

УДК 620.424.1

ИННОВАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЯЧЕЕК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Копейкина Т.В., Панасенко М.В.

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru

В статье приведены основные направления развития строительства ячеек распределительных устройств, излагается сущность технологии твердой изоляции с анализом преимуществ данного типа изоляции. Рассмотрены ячейки, рекомендуемые к применению в системах электроснабжения. Приведены выводы, подтверждающие объективность использования всех имеющихся современных модификаций ячеек распределительных устройств. Проведена работа по анализу существующих конструкций ячеек КСО. В результате проведенных исследований обозначены основные тенденции усовершенствования ячеек распределительных устройств среднего класса напряжения. В статье содержится информация о инновациях в строительстве ячеек распределительных устройств, достоинствах распределительных устройств с экранированной изоляцией, о технологии монтажа ячеек КСО «Новация» и КРУ кассетного исполнения. Обозначены основные тенденции усовершенствования ячеек распределительных устройств среднего класса напряжения с точки зрения простоты эксплуатации, монтажа, управления, защиты, мониторинга, безопасности обслуживания, а также энергоэффективности и энергосбережения.

Ключевые слова: распределительное устройство, ячейка, экранированная изоляция, модуль, защита, безопасность

SHIELDING INSULATION IN SWITCHGEAR

Kopeikina T.V., Panasenko M. V.

FGBOU VO "Volgograd State Technical University" Kamyshin institute of technology (branch) of FGBOU VO "Volgograd State Technical University", Kamyshin, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru

The article presents the main directions of development of the construction of the cells of the switchgear, outlines the essence of technology solid insulation with an analysis of the advantages of this type of insulation. Considered cells, recommended for use in power systems. Given the findings confirming the objectivity of the use of all available modern modifications of the cell distribution devices. Carried out work on the analysis of existing structures of cells CSR. The result of the research indicated the main tendencies of improvement of the cells of switchgears in medium voltage. The article contains the information about the innovation in construction of cells switchgear, the advantages of switchgear with shielded insulation, installation technology cells "CSR Innovation" and KRU cassette execution. Identified the main trends of improvement of the cells of switchgears in medium voltage in terms of ease of use, installation, control, protection, monitoring, security, maintenance, and energy efficiency and conservation.

Key words: switchgear, cell, shielded isolation, module, protection, safety

Камеры сборные одностороннего обслуживания в настоящее время являются одним из наиболее популярных видов распределительных устройств 6-10 кВ.

Между тем, в технической литературе мы не найдем упоминания о них до начала 90-х годов, хотя первые конструкции ячеек КСО относятся к началу 60-х годов прошлого века.

В середине 60-х годов XX века в связи с бурным развитием энергетики остро встал вопрос унификации и снижения стоимости распределительного оборудования среднего напряжения (6-10 кВ). Тогда родилась концепция комплектных трансформаторных подстанций (КТП), которая сейчас стала почти доминирующей. Комплектные трансформаторные подстанции должны были состоять из унифицированных ячеек, выполняющих набор стандартных функций. На среднее напряжение такими ячейками должны были стать камеры КСО. Но, как это

часто бывает, на начальном этапе развитие прогрессивной концепции сдерживалось из-за отсутствия необходимой элементной базы. Эволюция ячеек прошла этапы от расположения масляных выключателей в нижней части шкафа до размещения вакуумного выключателя кассетного исполнения в средней части шкафа [1]. Многообразие существующих в настоящее время разновидностей камер КСО имеет один общий существенный недостаток – большие габаритные размеры, обусловленные, прежде всего, пожеланиями эксплуатирующих организаций, стремящихся получить комфортный доступ к электрооборудованию, нуждающемуся в периодическом обслуживании, ремонте или оперативной замене при выходе из строя.

Цель исследования

Ячейки КСО имеют огромное количество сеток схем, среди которых можно выбрать оптимальное решение для конкретного

случая. Выключатели нагрузки, предохранители, вакуумные выключатели имеющие защиту релейного типа позволяют применять ячейки КСО в распределительных устройствах и подстанциях любого типа.

Технология твердой изоляции

Появление в 2013 г. первого в мире распределительного устройства с экранированной изоляцией [2]. Основной является ячейка со стационарным вакуумным выключателем, трансформаторами тока и микропроцессорным реле защиты. Однако серия включает практически все первичные схемы, существующие в ячейках КСО. Проанализируем особенности ячеек распределительного устройства с экранированной изоляцией. Первичная цепь покрыта заземленной экранированной изоляцией. То есть корпус аппаратов и токоведущих частей полностью заземлен и обеспечивает нулевой периметр безопасности. Кроме того, экранирование изоляции существенно снижает риск возникновения внутренней дуги. Дополнительным фактором безопасности является наличие специального устройства, позволяющего проводить испытания изоляции кабелей без работ в кабельном отсеке.

Другим преимуществом распределительного устройства с экранированной изоляцией является минимальное техническое обслуживание. Экранированная твердая изоляция не требует регулярного обслуживания, а коммутационные аппараты являются запаянными на весь срок службы. Известно, что срок службы элегазовых распределительных устройств определяется процентом утечки элегаза. В распределительном устройстве с экранированной изоляцией отсутствуют какие-либо газы под давлением, поэтому расчетный срок службы на 30% больше, чем у аналогов с элегазовой изоляцией.

КРУ кассетного исполнения

Компоновка с выкатным элементом в нижней части шкафа КРУ, которая имеет ряд существенных недостатков. Это, прежде всего, сложность доступа к кабелям и трансформаторам тока (в ряде ячеек для этого требуется доступ с задней части шкафа, что, собственно, противоречит принципу одностороннего обслуживания и требует дополнительных коридоров обслуживания), а также некоторое неудобство работы с расположенным очень низко выключателем.

В КРУ кассетного исполнения выключатели, контакторы, секционные разъединители и трансформаторы напряжения устанавливаются на кассетных выдвижных элементах (КВЭ) в средней части шкафа, что позволяет добиться нового уровня

в функциональности распределительных устройств.

КСО «Новация»

В основе конструкции КСО «Новация» лежит идея размещения компонентов ячейки, таких как трансформаторы тока и напряжения, шинного и линейного разъединителя, нуждающихся в процессе эксплуатации в частых периодических осмотрах, испытаниях и поверках, вместе с выключателем ВВ/TEL на выдвижном моноблоке.

Реализация данного свойства позволила с одной стороны уменьшить габаритные размеры камер по всем трем измерениям, а с другой – существенно увеличить удобство эксплуатации и ремонтпригодность ячейки. Расположение разъединителей в непосредственной близости от силового выключателя позволило существенно упростить кинематическую схему приводов, повысив тем самым надежность ячейки. Такой принцип построения позволил более эффективно скомпоновать конструкцию камеры, выделить отсек присоединений, увеличив при этом его полезный объем, повысить удобство монтажа кабельных линий, а также получить беспрепятственный доступ к элементам, требующим осмотра, проверки и периодического обслуживания. Кроме того, значительно повысилась функциональность КСО, позволяющая теперь реализовывать в унифицированной конструкции существующего шкафа полный набор необходимых присоединений классического распределительного устройства, качественно улучшая при этом присущие им свойства.

Технология монтажа

Возможности конструктивных доработок распределительных шкафов еще далеко не исчерпаны. Компания Rittal - самое крупное предприятие концерна «Friedhelm Loh Group», (концерн Friedhelm Loh Group, Германия) благодаря своим новым решениям по монтажу обеспечивает значительную экономию времени и средств для клиентов. Теперь скорость монтажа шкафов TS 8, а также отдельных шкафов новой системы SE 8 стала еще выше, благодаря разнообразным практическим нововведениям. К примеру, повышена эффективность известного шкафа Rittal TS 8 благодаря усовершенствованию конструкции.

Результаты исследования

Технология твердой изоляции

Распределительное устройство с экранированной изоляцией может стать ответом на новые требования по надежности и безопасности обслуживания, предъявляемые к распределительным устройствам. Тех-

нология применения распределительного устройства, в котором используется экранированная твердая изоляция с заземлением экрана сокращает риск возникновения внутренней дуги, обеспечивает безопасность и надежность в любых условиях эксплуатации и увеличивает срок службы на 30% при минимальном техническом обслуживании. Компактность и модульный принцип конструкции облегчают установку, модернизацию и техническое обслуживание. Компактность и унификация габаритов ячеек, а также переднее кабельное подключение значительно сокращают время и стоимость установки ячеек. Каждый элемент системы спроектирован с целью уменьшения совокупной стоимости владения и упрощения эксплуатации оборудования: при монтаже благодаря унифицированной системе соединения токоведущих частей, а при подключении — благодаря унифицированной системе сборных шин и кабельных присоединений.

Кассетное исполнение

Расположение КВЭ на комфортной для персонала высоте в КРУ, снижения его массы и трения в подвижных частях, применение механизма перемещения КВЭ, действующего на всем его ходу, благоприятно сказывается на условиях обслуживания и ремонта оборудования. Кроме того, размещение КВЭ в средней части позволяет обеспечить свободный доступ к нему с фасадной стороны, что позволяет перейти к одностороннему обслуживанию и существенно повысить удобство монтажа и эксплуатации.

Применение комплектных распределительных устройств кассетного исполнения позволяет значительно уменьшить размеры шкафов. Так, в ряде конструкций малогабаритных КРУ среднего класса напряжения (6-10 кВ) ширина уменьшена до 350-500 мм, стандартным размером является диапазон 750-1000 мм.

КСО «Новация»

После успешного опыта реализации первых пилотных проектов городских распределительных пунктов и центров питания с применением авангардного решения в области современного КСО-строения было принято решение о разработке камеры КСО «Новация» с вакуумным выключателем ВВ/TEL на номинальный ток 1250 А с сохранением идеологии размещения компонентов, нуждающихся в периодических проверках и обслуживании на выдвижном моноблоке, который легко извлекается в коридор обслуживания. Необходимость появления подобного исполнения камер была продиктована существенным ростом электрических на-

грузок на распределительные пункты, что особенно проявляется в крупных городах, испытывающих потребности в больших мощностях, при этом максимальные значения токов короткого замыкания КСО «Новация» с ВВ/TEL на номинальный ток 1250 А редко превышает граничные значения 20 кА. Новая камера КСО «Новация», выполненная на номинальный ток сборных шин и главных цепей 1250 А, несколько отличается от аналогичных по функциональным возможностям исполнений камер меньшего номинала. В качестве основного коммутационного аппарата для данного типоразмера применяется вакуумный выключатель ВВ/TEL серии Shell. При этом в максимальной степени использованы свойства малогабаритности данного коммутационного аппарата — ширина по фасаду новой камеры увеличилась всего на 100 мм и составляет теперь 750 мм. Остальные геометрические размеры изменений не претерпели. В новой конструкции камер применяются опорные трансформаторы тока различных производителей, которые в соответствии с современными требованиями могут комплектоваться тремя вторичными обмотками, предназначенными как непосредственно для интеграции в систему РЗА, так и организации учета электрической энергии и создания систем АСУ ТП. Приобретая новые достоинства КСО «Новация» в исполнении на номинальный ток 1250 А не утратила прежних. Применение подобной камеры позволит увеличить пропускную способность, не прибегая к увеличению площади РП и перехода на более дорогостоящий класс оборудования — ячеек КРУ. Для новой разработки осталась неизменной идеология всей серии КСО «Новация», а использование вакуумного выключателя ВВ/TEL серии Shell потенциально открывает границы по дальнейшему увеличению номинальных параметров. Еще одним дополнением сетки схем главных цепей КСО «Новация» стали исполнения камер с выключателями нагрузки. После анализа существующих исполнений ВН, доступных в настоящее время на мировом электротехническом рынке, предпочтение было отдано продукции компании LKE Medium

Технология монтажа

Нововведения обеспечивают быстрый монтаж комплектующих, а также позволяют пользователям значительно сэкономить время и средства. Доработки включают в себя обновленные средства позиционирования, возможности монтажа одним человеком, крепления на защелках без инструментов и новые монтажные пространства. Инструмент, с помощью которого можно определить правильную высоту, более не

требуется. Новое защелкивающееся крепление монтажной панели надежно фиксирует ее после установки в шкаф. Крепление держателя монтажной панели осуществляется быстро и без инструментов — это позволяет быстро сменить положение монтажной панели. Нововведения также касаются заземления шкафа: болты заземления могут крепиться и использоваться с наружной стороны монтажной панели, благодаря специальным отверстиям. Новая системная перфорация TS 8 на трубчатой раме двери обеспечивает монтаж стандартных комплектующих, которые используются внутри распределительного шкафа. Помимо упрощенного монтажа, это также способствует снижению затрат на складирование комплектующих. Новая перфорация служит для того, чтобы еще лучше использовать дверь в качестве полноценной монтажной поверхности. Это открывает новые возможности в части компактного внутреннего монтажа. Еще одним нововведением в конструкции отдельных и линейных шкафов является полное автоматическое выравнивание потенциалов всех плоских деталей. При сборке шкафа монтажные элементы продавливают покрытие поверхности и обеспечивают токопроводящее соединение. Преимущества: время монтажа уменьшается, обеспечивается выравнивание потенциалов, часто не требуется отдельно приобретать и монтировать провода заземления. Корпус шкафов SE 8 состоит из двух боковых стенок и крыши, которые изготавливаются из одного листа стали. Поэтому заказ и монтаж отдельных боковых стенок пользователю не требуется. Особым преимуществом является то, что отдельные шкафы шириной 1800 мм с двустворчатой дверью имеют перекрывающиеся створки двери без вертикальной стойки, что обеспечивает свободный доступ ко всей монтажной панели и поверхностям с оборудованием.

Важнейшее изменение касается панелей цоколя. Используется новая версия панелей из листовой стали, которые теперь также выполняют функцию стабилизирующих элементов. В качестве комплектующих используются монтажные шины, которые могут быть установлены на двух уровнях внутри цоколя. Это обеспечивает еще большее удобство и дополнительное место для монтажа.

Выводы

Обозначим основные тенденции усовершенствования ячеек распределительных устройств среднего класса напряжения:

Изоляция и экранирование всех токоведущих частей обеспечивает минимальное техническое обслуживание, а отсутствие

элегаза дает уверенность в безотказной работе.

Распределительное устройство с экранированной изоляцией является простым в установке и эксплуатации, и не требует технического обслуживания;

Улучшенные возможности защиты, управления и мониторинга, в сочетании с надежной, полностью интегрированной системой и энергоэффективностью.

Уменьшенные массогабаритные показатели ячеек КРУ и КСО касетного исполнения.

Каркасная конструкция ячеек ускоряет срок изготовления заказа и позволяет легко изменить схему главных цепей на месте у заказчика – установкой дополнительных элементов (узлов трансформаторов тока, ограничителей перенапряжения, трансформатора напряжения, заземляющего разъединителя).

Возможность дистанционного управления выдвижным элементом и заземляющим разъединителем посредством электрического привода.

Возможность перемещения выкатного элемента из рабочего в контрольное положение и обратно и возможность механического, аварийного отключения выключателя без открывания двери.

Снижение высоты ячеек КРУ и КСО и выведение отсеков с устройствами релейной защиты и автоматики на удобный для работы персонала уровень.

Обеспечение полной безопасности обслуживающего персонала при перекрытиях изоляции во внутренних отсеках.

Все предлагаемое оборудование требует минимального технического обслуживания при эксплуатации или не требует такового на протяжении всего срока службы, составляющего 25 лет.

Энергоэффективность и энергосбережение за счет снижения потерь при непосредственной передаче электроэнергии (уменьшается количество разборных контактных соединений) и снижение затрат электроэнергии при эксплуатации КРУ (применение светодиодных ламп освещения шкафов, автоматически отключающийся обогрев релейных шкафов).

Список литературы

1. Преимущества нового поколения комплектных распределительных устройств Хавроничев С.В., Копейкина Т.В., Сошинов А.Г., Галушак В.С. Главный энергетик. 2015. № 9. С. 31-35.
2. Экранирование изоляции в распределительных устройствах. Копейкина Т.В. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2015 № 12 часть 5 с.799-802
3. Новости электротехника/№1 (55) Январь-Февраль 2014
4. Каталог «Таврида Электрик».
5. URL: <http://new.tavrida.ru/upload/iblock/a4f/a4f79abe5771574c2618ccab673239cb.pdf>