ПРВТ-10

Заменяемые элементы выполняются с двумя типами время токовых характеристик для селективной защиты: типа «К» – быстрые; типа «Т» – медленные, соответствующие по своим характеристикам и надежности требованиям зарубежных стандартов и МЭК. Рабочее положение аппарата – включенное, патрон (он же главный нож) установлен в контактах. Снятие и установка держателя заменяемого элемента вручную осуществляется при помощи специальной оперативной изолирующей штанги.

При прохождении токов перегрузки или короткого замыкания перегорает плавкий элемент, дуга гасится под давлением газа, выделяемого газогенерирующими материалами патрона, происходит срабатывание ПРВТ. Патрон выходит из контактов, обеспечивает видимый разрыв цепи и отключенное положение аппарата. Таким образом, аппарат выполняет одновременные функции защитного аппарата и разъединителя. Основные параметры предохранителя-разъединителя приведены в [1; 2].

Основные материалы исследования

С целью повышения безопасности и удобства обслуживания сетей, на основе ПРВТ-10 кВ ЗАО «ЗЭТО» разработан ряд трансформаторных подстанций 6-10 кВ мощностью от 25 до 160 кВА без разъединительного пункта и шкафа высоковольтных предохранителей (ПТС, ПТСП, КТППР). Для модернизации существующих подстанций шкафного типа до 250 кВА разработана инструкция. Модернизация КТП заключается в замене на столбе разъединителя РЛНД-10 на ПРВТ-10, с соответствующим комплектом монтажных частей и замене в шкафу КТП предохранителей ПКТ на соединительные шины.

При использовании усиленных композитных многогранных опор можно выполнять на одной опоре столбовую подстанцию мощностью до 250 кВА.

Столбовые трансформаторные подстанции (ТП) с применением ПРВТ-10 кВ особенно эффективны в первую очередь в тех местах, где невозможна установка подстанций киоскового типа и по улице проходят высоковольтные и низковольтные линии электропередачи. Применение столбовых ТП с ПРВТ-10 кВ позволяет существенно сократить затраты на техприсоединение отдаленных объектов мощностью 20-30 кВт (так называемый глубокий ввод).

Первый опыт эксплуатации столбовых ТП (Корочанский РЭС, Белгородэнерго) показал, что использование таких подстанций позволяет существенно сократить потери в

сети за счёт уменьшения протяжённости воздушной линии, а также максимально сократить количество оставшихся без электроэнергии потребителей при аварийных отключениях подстанции (рис. 2).



Рис. 2. ПРВТ-10 на существующих объектах электрических сетей

Для оценки экономической целесообразности установки предохранителя-разъединителя ПРВТ-10 кВ при реконструкции существующих и строительстве новых ТП 10/0,4 кВ рассмотрим сравнение двух вариантов по капитальным затратам на коммутационные аппараты и вспомогательное оборудование (опоры и арматура) с эксплуатационными затратами на них.

ВАРИАНТ № 1 «Упрощенная ТП с применением разъединителя РЛНД и предохранителя ПК-10».

ВАРИАНТ №2 «Одностоечная ТП 10/0,4 кВ с применением ПРВТ-10 кВ».

Результаты технико-экономического сравнения затрат на установку и эксплуатацию сведены в таблицу 1.

Секционирование линий коммутационными аппаратами (разъединителями, управляемыми разъединителями, пунктами секционирования) является наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных электрических сетях среднего напряжения.

При использовании схемы построения распределительной сети с ручным секционированием вся работа секционирующих аппаратов (разъединителей, пунктов секционирования) зависит от решений верхнего уровня (диспетчера). Основными элементами сети для выделения (секционирования) поврежденных участков сети на магистрали являются линейные разъединители, а в ряде случаев пункты автоматического секционирования на базе ячеек КРУ. Сетевое резервирование выполняется вручную (рис. 3). При возникновении повреждения на любом участке происходит отключение защитного аппарата на отходящем фидере и все потребители на длительное время теряют питание. Для локализации повреждения на фидер выезжает бригада. Путем последовательных переездов и переключений разъединителей вручную, выделяет поврежденный участок сети и запитывает остальных потребителей от основного и резервных источников питания. При этом задействуется техника, персонал, и длительность отключений достаточно велика.

Таблица 1

Технико-экономическое сравнение вариантов подстанций 10/0,4 кВ

Однофазная ТП с ПРВТ-10 кВ	Стоимость затрат, грн (на июль 2006 г.)	Упрощенная ТП 10/0,4 кВ с РЛНД-10 и ПК-10	Стоимость затрат, грн (на июль 2006 г.)
Предохранитель-разъединитель ПРТВ-10 кВ (2 шт) с комплектом ЗИП (19 шт плавкие вставки)	6000	Разъединитель РЛНД-10	1100
Работы по монтажу ПРВТ-10	504,23	Работы по монтажу РЛНД-10 с приводом	504,23
–	–	Предохранитель ПК-10	250,00
–	–	Замена ПК-10 (19 шт)	4750,00
Работы по замене плавких вставок (19 шт)	163,2	Работы по замене ПК-10 (19 шт)	163,20
Штанга ШОПР-15 (1 на каждую бригаду ОВБ+2 запасных)	65,00	Привод ПРНЗ-10	175,00
Комплект монтажных элементов	280,00	Комплект монтажных элементов	280,00
Однофазная опора	1080,00	Однофазная опора – 2 шт	2160,00
Работы по установке опоры	562,13	Работы по установке опор – 2 шт	1124,26
ИТОГО затрат:	8654,56	ИТОГО затрат:	10431,68

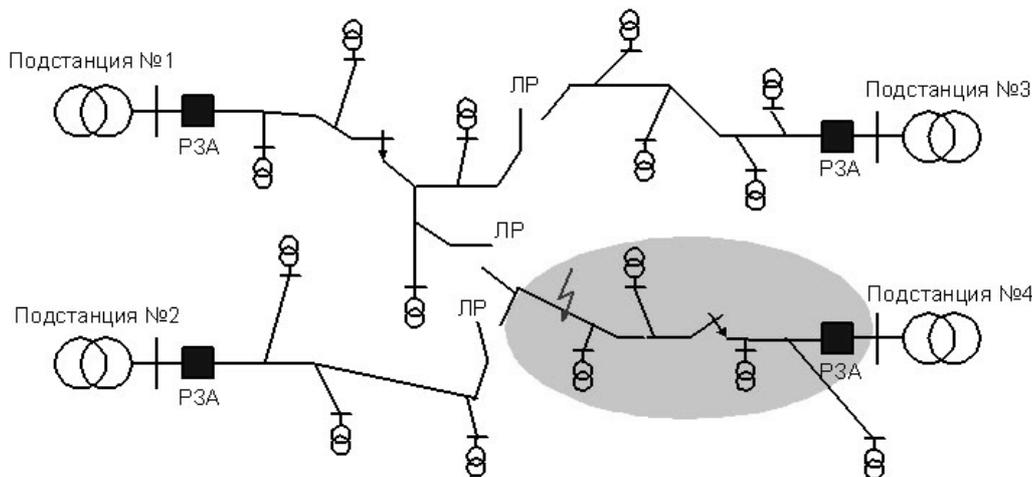


Рис. 3. Существующая схема построения распределительных сетей

Увеличение общей протяженности магистральной линии от центра питания до наиболее удаленного потребителя (так называемая проблема «длинного фидера»), и низкая автоматизация послеаварийных переключений неминуемо приводит к увеличению количества и продолжительности аварийных отключений потребителей, а как следствие к значительному снижению надежности электроснабжения и возможным финансовым штрафным санкциям по качеству электроэнергии.

Таким образом, решение проблемы автоматизации распределительных сетей является актуальным и важным вопросом. Основными задачами автоматизации линий являются:

- повышение надежности электроснабжения потребителей;
- выделение поврежденного участка – зональная организация сетей с использованием пунктов продольного секционирования;
- создание полностью управляемой и наглядной схемы распределительной сети.

Из существующих на сегодняшний день решений, которые позволяют реализовать принципы построения интеллектуальной распределительной сети (рис. 4), являются:

- 1) установка на магистральных участках сети большой протяженности и линий, к которым подключаются социально значимые объекты, автоматических пунктов секционирования на базе реклоузеров;
- 2) использование линейных разъединителей качающегося типа серии РЛК-10 для выделения (секционирования) поврежденного участка сети на магистрали;
- 3) использование ПРВТ-10 на участках многоотпаечных ВЛ для защиты ответвленной сети, а также в составе столбовых ПС 10/0,4 кВ.

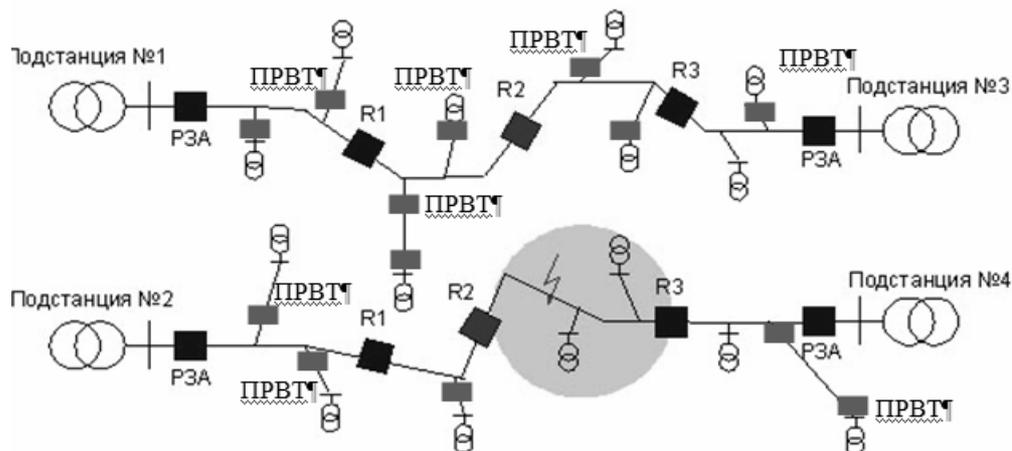


Рис. 4. Схема построения распределительных сетей с применением ПРВТ-10

Реализованная схема автоматизации сети (рис. 4) позволяет выделять поврежденные участки линии за считанные секунды, что значительно сокращает простой трансформаторной мощности и в целом сокращает недоотпуск электрической энергии потребителям. При этом обеспечивается возможность дистанционной реконфигурации топологии сети, автоматического сбора информации о параметрах режимов ее работы и состоянии установленного оборудования.

С целью повышения эффективности работы распределительных сетей Министерство топлива и энергетики Украины приказом № 559 от 20.11.2007 утвердило нормативный документ [4], в соответствии с которым рекомендуется использование ПРВТ-10 в распределительных сетях напряжением 10 кВ при:

- разработке перспективного плана развития сети напряжением 10 кВ;
- выполнении технико-экономических расчетов реконструкции, модернизации и нового строительства распределительных сетей;
- выдаче технических условий на присоединение электроустановок потребителей к электрическим сетям;
- проектировании, реконструкции, модернизации и нового строительства распределительной сети напряжением 10 кВ;
- разработке проектов по повышению надежности электроснабжения;
- разрешении вопросов повышения качества поставляемой электрической энергии потребителям.

Положительный опыт эксплуатации и эффективность применения ПРВТ-10 отмечается в распределительных сетях Псковэнерго, Кировэнерго, ОАО «Сетевая компания» (Республика Татарстан, г. Казань).

Опыт эксплуатации ПРВТ-10 в Южных сетях филиала Кировэнерго является наглядным и точным примером эффективности применения на воздушной линии напряжением 10 кВ. В результате срабатывания ПРВТ-10 кВ после к.з. на отпайке, вызванно-

го обрывом провода вследствие падения дерева, удалось обеспечить бесперебойное электроснабжение социально значимых объектов.

Выводы

1. Внедрение предохранителей-разъединителей выхлопного типа в распределительные сети напряжением 6-20 кВ является перспективным, технологически оправданным мероприятием и отвечает концепции технического перевооружения электрических сетей Украины.

2. Применение предохранителей-разъединителей серии ПРВТ-10 кВ производства ЗАО «ЗЭТО» (г. Великие Луки, РФ) повысит надежность и устойчивость электроснабжения потребителя, позволит снизить эксплуатационные затраты, при этом ПРВТ-10 отвечают всем требованиям по безопасности обслуживания.

Список использованных источников

1. Предохранитель-разъединитель выхлопной ПРВТ-10.ПУ1. Руководство по эксплуатации. – Великие Луки: ЗАО «ВЗВА», 1999. – 58с.
2. Предохранители-разъединители выхлопного типа серии ПРВТ-10 [Электронный ресурс] / Завод электротехнического оборудования. – Режим доступа: <http://zeto.ru/plug-ins/content/content.php?content.25>
3. Руководящие материалы по проектированию распределительных электрических сетей. Рекомендации по применению предохранителей-разъединителей ПРВТ-10 в воздушных электрических сетях напряжением 6-10 кВ. – М.: ОАО «НПЦ электроэнергетики» - РОСЭП, 2008. – 15 с.
4. СОУ-Н ЕЕ 20. 262:2007 Настанова. Застосування запобіжника-роз'єднувача ПРВТ-10.ПУ1 у проєктах реконструкції, модернізації та нового будівництва розподільних електричних мереж напругою 10 кВ. – К.: Міністерство палива та енергетики України, 2007. – 29 с.

УДК 621.311

Р.А. Буйный, канд. техн. наук

И.В. Дихтярук, инженер

А.В. Красножон, канд. техн. наук

Черниговский государственный технологический университет, г. Чернигов, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ РЛКВ-С-10 ДЛЯ СЕКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 кВ

Рассмотрены особенности использования современных коммутационных аппаратов для повышения надежности электроснабжения потребителей, а именно применение разъединителя РЛКВ-С-10 с двигательным приводом типа ПДЖ-1 УХЛ1 для секционирования электрических сетей напряжением 10 кВ.

Вступление

Темпы развития инфраструктуры современного города требуют повышения надежности электроснабжения потребителей. В первую очередь это достигается за счет уменьшения недоотпуска электроэнергии в электрических сетях (ЭС).

В настоящее время одним из эффективных способов повышения надежности ЭС является автоматическое секционирование линий (АСЛ) коммутационными аппаратами. Секционирование – это разделение линии электропередачи на несколько участков с целью сокращения количества потребителей, которые отключаются при возникновении повреждения. Назначение всех типов секционирующих аппаратов заключается в быстрой локализации и отделении поврежденного участка от основной линии во время короткого замыкания (КЗ) или бестоковой паузы.

В настоящее время для автоматического секционирования ЭС используются три типа электрических аппаратов [1]: