



Открытое акционерное общество
«Межрегиональная распределительная сетевая компания Центра»



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

По результатам работы Международной
специализированной выставки

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ 2010»

МОСКВА

В прошедшей в Москве с 30 ноября по 3 декабря международной специализированной выставке «Электрические сети России - 2009» приняли участие более 400 компаний электросетевого комплекса и смежных отраслей промышленности из России и 20 стран ближнего и дальнего зарубежья.

Как отечественные, так и зарубежные производители представили свои разработки во многих областях электросетевого хозяйства. Это проектирование и строительство объектов электроэнергетики, реконструкция и техническое перевооружение существующих электрических сетей, оборудование для контроля качества и потребления электроэнергии. Так же, были представлены новые разработки для дальнейшего совершенствования системы управления электрической сетью (с целью реализации в перспективе ее построения по типу Smart сети), снижения аварийности и повышения надежности передачи электроэнергии, диагностики и мониторинга состояния электрооборудования.

Несмотря на регулярность мероприятия, производители в очередной раз за неполные двенадцать месяцев успели подготовить много интересных инноваций по данным направлениям, включая обеспечение безопасности труда, а специалисты электросетевых компаний смогли по достоинству их оценить, совместно с разработчиками наметить направления дальнейшего перспективного сотрудничества, а так же также принять участие в работе научно-технических семинаров по проблемам совершенствования электросетевого комплекса России.

В сборнике материалов, составленном по результатам работы филиалов ОАО «МРСК Центра» представлены следующие тематики:

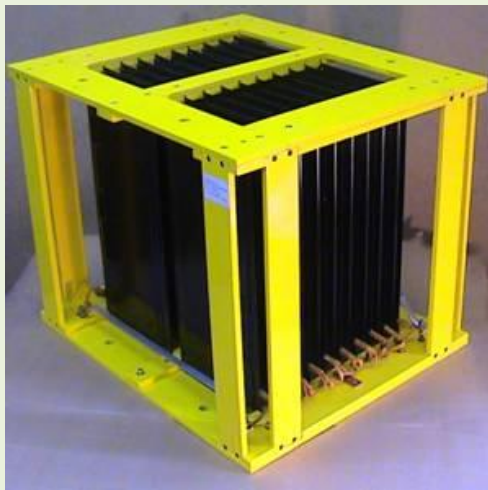
- «Заземление нейтрали, компенсация емкостных токов, регулирование реактивной мощности в сетях 6 - 35 кВ»
- «Комплектные трансформаторные ПС для сетей 6-20/0,4 кВ»
- «Коммутационные аппараты 10 – 110 кВ»
- «КРУЭ 110 кВ и КРУ 6 - 10 кВ»
- «Силовые и измерительные трансформаторы 10-110 кВ»
- «Грозозащита и защита от перенапряжений ПС 35-110 кВ»
- «ВЛ 0,4-110 кВ»
- «Кабели 6-110 кВ и кабельно-проводниковая продукция»
- «МЗА: защиты ВЛ 35-110 кВ и трансформаторов 35-110 кВ»
- «МЗА: защиты ВЛ, КЛ и РУ 6-10/0,4 кВ, системы питания МЗА»

Контактная информация о производителях и поставщиках, представленных в аналитическом отчете, указана в официальном каталоге выставки.

Официальный сайт выставки: www.expoelectroseti.ru

Заземление нейтрали, компенсация емкостных токов, регулирование реактивной мощности в сетях 6 -35 кВ

1. НИЗКООМНЫЙ РЕЗИСТОР ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ



Для ограничения перенапряжений в сетях собственных нужд электростанций напряжением 3, 6, 10 кВ выпускаются резисторы типа РЗ номиналом 50-300 Ом. Эти резисторы предназначены для установки в шкафах КРУ, длительность их работы в режиме ОЗЗ ограничена и определяется быстродайствием релейной защиты.

Резисторы состоят из элементов резистора защитного (ЭРЗ), закрепленных в изоляционном каркасе из стеклотекстолита.

Изоляционный каркас устанавливается на опорных изоляторах ИОР-10-750-ПУЛХ в шкафах КРУ К-104М и К-104МС1.

Технические характеристики

Наименование параметра	РЗ-50-3-66	РЗ-100-6-176	РЗ-150-10-345
Сопротивление, Ом	50,0 ±5%	100,0 ±5%	150,0 ±5%
Номинальное напряжение сети, кВ	3	6	10
Наибольшее напряжение рабочее напряжение сети, кВ	3,6	7,2	12
Допустимые токи через резистор, А			
в течение 1,5 с	40	40	40
в течение 1 ч	7,2	5	5
в течение 2 ч	5	3,5	3,5
Климатическое исполнение	УХЛ3	УХЛ3	УХЛ3
Группа механического исполнения по стойкости к	М39	М39	М39

вибрационным воздействиям				
Срок службы, не менее	лет	30	30	30
Габаритные размеры, L x B x H,	мм	670x570x550	670x570x550	670x570x550
Масса, не более,	кг	75	75	95

Резистор в данном устройстве является элементом устройства и работает в комплексе с релейной защитой. Кроме того, энергетически резистор в данной конструкции рассчитан на воздействие тока однофазного замыкания на землю 40 А только в течение 1,5 секунд.

По заказу могут быть изготовлены в этих же габаритах резисторы номиналов от 50 до 1500 Ом, резисторы в тропическом исполнении, а также резисторы для сетей 35 кВ.

Резистивное заземление нейтрали позволяет определять также поврежденный фидер устройствами релейной защиты. Активный ток, создаваемый резистором, как правило, оказывается достаточным для селективной работы токовой защиты, которая может действовать как на сигнал, так и на отключение в зависимости от условий обеспечения надежности и безопасности электроснабжения.

2. ШУНТИРУЮЩИЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПРОИЗВОДСТВА (производство АББ)

Шунтирующие конденсаторы установленные в передающих и распределительных сетях увеличивают пропускную способность, уменьшают потери и улучшают коэффициент мощности. Высоковольтные батареи для различного уровня напряжения и мощности могут быть спроектированы для последовательного и параллельного подсоединения однофазных конденсаторных блоков.

Шунтирующие конденсаторы главным образом используются для улучшения коэффициента мощности в сети. Любые индуктивные нагрузки потребляют реактивную мощность, например энергия для намагничивания трансформаторов, двигателей и реакторов. Требуемая реактивная энергия может быть генерирована при помощи конденсаторов.



Используя конденсаторы, установленные рядом с оборудованием, потребляющим реактивную энергию, можно достичь ряд положительных моментов:

- улучшение коэффициента мощности
- уменьшение потерь при передаче
- увеличение пропускной способности, т.к. нагрузка на генераторы, трансформаторы и ЛЭП снижается
- улучшение регулирования напряжения
- улучшение качества электроэнергии

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ (производство АББ)

Последовательные конденсаторы в передающих сетях увеличивают пропускную способность и уменьшают потери. Последовательные конденсаторы установленные в распределительных сетях, так же позволяют улучшить стабильность напряжения.

Последовательные конденсаторы устанавливаются в передающих сетях главным образом для того чтобы увеличить пропускную способность и уменьшить потери путем оптимизации распределения нагрузки между параллельными линиями. Последовательные конденсаторы так же устанавливаются и в распределительных сетях, где они главным образом используются для улучшения стабильности напряжения в сети.

Последовательная компенсация сети позитивно влияет на напряжение и баланс реактивной мощности. Когда ток нагрузки проходит через конденсатор, падение напряжения на конденсаторе варьируется пропорционально току. Падение напряжения носит емкостной характер, т.е. это компенсирует индуктивное падение напряжения, которое также зависит от тока нагрузки. В результате достигается эффект автоматической стабилизации напряжения в сети.



Одновременно последовательные конденсаторы генерируют реактивную энергию, коэффициент мощности ($\cos \phi$) в сети при этом улучшается, в результате ток линии и потери уменьшаются, а емкостная нагрузка возрастает. Генерирование реактивной энергии варьируется пропорционально квадрату тока нагрузки, таким образом, реактивная энергия также автоматически регулируется.

АББ имеет более чем 50-и летний опыт изготовления и поставки последовательных конденсаторов.

АББ имеет все необходимые средства для поставки последовательных конденсаторов под ключ, включая современные компьютерные программы для определения наилучшего расположения конденсаторов, производство самих конденсаторов и защитного оборудования, а также огромный опыт планирования, контроля, установки и ввода в эксплуатацию, что гарантирует наилучшее время поставки.

4. РЕЗИСТОРЫ ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В СЕТЯХ 6 – 35 (производство ООО «ПНП БОЛИД»)

В мировой практике используется в основном три режима заземления нейтрали в распределительных сетях:

- изолированная нейтраль;
- нейтраль заземленная через катушку Петерсена;
- нейтраль заземленная через активное сопротивление.

В России выпуск резисторов освоил ООО «ПНП Болид»



Назначение

Резистор защитный типа РЗ (ТУ 3414-006-11840528-97, ТУ 3414-007-50389285-00) предназначен для защиты сетевого оборудования от дуговых и феррорезонансных перенапряжений путем частичного заземления нейтрали.

Область применения

Резистор защитный применяется для заземления нейтрали в сети с номинальным напряжением 3, 6, 10, 35 кВ. При отсутствии выведенной нейтрали подключается через специальный фильтр типа ФМЗО. В случае комбинированного использования РЗ и ДГР рекомендуется независимое подключение каждого устройства к нейтрали трансформатора, позволяющее независимое использование устройств. Производство резисторов освоено в 1997 г.



Техническая характеристика

Резисторы изготавливаются на номинальную мощность до 200 кВт, напряжение 3, 6, 10, 35 кВ;

Резисторы РЗ могут работать как внутри помещения, так и снаружи;

Номинальное сопротивление 100-10000 Ом;

Время эксплуатации РЗ в режиме однофазного замыкания на землю не ограничивается;

Краткое описание

Конструктивное выполнение резистора в виде набора вертикально ориентированных отдельных пластин создает хороший теплоотвод за счет естественной конвекции;

Основой резистора являются элементы ЭРЗ, выполненные из композиционного материала "ЭКОМ".

Средняя наработка на отказ - не менее 3000 часов при разовой максимальной нагрузке не более 6 часов в режиме однофазного замыкания на землю, срок службы - 20 лет;

Возможность стационарной работы резистора в неполнофазном режиме;

Основные части блока резистора: элементы резистора ЭРЗ ТУ 3414-005-11840528-97, элементы механической конструкции (основание, рама, прижим), элементы электрической изоляции (опорные изоляторы, изоляционные пластины).

Конструкция резистора является ремонтпригодной. Среднее время восстановления - 24 часа.

5. РЕАКТОРЫ УПРАВЛЯЕМЫЕ ОДНОФАЗНЫЕ МАСЛЯНЫЕ РУОМ (производство ОАО Раменский электротехнический завод «ЭНЕРГИЯ»)

Комплекс РУОМ наряду с возможностью плавной, точной и безинерционной настройки реактора в резонанс с текущим значением емкости сети имеет:

- отсутствие механического привода и движущихся частей конструкции;
- возможность выявления повреждённого фидера токовыми защитами с кратковременными расстройкой компенсации, что исключает необходимость подключения резистора на дополнительную обмотку специальным коммутатором;
- отсутствие резонансных коммутационных перенапряжений за счёт поддержания существенно большей индуктивности РУОМ до возникновения однофазного замыкания на землю по сравнению с резонансной в режиме замыкания.

Реакторы типа РУОМ и высокорезистивное сопротивление ВРС присоединяется к трёхфазной сети класса 6-10 кВ через силовой фильтр нулевой последовательности ФЗМО, представляющей собой маслonaполненный трёхфазный трансформатор, не имеющий низковольтной вторичной обмотки.

Вывод:

В электрических сетях ОАО «МРСК Центра» достаточно широко и с успехом применяются реакторы управляемые РУОМ. Применение комплекса РУОМ на многих центрах питания позволило в значительной мере сократить величину емкостной составляющей тока однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Наряду с этим применение резисторов для заземления нейтрали недостаточно распространено и заслуживает пристального внимания, а также возможности применения этого метода для начала как пилотного проекта на одном из центров питания при обосновании его расчётными данными.

В свете вопроса компенсации емкостных токов в сетях 6-35 кВ на выставке были представлены следующие технические решения и продукция следующих производителей:

6. КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ КРМ (УКМ58)-0,4 (производство ЗАО "Матик-электро")

Спектр производимых ЗАО "Матик-электро" конденсаторных установок КРМ (УКМ58)-0,4 от нерегулируемых - с фиксированными ступенями, до регулируемых - на базе контакторов, как для медленно изменяющейся нагрузки (двигатели вентиляторов, прокатных станов, насосов) на основе быстрых тиристорных ключей, так и для резкопеременной нагрузки (двигатели портовых кранов, машины контактной сварки).

Кроме того в сетях 0,4 кВ применяются фильтры гармоник для предотвращения выхода из строя конденсаторов (ФКУ КРМ), а также новейшие разработки источников тока на гармониках 1-40 на базе IGBT модулей и ШИМ модуляции, позволяющие снизить уровень гармоник в сети и скомпенсировать как индуктивную так и емкостную реактивную мощность.

Разработаны и запущены в серийное производство конденсаторные установки (КРМ1-6,3...10,5 кВ 100...10 000 КВАР) среднего напряжения со ступенчатым регулированием мощности.

Линейка производимых установок КРМ1 перекрывает мощности от 100 кВар до 10 МВар и выше. Регулируемые высоковольтные конденсаторные установки КРМ1 выпускаются с шагом 50..100..150..200..300..450 кВар на базе вакуумных контакторов последнего поколения и трехфазных конденсаторов, имеющих удельные потери от 0,5 до 1 Вт на 1 кВар компенсируемой мощности. Производимые компанией "Матик-Электро" регулируемые и статические конденсаторные установки среднего напряжения на 6,3 и 10,5 кВ выпускаются на различные мощности и в разных климатических исполнениях, в том числе и исполнения ХЛ1 в утепленных "сэндвич" блок-контейнерах для условий Крайнего Севера.

Нерегулируемые конденсаторные установки представляют собой модульную конструкцию, состоящую из конденсаторных ячеек, в которых расположены батареи конденсаторов на заданную реактивную мощность, защищающие предохранители с индикацией срабатывания, и вводной ячейки, в которой находятся трансформаторы тока, амперметры, показывающие суммарный ток всех конденсаторных батарей, автоматика защиты, сигнализирующая о превышении конденсаторами заданного максимального тока, схемы блокировки коммутационных элементов и дверей, обеспечивающие безопасность обслуживания. По желанию заказчика установка оборудуется разъединителем.

Достоинства:

- Использование трехфазных, а не однофазных конденсаторов - уменьшение в 3 раза количества болтовых соединений.
- Конденсаторы со встроенными предохранителями и разрядными резисторами.
- Усиленные крепления для опорных изоляторов и трансформаторов тока.
- Медная ошиновка и использование специальных контактных зубчатых шайб для предотвращения ослабления шинных соединений.
- Прокладка всех вторичных соединений в гофрокоробах.
- Порошковая окраска корпуса.
- Компактные габариты.



Регулируемая конденсаторная установка КРМ1 позволяет в реальном масштабе времени, изменяя величину вносимой реактивной мощности. Регулирование происходит ступенчато включением/отключением вакуумных контакторов. Суммарная мощность такой установки выбирается из условия поддержания заданного $\cos(\varphi)$ в режиме максимального потребления реактивной мощности. Эти установки могут работать как в ручном, так и автоматическом режиме. Управление ступенями конденсаторной установки производится микропроцессорным контроллером DCRJ производства итальянской компании "Lovato". В качестве емкостных накопителей в высоковольтных установках применяются сухие конденсаторы высоковольтные косинусные (фазовые), аналоги конденсаторов КЭК1, КЭК2, диэлектриком в которых служит полипропиленовая пленка, пропитанная специальной диэлектрической жидкостью ФКЭ.



7. УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УKM-0,4-УЗ (производство ООО «ЭЛЭКО»)

Установки конденсаторные УKM-0,4-ЭЛЭКО...УЗ, предназначенные для компенсации реактивной мощности, являются одним из видов электрощитового оборудования производимого ООО "ЭлектроЭКОлогия", рекомендованного для целей энергосбережения. Установки сертифицированы.

Конденсаторные установки УKM имеют два исполнения: модульное и моноблочное. Моноблочные конденсаторные установки применяются для компенсации реактивной мощности в групповых сетях небольших предприятий и для компенсации реактивной мощности отдельных электроприемников и групповых сетей крупных предприятий. Производятся с мощностью до 200 кВар.

УKM модульной конструкции применяются для компенсации реактивной мощности в групповых сетях электроснабжения. Применяются на крупных и средних предприятиях. Состоят из отдельных, взаимозаменяемых и дополняемых модулей, что позволяет изменять их характеристики по усмотрению службы эксплуатации и силами ее сотрудников. Производятся с мощностью от 100 до 1200 кВар.

В качестве вводных элементов применяются токоограничивающие выключатели нагрузки с предохранителями (для установок УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-УЗ).



Конденсаторные установки без фильтров гармоник типа УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001...У3
мощностью до 600 кВар

Тип и характеристика конденсаторной установки	Мощность установки	Габаритные размеры
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001...У3	квар	(Ш*В*Г) мм
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-37,5 (12,5+25) У3	37,5	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-50 (12,5x2+25) У3	50	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-50 (12,5x4) У3	50	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-50 (25x2) У3	50	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-62,5 (12,5+25x2) У3	62,5	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-75 (25x3) У3	75	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-75 (12,5x2+25x2) У3	75	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-87,5 (12,5+25x3) У3	87,5	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-100 (25x4) У3	100	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-112,5 (12,5+25x4) У3	112,5	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-125 (25x5) У3	125	600*1000*300
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-137,5 (12,5+25x5) У3	137,5	800*1200*400
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-150 (25x6) У3	150	800*1200*400
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-175 (25x7) У3	175	800*1200*400
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-200 (25x8) У3	200	800*1200*400
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-225 (25x9) У3	225	600*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-250 (25x10) У3	250	600*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-275 (25x11) У3	275	600*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-300 (25x12) У3	300	600*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-325 (25+50x6) У3	325	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-350 (50x7) У3	350	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-375 (25+50x7) У3	375	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-400 (50x8) У3	400	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-450 (50x9) У3	450	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-500 (50x10) У3	500	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-550 (50x11) У3	550	800*2000*600
УKM-0,4-ЭЛЭКО-Б001-600 (50x12) У3	600	800*2000*600

Достоинства:

- Цифровое программирование;
- 8-ми или 12-ти ступенчатая конфигурация в корпусе
- Хорошо читаемый двойной дисплей
- Раздельный вход измерения напряжения
- Защита конденсаторов от перегрузки и выхода из строя
- Внутренняя и внешняя защита конденсаторной установки от перегрева
- Измерение напряжений фазных и линейных, гармоник до 31
- Ведение журнала событий (перенапряжений и провалов)
- Автоматическое определение регулятором емкости ступеней

Комплектные трансформаторные ПС для сетей 6-20/0,4 кВ

1. Перечень предложений на рынке трансформаторных подстанций 6-20/0,4 кВ:

Электротехническое оборудование - трансформаторные подстанции 6-20/0,4 кВ, представлено следующими российскими и зарубежными производителями:

- ОАО «Алтайский трансформаторный завод» (ОАО «Алтранс»);
- ООО НПФ «Альянс-Электро»;
- СПК «Армада Холдинг»;
- ООО «БалтЭнергоМаш»;
- ЗАО «Высоковольтный союз»;
- ОАО «Запорожский завод высоковольтной аппаратуры»;
- ЗАО «ЗЭТО»;
- ООО «Ишлейский завод высоковольтной аппаратуры»;
- ОАО НПП «Контакт»;
- ООО «КоЭР»;
- ОАО «Люберецкий завод Монтажавтоматика»;
- ОАО «Люберецкий электромеханический завод»;
- «Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова»;
- ОАО «НИПОМ»;
- ООО ПКФ «Автоматика»;
- ООО ПО «ПромЭнергоСтройАвтоматика»;
- ООО «Росполь-Электро+»;
- ООО «Росэнергосервис»;
- ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»;
- ЗАО «Чебоксарский Электроаппаратный завод»;
- ООО «ЭЗОИС»;
- ОАО «Электрощит» (г. Самара);
- ООО «ТД ЭЛЕКТРУМ» (г. Самара);
- ПО «Элтехника» (г. Санкт-Петербург);
- ООО «Эсполин» (Московская обл., г. Подольск);
- ОАО «Уральский завод трансформаторных технологий».

Ниже подробнее представлены различные виды трансформаторных подстанций 6-20/0,4 кВ некоторых перечисленных производителей.

Распределительная двух трансформаторная подстанция наружной установки (производитель ООО «ПКФ Автоматика»):

Распределительная трансформаторная подстанция с двумя трансформаторами в двух блок-модулях типа «Сэндвич» РТП-АТ-250...1600-6(10)/0,4-У1 предназначена для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 6(10) кВ, преобразования его в напряжение 0,4 кВ и распределения по потребителям. Конструктивно РТП-АТ состоит из двух отдельных блоков:

- блок распределительного устройства со стороны высшего напряжения — УВН;
- блок распределительного устройства со стороны низшего напряжения — РУНН с двумя трансформаторными отсеками.

Распределительное устройство со стороны высшего напряжения реализовано на камерах серии КСО 393АТ(В) с вакуумными выключателями ВВ/TEL-10/630 и с выключателями нагрузки ВНА-10/630.

В блоке силовых трансформаторов устанавливаются масляные трансформаторы серии ТМ, ТМГ.

Распределительное устройство со стороны низшего напряжения реализовано на панелях серии ЩО70 с устройством АВР. Количество и номинальные токи отходящих линий согласно заявке заказчика.



Оболочка блок-модулей представляет собой каркасную сварную конструкцию, которая обшита панелями типа «Сэндвич» толщиной 50 мм, в которых в качестве утеплителя используется полужесткая плита из базальтового волокна. Все каркасные конструкции покрыты специальным составом повышающим огнестойкость до II степени по СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Изделия выпускаются в двух исполнениях по сейсмостойкости:

- до 6 баллов по шкале МСК-64;
- до 9 баллов по шкале МСК-64 (уточняется при заказе).

В блоке РУНН установлен ящик собственных нужд ЯВ-СН-АТ, предназначенный для:

- внутреннего освещения всех блоков;
- внутреннего освещения камер КСО;
- внешнего освещения подстанции;
- управления обогревом.

В блоке УВН установлены: шкаф собственных нужд ШЭ-СН-АТ предназначенный для питания камер КСО переменным оперативным током, шкаф аварийного питания ШАП-01АТ предназначенный для включения и отключения камер КСО при отсутствии оперативного питания.

Блок РУНН и блок УВН комплектуются электроконвекторами мощностью 1 кВт, которые предназначены для поддержания температуры в зимнее время в автоматическом режиме.

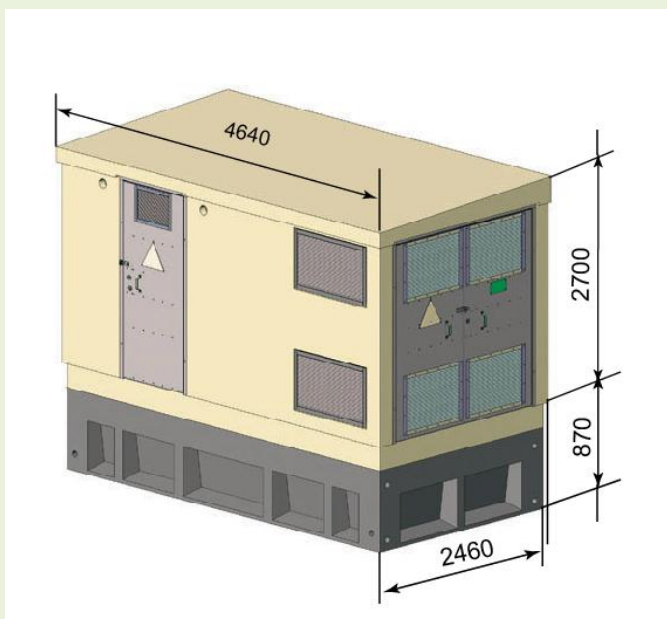
В комплект поставки подстанции входят: блок УВН, блоки РУНН, блок силовых трансформаторов, измерительные приборы и приборы учета, монтажный комплект, эксплуатационная документация.

В комплект поставки подстанции не входят: средства защиты, огнетушители, переносные светильники, электролампочки. Их поставка осуществляется по требованию заказчика.

Блочные комплектные трансформаторные подстанции (производитель ООО «ЭЗОИС»):

На сегодняшний день в системах электроснабжения используются следующие типы трансформаторных подстанций (их два): одно- и двух трансформаторные.

Однотрансформаторные подстанции БКТП 6-10/0,4 кВ используются при питании нагрузок неответственных потребителей. При работе производственного потребителя с периодами малых нагрузок, позволяют за счет наличия перемычек между трансформаторными подстанциями на вторичном напряжении отключать часть трансформаторов, создавая этим экономичный режим работы трансформаторов.



Двухтрансформаторные подстанции 2БКТП используются при преимущественном применении электроприемников I и II категорий. Мощность трансформаторов регулируется так, чтобы при остановке работы одного трансформатора, другой принял бы на себя всю нагрузку. Применение таких подстанций целесообразно при наличии неравномерного суточного или годового графика нагрузки.

Таким образом, на основании таких исходных данных, как расчетной нагрузки объекта электроснабжения, темпов роста нагрузок, нагрузочной возможности трансформаторов и их экономической загрузки, продолжительности максимума нагрузки, стоимости электроэнергии и выбираются типы трансформаторных подстанций для конкретных целей.

БКТП и ее характеристики, преимущества, которые предлагает своим покупателям компания ООО «ЭЗОИС»:

Технические характеристики БКТП:

- габаритные размеры - 2460х4640х2700(3000);
- габаритные размеры объёмного приемка - 2380х4560х870;
- площадь БКТП - 11,5 м²;
- площадь объёмного приемка 10,8 м²;
- вес подстанции 13,5 т;
- вес объёмного приемка 4,6 т.

Диапазон мощности трансформаторов, устанавливаемых в подстанции 25 – 1600 кВА;

Блоки подстанции выполняются из бетона класса прочности В25, с показателем морозостойкости F300 и водонепроницаемостью W18.

БКТП предназначена для системы электроснабжения жилищно-коммунальной, общественной и промышленной застройки.

Отличительными особенностями БКТП являются:

- полная заводская готовность;
- компактность и небольшой вес;
- полная безопасность электроустановок и персонала;
- возможность разработки индивидуального решения в типовых блоках;
- использование новых современных технологий делает ж/б блоки надёжными во всех отношениях: огнестойкими, обладающими необходимой прочностью и вандалоустойчивыми характеристиками, атмосферостойкими;
- широкий спектр цветовой гаммы для внешней отделки;
- положительный опыт эксплуатации в различных регионах России;
- соответствие конструкции 2 “БКТП” современным эстетическим и другим градостроительным требованиям;
- эффективное использование территории объекта за счёт минимизации отчуждаемой под подстанции площади;
- необходимая фурнитура для подсоединения внешних кабелей, устройства для фазирования кабелей и тестирования защит (по отдельному заказу).

Комплектная трансформаторная подстанция киоскового типа с выключателем нагрузки на стороне высокого напряжения (производитель ОАО «НИПОМ»): применяется для энергоснабжения небольших сельскохозяйственных, городских, поселковых, промышленных (нефтяной, газовой отрасли) и других объектов.

В комплектных трансформаторных подстанциях киоск КТП применяется следующее высоковольтное оборудование:

- силовой трансформатор типа ТМ (ТМГ)-25...1000 кВА;
- выключатель нагрузки ВНА-П (для КТП-СЭЩ-К в габарите 630 кВА);
- токоограничивающие предохранители ПКТ для напряжения 10(6) кВ;
- разрядники РВО10(6)кВ или ОПН 10(6)
- изоляторы 10кВ проходные и опорные;
- разъединитель РЛНД-10.



Комплектная трансформаторная подстанция универсальная (производитель ОАО «Электрощит», г. Самара): применяется для энергоснабжения небольших сельскохозяйственных, городских, поселковых, промышленных (нефтяной, газовой отрасли) и других объектов.

В комплектных трансформаторных подстанциях универсального типа применяется следующее высоковольтное оборудование:

- силовой трансформатор типа ТМГ (ТМ)-25...250 кВА;
- токоограничивающие предохранители ПКТ для напряжения



10(6) кВ;

-разрядники РВО10(6)кВ или ОПН 10(6)

-изоляторы 10кВ опорные;

-разъединитель РЛНД-10.

Комплектные трансформаторные подстанции столбовые (КТПС). Конструкция комплектных трансформаторных подстанций столбовых предусматривает однотрансформаторное схмотехническое решение, электрической мощностью до 250 кВА включительно. Предназначением КТПС - преобразование электрической энергии трехфазных и однофазных сетей переменного тока величиной напряжения от 6 до 10 кВ в напряжение величиной 400 вольт.



КТПС используются для питания потребителей средней мощности бытового, промышленного или сельскохозяйственного назначения.

Столбовая комплектная трансформаторная подстанция реализована с использованием шкафа высоковольтного оборудования, шкафа низковольтного оборудования в комплексе с распределительными устройствами и устройствами защиты от перегрузок, а также платформы для установки трансформаторов. В состав КТПС чаще всего включается сухой трансформатор, достаточным условием, для нормальной работы которого, будет наличие естественного охлаждения. Схема подстанций такого типа имеет, как правило, тупиковый характер построения ввиду того, что они обладают обычно небольшой мощностью. В число устройств защиты входят заградительные устройства от атмосферных перенапряжений и сетевых всплесков, а также защитные модули от короткого замыкания по всем цепям схемы КТПС. Низковольтная часть системы оборудована рубильниками с предохранителями, а также автоматическими выключателями.

Согласно требованиям электробезопасности столбовая КТП устанавливается на пьедестал, выполненный с учетом массогабаритных показателей трансформаторной установки, высота которого обеспечивает монтаж высоковольтного оборудования на высоте не менее 4,5 метров над уровнем земли. Помимо этого подстанции оборудованы различными блокировками приводов рубильников, а также дверей шкафов, учитывающими всевозможные внештатные ситуации в случае несоответствующего обслуживания и эксплуатации. Жесткость требований обусловлена в первую очередь воздушным способом подключения столбовых подстанций при эксплуатации на открытом пространстве. Комплексную защиту КТПС от воздействия осадков, чаще всего обеспечивает козырёк, предусмотренный конструкцией изделия.

Установка КТПС и тем более ее эксплуатация не должна осуществляться в условиях содержания в воздухе едких и токопроводящих паров.

Комплектные трансформаторные подстанции столбовые, впрочем, как и все аналогичные решения, комплектуются счетчиками активной и реактивной энергии, стабильность параметров которых обеспечивается благодаря поддержанию оптимальных температур с помощью подогрева.

Нередко столбовые КТП комплектуются приборами освещения автоматического типа, которые срабатывают при наступлении сумерек. Такой подход делает устройство весьма универсальным и даёт возможность одновременного использования ещё и в качестве уличного осветительного прибора.

Данную трансформаторную подстанцию можно использовать для подключения отдельных потребителей по тех. присоединениям.

Комплектная трансформаторная подстанция городского типа.

КТПГ применяется для энергоснабжения коммунальных сетей городов и поселков, в различных отраслях народного хозяйства.

В комплектных трансформаторных подстанциях городского типа КТПГ применяется следующее высоковольтное оборудование:

- силовых трансформаторов типа ТМ (ТМГ) – 250...1000 кВА;
- УВН (КСО-ЗСЭЩ) с ВНА;
- выключатель нагрузки ВНА-П;
- токоограничивающие предохранители ПКТ для напряжения 10(6) кВ;
- разрядники РВО10(6)кВ или ОПН 10(6);
- изоляторы 10кВ проходные и опорные;
- разъединитель РЛНД-10.



Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки с коридором обслуживания.

Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки с коридором обслуживания предназначена для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50 Гц при номинальных напряжениях 6(10); 0,4 кВ. В комплектных трансформаторных подстанциях наружной установки с коридором обслуживания применяется следующее высоковольтное оборудование: силовой трансформатор типа ТМ (ТМГ)-100...400 кВА; токоограничивающие предохранители ПКТ для напряжения 10(6) кВ; разрядники РВО10(6)кВ или ОПН 10(6); изоляторы 10кВ проходные и опорные; разъединитель РЛНД-10. Конструктивные особенности и преимущества: в подстанциях предусмотрены электромеханические и электрические блокировки. Ошиновки главных цепей подстанции грунтованы и окрашены, выполнена цветная фазировка. Луженые места контактов. Двойное антикоррозийное покрытие (оцинковка и эмаль). В КТП устанавливаются все необходимые защиты – от атмосферных и коммутационных перенапряжений, от междофазных к.з., от перегрузки и междофазных к.з. на линиях 0,4 кВ. Высокая заводская готовность позволяет быстро сворачивать и разворачивать подстанцию на новом месте. Простота и удобство обслуживания. Уменьшенные массогабаритные показатели.

Комплектные трансформаторные подстанции наружной установки (КТПН) – новое предложение завода ООО «Трансформер» для энергоснабжения городских жилищно-коммунальных, общественных, промышленных, строительных и сельскохозяйственных объектов. КТПН подходят для электропитания небольшого числа абонентов или для организации временного энергоснабжения (например, в условиях строительства). КТПН могут быть использованы как мобильные передвижные подстанции.

КТПН представляет собой отдельно стоящее металлическое сооружение наружного обслуживания. Возможно одноблочное и двухблочное исполнение комплектных

подстанций наружной установки. Для изготовления КТПН используют высококачественный холоднокатаный металл, применяют передовые технологии электросварки и окраски подстанций. Монтаж оборудования внутри КТПН производят в заводских условиях.

Преимущества КТПН марки «Трансформер»:

- малые габариты;
- одно- и двухблочное исполнение;
- легкость транспортировки (как в собранном, так и в полностью разобранном виде);
- простота сборки без применения электросварки;
- простота установки;
- быстрый ввод в эксплуатацию;
- полный заводской монтаж.

Комплектная трансформаторная подстанция в блочно-модульном здании (производитель ОАО «Люберецкий завод Монтажавтоматика»):

Комплектные трансформаторные подстанции в блочно-модульном здании представляют собой теплоизолированную, удобную, мобильную конструкцию, имеющую высокую степень заводской готовности со всем необходимым инженерным обеспечением (отоплением, вентиляцией, освещением) и не требующую значительных капитальных затрат при монтаже и эксплуатации. Корпус подстанции выполнен с использованием скрытых элементов крепления, препятствующих несанкционированному доступу, а также имеет защиту от случайных внешних механических повреждений по периметру из стали толщиной не менее 2,5 мм. Стены, потолок и двери изготовлены из панелей типа «СЭНДВИЧ» с наполнителем из базальтового негорючего волокна толщиной 80(100) мм. Кабельные проемы имеют негорючее уплотнение согласно ПУЭ. Теплоизоляция пола выполнена из негорючего материала с коэффициентом теплопроводимости не выше 0,035 Вт/мК по ISO 8301-1991.



Лакокрасочное покрытие соответствует исполнению УХЛ1 со сроком службы не менее 15 лет.

Имеется маслоприемник в габаритах подстанции на объем не менее 20% объема масла силового тр-ра.

Естественное или комбинированное исполнение вентиляции трансформаторного отсека выполняется согласно теплового расчета произведенного специалистами «ПК ЭЛЕКТРУМ». Системы вентиляции и обогрева обеспечивают в автоматическом режиме в помещении температуру, в диапазоне +10...+20 оС.

Передвижные комплектные трансформаторные подстанции типа ПКТП мощностью 100, 160, 250, 400, 630 кВА представляют собой однотрансформаторные подстанции наружной установки тупикового типа и предназначены для электроснабжения инфраструктуры дизельных буровых установок (до 400 кВА) и потребителей открытых горных разработок (до 630 кВА). ПКТП также могут использоваться в



схемах электроснабжения городских электрических сетей (аналог КТПГС), для питания небольших промышленных и строительных объектов, сезонных насосных станций и других потребителей.

Подстанция представляет собой стальной сварной корпус с тремя отсеками: высшего напряжения (с разъединителем и предохранителями), низшего напряжения (с вводным на 630 А и отходящими до 12 шт. автоматическими выключателями) и силового трансформатора. Подстанции изготавливаются как с кабельным, так и с воздушным вводом.

Комплектная трансформаторная подстанция КТПМ-К состоит из шкафа РУНН, шкафа силового трансформатора, соединенных между собой, а также шкафа УВН. Шкаф РУНН представляет собой шкаф с аппаратурой подключения отходящих линий: вводного рубильника; разрядников РВН-0,5; шкафа учета (счетчика, трансформаторов тока), шкафа уличного освещения и автоматических выключателей на отходящих линиях. Шкаф УВН устанавливается на крыше шкафа силового трансформатора и включает в себя токопровод, проходные изоляторы ИПУ-10/630, высоковольтные предохранители ПКЭ-6(10)кВ и высоковольтные разрядники РВО-6(10) кВ.

Составные части КТПМ представляют собой прочную металлоконструкцию, обеспечивающую защиту от воздействия климатических факторов на элементы электромонтажа и встроенные аппараты, а также условия для безопасного обслуживания и эксплуатации.

Подстанции комплектные трансформаторные внутренней установки мощностью 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500 кВА на среднее напряжение 6 и 10 кВ, далее по тексту КТПП, предназначены для электроснабжения 0,4 кВ промышленных предприятий и устанавливаются внутри не отапливаемых помещений. В качестве силовых аппаратов применяются автоматические выключатели серий ВА, "Электрон" (г.Ульяновск). Может применяться любое типоразмерное исполнение этих выключателей. Для защиты потребителей схема предусматривает защиту от однофазных замыканий, защиту от перегрузки, в ПС 1600...2500 кВА применяется реле контроля напряжения типа ЕЛ-11 (или их аналоги) для контроля наличия и порядка чередования фаз, защиты от асимметрии фазных напряжений и исчезновения напряжения.

При работе двух трансформаторной подстанции предусмотрена автоматика включения резерва (АВР), которая выполняется на базе пускателя и электромагнитных реле. В случае необходимости возможно дополнение схемы с выводом на телемеханику. Имеется возможность учёта и измерения электроэнергии на вводе и линейных фидерах. Выполняется учёт активной и реактивной электроэнергии на базе индуктивных или электронных счётчиков, как отечественных так и зарубежных изготовителей.



Блочные комплектные трансформаторные подстанции (БКТПБ) предназначены для электроснабжения жилищно-коммунальных, промышленных и инфраструктурных объектов. Расчитаны на напряжение 6(10)/0,4 кВ и мощность до 1600 кВА. Бетонные блоки могут применяться в качестве оболочки для различных инженерных сооружений: тепловых

и насосных станций, очистных сооружений. Завод предлагает комплектные трансформаторные подстанции 6 основных серий:

- «Абонент» и «Оптимa» - комплектные подстанции для жилых микрорайонов;
- «Стандарт» - комплектные подстанции для промышленных объектов;
- «Гарант» - комплектные подстанции для административных зданий и социально значимых объектов;
- «Бизнес» - комплектные подстанции для торговых, деловых, выставочных центров, банков;
- «Регион» - комплектные подстанции для небольших населенных пунктов;
- специальные проекты.

Комплектные трансформаторные подстанции Минского электротехнического завода им. В.И.Козлова:

КТП ТАС, КТП ПАС - 63-400 киоскового типа, с воздушными и кабельными вводом-выводом наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – от 63 до 400 кВа, напряжение 6-10 кВ.

КТП ТАС - М, КТП ПАС - М 630 (модернизированная) киоскового типа, с кабельными выводами наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – 630 кВа, напряжение 6-10 кВ.

КТП ТАС - М 63-250 (модернизированная) киоскового типа, с воздушными и кабельными вводом-выводом наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – от 63 до 250 кВа, напряжение 6-10 кВ.

КТП ТАС 1000 киоскового типа, с воздушными и кабельными вводом-выводом наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – 1000 кВА, напряжение 6-10 кВ.

КТП ТАС – 05 киоскового типа, с воздушными вводом, выводы кабельные наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – 630 кВА, напряжение 6-10 кВ.

КТП с КУ киоскового типа, с воздушными и кабельными вводом-выводом наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – от 63 до 400 кВА, напряжение 6-10 кВ. Особенность данной КТП является установленные по стороне 0,4 кВ автоматические компенсирующие устройства мощностью от 20 до 160 кВар.

2КТП с АВР киоскового типа, с кабельными вводами-выводами, наружной установки. Мощность тр-ров, предлагаемых к установке – 63-630 кВА, напряжение 6-10 кВ. Предназначены для электроснабжения потребителей по 1 категории надежности (имеется АВР по стороне 0,4 кВ). Представляет собой 2 однотрансформаторные КТП.

Okken представляет собой модульный низковольтный щит, предназначенный для распределения электроэнергии и управления радиодвигателями на крупных объектах промышленности, сферы обслуживания и инфраструктуры.

КТПСП Модульной конструкции Комплектные трансформаторные подстанции применяются в системах электроснабжения промышленных предприятий и объектов по добыче, транспортированию и переработке природного газа.

КТПСП на базе конструктива ОККЕН Комплектные трансформаторные подстанции КТПСП- ОККЕН, мощностью 160 — 1600 кВ·А, на напряжение 6 (10) кВ предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц и автоматизации перехода на резервное или аварийное

питание при потере основного питания и автоматического возврата на питание от основных источников при восстановлении напряжения.

КТПСН, КТПСНВ, КТПСНС Комплектные трансформаторные подстанции для электроснабжения собственных нужд атомных, тепловых и гидроэлектростанций, газоперекачивающих компрессорных станций, а также для обеспечения надежного электроснабжения электроприемников 1-й категории. Подстанции могут работать в сейсмически опасных районах (КТПСНС). Подвод кабелей возможен как из кабельного канала (КТПСН), так и из кабельных коробов — верхний подвод кабелей (КТПСНВ)

КТПЦ Комплектная трансформаторная подстанция может применяться в системах электроснабжения потребителей газоперекачивающих компрессорных станций магистральных газопроводов и в других отраслях промышленности для обеспечения надежного электроснабжения.

КТП в утепленной оболочке Комплектные трансформаторные подстанции в утепленной оболочке предназначены для электроснабжения и защиты потребителей городов, промышленных объектов и отдельных населенных пунктов в районах с умеренных и холодным климатом (от минус 60°С до плюс 40°С)

КТПБ Блочные комплектные трансформаторные подстанции в бетонной оболочке предназначены для электроснабжения потребителей городов, населенных пунктов, промышленных или сельскохозяйственных объектов.

При этом блок – 6/10 кВ элегазового исполнения производства Siemens, Schneider Electric. КТПБ состоит из двух секций, каждая из которых размещается в отдельно стоящем блоке из монолитного железобетона. Мощность тр-ров может изменяться от 63 до 2х1250 кВа.

Кроме того на выставке присутствовало большое количество производителей как сухих, так и маслонаполненных трансформаторов 6-20/0,4 кВ отечественных и зарубежных производителей.

Минский электротехнический завод им. В.И.Козлова предлагает линейку силовых трансформаторов напряжением 6-10/0,4 кВ марок ТМГ (трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей).

ТМГн (трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей) - ввод нейтрали стороны НН трансформатора рассчитан на продолжительную нагрузку током, равным 100% номинального тока обмотки НН).

ТМГСУ, ТМГСУ н (трехфазные масляные трансформаторы с симметрирующим устройством герметичного исполнения без маслорасширителей) - обеспечивают поддержание уровня фазных напряжений в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии с неравномерной пофазной нагрузкой).

ТМГМШ (трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей) - отличительными особенностями являются сниженный уровень шума и уровень потерь холостого хода).



ТМГ₁₂ (трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей) - уровень потерь холостого хода и короткого замыкания в данной серии трансформаторов соответствует рекомендациям CENELEC, ввод нейтрали стороны НН трансформатора рассчитан на продолжительную нагрузку током, равным 100% номинального тока обмотки НН).

ТМГ₁₃ (трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей) - предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии, для которых потери короткого замыкания в трансформаторах не оказывают существенного влияния на экономию электроэнергии).

ТМЭГ и ТМБГ - трансформаторы предназначены для преобразования электроэнергии в составе электрооборудования экскаваторов и буровых установок.

ОМ, ОМП, ОМГ - однофазные масляные трансформаторы предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем, питания электрооборудования железных дорог и других потребителей электроэнергии).

ТМГО - 80/0,38 - У₁ - трехфазный масляный трансформатор предназначен для преобразования электроэнергии в составе устройств термической обработки бетона и грунта, питания ручного электроинструмента и временного освещения.

ТМПН, ТМПНГ с первичным напряжением 0,38 кВ - трехфазные масляные трансформаторы с первичным напряжением 0,38 кВ предназначены для преобразования электроэнергии в составе электроустановок питания погружных электронасосов добычи нефти.

ТС, ТСЗ классов напряжения до 0,66 кВ, а также до 10 кВ - трехфазные сухие трансформаторы внутренней установки с изоляцией «Номекс» предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии.

ТСГЛ, ТСЗГЛ, ТСЗГЛФ - трансформаторы силовые сухие трехфазные с геафоловой литой изоляцией напряжением до 10 кВ внутренней установки предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии.



Тольяттинский трансформатор предлагает линейку трансформаторов марок ТМГ мощностью от 100 до 1600 кВа и напряжением 6-10 кВ. Баки трансформаторов выпускаются в герметичном исполнении. Стенки баков для формирования достаточной поверхности охлаждения выполняются из гофрированных стенок. Температурные изменения объема масла в трансформаторах с гофрированными баками компенсируются изменением объема гофров стенок бака за счет их пластичной деформации. Гарантированный ресурс цикличности воздействия максимального и минимального давлений за счет температурных перепадов составляет 10 000 циклов, при расчетном сроке службы трансформаторов 25 лет. Для сварки элементов бака используется новейшее оборудование с синергетическим управлением фирмы «ESAB», Швеция. Качество сварных соединений дополнительно обеспечивается точностью изготовления заготовок на современных линиях «SUPRAREX», Швеция, работающих с электронного чертежа. Весь процесс сборки металлоконструкции проводится на специальных манипуляторах с тремя степенями свободы, обеспечивающих удобный подход и непосредственное выполнение технологической операции. Магнитопроводы

изготавливаются на новейших технологических линиях продольного и поперечного раскроя производства «GEORG» (Германия). Оборудование обладает уникальной функцией механического штабелирования пластин, что позволяет собирать элементы магнитопровода (стержень, ярмо) в автоматическом режиме. Для изготовления пластин магнитных систем применяется высококачественная холоднокатаная анизотропная рулонная сталь с малыми удельными потерями и высокой магнитной проницаемостью, с термостойким изоляционным покрытием. В сочетании с использованием в магнитной системе лучших марок электротехнической стали 3408, 3409, схемы шихтовки пластин с полным стыком по методу «Step lap», новые технологические процессы позволяют значительно снизить потери холостого хода по сравнению с требованиями ГОСТ. В трансформаторы серии ТМГ заложены овальные конструкции обмоток в соответствии с современной идеологией проектирования ведущих зарубежных производителей. Подобная конструкция, отличающаяся большей компактностью, позволяет снизить массо-габаритные характеристики и уменьшить объем трансформаторного масла. При этом удалось добиться повышенной динамической стойкости трансформаторов к токам КЗ за счет создания монолитной конструкции обмоток: вторичная обмотка выполнена медной или алюминиевой лентой (фольгой) с применением усиленной межслойной изоляции (специальная электротехническая бумага фирмы «KREMPEL Group», Германия) с запекаемым слоем эпоксидной смолы после термообработки. Намотка обмоток ВН и НН производится на оборудовании, оснащённом РС управлением, фирмы «TUBOLY», Швейцария. Учитывая климатический пояс внутреннего рынка потребления, большая доля в общем объеме производства отводится под исполнение ХЛ (+40С_о -60С_о). Для решения вопроса надежных уплотнений в трансформаторах применяется композиционный материал на базе натуральной пробки (пробкорезиновая смесь TD 1310).

В производстве распределительных трансформаторов используется специальное масло на минеральных компонентах производства «АНХК», г. Ангарск (аналогичное масло применяется в технологии производства трансформаторов класса 110-220 кВ). Перед заливкой масло проходит обработку на установке дегазации фирмы «MICAFLUID» (Швейцария). Заливка в бак производится в специальном шкафу под глубоким вакуумом для удаления из масла и изоляции воздуха, что обеспечивает высокую электрическую прочность изоляции трансформатора. Для термовакuumной сушки и заливки трансформатора применяется специальная установка фирмы «MAYER», Германия, в которой применена новая технология нагрева токами пониженной частоты, где в качестве нагревателя используется собственная обмотка ВН трансформатора. Все процессы сушки и контроля происходят в автоматическом режиме, что значительно повышает качество изделий и сокращает длительность процесса термовакuumной обработки в несколько раз. Весь процесс осуществляется по специальной программе с визуализацией на экране монитора всех параметров и последующей распечаткой протокола всего процесса.

2. Предложения по использованию новой техники и технологий по результатам проведённой выставки:

ООО «АмпеЭнерго Северо-Запад» предлагает сухие силовые трансформаторы 6-10 кВ серии SG 10.



Трансформаторы серии SG10 и SG(B)10 сохраняют высокие электрические и механические характеристики на весь период эксплуатации - не менее 25 лет.

При длительной 20% перегрузке не требуется принудительная вентиляция. Магнитопровод наборный без отверстий и винтовых стяжек. Изоляция по высокой стороне Nomex Dupont с частичными разрядами менее 5pC., не содержит горючих токсичных масел и смол.

Благодаря открытой конструкции обмоток трансформаторы ремонтпригодны, доступны в осмотре, не чувствительны к воздействию влаги, пыли, солевой среды.

Трансформаторы SG10 и SG(B)10 прошли сертификацию соответственно МЭК, ГОСТ Р, ИСО 90018, ИСО 14001, испытания лабораторией КЕМА (Голландия), НИИВА (Россия), СТQC (КНР), приемо-сдаточные испытания в России.

Основные технические характеристики

Тип	Мощность	Потери		Uк	I0	Шум
	кВА	P0, Вт	Pм, Вт	%	%	dB
SG10-100/10	100	380	1105	4	0,9	42
SG10-160/10	160	500	1555	4	0,9	43
SG10-200/10	200	570	1960	4	0,8	43
SG10-250/10	250	730	2410	4	0,8	45
SG10-315/10	315	850	3020	4	0,7	46
SG10-400/10	400	1005	4405	4	0,7	47
SG10-500/10	500	1120	5170	4	0,6	48
SG10-630/10	630	1260	7130	4	0,5	49
SG10-630/10	630	1200	7505	6	0,5	50
SG10-800/10	800	1530	8255	6	0,4	51
SG10-1000/10	1000	1720	9545	6	0,4	51
SG10-1250/10	1250	2030	11585	6	0,3	52
SG10-1600/10	1600	2300	13485	6	0,3	53
SG10-2000/10	2000	2700	15415	6	0,25	53
SG10-2500/10	2500	3220	17170	6	0,25	54

Свойства изоляции Dupont Nomex:

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- высокая диэлектрическая прочность до 40 кВ/мм при частоте 50, 60 Гц;
- низкие диэлектрические потери, в том числе при высоких температурах;
- малое старение изоляции (при условно постоянной перегрузке в 200°C отсутствие показателя старения в течение 10 лет);
- наиболее низкая диэлектрическая константа среди всех диэлектриков, кроме воздуха.

ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ:

- длительная термоустойчивость до 220°C;
- кратковременная термоустойчивость до 350°C;
- не растворяется, не обугливается до 250°C;
- нет токсичной газовой эмиссии при температуре свыше 750°C;

- при работе в условиях токов КЗ и термоперегрузках от токов КЗ нет увеличения хрупкости;
- сохраняет диэлектрические характеристики в широком диапазоне температур.

ВЛАГОУСТОЙЧИВОСТЬ:

- при производстве изоляции Nomex используется "ноу-хау" технология пропитки и прессовки под вакуумом (технология VPI);
- первоначальные изоляционные свойства сохраняются при влажности до 95%;
- изоляция успешно проходит циклические испытания при воздействии соляного и водяного туманов влажностью до 95%.

ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ:

- при воздействии на обмотки температуры 800°C более 40 минут потеря в весе составила менее 5% без выделения токсичных веществ;
- при прямом огневом воздействии материал считается негорючим при индексе кислорода выше 20,8% (индекс кислорода Nomex 22-25%).

Сухие трансформаторы с литой изоляцией CTR 6-10 кВ производства IMEYU (Италия): Сухие трансформаторы CTR обладают высокой надежностью, низким уровнем шума и сниженными потерями, что обусловило их применение во всех регионах России как на промышленных объектах, так и на объектах жилищного строительства и соцкультбыта.

Силовые масляные трансформаторы представлены 3 основными типами:

Ridotte, Normale, Energetica. Напряжение данных трансформаторов 10-20/0,4 кВ. Линейка мощностей представлена от 50 до 2500 кВА. Основное отличие линеек – в потерях ХХ и КПД.

Пункт автоматического регулирования напряжения ПАРН типа ВДТ/VR-32 (Чебоксарский Электромеханический Завод)

Назначение и область применения

Пункт автоматического регулирования напряжения серии ПАРН ВДТ/VR32 (далее по тексту ПАРН) применяется при реконструкции, модернизации и новом строительстве воздушных линий электропередач распределительных сетей 6 и 10 кВ.

Применение ПАРН позволяет решить следующие задачи:

- увеличение пропускной способности существующих линий для подключения новых потребителей
- передача электроэнергии по линиям 6 и 10 кВ на большие расстояния;
- обеспечение качества электроэнергии, в том числе устранение несимметрии напряжений в линиях;

При этом ПАРН выполняет основную функцию: автоматического поддержания уровня напряжения в заданных пределах (повышение, понижение) при прямом или обратном направлении потока мощности (реверсивный режим).

Условия эксплуатации

ПАРН предназначен для эксплуатации в районах с умеренным климатом в условиях, предусмотренных для климатического исполнения У и категории размещения 1 по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1 при верхнем рабочем значении температуры окружающей среды + 55



град С и при нижнем рабочем значении температуры окружающей среды - 45 град С. Допускается эксплуатация ПАРН в районах с холодным климатом (зона УХЛ1), для этого предусмотрено устройство контроля температуры (рис. 2), блокирующее работу переключателя ступеней при температуре «замерзания» масла.

Также имеется возможность поставки ПАРН в утепленном блок-боксе (БКС) для эксплуатации в районах с суровыми климатическими условиями.

- Конструкция
- Шунтирующий ОПН: (для защиты последовательной обмотки ВДТ)
- Высоковольтные вводы (бушинги)
- Токоъемы
- Клапан сброса давления при 28 кПа
- Индикатор положения переключателя ступеней
- Табличка с техническими характеристиками ПАРН. Крепится на баке ВДТ
- Кронштейны крепления ВДТ на опоре
- Сливной вентиль: вентиль выполнен с возможностью производить пробозабор масла
- Индикатор уровня масла
- Герметичный бак
- Проушины для подъема крышки ВДТ
- Дыхательный клапан
- Место присоединения ОПН «фаза-земля»
- Рымы для подъема ВДТ
- Болт заземления
- Направляющие для крепежа на поддонах при транспортировке
- Шкаф управления
- Распределительная коробка
- Соединительный кабель
- Микропроцессорное устройство управления



Основные технические параметры

Обозначение ПАРН	Номинальный ток, А	Габаритные размеры, мм:			Расчетная масса одного ВДТ, кг	Возможный способ установки ВДТ
		в	ш	г		
ВДТ/VR 32-6(10)-100 У1	100	1910	860	1200	814	на опорах
ВДТ/VR 32-6(10)-150 У1	150	2040	860	1460	1041	на опорах
ВДТ/VR 32-6(10)-200 У1	200	2140	1020	1320	1211	на опорах
ВДТ/VR 32-6(10)-300 У1	300	2390	1190	1420	1665	на постаменте
ВДТ/VR 32-6(10)-400 У1	400	2750	1210	1480	2059	на постаменте
ВДТ/VR 32-6(10)-500 У1	500	2810	1190	1440	3339	на постаменте

ПАРН серии ВДТ/VR-32 выпускается в соответствии с техническими условиями ТУ 3414-004-77336621-2006 и имеет российский сертификат соответствия.

Трансформаторы 10/0,4 кВ столбового исполнения (ЗАО «Трансформер» г.Подольск)

Трансформатор столбового типа позволяет обезопасить окружающих от попадания под напряжение и защитить оборудование от возможных актов вандализма.

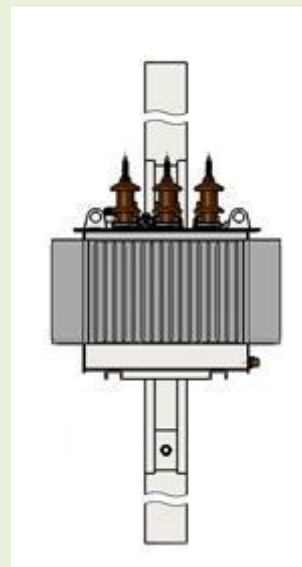
Столбовой трансформатор предназначен для питания фермерских хозяйств, небольших поселений, коттеджных поселков, индивидуальных построек. Устанавливаются в непосредственной близости от потребителя, что приводит к снижению потерь электроэнергии.

Не требует установки подстанции. Трансформатор эксплуатируется на открытом воздухе, а распределительные шкафы и приборы учета устанавливаются непосредственно в помещении абонента.

Трансформатор предназначен для работы при температуре от -45 до + 40 градусов по Цельсию. Выводы ВН и НН рассчитаны на работу с самых тяжелых погодных и климатических условиях (пыль, дождь, повышенная влажность и др.).

Пока на подольском заводе ЗАО "Трансформер" выпускают столбовые трансформаторы мощностью 32, 40 и 63 кВА. Ожидается расширение номенклатурной линейки.

Применение данных трансформаторов является одним из перспективнейших направлений при развитии и строительстве сетей.



3. Заинтересовавшие коммерческие предложения, возможные к реализации:

Фирма SIEMENS готова выполнить проект необслуживаемой ТП с применением сухих трансформаторов, распределительного устройства 6-10 кВ на базе ячеек NXAIR. Стоимость комплектации РУ 6-10 кВ из четырёх ячеек: две линейные с выключателями нагрузки, одна трансформаторная и одна ячейка с вакуумным выключателем с комплектом защит – 730 тыс. рублей. Данный вариант возможен к применению в энергосистемах ОАО «МРСК Центра».

4. Новые разработки, требующие дополнительного изучения, не применявшиеся ранее в электросетевом комплексе.

ОАО «Запорожтрансформатор» начал производство управляемых шунтирующих реакторов (УШР) класса напряжения 35 кВ. Данное устройство служит для улучшения качества электроэнергии в сетях. Оно позволяет стабилизировать напряжение (ограничить колебания напряжения до 1,5%);

ООО «Энергия-Т» разработало установку мачтовой конденсаторной батарей поперечного включения в линию 6-10 кВ. Мощность предлагаемых БКМ от 100 до 2700 кВар, с перспективой расширения до 3600 кВар;

фирма SIEMENS представила линейку литых ТТ напряжением от 6 до 110 кВ; Оборудование полностью сертифицировано и готово к применению на российском рынке.

ООО «СистеК» предлагает устройства контроля и диагностики КЛ (мониторинг температур фаз кабеля по всей длине).

ООО «Росполь-электро+» предлагает коммутационный ограничитель тока, который обеспечивает быструю защиту от токов короткого замыкания напряжением до 38 кВ.

Коммутационные аппараты 10 – 110 кВ

Коммутационные аппараты 0,4кВ

На Международной выставке «Электрические сети России» представлены большое количество образцов коммутационных аппаратов 0,4кВ.

Необходимо отметить изделия Завода низковольтной аппаратуры Коренево, Белгородского электромеханического завода, группы компаний электрощит ТМ-Самара.

- представленные образцы быстродействующих предохранителей ППБ – с плавкими вставками aR;

- предохранители ПН-2 с неразборной плавкой вставкой типа q;

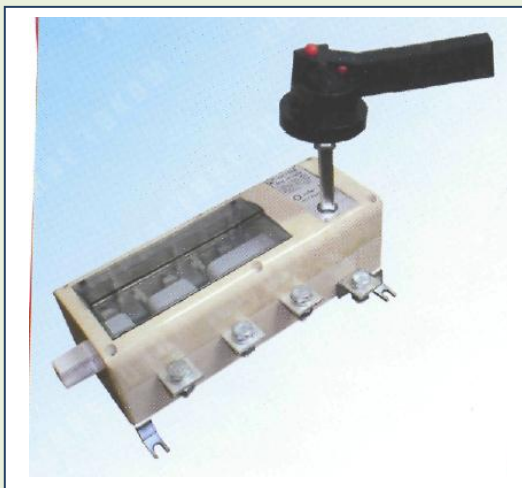
- предохранители ПН-33-ПН-39;

- разъединители РЕ 19-31, ПЦ-1, РПС с повышенной коммутационной и механической износостойкостью.

Особое внимание обращает на себя конструкция выключателя-разъединителя (выключателя нагрузки) серии ВНК с механизмом мгновенного действия.

Выключатель-разъединитель с предохранителями серии ВНКП с использованием ножевого контактного механизма, который использует принцип монтажного притяжения в магнитопроводах на подвижных контактах.

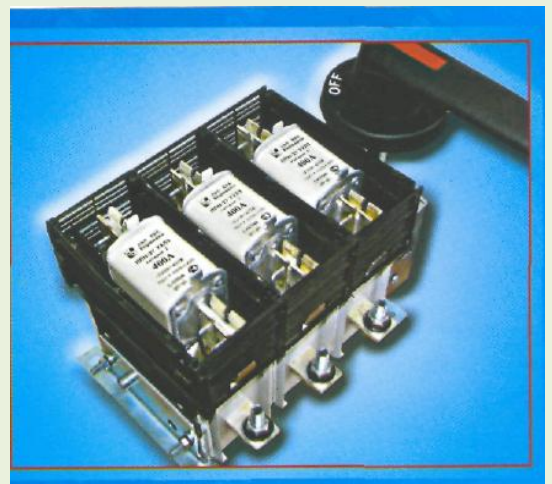
Выключатели-разъединители



В конструкции ВНКП применяется ножевой механизм, который использует принцип магнитного притяжения в магнитопроводах на подвижных контактах.

С увеличением силы тока автоматически увеличивается и контактное усилие, обеспечивая надежный контакт и пониженную температуру контактов при любых режимах до 660В, что увеличивает электрическую долговечность изделия.

Данное направление было широко представлено на выставке, особенно можно выделить Выключатели-разъединители (выключатели нагрузки) серии ВНК с механизмом мгновенного отключения для включения, пропускания и отключения расчетного (включая определенные перегрузки по току) переменного тока номинальным напряжением до 660В.



Предохранители



Из широкого спектра представленных предохранителей выделяется оборудование серии ППН с плавкими вставками общего назначения типа gG/gL, аМ для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических сетей трехфазного переменного тока с номинальным напряжением до 1000 В частоты 50 и 60 Гц при перегрузках и коротких замыканиях. Предохранители ППН заменяют устаревшие предохранители ПН2, которые имеют более низкие эксплуатационные показатели. При использовании ППН у потребителей будет иметь место существенное снижение потерь мощности не менее 30%.

Автоматические выключатели



В данном разделе особенно выделяются автоматические выключатели серии ВА 57-43 (D-max 1600).

Автоматические выключатели предназначены для проведения электроэнергии в нормальном режиме и отключения тока при перегрузках, коротких замыканиях и недопустимых снижениях напряжения электрических цепей с номинальным током от 630А до 1600А. Модульный принцип конструкции – что позволяет в процессе эксплуатации модернизировать и укомплектовывать дополнительными сборочными единицами: электромагнитным приводом, независимым расцепителем, свободными контактами.

Выключатель D-max значительно меньше по габаритам и весу аналогичных автоматов российского производства, что позволяет экономить место в распределительных шкафах. По своим посадочным местам выключатель совпадает с автоматами ОЕЗ, которые заслуженно пользовались популярностью в нашей стране долгое время. Современный технологичный дизайн автомата позволяет использовать с иностранным оборудованием в распределительных шкафах, не нарушая при этом эстетическое восприятие. Для выполнения ремонтов КТП целесообразно применение приведенных образцов рубильников, предохранителей, выключателей-разъединителей. При организации реконструкции и нового строительства электрических сетей необходимо включить в технические условия и проектировать для защиты электрической сети современные автоматические выключатели с точными настройками, с возможностью интеграции устройств в системы телемеханизации и АСУ, для создания автоматизированной электрической сети.

Коммутационные аппараты 6-10/35 кВ
Выключатели 6/10 кВ



Были представлены на выставке следующими производителями: ООО Электрокомплекс, ФГУП Научно- производственное предприятие Контакт г. Саратов, ЗАО Группа компаний Электрощит ТМ Самара, ЗАО Высоковольтный Союз, Электрораппарат г. Уфа, ООО Сименс

Данный класс коммутационных аппаратов представлен вакуумной техникой. В целом производителями представлено многообразие различных серийных решений предназначенных для применения как в современные КРУ и КСО, так и в тех, которые требуют модернизации. Производителями представлены широкие гаммы конструктивных исполнений приводов выключателей от электромагнитного до пружинно- моторных приводов. Анализ представленных производителями данных позволил выявить ряд следующих особенностей представленных выключателей:

- Номинальные токи выключателей от 630А, до 3150А.
- Ток термической стойкости контактов 12,5... 40 кА
- Механический ресурс операций ВО оборудования Сименс составляет 10000 циклов, ЗАО Высоковольтный союз 100000.

Разъединители 6-10 кВ



Данное направление не было представлено широким выбором оборудования различных поставщиков и в основном сводилось к представлению широко известных разъединителей

типа РЛНДМ (разъединители горизонтально- поворотного типа) и РЛК (разъединители качающегося типа).

На фоне представленных образцов особенно выделялась продукция представленная ЗАО ЗЭТО г. Велики Луки и Самара электрощит

Ими представлен широкий выбор разъединителей типа РЛНДМ и РЛК. Отличительной особенностью данного оборудования является покрытие всех частей разъединителя горячим цинком, что придает ему значительные антикоррозионные свойства.

Конструктивное исполнение разъединителей данных производителей позволяет фактически избежать периодического технического обслуживания за счет: изоляции выполненной с использованием полимерной изоляции; основания подвижных колонок выполненных в виде пары: ось из нержавеющей стали- втулка из полиамида и т. д.. Токоведущие части выполнены из меди с покрытием гальваническим оловом, что позволяет обеспечить надежный контакт при более 10000 циклов В-О.

Контактное давление в разъеме токоведущего контура обеспечивается с помощью пластинчатых пружин, технология изготовления которых позволяет обеспечить стабильность нажатия в течении всего срока эксплуатации.

Коммутационные аппараты 35 кВ Выключатели 35 кВ

Данный класс выключателей представлен в большинстве своем вакуумной техникой, только Сименс представляет в данном классе напряжения элегазовый выключатель, но гашении дуги, в представленном образце, осуществляется в вакуумной камере, а элегазовая оболочка служит диэлектриком, придающим аппарату меньшие размеры.

Были выставлены модели производства ООО Сименс, ЗАО Высоковольтный союз, ЗАО Группа компаний Электрощит ТМ Самара.



Группа компаний «Электрощит» (Самара) представили новый вакуумный выключатель на класс напряжения 35 кВ ВВН-СЭЩ-П-35-25/1600. Изоляция полюсов данного выключателя изготавливается из эпоксидной смолы или кремний-органической резины. Коммутационный ресурс составляет 25000 циклов ВО. Выключатели выпускаются на номинальные токи 1000, 1600 А.

Сравнительные технические характеристики представленных ВВ 35 кВ

Наименование параметра	ВР35 ЗАО Высоковольтный союз	ВБЭТ НПП Контакт	ВБ35 НПП Контакт
Номинальное напряжение, кВ	35	35	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5	40,5	40,5
Номинальный ток, А	630-2000	630-1600	630-1600
Номинальный ток отключения, кА	5-25	25	25-31,5
Испытательное кратковременное напряжение (одноминутное) промышленной частоты, кВ	95	95	95
Ресурс по коммутационной стойкости:			
а) при номинальном токе, циклов «ВО»	25000-100000	20000	20000
б) при номинальном токе отключения, операций «О»	30-70	30	80
Срок службы до списания, лет	30		

Разъединители 35 кВ

Данное направление не было представлено широким выбором оборудования различных поставщиков и в основном сводилось к представлению широко известных разъединителей типа РДЗ и нового типа РГ. При этом разъединители серии РГ по сравнению с традиционными РДЗ имеют ряд существенных преимуществ такими как:



- Конструкция контактных ножей и заземлителей выполнены по технологии не требующих регулировок контактного нажатия в течении всего срока эксплуатации
- В основании поворотных колонок установлены закрытые шарикоподшипники не требующие их дополнительной смазки в течении всего срока эксплуатации
- Применение полимерных вкладышей с низким коэффициентом трения позволяет отказаться от проведения регламентных работ на трущихся частях
- Все части разъединителя имеют стойкие антикоррозионные покрытия горячим цинком
- Разъединители работоспособны при гололеде до 20мм в то время как разъединители серии РДЗ допускают оперирование при стенке до 10 мм



Коммутационные аппараты 110 кВ

ЗАО "ЗЭТО" представило компактный модуль для ОРУ 110 кВ. В состав базового модуля входит элегазовый выключатель ВГТ-110 (производства ЗАО "ЗЭТО), трансформаторы тока, шинный и линейный разъединители, элементы жесткой ошиновки с применением полимерных изоляторов типа ОСК-10-110, опорные конструкции.

Преимуществами КМ-ОРУ-110 кВ являются сокращение площади распределительного устройства, сокращение сроков проектирования и времени монтажа оборудования, сокращение затрат на эксплуатацию.

Концерн Высоковольтный союз" представил новый вакуумный выключатель типа ВРС-110 наружной установки. Отличительной особенностью данного выключателя является наличие только одного разрыва на фазу, что применяется впервые в России.



Санкт-Петербургское предприятие ОАО "Энергомеханический завод" представило ячейку линейную 110 кВ КРУЭ-110. Применение ячеек подобного типа позволяет выполнять современные подстанции на минимальных площадях, занимаемых оборудованием.

Корейские предприятия Hyundai Heavy Industries и HYOSUNG CORPORATION также представляли свои КРУЭ на класс напряжения от 72,5 до 800 кВ. Отличительными чертами данных компаний является широкая номенклатура выпускаемого оборудования

ООО "Евроконтракт-ВВО" представило компактное распределительное устройство элегазовое 3АР1 DTC для напряжения 145 кВ производства компании "SIEMENS". В данной разработке применяются хорошо зарекомендовавшие себя дугогасительные камеры и пружинный привод. Встроенные трансформаторы тока также придают распределительному устройству большую компактность

Компания "SIEMENS" представила также вариант исполнения разъединителей КРУЭ-110 кВ, в которых видимый разрыв можно контролировать в режиме реального времени при помощи встроенной видеокамеры и подключаемого переносного компьютера. Также одной из новинок компании "SIEMENS" является устройство контроля коммутационного ресурса выключателя. Данное устройство может быть установлено в шкафу привода выключателя, к нему подключаются вторичные токовые цепи коммутируемого присоединения. Такое устройство может подключаться к переносному компьютеру или к локальной вычислительной сети и передавать информацию дистанционно. Также при исчерпании коммутационного ресурса выдается сигнал к устройствам центральной сигнализации.

Интересным вариантом является использование при новом строительстве или реконструкции подстанций вакуумных одноразрывных выключателей 110 кВ. Однако, их активное применение может быть осуществлено после проведения достаточного количества испытаний и наработки определенного опыта эксплуатации. Вакуумные выключатели являются более безопасными для окружающей среды, чем маслонаполненные, содержащие большое количество нефтяных масел, и элегазовые, содержащие ядовитый газ.

КРУЭ 110 кВ и КРУ 6 - 10 кВ

Компания «HYOSUNG CORPORATION» г. Сеул, Корея разрабатывает и производит широкую номенклатуру элегазовых распределительных устройств (КРУЭ), призванных обеспечить соответствие индивидуальным требованиям самого взыскательного покупателя. Компания производит элегазовые РУ в полном соответствии с техническими требованиями заказчика с рабочим напряжением от 25,8 кВ до 800 кВ, с токами короткого замыкания до 63 кА. Использование герметичных металлических корпусов, наполненных элегазом позволяет повысить изолирующие качества и снизить долгосрочные эксплуатационные расходы клиента, обеспечивая высочайшую надёжность в эксплуатации. В связи с большим опытом компоновки элементов КРУЭ удаётся создавать компактные конструкции обеспечивающие экономию до 20% полезного пространства по сравнению с обычными устройствами с воздушной изоляцией. Сборка оборудования непосредственно на заводе и транспортировка в собранном виде обеспечивает сокращение времени монтажа и снижение сопутствующих расходов.

Типовое элегазовое РУ состоит из выключателя, разъединителя, заземлителя, сборных шин, трансформатора напряжения, трансформатора тока и ограничителя перенапряжений. Заполненные газом секции используются в качестве разделителей обеспечивающих сведение проблемных зон к минимуму, при этом обеспечивается лёгкость ремонта, обслуживания и контроля состояния изоляции.

Выключатели. Метод синхронизированного осевого двойного дутья позволяет существенно ускорить процесс отключения и делает возможным однополюсную структуру. Использование двойных расцепляющих катушек позволяет обеспечивать надежное отключение в сочетании с функцией блокировки от повторного включения и с функцией свободного расцепления. По запросу можно выбрать гидравлический, пружинный или пневматический механизм приводов.

Разъединители. Используются разъединители с пружинно моторным или пневматическим приводом с групповым срабатыванием по трём фазам. Механический индикатор, прикреплённый к валу внутри механизма привода, обеспечивает визуальный контроль состояния. Возможна установка окошек для непосредственного визуального наблюдения состояния разъединителя.

Заземлители. Каждый заземлитель рассчитывается на функцию кратковременных токов термической стойкости. Они подразделяются на два типа. К первому относятся заземлители с механическим или пневматическим, для обслуживания и ремонта. Ко второму быстродействующие заземлители, которые могут быть пружинными или пневматическими. Для всех типов заземлителей предусмотрена возможность ручного управления.

Шинопровод. Втычные контакты типа «тюльпан» позволяют производить удобные присоединения и отсоединения, при этом обеспечивается необходимая гибкость и компенсация механических допусков всей конструкции. Установка сильфонных компенсаторов позволяет обеспечить как простоту монтажа так и защиту оборудования от возможной в будущем просадки фундамента.

Трансформаторы тока. Для функций защиты используются трансформаторы тока кольцевого типа. Для защиты от влажности в конструкциях используются материалы из эпоксидного стеклотекстолита. Трансформаторы тока кольцевого типа применяются как для КРУЭ с общей оболочкой для всех трёх фаз, так и для пофазных конструкций.

Трансформаторы напряжения. Используются электромагнитные трансформаторы высокой надёжности. Эти компактные модули могут присоединяться к РУ в любом положении.

Ограничители перенапряжений. ОПН обеспечивают защиту электросилового оборудования от грозового импульса и перенапряжений, предотвращая связанные с этим неисправности и перебои питания. Обычно применяются оксидно-цинковые типа ОПН.

Внутреннее устройство КРУЭ спроектировано таким образом чтобы устранить всякую необходимость проверок и обслуживания. Для поддержания высочайших критериев надёжности работы рекомендуется проведение периодического контроля и обслуживания. Стандартный контроль производится с начала работы каждые два месяца. В него входит проверка рабочего давления газа и давления опрессовки и проверка количества

записанных коммутаций выключателя и срабатываний ОПН. Периодический контроль производится после пятисот коммутаций выключателя, каждые три года с начала работы. В него входит проверка утечки элегаза, смазка и проверка рабочего агрегата. Детальный контроль производится каждые 2000 коммутаций с начала работы каждые шесть лет. В него входят детальная проверка рабочего агрегата и внутренняя проверка выключателя.

Компания «СИМЕНС АГ» г. Берлин, Германия предлагает высоковольтное компактное распределительное устройство ZAP1 DTC для напряжения 145 кВ, являющееся разработкой Siemens. DTC является компактным устройством, объединяющим в себе несколько функций, необходимых для работы подстанций. Элементами данного нового устройства являются: высоковольтный выключатель бакового типа, оснащенный проходными трансформаторами тока, один или более разъединителей с заземлителями и вводы для присоединений к воздушным линиям и системам шин.

Основываясь на проверенной модульной концепции, в важнейших узлах DTC применены компоненты известных и хорошо себя зарекомендовавшие высоковольтные выключатели, разъединители, а также семейства элегазовых КРУ компании Сименс: дугогасительная автокомпрессионная камера выключателей типа ZAP; пружинный привод выключателей типа ZAP; секционный узел с разъединителем/заземлителем, применяемый в КРУ типа 8DN8; заземлитель открытой установки, применяемый на разъединителях семейства Siemens/Ruhrtal.

Благодаря компактной конструкции, а также гибкости и многообразию возможных вариантов размещения модулей DTC при разработке проектов могут быть реализованы различные схемы подстанций с минимальными затратами. Иными словами, концепция DTC предусматривает экономичную, компактную конструкцию и предоставляет новые широкие возможности заказчикам.

В модульной конструкции представлены типичные варианты компоновки с вводами на входящей и отходящей сторонах, выключателем и трехпозиционными переключателями для выполнения функций разъединения и заземления. Выключатель устройства оборудован стандартным пружинным приводом. Шкафы со схемами управления выключателя и разъединителей/заземлителей, а также клеммными зажимами с выведенными вторичными выводами трансформаторов тока расположены в передней части устройства DTC. Системой соединительных штанг разъединители/заземлители соответственно связаны между полюсами и соответствующими приводами.

В выключателях устройства DTC используется автокомпрессионный принцип гашения дуги, при котором отключения токов короткого замыкания происходят за счет энергии дуги, не требуя энергии со стороны привода. Конструкция разъединителя/заземлителя базируется на аналогичной конструкции элегазового КРУ. Основные элементы данного модуля: подвижные контакты, валы и рычаги, применяемые в элегазовых КРУ, зарекомендовали себя надежными в течение многих лет в эксплуатации. Привод модуля также является надежным компонентом, применяемым для переключения разъединителей/заземлителей. Визуальный контроль положения разъединителя/заземлителя обеспечивается через специальные окошки.

Компания «HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES» Корея представила КРУЭ, которое включает в себя технологическое оборудование подстанции, такое как: выключатели,

разъединители с заземлителями, трансформаторы тока и напряжения, ОПН, совмещенные в заземленном металлическом корпусе, заполненным элегазом. Таким образом, КРУЭ является качественным РУ с множеством превосходных характеристик. Высокая степень готовности к монтажу. Подстанция с КРУЭ занимает 30-40% площади подстанции с ОРУ. Благодаря этому подстанции располагаются в густо населённых районах, гористой местности. Все детали КРУЭ, находящиеся под напряжением, заключены в заземленный кожух, что обеспечивает повышенную безопасность персонала и защиту от влияния внешней среды. КРУЭ состоит из стандартных модулей что обеспечивает лёгкость монтажа и высокое качество сборки. Небольшое количество труб и клапанов изолированной системы стандартных модулей гарантирует высокую степень герметичности. Использование пружинно-моторного привода выключателя обеспечивает высокую надёжность, простоту монтажа, меньшее количество комплектующих, устраняет нагрев газа.

Конструкция КРУЭ обеспечивает лёгкий доступ к его электротехническим компонентам и позволяет осуществлять проверку и замену контактов выключателя без демонтажа. КРУЭ каждого класса напряжения сконструированы как стандартные модули для того чтобы все схемы компоновки шин и отводов могли быть скомпонованы из таких модулей.

«ОАО ВО «Электроаппарат», г. Санкт-Петербург представила трёхфазные элегазовые ячейки ЯГТ-110 (горизонтальное расположение полюсов) и ЯГТМ-110 (вертикальное расположение полюсов) на напряжение 110 кВ. Ячейки отвечают всем требованиям, предъявляемым сегодня к современным распределительным устройствам по мощности и надежности. Компактная конструкция, высокая гибкость и малый вес, делают КРУЭ этого типа очень экономичными. В зависимости от желания заказчика возможна комплектация оборудованием, как для кабельного подключения, так и для присоединения к воздушной ЛЭП. Поставка полностью смонтированных на заводе ячеек резко сокращает трудозатраты при монтаже на месте установки, достаточно соединить фланцы модулей. После этого со стороны заказчика требуется лишь выполнения кабельного или воздушного присоединения к ячейке. Таким образом, КРУЭ могут быть легко установлены, без значительных перерывов в электроснабжении. КРУЭ обеспечивает легкий доступ к компонентам и позволяет осуществлять проверку и замену контактов выключателя без демонтажа. Все детали КРУЭ, находящиеся под напряжением, заключены в заземленный кожух, что обеспечивает повышенную безопасность персонала.

Разрывные мембраны защищают каждый герметичный объем изделия от разрушения при резком повышении давления. Ячейки взрыво- и пожаробезопасны.

гарантийный срок – 5 лет;

межревизионный период – 20 лет;

срок службы – 40 лет.

«Группа компаний «Электрошит–ТМ Самара» представила КРУ СЭЩ-65 –закрытое распределительное устройство напряжения 35 кВ для комплектования ТП 35/6(10) кВ в качестве вводных устройств и для ПС 10/35/6(10) кВ в качестве распределительных устройств среднего напряжения. Исполнение КРУ в утепленных блочно-модульных

зданиях контейнерного типа заводской готовности. Трансформаторные подстанции с КРУ 35 кВ в блок-модулях изготавливаются как проходными, так и тупиковыми по всем мостиковым схемам, каждая из которых имеет в своем составе до десяти ячеек, по пять на каждую секцию. ЗРУ до пяти ячеек выполняются в транспортабельном, полностью собранном на заводе блоке. Возможно изготовление распределительного устройства и с большим количеством ячеек, но при этом поставка осуществляется блоками, которые стыкуются между собой на монтажной площадке. Секционная связь между блоками может быть выполнена жёсткими открытыми шинами через проходные изоляторы, расположенные на крыше блочно-модульного здания, или кабельными вставками

«НПФ Техэнергокомплекс» представило на выставке ячейки КРУ/ТЭК - 205 на номинальный ток до 3150 А /31,5 кА аттестованные ОАО «ФСК ЕЭС»; двухъярусные ячейки КРУ\ТЕК-206 с двусторонним обслуживанием на номинальный ток 630 А/20 кА; ячейки КРУ-2008Н используемых в сетях ОАО «МОЭСК»; камеры серии КСО-298 с вакуумными выключателями ВВ\ТЭК-10, EVOLIS и ВВ\TEL.

«Группа компаний «Электроцит–ТМ Самара» представила КРУ СЭЩ-59, КРУ СЭЩ-70 с номинальными токами от 630 до 3150А со сборными шинами в твердой изоляции, оборудованное системой мониторинга ИНФО-СЭЩ сигнализирующей об опасной температуре в 3-х точках на каждой фазе (по 3 точки на верхних и нижних контактах, 3 точки вблизи разделки кабеля).

АБС Электротехника представила КРУ серии С-410 на токи 630 – 3150 А, предусматривающие как одностороннее, так и двустороннее обслуживание ячеек. Вкатывание-выкатывание выключателя из рабочего положения в контрольное и обратно осуществляется при закрытой двери отсека червячной передачей. Возможность установки в одном шкафу двух выкатных элементов: вакуумного выключателя в отсеке выключателя и измерительных трансформаторов напряжения в кабельном отсеке ячейки.

ЗАО «Группа «Свердловэлектро» представила КРУ-СВЭЛ на токи 630 – 3150 А, основными преимуществами которой являются блочная конструкция; малые габаритные размеры; возможность установки любого типа оборудования внутри ячеек; технический контроль каждого узла в сборке, а затем ячейки в целом. Двойное покрытие металлоконструкций позволяет избежать появления коррозии в течение 25-30 лет.

В представленном на международной специализированной выставке «Электрические сети России 2010» оборудовании нашли применение технологии, позволяющие значительно сократить сроки строительства и реконструкции новых и существующих объектов электрических сетей, снизить аварийность, повысить надежность передачи электроэнергии, повысить уровень эксплуатации и энергосбережения. Однако принципиально новых разработок на выставке представлено не было.

Для напряжения 10 кВ рекомендуется к применению компактное элегазовое распределительное устройство ZAP1 DTC производства Siemens.

Силовые и измерительные трансформаторы 10-110 кВ

В данном сегменте силовых трансформатор значительных изменений номенклатуры представлено не было. Были представлены следующие производители:

- **Алтайский трансформаторный завод** (выпускает масляные трансформаторы серий ТМ и ТМГ мощностью от 25 до 1000 кВА). По причине отдаленности производства, в стоимость продукции будут включены значительные транспортные расходы.

- **ОАО «АБС Электро»** Данная компания производит силовые трансформаторы класса напряжения 6-10кВ мощностью до 1600кВА такого типа как: ТМ, ТМГ, ТС и ТСЗ. Принципиально новой технологии изготовления трансформаторов нет.

- **ООО «ВолгаЭлектроМонтаж»** (выпускает масляные и сухие трансформаторы мощностью от 25 кВА на напряжения до 35 кВ, также производит пуско-наладочные работы). В основном работает на рынке электротехнического оборудования Нижегородском регионе.

- **Завод электротехнического оборудования «ЭНКО»** (выпускает сухие трансформаторы мощностью от 4 до 100 кВА). Завод расположен в г.Ижевск, что находится на значительном расстоянии до филиалов ОАО «МРСК Центра».

- **ООО Инвар-Элтранс** (является дилером, предлагает трансформаторы производства Словакии и Чехии как сухие, так и масляные. Учитывая различные стандартные уровни напряжений для Словакии, Чехии и России применения данной продукции не целесообразно.

- **ООО Кванттех** (является дилером, представляет ОАО «Электрозавод», представляя его продукцию).

- **Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова** (выпускает широкую линейку трансформаторов различных классов напряжения). Продукция данного предприятия используется на территории Тверской области.

- **Инжиниринговая компания «НТТ – Электро»** Компания производит трёхфазные сухие трансформаторы с литой изоляцией типа GDNN на напряжение 6-10-35кВ и мощностью до 1600кВА. Принципиально новых технологий в изготовлении трансформаторов нет. Следует обратить внимание, что для обеспечения контроля температуры трансформаторов GDNN используется блок контроля температуры (БКТ) MSF 220K и шесть терморезисторных датчиков РТС, встроенных во вторичную обмотку. БКТ MSF 220K поставляется в двух вариантах – для работы от сети как постоянного, так и переменного тока.

- **Русский трансформатор** (является дилером, в основном предлагает продукцию Биробиджанского завода силовых трансформаторов). Наибольший интерес представляет трансформатор класса напряжения 6-10кВ типа ТМГ (Гофробак). Эти трансформаторы имеют целый ряд преимуществ перед использовавшейся ранее серией ТМ. Гофрированные баки обеспечивают необходимую поверхность охлаждения без применения съёмных охладителей, что значительно увеличивает надёжность трансформаторов. ТМГ изготавливают в герметичном исполнении, их внутренний объём не имеет сообщения с окружающей средой, они полностью заполнены трансформаторным маслом. Расширитель и воздушная или газовая «Подушка» отсутствует. Температурные изменения объёма масла компенсируется деформацией гофров бака трансформатора. Контакт масла с окружающей средой полностью отсутствует. Это значительно улучшает условия работы масла, исключает его увлажнение, окисление и шлакообразование. Трансформаторное масло

перед заливкой в трансформатор дегазируется. Благодаря этому масло своих свойств не меняет в течение всего срока службы трансформатора, поэтому производить отбор проб масла не требуется.

- **ОАО Запорожтрансформатор** (выпускает силовые масляные трансформаторы от 1 МВА).

- **СвердловЭлектро** (производство сухих и масляных трансформаторов).

- **ООО Тольяттинский трансформатор** (широкий спектр производства трансформаторов всех классов напряжений). Продукция данного предприятия используется на территории Тверской области.

- **ОАО «Электрозавод»** Данная компания производит изготовление однофазных и трёхфазных масляных трансформаторов 3-35кВ мощностью от 25 до 25000кВА как в герметичном исполнении, так и с расширителями, с обмотками из медного или алюминиевого провода. Установленный срок службы – не менее 25 лет. Также компания предлагает изготовление силовых трансформаторов класса напряжения 110-750кВ. В силовых трансформаторах нового поколения широко применен малоусадочный электрокартон фирмы «Weidmann» (Швейцария), внедрена технология стабилизации обмоток, прессовка обмоток изоляционным кольцом из слоистой прессованной древесины фирмы «Rochling» (Германия) вместо стальных колец, упрощена конструкция ярмовых балок, которые служат только для фиксации обмоток. Эти решения уменьшают материалоемкость и трудоёмкость изготовления активной части трансформатора, а также позволяют обеспечить заданные усилия прессовки обмоток в течение всего срока службы трансформатора, т.е. не требуется проведение капитального ремонта с подпрессовкой обмоток через 12 лет. Использование современных методов расчета электромагнитных полей, оптимизация конструкции магнитных шунтов для локализации магнитного потока, отказ от стальных прессующих колец позволили в 2 раза снизить потери в элементах конструкции трансформаторов по сравнению с оборудованием старых серий. В результате внедрения новых технических решений суммарные потери снижены в среднем на 15-25%, уровень звуковой мощности - на 10-15 дБА. Существенно уменьшены транспортная масса и габаритные размеры. Для регулирования напряжения под нагрузкой используются высоконадежные переключающие устройства производства фирмы «Maschinenfabrik Reinhausen» (Германия). С целью повышения надежности и снижения эксплуатационных затрат трансформаторы комплектуются масляными вводами фирмы «Trench (UK) LTD - Bushing» (Англия). Вводы - непротяжной конструкции с укороченной нижней частью, с подсоединением к отводу обмотки на уровне крышки бака, что значительно упрощает установку и изъятие вводов без слива масла из бака трансформатора. По желанию заказчика трансформаторы могут комплектоваться вводами завода «Изолятор» как масляными, так и с твердой внутренней RIP-изоляцией, отличающиеся высокой надежностью и длительным сроком эксплуатации. Возможно исполнение с кабельными вводами ВН. В зависимости от мощности трансформаторов и требований заказчика применяются системы охлаждения М, Д или ДЦ. По желанию заказчика трансформаторы могут изготавливаться с выносной системой охлаждения ДЦ, Возможно применение системы охлаждения вида М/Д/ДЦ фирмы «Marangoni» (Хорватия), которая состоит из нескольких групп пластинчатых радиаторов, снабженных электронасосами и вентиляторами, что позволяет использовать систему охлаждения того или иного вида в зависимости от рабочей мощности трансформатора. Управление системой охлаждения производится шкафом автоматического управления по температуре наиболее нагретой точки обмотки.

Трансформаторы комплектуются специальной резиной со сроком службы 30 лет, против 10 лет для обычной резины. Мощные силовые трансформаторы снабжаются датчиками, используемыми в эксплуатации для подключения систем мониторинга и защиты от взрывов и пожаров. По желанию заказчика эти системы могут поставляться и монтироваться вместе с трансформаторным оборудованием. Трансформаторы рассчитаны на открытую установку для эксплуатации в условиях умеренного климата. По заказу потребителя возможно изготовление трансформаторов в холодостойком исполнении, для тропического климата, а также в сейсмостойком исполнении.

- **Энергомаш (Екатеринбург) – Уралэлектротяжмаш** (широкий спектр производства трансформаторов всех классов напряжений). Продукция данного предприятия используется на территории Тверской области.

- **ЗАО «Интера»** Компания предлагает «Систему контроля и управления трансформаторным оборудованием». Система контроля и управления (СКУ) создана для повышения надёжности работы трансформаторного оборудования класса напряжения 10кВ и выше путём непрерывного контроля, регистрации, отображения основных параметров работы, диагностирования технического состояния трансформаторного оборудования в процессе эксплуатации, а также дистанционного управления системами охлаждения и системами РПН.

- **Компания «Qualitrocorp»** компания предлагает интеллектуальные системы мониторинга трансформаторов производства USA.

- **ETD TRANSFORMÁTORŮ** производит трансформаторы следующего типа: ТРДН-63000/110-У1, ТРДН-40000/110-У1, ТРДН-25000/110-У1, ТРДН-16000/110-У1. Принципиально новой конструкции завод не предлагает, однако производит нанесение на бак трансформатора антикоррозионной лакокрасочной системы «FEIDAL». Цвет лакокрасочного покрытия выберет заказчик, радиаторы обрабатываются горячей оцинковкой. Лакокрасочное покрытие устойчиво против воздействия температур до 100°C.

Трансформаторы тока и напряжения

- **ОАО «Запорожский завод высоковольтной аппаратуры»** www.zva.zp.ua (пожаро-взрыво безопасные, ферро-, антирезонансные измерительные трансформаторы);

- **ООО «Квантекс»** www.quanttech.ru;

- **ООО «Профессиональная линия»** www.pro-ln.ru (высоковольтные оптические измерительные трансформаторы тока и напряжения);

- **ОАО «Раменский электротехнический завод «Энергия»** www.ramenergy.ru (антирезонансные измерительные трансформаторы);

- **«АГ Сименс» (Siemens)** www.siemens.ru (антирезонансные измерительные трансформаторы);

- **ОАО «Электроаппарат»** www.ea.spb.ru (элегазовые трансформаторы тока);

- **ОАО «Электрозавод»** www.elektrozavod.ru (антирезонансные измерительные трансформаторы);

- **ФГУП «Комбинат Электрoхимприбор»** www.ehp-atom.ru (антирезонансные измерительные трансформаторы);

- **ООО «Электрощит-К°» (Трансформэлектро)** www.transformelectro.ru (литые измерительные трансформаторы).

Среди измерительных трансформаторов, представленных на выставке присутствуют новые разработки, требующие дополнительного изучения, не применявшиеся ранее в электросетевом комплексе:

высоковольтные оптические измерительные трансформаторы тока и напряжения;
элегазовые измерительные трансформаторы напряжения;

Предложения по использованию новых технологий по результатам выставки:
проведения

Основными, ключевыми элементами традиционных схем построения информационно-измерительных комплексов являются первичные измерительные устройства – датчики, преобразователи, трансформаторы тока и напряжения. Информация, считанная с них, используется в дальнейшем приборами учета, терминалами релейной защиты и другим оборудованием подстанционной автоматики.

Эти устройства давно используются в энергетике, претерпели множество конструктивных изменений, но, к сожалению, не избавились от недостатков, вытекающих из самой физической природы электромагнитных трансформаторов. К таким недостаткам можно отнести явления резонанса, гистерезиса, насыщения, остаточного намагничивания. Конструктивные особенности этих устройств приводят к тому, что зачастую сами они могут быть источниками аварий на энергообъектах. Отсутствие каких-либо значительных улучшений традиционных технологий за прошлые двадцать лет предполагает, что традиционные измерительные трансформаторы достигли пределов их потенциальных возможностей. Эти побудило разработчиков искать новые подходы к построению измерительных трансформаторов, которые были бы основаны на иных принципах работы.

Наиболее перспективным и результативным в этом поиске оказалось направление, связанное с использованием магнитооптических и электрооптических эффектов. Эта основная предпосылка обусловила промышленный выпуск оптических датчиков, прежде всего из-за их исключительных рабочих характеристик по сравнению с традиционными электромагнитными трансформаторами.

Наибольших успехов в создании оптических трансформаторов достигла компания NxtPhase T&D, объединившая в одно такие направления, как волоконно-оптические измерения, цифровую обработку сигналов и разработку программного обеспечения, что привело к созданию изделий, по-новому определяющих точность и надежность в электроэнергетической промышленности.

Выводы

Проанализировав представленную на выставке продукцию в части силовых и измерительных трансформаторов можно сделать следующие выводы. В части силовых трансформаторов в классе напряжений 6-10 кВ наблюдается тенденция к применению сухих трансформаторов с увеличением трансформаторной мощности, уменьшения габаритов и повышения безопасности эксплуатации. В целом новинок в данном сегменте не появилось. В части силовых трансформаторов в классе напряжений 35-110 кВ новинки отсутствуют, однако, стоит отметить, что диагностике трансформаторов уделяется все большее внимание.

В части измерительных трансформаторов наибольший интерес представляют высоковольтные оптические измерительные трансформаторы тока и напряжения и элегазовые измерительные трансформаторы напряжения. Предлагаем рассмотреть целесообразность и необходимость применения данного оборудования в сетях филиала ОАО «МРСК Центра» - «Тверьэнерго».

Грозозащита и защита от перенапряжений ПС 35-110 кВ

1. Перечень производителей, специализирующихся на выпуске (поставке) ограничителей перенапряжений (ОПН).

№ п.п.	Производитель	Номенклатура	Наличие сертификата ISO 9001:2000
1.	ТД АПАТОР	ОПН 0,380-750кВ	Да
2.	ООО «Высоковольтное оборудование и инжиниринг»	ОПН 0,380-750кВ	Да
3.	ЗАО «ЗЭТО»	ОПН 0,380-750кВ, разрядники	Да
4.	ЗАО «Завод энергозащитных устройств»	ОПН 0,380-750кВ + система диагностики	Да
5.	ООО «КВАНТТЕХ»	ОПН 0,380-750кВ	Да
6.	ЗАО «Комета-Энергомаш»	ОПН 0,380-750кВ	Да
7.	ЗАО «КУРС»	ОПН 0,380-500кВ	Да
8.	ОАО «Люберецкий электромеханический завод»	ШОПНД (шкафы ограничения перенапряжения)	Да
9.	ОАО «Позитрон»	ОПН 0,220-750кВ, УДКТУ-ОПН	Да
10.	ЗАО «Полимер-аппарат»	ОПН 0,380-500кВ	Да
11.	ЗАО «Феникс 88»	ОПН 0,380-750кВ	Да
12.	Компания «Эсполин»	ОПН 0,380-750кВ	Да

2. Новые разработки, требующие дополнительного изучения, не применявшиеся ранее в электросетевом комплексе.

ОАО «Позитрон» представила устройство дистанционного контроля тока утечки ОПН, которое было запатентовано в 2009 году.

Преимущества:

В нормальных эксплуатационных режимах полный ток утечки ОПН представляет собой геометрическую сумму емкостной и активной составляющих, с преобладающей емкостной составляющей и значительно меньшей активной составляющей (5–20% полного тока). Емкостная составляющая тока утечки обусловлена удельной емкостью металло-оксидных варисторов и паразитными емкостями между варисторами, землей и фазными проводами.

Активная составляющая тока имеет нелинейный характер и может быть представлена в виде суммы нечетных гармоник. Использование гармоник тока для измерения активной составляющей тока утечки имеет преимущество перед другими методами, поскольку не требует источника фазного напряжения для определения активной составляющей тока утечки ОПН.



Описание устройства дистанционного контроля тока утечки.

Устройство дистанционного контроля тока утечки ОПН предназначено для дистанционного измерения тока утечки, протекающего через нелинейный ограничитель перенапряжений (ОПН) при воздействии фазного рабочего напряжения сети, используемых в сетях переменного тока напряжением 110 – 750 кВ промышленной частоты 50 Гц в соответствии с Руководством по эксплуатации ОПН и требованиями РД-34.45-51.300-97.

Устройство позволяет проводить следующие измерения:

- амплитудное и действующее значение гармоник тока через ОПН;
- амплитудное и действующее значение емкостной составляющей тока;
- амплитудное и действующее значение активной составляющей тока;
- амплитуды гармоник в спектре тока с полосой обзора от 50 до 550 Гц;
- число срабатываний ОПН;
- оценивать и сигнализировать при критическом изменении состояния ограничителя.

Устройство дистанционного контроля тока утечки УДКТУ-ОПН состоит из:

- Датчика тока
- Измерительного модуля.
- Базового модуля.
- Персонального компьютера
- Стационарного запоминающего устройства

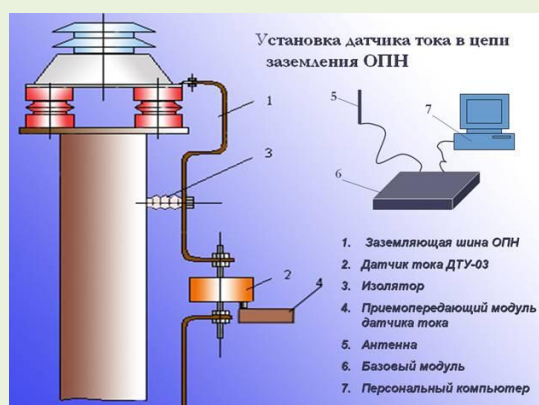
В качестве датчика тока может использоваться стандартные датчика тока типа ДТУ-02(03).

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ:

Ток проходящей через ОПН протекает через проводник заземления, в расщелку которого установлен датчик тока (ДТ), к которому стационарно встраивается измерительный модуль (ИМ) с приемо-передающим устройством на основе технологии ZigBee. Измерительный модуль проводит первичное измерение тока, измерение температуры и определяет срабатывание ОПН при превышении током определенного значения. Базовый модуль (БМ) проводит связь с измерительными модулями, проводит конфигурацию сети ИМ. БМ обеспечивает приемо-передающие функции по передаче информации от ИМ к персональному компьютеру и обработке данных в программном обеспечении (ПО), установленном на ПЭВМ. ПО проводит обработку цифрового сигнала с помощью дискретного преобразования Фурье. При этом определяются коэффициенты (амплитуды) гармоник разложения в ряд Фурье по синусам и косинусам. Определяются действующие, максимальные значения токов - емкостной и активной составляющих. Временной Интервал сбора данных определяется 1 раз в месяц, а также при аномальном повышении тока. В отчете указывается номер датчика тока, время, температура, массив данных значений протекающего тока. При превышении тока определенной величины интервал времени снижается до 2,5 часов. В свою очередь оператор может запросить показания датчиков в любой момент времени.

Система беспроводной передачи данных на основе технологии ZigBee, позволяет организовывать радиосеть, объединяя все устройства в единую многоячеистую сеть.

Установка:



3. Заинтересовавшие коммерческие предложения, возможные к реализации в ОАО «МРСК Центра».

ОПН, представленные производителями ЗАО «Полимер-аппарат» и ЗАО «Феникс 88». Оба производителя поставляют на рынок Электроэнергетики наиболее надежные в эксплуатации ОПН.

Внешний вид ОПН 35-110кВ:

Описание:

Нелинейный ограничитель серии ОПН состоит из колонки варисторов (НР), заключенной в полимерную изоляционную оболочку. Основой оболочки является стеклопластиковая труба, воспринимающая все механические нагрузки и обеспечивающая необходимую механическую прочность



аппарата. На стеклопластиковую трубу методом бесшовного прессования нанесено трекингоэрозионностойкое защитное покрытие с ребрами. Защитное покрытие выполняется из кремнийорганической электротехнической резины, хорошо зарекомендовавшей себя при более чем двадцатилетней эксплуатации в качестве основного материала защитного покрытия линейных изоляторов 35-1150 кВ. Не имеющий аналогов в отечественной и мировой практике метод бесшовного прессования кремнийорганических резин горячей вулканизации позволяет формировать надежное защитное покрытие любого размера с любой требуемой на практике длиной пути утечки.

Полимерные корпуса обеспечивают взрывобезопасность ОПН, поскольку в корпусах предусмотрены клапаны, сбрасывающие давление газов при повреждении варисторов, что исключает возможность образования разлетающихся кусков, как при взрыве фарфоровой крышки. Применение полимеров для производства внешней изоляции позволило разработать ограничители, способные эксплуатироваться как в районах с высокой загрязненностью (до 5 СЗА по ГОСТ 28586 или до степени загрязнения IV по ГОСТ 9920), так и в сейсмоопасных районах и в условиях сильной вибрации и частых ударов. ОПН в полимерных корпусах меньше повреждаются при транспортировке и хранении.

По концам стеклопластиковой трубы монтируются фланцы из электротехнического стойкого к эрозии алюминия. К внутренней части присоединяется нелинейный резистор. Таким образом, фланцы также выполняют роль контактных выводов аппарата. Ограничители серии ОПНп изготавливаются в опорном и подвесном типоразмерах. В зависимости от типоразмера выполняется и комплектация аппаратов фланцами соответствующей конструкции.

Герметизация внутренней полости полимерной оболочки осуществляется как путем герметичного соединения ее с фланцами, так и заполнением пространства между колонкой окисно-цинковых варисторов (ОЦВ) и стеклопластиковой трубой специальным вязко эластичным кремнийорганическим компаундом.

Одновременно заполнение внутренней полости компаундом, обладающим высокой адгезией, и со стеклопластиком и с керамикой, повышает номинальный разрядный ток и пропускную способность ОПН при грозовых импульсах тока.

Ограничители на напряжение 330 кВ и выше выполняются составными из отдельных модулей, основу которых составляет модуль на 110 кВ. Каждый модуль герметизирован и транспортируется к месту установки ОПНп отдельно. Сборка ОПНп осуществляется на месте установки. При этом не требуется вскрывать и разгерметизировать модули. Различная пропускная способность ограничителей разных классов напряжения обеспечивается различием диаметров варисторов от 46 мм для ОПНп 6-150 кВ до 99 мм для ОПНп 750 кВ.

4. Предложения по использованию новой техники и технологий по результатам проведения выставки.

Принять опытную партию в длительную эксплуатацию ОПН изготавливаемые ЗАО «Полимер-аппарат» и ЗАО «Феникс 88» с целью определения их эффективности и надежности.

Проработать возможность установки дистанционного контроля тока утечки ОПН с целью создания единой базы по измерению токов утечки в реальном времени и своевременности принятия решений.

5. Выводы.

- по сравнению с предыдущими годами увеличилось число производителей ограничителей перенапряжений.

- принципиально новых разработок в области изоляции и защиты перенапряжений не отмечено. Разработки ведутся в области улучшения качества продукции и дистанционного определения состояний защиты в реальном времени.

- требуется опытная длительная эксплуатация ОПН для проверки экономической целесообразности их применения.

ВЛ 0,4-10 кВ

1. Провода и арматура ВЛ-0,4кВ (новые решения в области повышения пропускной способности, снижения потерь, обеспечения качества электроэнергии)

На выставке «Электрические сети России – 2010» был представлен значительный состав производителей арматуры, проводов, устройств контроля и защитных аппаратов ВЛ 0,4-20 кВ, а также их представителей:

ООО «Нилед» (Франция), «Ensto» (Финляндия), ООО «Нексанс», «Feman», ОАО «Камский кабель», ООО «ТД ВЛИ-Комплект»-«ВК», ЗАО «Управляющая компания УМКОМТЕХ», ООО «ТД «Хорда», ООО «СИКАМ», ООО МНПП «Антракс», и др.

Из всего состава оборудования и материалов, используемых при строительстве (реконструкции) ВЛ-0,4-6(10) кВ хотелось бы выделить следующие новинки, на которые акцентировали внимание участники экспозиции.

1. ОПОРЫ ВЛ

1) Металлические опоры из гнутого профиля для ВЛ 6-20 кВ:

Производство опор – ГК «ЭЛСИ», г. Новосибирск, г. Лапино (Одинцовский р-н, Мск. обл.).



Характерные особенности строительства ВЛ 6-10 кВ на опорах из гнутого стального профиля по сравнению со строительством ВЛ на железобетонных опорах:

большая долговечность – срок службы стальных опор составляет 50 лет;

возможность использования проводов сечением до 120 мм²;

большой габаритный пролет (практически в два раза) приводит к сокращению объема строительно-монтажных работ;

более высокая цена металлических опор в сравнении с ж/б;

увеличенные междупазные расстояния (230 см против 130 см для ЖБО) позволяют избежать схлестывания проводов и их пережигания;

меньший вес опор (270-350 кг против 1200 кг для ЖБО) приводит к сокращению объема перевозок и облегчению выполнения строительно-монтажных работ;

высокая стойкость опор к повреждениям при перевозках и проведении погрузочно-разгрузочных работ значительно снижает количество отбракованных опор, при этом повреждения носят видимый характер, что исключает возможность применения при сооружении ЛЭП опор с повреждениями, которые впоследствии могут привести к авариям;

наличие решетчатой грани облегчает подъем на опору при строительстве и обслуживании ЛЭП, что делает возможным проведение монтажных и строительных работ без применения автовышек и делает подъем на опору более безопасным, чем для ЖБО при помощи лазов;

использование подвесной полимерной изоляции позволяет исключить аварии, вызванные разрушением изоляторов и обрывом вязок; кроме того полимерная изоляция по сравнению с традиционной (на основе стекла и фарфора) имеет малый вес, повышенную долговечность, надежность, трекинго-эрозионную стойкость и устойчивость к фактам вандализма («расстрелу» изоляторов), а также может применяться практически во всех зонах загрязнения;

возможность многократного использования опор и легкость их демонтажа;

повышенные экологические показатели при утилизации «вышедших из строя» опор (сдача в металлолом).

Опоры серии С10П закрепляются в грунте на свайных фундаментах, выполненных из стальных труб диаметром 219 или 325 мм. Крепление опор к фундаментам осуществляется с помощью фланцевого соединения или стальными скобами. Опоры предполагают применение голых проводов марки АС или изолированных проводов марки СИП, или иных аналогичных. Крепление проводов на промежуточных опорах выполняется на штыревых или подвесных полимерных изоляторах. Крепление проводов на анкерных (концевых) и анкерно-угловых опорах выполняется на полимерных изоляторах. Промежуточные опоры устанавливаются на сваю из стальной трубы диаметром 219 или 325 мм.

Наряду со свайными фундаментами разработаны поверхностные и приповерхностные фундаменты, а также скальные заделки, позволяющие осуществлять крепление опор в глыбово-щебенистых и скальных грунтах.

Разработанные в ГК «ЭЛСИ» конструкции стальных опор серии С10П отвечают требованиям ПУЭ седьмого издания и предназначены для применения в I-VII районах по нормативному давлению ветра и в I-VI районах по гололеду, рассчитаны на эксплуатацию в районах с расчетной температурой холодной пятидневки до минус 65°С. За счет гибкой конструкции опоры серии С10П могут эксплуатироваться в районах с сейсмичностью до 9 баллов.

2) Сваи стальные винтовые.

Для оптимизации процесса монтажа ВЛ применяются винтовые сваи следующих типов:

СВЛ - сваи стальные винтовые с литым наконечником (ТУ 5264-001-81494900-2009);

СВЛМ - сваи стальные винтовые с литым наконечником для вечномерзлых грунтов (ТУ 5264-001-81494900-2009);

СВ - сваи стальные винтовые со сварным наконечником (ТУ 5264-002-81494900-2009);

СВМ - сваи стальные винтовые со сварным наконечником для вечномерзлых грунтов (ТУ 5264-002-81494900-2009).

Преимущества применения винтовых свай по сравнению с другими видами закреплений фундаментов в грунтах, заявленные производителем:

существенное сокращение земляных работ, способствующее сохранению окружающей среды;

минимальное количество операций при погружении свай, сокращенное количество применяемой техники (практически одна машина), небольшое число обслуживающего персонала;

быстрый монтаж фундаментных конструкций;

уменьшение затрат на транспортные расходы;

- повышенная по сравнению с другими конструкциями фундаментов несущая способность на вырывание ведет к уменьшению расходов строительных материалов на сооружение фундаментов на 30-50% по сравнению с использованием фундаментов на забивных сваях;

фундамент из винтовых свай сразу готов к установке опоры, не требует дополнительного времени для достижения несущей способности независимо от времени года;

возможность проведения работ в непосредственной близости к подземным коммуникациям и в условиях плотной городской застройки;

- отсутствие отрицательного влияния сил морозного пучения благодаря специальной конструкции винтовых свай для вечномерзлых грунтов.

Сваи изготавливаются со следующими размерами:

максимальная длина цельной сваи – до 11 м;

максимальная длина составной сваи – до 20 м;

толщина стенки ствола сваи – от 8 до 10 мм.

Применение винтовых свай для монтажа фундаментов опор ВЛ, а также решетчатых типовых опор, опор многогранного сечения, общестроительных металлоконструкций, антенных опор, осветительных мачт позволяет существенно сократить сроки выполнения строительно-монтажных работ и повысить надежность эксплуатации.

3) Фундаменты опор.

Закрепление в грунтах опор ВЛ напряжением 6-10 кВ:

Закрепление опор ВЛ 6-10 кВ осуществляется с применением свайных стальных фундаментов, выполненных из стальных труб либо из стальных винтовых узколопастных или широколопастных свай диаметром 219 или 325 мм. Заглубление и диаметр труб свайных фундаментов определяются на стадии проектирования, в зависимости от расчетных нагрузок на фундаменты и физико-механических характеристик грунтов. Толщина стенки труб свайных фундаментов также выбирается на стадии проектирования, исходя из действующего на трубу максимального расчетного опрокидывающего момента и марки стали, из которой изготовлена труба.

В нормальных грунтах свая из стальной трубы погружается в грунт забивкой или вибро-погружением, либо устанавливается в сверленный котлован, выполненный с помощью бурильной машины. Винтовая широколопастная свая, в зависимости от типов грунтов, закручивается непосредственно в грунт, либо в лидерную скважину.

Закрепление опор в болотистых грунтах осуществляется так же как и в нормальных грунтах с той разницей, что свая должна быть заглублена с достижением подстилающих болото грунтов и необходимым заглублением в подстилающие грунты для обеспечения требуемой несущей способности фундамента.

Защита фундаментов от коррозии и заземление опор:

В зависимости от коррозионной агрессивности грунта предусматривается защита приземной части фундамента из стальной трубы от коррозии с использованием современных гидроизолирующих полимерно-битумных покрытий газопламенного

нанесения или антикоррозионных грунтоэмалей. При этом нижняя часть фундамента, в которой коррозия отсутствует, выполняется неизолированной и служит в качестве естественного заземлителя опоры.

4) Деревянные опоры для ВЛ 0,4-20кВ.

На сегодняшний день на рынке широко предлагаются деревянные опоры с пропиткой (древесина - сосна). Применение опор актуально в гололедно-ветровых районах, а также в районах с повышенной грозовой активностью. Пропитка опор осуществляется методом вакуум-давление-вакуум, что позволяет осуществить пропитку на глубину от 30-50 мм. В состав антисептика входят соли хрома, меди, мышьяка, что дает стойке возможность оставаться экологически безопасной. Применение пропитки не способствует ее вымыванию и испарению с течением времени.



Преимущества:

- Опоры просты в транспортировке и монтаже (удобны при выполнении аварийной замены опор),
- Хорошо работают на изгиб,
- Не способствуют «эффекту домино»,
- Практически не подвержены абразивному износу,
- Имеют значительный уровень изоляции в сравнении с ж/б опорами,
- Заявленный срок службы до 50 лет (средний срок службы на 20 % превышает нормативный срок службы ж/б опор).

Эффективность в применении.

В каждом конкретном случае использования деревянных или ж/б стоек должно быть обосновано с точки зрения технической эксплуатации, в зависимости от следующих факторов:

- стоимость деревянных стоек – от 3,1 тыс.руб. (9,5 м), и от 3,7 тыс.руб. (11,0 м);
- установка деревянных опор возможна только на железобетонных пасынках (оперативное указание от 12.10.2010г. от №ОУ-07-2010), что выравнивает (или увеличивает) её стоимость по сравнению с железобетонной;
- транспортные расходы на доставку стоек из дерева от производителя – через склад заказчика – на место установки значительно ниже из-за более низкой массы (меньшее количество выездов транспорта).

Основные заводы предлагающие свою продукцию:

- «Сеесъярвский мачтопропиточный завод», Респ. Карелия, предст-во в г.С.-Петербург;
- ООО «Первый деревопропиточный завод», Ленинградская область, г. Кириши;
- ООО «Опора», Респ. Коми, пос. Усогорск;
- ОАО «Рязанский шпалопропиточный завод»;
- ООО «Русдревпром», Свердловская обл., г. Серов.

В производстве опор, указанные выше предприятия, используют иностранное оборудование и технологии, что позволяет достичь высокого качества производства.

2. Устройства контроля за ВЛ-6-10кВ

- 1) Индикаторы неисправностей воздушных линий «**Line Troll**» (производство «СИКАМ»).

Индикаторы предназначены для обнаружения неисправностей и обеспечивают отдельную индикацию замыкания на землю и короткого замыкания. Перед пуском в эксплуатацию индикаторы могут быть запрограммированы для оптимальной работы в зависимости от особенностей сети. Конструкцией приборов предоставлен широкий набор предварительных настроек и выбор критериев срабатывания, что позволяет быстро обнаруживать как однофазные замыкания на землю, так и межфазные КЗ для всех режимов заземления нейтрали сети.



Индикаторы мест повреждения линий LineTroll 110E(Еμ).

Помимо индикации типа неисправности индикатор может отдельно идентифицировать устойчивые и неустойчивые неисправности. Line Troll 3500 может использоваться в сетях с изолированной или резистивно-заземленной нейтралью, а также в сбалансированных сетях.

Индикатор мест повреждений
воздушных линий LineTroll 3500



Все эти устройства работают по принципу анализа изменения электрического и магнитного полей, вызванного током замыкания. В зависимости от типа применяемого устройства повреждение может быть определено пофазно. В случае возникновения повреждения линии индикаторы сигнализируют об этом вспышками сверх ярких светодиодов. Имеется возможность передачи информации о повреждении по радио или GSM-каналу. В системе индикаторов неисправностей для передачи аварийного сигнала в центральный блок используются SMS-сообщения. Системы управления должны установить соединение по каналу GSM перед выполнением управления. Системы на основе GSM могут быть интегрированы в NetTroll таким же образом, что и оборудование, использующее другие средства связи. Кроме того, индикаторы могут быть встроены в систему SCADA через дополнительный радио-модуль или, посредством

присоединения выходного реле индикатора, к существующему блоку RTU со встроенной системой коммуникации.

ComTroll 120

Основной функцией ComTroll 120 GLM является контроль индикаторов неисправностей NorTroll воздушной линии электропередачи и передача всех инициированных аварийных сигналов в центральную систему управления с помощью SMS-сообщений.

GLM предлагает широкий диапазон функций, которые предоставляют возможность максимального использования преимуществ индикаторов неисправностей. Отпадает необходимость обхода линий электропередачи для определения местоположения отказа, благодаря этому персонал занят более производительной деятельностью и, как следствие, уменьшается время прерывания подачи электроэнергии потребителям. Также облегчается удаленный сброс индикатора неисправности, благодаря чему увеличивается срок службы батарей индикаторов неисправностей LineTroll. ComTroll 120 GLM характеризуется крайне низким уровнем энергопотребления и может работать от одной или двух литиевых батареек 3,6В без технического обслуживания в течение многих лет.



Для определения экономической целесообразности применения данного вида оборудования, в адрес производителя («Сикам») направлен запрос о предоставлении коммерческого предложения.

2) «Индикаторы короткого замыкания ИКЗ-1, ИКЗ-2».

Разработка компании ООО МНПП «Антракс».

Считывание данных происходит по беспроводному каналу, с использованием GSM-передатчика.

Главными достоинствами являются:

- сокращение времени поиска повреждённого участка;
- лёгкость установки и эксплуатации.

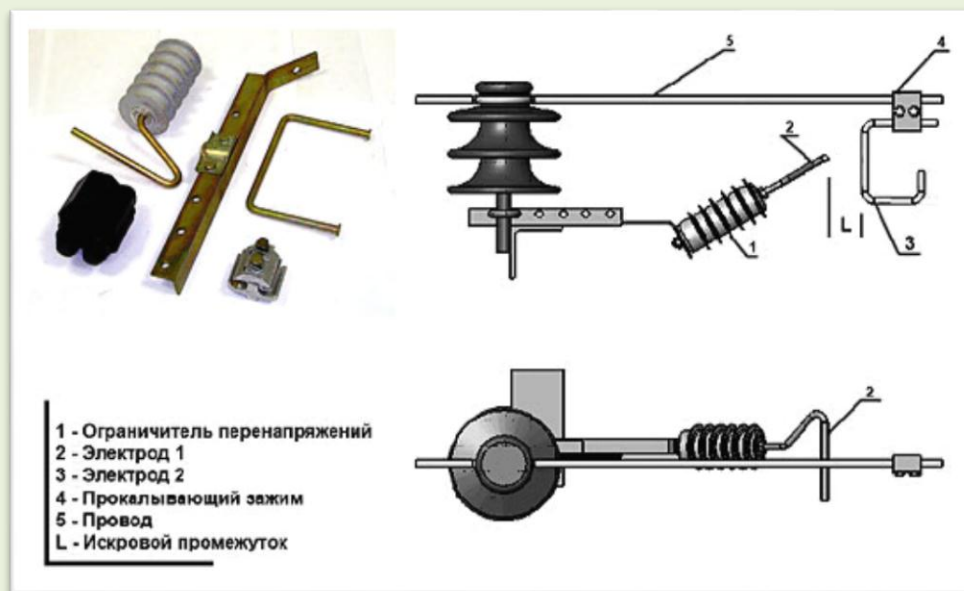


3. Защита от перенапряжений ВЛ(Л) 6-10 кВ

Надёжность электроснабжения потребителей в частности определяется надёжностью работы ВЛ 6-10 кВ, которая, в силу ряда причин, является относительно низкой. Одной из основных причин аварий и нарушений питания на ВЛ 6-10 кВ являются грозовые воздействия, которые составляют до 40% от общего числа их отключений.

На выставке были представлены несколько вариантов решения вопроса защиты сетей 6-10кВ от грозовых перенапряжений.

1) Устройства защиты нелинейные типа УЗПН для защиты ВЛ 6-10 кВ от перенапряжений производства ЗАО «МЗВА» совместно с НПО "Полимер-Аппарат", представляющие собой линейный ОПН с внешним искровым промежутком.



Устройства предназначены для снижения числа грозовых отключений воздушных линий и предотвращения пережога изолированных проводов ВЛЗ дугой сопровождающего грозовой импульс тока промышленной частоты.

Описание конструкции (на примере УЗПН-10-ПШ для опор со штыревой изоляцией) и принцип действия

Устройства предназначены для защиты изоляции ВЛ от индуцированных перенапряжений и перенапряжений при прямых ударах молний с амплитудами до 65 кА. Прямое воздействие молнии с большей амплитудой может вызвать повреждение («спекание») ОПН, но благодаря особенности УЗПН – наличию внешнего искрового промежутка в цепи ОПН это не приведет к постоянному замыканию провода на землю.

Установка необходимой величины искрового промежутка (L) производится на стадии монтажа в соответствии с "Руководством по эксплуатации".

2) Мультикамерные разрядники

Среди новинок энергетического оборудования были представлены разработки ОАО «НПО Стример» (г. Санкт-Петербург) мульти-камерных разрядников:

- разрядники мультикамерные (РМК);



- изоляторы-разрядники мультикамерные (ИРМК).

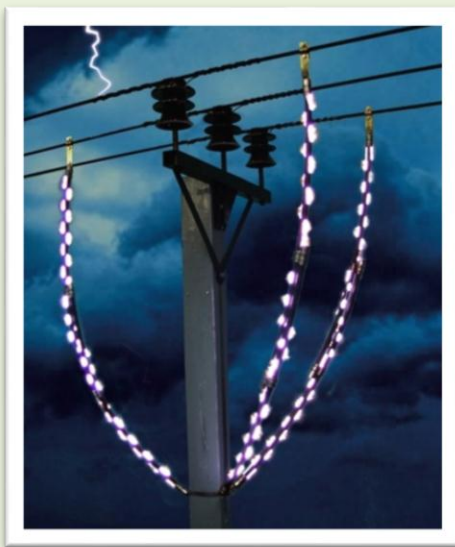


Изоляторы-разрядники являются принципиально новыми устройствами, сочетающими в себе одновременно свойства и изолятора, и разрядника. Возможны различные конструкции изоляторов со свойствами разрядников. Основу ИРМК составляют обычные массово выпускаемые изоляторы (стеклянные, фарфоровые или полимерные), на которых специальным образом установлена мультикамерная система (МКС). При этом установка МКС не приводит к ухудшению изоляционных свойств изолятора, но благодаря ей он приобретает свойства разрядника.

Основной вопрос в применении – тепловое воздействие на фарфор изолятора.

3) РДИМ - 10 - 1,5

- Обеспечивает защиту от прямых ударов молнии.
- Защита подходов к подстанциям 10/0,4 – 6/0,4кВ.
- Исключение близких КЗ на ВЛ, уменьшение токов.
- Снижение перенапряжения на ОПН или разрядниках.
- Продление срока службы трансформаторов, ОПН и другого оборудования.



Защита от перенапряжений ВЛ(Л) 0,4 кВ - ОПН с прокалывающими зажимами SE45 и SE46 компании «ENSTO»



Ограничители перенапряжений (ОПН) служат для защиты оборудования от «набегания» с линий волн перенапряжений, индуктированных близкими к трассе линии разрядами молний или при ударах в опору ВЛ.

Установка ОПН на изолированный провод осуществляется с помощью прокалывающих зажимов, снабженных болтами со срывной головкой. Возможна установка под напряжением, т.к. срывная головка изолирована от контактной части зажима.

Устройства комплектуются ОПН на номинальные разрядные токи 5 кА или 10 кА на различные значения наибольшего рабочего напряжения сети.

Серия SE45 имеет зажимы типа SE45.1, рассчитанные на один изолированный алюминиевый или медный проводник сечением 10–150 мм².

Серия SE46 имеет прокалывающие зажимы типа SLIP22.1, которые также могут использоваться для организации ответвлений (алюминиевый проводник сечением 10–95 мм², медный – 1,5–70 мм²).

4. Арматура

Одним из основных производителей линейной арматуры для СИП является французская фирма NILED. Среди представленной ими арматуры есть новые изделия:

Зажим для крепления 4 проводной системы СИП без несущей жилы (СИП-4).

1) Анкерно-поддерживающий зажим PAS 216/425 для крепления 4 проводной системы СИП без несущей жилы (СИП-4) (проводов абонентов).

Назначение:

Зажим анкерный (натяжной) предназначен для концевой или промежуточной фиксации 2-х или 4-х проводов абонентов сечением 10–35 мм².

Характеристика:

Зажим изготовлен из стали горячего оцинкования и «погодоультрафиолетостойкого» термoplastика, усиленного стекловолоконной структурой.

Особенности:

При повороте щек, фиксирующих проводов на 90 град, может также применяться как поддерживающий зажим на промежуточных опорах.

2) Ответвительные зажимы с одновременной затяжкой проводов магистрали и ответвлений:

- Малогабаритный ответвительный зажим Р 4.

Ответвительные герметические зажимы предназначены для выполнения ответвлений от магистральных СИП медными или алюминиевыми проводами. Они обеспечивают надежный электрический контакт методом прокалывания изоляции жил проводов магистрали и ответвительной линии.

Зажим Р4 специально разработан для уличного освещения и отключения проводов абонента. Применяется для соединения жил магистрали 6–95 мм² с проводами сечением 1,5–6 мм².

5. Приспособление для сварки проводов.

Приспособление для сварки проводов типа ПТСП предназначено для термической сварки сталеалюминевых проводов ЛЭП при строительстве и ремонте ЛЭП с помощью термopатронов ПА и



ПАС. Аппарат представляет из себя две сдвигающиеся ручным приводом струбины, в которые зажимаются подготовленные к сварке провода. Зажатые концы проводов сводятся между собой приводом. После поджога термопатрона место сварки закрывают защитным экраном.

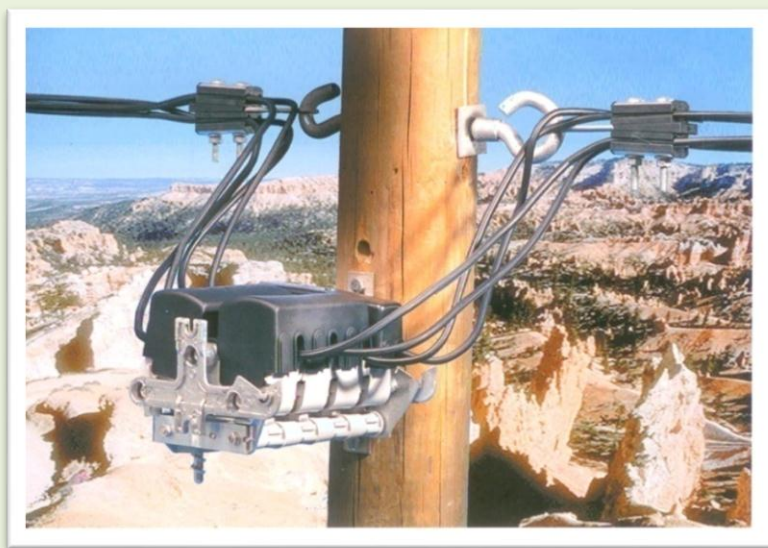
Основной вопрос в применении - необходимы технические (в том числе теплотворные) характеристики сменных элементов приспособления для определения качества сварного соединения и около-сварных мест проводов после термического воздействия (усилие на разрыв в сравнении с обычным проводом и другими видами соединений, переходное сопротивление, и др.).

6. *Мачтовые рубильники с предохранителями серии SZ компании «ENSTO».*

Мачтовые рубильники используются для защиты низковольтных сетей – выполняют функции защитного аппарата (предохранителя), выключателя и разъединителя.

Конструктив:

основание выполненного из коррозионно-стойкого алюминиевого сплава, на котором расположены соединительные зажимы под защитными атмосферными колпаками; основание снабжено дугогасительными камерами для отключения тока нагрузки. Нижняя часть основания подвижна и на ней устанавливаются плавкие предохранительные вставки.



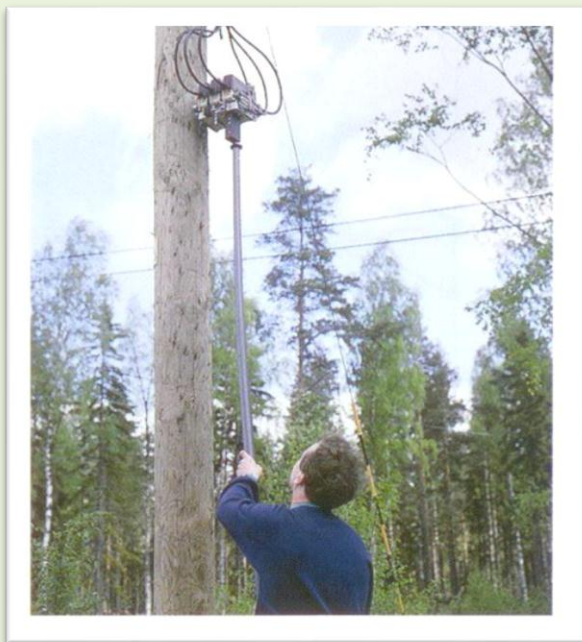
Для разрыва цепи нижняя часть откидывается, выводя полюса плавких вставок из контактных гнезд верхней части основания. Для этого замок рубильника снабжен специальным элементом с винтовой резьбой для подсоединения оперативной штанги.

Мачтовые рубильники защищают воздушные линии с самонесущими изолированными проводами от коротких замыканий и перегрузок. Они применяются в местах соединения линий, выполненных проводами разных сечений, для секционирования и защиты абонентских вводов;

Одно-, трех- и четырехполюсные рубильники SZ50.1, SZ51 и SZ56 рассчитаны на плавкие вставки типа ППН-33 габарит 00 на токи от 6 до 160 А;

Трех- и четырехполюсные рубильники SZ41 и SZ46 рассчитаны на плавкие вставки типа ППН-37 габарит 2 на токи от 40 до 400 А;

Управление рубильниками производится с помощью изолирующих оперативных штанг ST19 или ST33.



Рекомендации по применению:

Мачтовые рубильники могут применяться на ВЛИ-0,4 кВ, отходящих от СТП (не оборудованных шкафами 0,4кВ), а также для деления протяженных ВЛИ-0,4кВ.

Основной вопрос в применении – надежность при эксплуатации в ОЗП под воздействием внешних факторов: мокрый снег (герметичность), обледенение.

Железобетонные конструкции ЛЭП:

Производители: ЗАО «Бетон Нова».

Продукция: стойки (вибрированные, центрифугированные), фундаменты в т.ч. повышенные, составные (для анкерно-угловых, промежуточных, порталных), сваи (предназначенные для фундаментов опор ЛЭП 35-500 кВ), ригели фундаментные, ж/б анкера (для закрепления оттяжек опор 35кВ в грунте), плиты анкерные для крепления опор на оттяжках, балки пригрузочные, приставки для деревянных опор 35кВ.

Опоры металлические решетчатые, многогранные, и металлоконструкции:

Производители: ОАО «Гидромонтаж» опытный завод (производит многогранные промежуточные и анкерно-угловые опоры), ЗАО ДЗМК «Метако», ООО «Лэпстрой».

Компаниями представлены - решетчатые анкерно-угловые и промежуточные металлические опоры, металлоконструкции для опор, траверсы в т.ч. комплектующие, многогранные металлические промежуточные и анкерно-угловые опоры.

Стальные многогранные опоры представляют собой многогранную коническую конструкцию, изготовленную из стального листа. Опора может состоять из одной, двух и более секций (в зависимости от требуемой высоты). Длина секции может достигать 16м.

Однако наибольшее применение нашли секции длиной до 11,5м, что обусловлено удобством транспортировки железнодорожным и автомобильным транспортом. Соединение секций между собой возможно как фланцевое, так и безфланцевое (телескопическое). Высота опор до 40 метров и более. Толщина стенки от 3 до 12мм. Диаметр опор до 2 метров. В грунт опоры устанавливаются либо непосредственно в пробуренную скважину, либо крепятся на фланцах к железобетонному фундаменту.

Деревянные опоры:

Производители: ООО «Сеесъярвский мачтопропиточный завод» - производит деревянные пропитанные опоры нового поколения для ЛЭП, типа ПД-35, ПД-110, Применение деревянных пропитанных опор отвечает целям повышения устойчивости при гололедно-ветровых нагрузках и снижения стоимости ВЛ. Пропитка опор осуществляется по Канадской технологии методом Вакуум-Давление-Вакуум. Пропитывающий состав-финская паста Celcure, относящаяся к группе ССА.

Применение деревянных опор имеет ряд преимуществ:

- простота транспортировки и монтажа
- хорошо работает на изгиб
- нет «эффекта домино»
- практически не подвержены абразивному износу
- имеют значительно больший уровень изоляции
- обладают лучшей пожароустойчивостью
- имеют в 2 раза больший срок службы
- стоимость с учетом монтажа ниже в 3,5 раза.

Использование многолетнего опыта и самых современных достижений европейских производителей опор, реализованных на Сеесъярвском мачтопропиточном заводе, позволяет обеспечить эксплуатационный срок службы опор не менее 50 лет.

Арматура и сопутствующие материалы (приспособления):

Производители: ООО «Интэко», ЗАО «МЗВА», филиал ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - фирма «ОРГРЭС» (разработка и изготовление защитной арматуры и систем защиты), TycoElectronics, ЗАО «Электросетьстройпроект» (спиральная арматура для ВЛ для изолированных и неизолированных проводов).

Перечисленные выше компании производят и реализуют арматуру - сцепную, поддерживающую, соединительную, ответвительную, защитную.

ЗАО «Электросетьстройпроект» является разработчиком, производителем и поставщиком спиральной линейной арматуры для подвески и ремонта проводов ЛЭП, подвески самонесущих волоконно-оптических кабелей типа ОКСН и ОКГТ. При новом строительстве, реконструкции, техперевооружении и ремонте действующих ВЛ напряжением 35 – 750кВ нашли широкое применение предлагаемые ЗАО «Электросетьстройпроект» линейная спиральная арматура, гасители вибрации, внутрифазные дистанционные распорки-гасители.

Линейная спиральная арматура для подвески и ремонта проводов представлена широким спектром зажимов спирального типа: поддерживающих, натяжных, соединительных,

соединительных шлейфовых, ремонтных. Зажимы имеют следующие преимущества перед традиционно используемой арматурой:

- обеспечивают сохранность провода в зоне соединения и ремонта за счет равномерного распределения усилия по всей длине зажима;
- удобны при монтаже, не требуют специального оборудования или дополнительной монтажной оснастки.

Представленные ЗАО «Электросетьстройпроект» многочастотные гасители вибрации предназначены для защиты неизолированных проводов и молниезащитных тросов воздушных линий электропередачи, а также самонесущих волоконно-оптических кабелей связи, подвешиваемых на опорах ВЛ. Разработанная ЗАО «Электросетьстройпроект» конструкция предлагаемых многочастотных гасителей вибрации позволяет воспользоваться рядом их преимуществ:

- исключается самоотвинчивание корпуса гасителя от провода;
- более надежное крепление троса;
- демпферный трос, а также грузы, закрепленные на нем, обладают более высокой способностью к энергопоглощению.

Представленная ЗАО «Электросетьстройпроект» внутрифазная дистанционная распорка-гаситель для ВЛ 330-750кВ, предназначенная для сохранения расстояния между проводами расщепленной фазы в допустимых пределах, гашения вибрации и субколебаний, может применяться как при строительстве новых ВЛ, так и при проведении ремонтов существующих ВЛ с расщепленной фазой. ЗАО «Электросетьстройпроект» предлагается широкий спектр распорок-гасителей:

- для всех известных типов проводов и на весь диапазон размеров;
- на все типы расщепления: двухпроводная, трехпроводная, четырехпроводная, пятипроводная фазы;
- возможно изготовление распорки на любой шаг расщепления.(400мм, 500мм, 600мм)

Линейная изоляция:

Производители: ЗАО «Южноуральская изоляторная компания» (объединяющая по сбыту ООО «Ю.М.Э.К.», ЗАО «МЗВА», ЗАО «ИНСТА»), ЗАО «Энергия+21», ооо «Интэко», ооо «Глобал инсулэйтор групп» (объединяет ОАО «ЮАИЗ» и ооо «ЛИК»), ОАО «Урализолитор», ЗАО «НПО «Изолятор», ООО «ТД «Хорда».

Компании производят и реализуют следующую продукцию - штырьевые и подвесные изоляторы: фарфоровые, стеклянные, полимерные из цельнолитой кремнийорганической резины.

ЗАО «ИНСТА» специализируется на разработке и производстве современных перспективных высоковольтных изоляторов и изолирующих конструкций, а именно:

- линейных полимерных подвесных изоляторов для ВЛ 10-330кВ
- линейных полимерных штыревых и опорных изоляторов для ВЛ 10-35кВ
- линейных фарфоровых штыревых и опорных изоляторов для ВЛ 10-35кВ
- полимерных изолирующих траверс для ВЛ 10-220кВ.

Производителю удалось на 20% снизить габаритную строительную высоту изоляторов для ВЛ 35кВ с одновременным увеличением электрических характеристик.

Были разработаны и освоены в производстве специальные подвесные изоляторы типа ЛКГ для изолированного поддерживающего и натяжного крепления грозозащитных тросов ВЛ 10-500кВ. Данные изоляторы обеспечивают высокую надежность каналов ВЧ-связи за счет на порядок меньше, чем у тарельчатых изоляторов, емкости.

При освоении полимерных подвесных изоляторов типа ЛК были применены новые конструкции и технологии производства, значительно повышающие общую надежность изоляторов. Впервые изолятора данного типа получили специальную конструктивную защиту от проникновения влаги самого слабого узла современных полимерных изоляторов – входа стержня в оконцеватель.

Эффективность изолирующих траверс, выпускаемых ЗАО «ИНСТА» определяется фиксированным положением проводов (фаз) ВЛ относительно стойки опоры, обеспечивающим:

- увеличение высоты подвеса проводов на длину гирлянды приводит к увеличению длины габаритного пролета или уменьшению высоты стойки. Уменьшение высоты траверсы приводит к снижению изгибающих и крутящих нагрузок на стойку опоры, всё вышесказанное влияет на снижение металлоёмкости ВЛ;
- уменьшение межфазных расстояний к повышению пропускной способности ВЛ и уменьшению полосы отчуждения земли;
- взаимное резервирование изоляторов консоли и тяги к повышению надежности;
- применение полимерных изоляторов к повышению надежности в условиях загрязнения и уменьшению массы опоры.

Провод:

Производители: ЗАО «Самарская кабельная компания», ЗАО «Севкабель», ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод» и др.

Продукция: неизолированные провод марок А, АС, АСКС, М., в том числе, провода с защитной изоляцией на напряжение 35кВ, кабели для воздушной прокладки 35кВ. «Nexans» и «J-Power System Corporation» -провод из различных алюминиевых сплавов, высокотемпературные провода, провод с композитным сердечником.

Грозозащита:

Производители: ОАО «НПО Стример»

Продукция: разрядник мультикамерный (РМК), изолятор-разрядник мультикамерный (ИРМК), который сочетает в себе свойства изолятора и разрядника одновременно. При использовании РМК и ИРМК возможно обеспечить грозозащиту ВЛ любого класса напряжения. Их применение позволяет защитить воздушные линии электропередачи напряжением 6-500кВ от прямых ударов молнии и от индуцированных грозовых воздействий и их последствий.

Основу ИРМК составляют обычные изоляторы (стеклянные, фарфоровые или полимерные), на которые установлена мультикамерная система.

Новые разработки, требующие дополнительного изучения:

Провода:

АААС - провод из алюминиевого сплава. Увеличивает пропускную способность и длину пролетов.

TACSR - сталеалюминевый провод. Увеличивает максимально допустимые температуры до 150° С.

ACSS - алюминиевый провод, усиленный сталью (высокотемпературный). Увеличивает максимально допустимую температуру до 250 С. Увеличивает пропускную способность. На 20% уменьшает стрелы провеса.

- ACCC - алюминиевый провод с композитным сердечником (легкий). Уменьшение провиса на 70%. Увеличение расстояния между опорами на 50%. Увеличение максимально допустимой температуры до 200 С. Увеличивает пропускную способность.

Волновая система определения мест повреждений TWS Mark VI:

Обеспечивает точное определение места повреждения до одного пролета, автоматическое отображение результатов и отправка их по электронной почте, быстрая установка и настройка на нескольких линиях без их отключения, возможность связи через GSM.

Модульные опоры «RStandard»:

Применение композитных материалов обуславливает ряд преимуществ данного вида опор:

Высочайшая удельная прочность и упругость среди материалов представленных сегодня на рынке;

Наименьшие логистические затраты (на доставку и установку) в сравнении с другими типами опор;

Пожизненная гарантия надежности в ураганы, штормы, бури, безопасность эксплуатации;

Экологичность и большой срок службы (до 125 лет).

Высоковольтные вакуумные коммутаторы:

Служат для отключения сверхтоков КЗ в сетях 110-220кВ и характеризуются следующими свойствами:

Не требуют накала и постоянно готовы к работе;

Не требуют термостабилизации, не боятся вибрации, работают при любой ориентации в пространстве и экологически безопасны;

Могут работать в широком диапазоне рабочих напряжений без изменения времени запаздывания включения;

Обладают значительно большей мощностью на один элемент по сравнению с полупроводниковыми коммутаторами, в несколько раз дешевле, обладают большой устойчивостью в аварийных режимах работы;

Могут коммутировать большие токи.

Выводы:

Многогранные опоры имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционно применяемыми железобетонными и решетчатыми опорами.

Многогранные металлические опоры значительно надежнее бетонных и решетчатых и в несколько раз легче. Многогранные опоры, составляющие типовой ряд могут быть легко модифицированы путем увеличения или уменьшения высоты, толщины стенки, диаметра и т.д. Высокая автоматизация технологического процесса позволяет проводить эти изменения в кратчайшие сроки. В связи с малым весом и удобством транспортировки резко снижаются объемы транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, при этих работах опоры не разрушаются.

Малый вес и высокая степень заводской готовности позволяют устанавливать опору за несколько часов. При этом не требуется использования специальных дорогостоящих механизмов и заливки мощных фундаментов. Резко сокращаются трудозатраты на монтаже и сроки сооружения объектов. Монтаж не требует больших площадей.

Качество многогранных опор гарантируется высоким качеством стального листа и контролем качества сварных швов. Значительно выше эстетичность многогранных опор.

Срок службы многогранных опор в 2 раза выше, чем у железобетонных. Долговечность может быть повышена при использовании полимерных покрытий, наносимых в заводских условиях.

Капитальные затраты на сооружение линий электропередач на базе многогранных опор ниже, чем при использовании железобетонных и решетчатых опор. Эксплуатационные затраты вследствие высокой надежности многогранных опор снижаются на порядок. Под линии электропередач на многогранных опорах требуется меньший землеотвод.

Филиалом «Смоленскэнерго» запланировано применение многогранных металлических опор при реконструкции ВЛ-121, 122 и строительстве ВЛ-110кВ «Рудня-Голынки».

Полимерные подвесные изоляторы имеют ряд важных преимуществ по сравнению с фарфоровыми и стеклянными:

- масса меньше в 10 раз, а трудоемкость монтажа на ЛЭП в 3 раза;
- живучесть при механических (вандалных) воздействиях на много порядков выше;
- отсутствует бой при транспортировке, транспортные расходы уменьшаются в 7 раз;
- низкий уровень радиопомех;
- высокие влагоразрядные характеристики в условиях загрязнения;
- более низкая цена.

При применении изолятора-разрядника с мультикамерной системой (ИРМК), на ВЛ не требуется применения грозозащитного троса. При этом снижается высота, масса и стоимость опор, а также стоимость всей ВЛ в целом, и обеспечивается надежная грозозащита линий, т. е. резко сокращается число отключений линии, и уменьшаются ущербы от недоотпуска электроэнергии и эксплуатационные издержки.

Кабели 6-10 кВ и кабельно-проводниковая продукция

1. Введение

На выставке «Электрические сети России 2010» проходившей в г. Москве на ВВЦ были представлены следующие фирмы-производители кабелей 6-10 кВ и кабельной арматуры:

- «Ensto»;
- «TransEnergo»;
- «ЭнергоКомплект»;
- «Таткабель»;
- «nkt cables»;
- «ABB»;
- «Севкабель»;
- «Электрокабель» Кольчугинский завод»;
- «ILJIN Electric»;
- «Nexans».
- «Reka Kabel Dryrex»
- «Pfisterer»
- «Камкабель»

Ниже будет приведено краткое описание предприятия, номенклатура выпускаемых кабелей и арматуры, технологии производства, используемые фирмами при выпуске продукции, а также сравнительные характеристики кабелей из сшитого полиэтилена.

2. Кабельная арматура фирмы «Ensto» для кабелей 6-35 кВ

Компания Ensto известна как производитель и поставщик высококачественной электротехнической продукции и работает в этой области с 1958 года. Компания Ensto разработала комплексное техническое решение для подземных кабельных линий и предлагает широкий спектр долговечных и надежных концевых и соединительных муфт на напряжение 6,10 и 24 кВ.

Арматура для универсального кабеля: автоматические анкерные зажимы COL-25,33,52,68 и 89; автоматические соединительные зажимы CIL9; поддерживающий зажим SO69.95, SO214; кронштейн SH536; коромысла SOT73.1 и др.

3. Соединительные и концевые муфты 10-35 кВ компании «TransEnergo»

«ТрансЭнерго» работает на рынке электроэнергетики с 1993 года и входит в число ведущих компаний на территории России. Основные направления деятельности компании включают в себя кабельные муфты «Прогресс», «Арматурофф», «Rauchem» и арматура для самонесущих изолированных проводов.

Концевые муфты на напряжение 10-35 кВ: для кабеля с бумажной изоляцией, для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, для трехжильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена 20-35 кВ.

Соединительные муфты на напряжение 10-35 кВ: для кабеля с бумажной изоляцией, для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена типа МКС, для трехжильного кабеля с изоляцией из

сшитого полиэтилена, для одножильного кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена 20-30 кВ, переходные с изоляцией из сшитого полиэтилена и с бумажной изоляцией.

4. Кабели 6-10 кВ фирмы «ЭнергоКомплект»

Включает в себя 2 кабельных завода и является крупнейшим предприятием Республики Беларусь в данной отрасли. Основным направлением его деятельности является производство и реализация кабельно-проводниковой продукции 0,66-10 кВ, номенклатура которой на сегодняшний день составляет более 5000 марко-размеров, следующих типов силовых кабелей: на 6,10,20 и 35 кВ- АПвП, ПвП, АПвПу, ПвПу, АПвПг, ПвПг, АПвПуг, ПвПуг и др.

5. Кабели 6-10 кВ фирмы «Таткабель»

Завод «Таткабель» входит в группу компаний «Инвэнт» - крупный производственно-инжиниринговый холдинг основными направлениями деятельности которого являются производство кабеля (Таткабель), электротехнической продукции (Инвэнт электро), теплоизолированных труб (Таттеплоизоляция), а также инфраструктурное строительство (Инвэнт-инжиниринг).

Предприятие оснащено современным оборудованием ведущих мировых производителей: «Niehoff» (Германия), «Gaballe» (Испания), «Rosendahl» (Австрия), «Maileffger» (Швейцария-Финляндия), «SIF» (Италия), «Haefely» (Швейцария), «Hitronics» (США).

По объемам производства ООО «Таткабель» является одним из крупнейших кабельных заводов России, а по номенклатуре выпускаемой продукции (весь спектр кабеля энергетического назначения напряжением до 330 кВ включительно), технологии производства и издержкам завод не имеет аналогов в Российской Федерации.

Номенклатура на напряжение 6-35 кВ: ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу, ПвПг, АПвПг, ПвПуг, АПвПуг, ПвП2г, АПвП2г, ПвПу2г, АПвПу2г, ПвВ, АПвВ, ПвВнг-LS, АПвВнг-LS, ПвБП, АПвБП, ПвБПг, АПвБПг, ПвБВ, АПвБВ, ПвБВнг-LS, АПвБВнг-LS.

Номенклатура на напряжение 10 кВ: ПвПг, АПвПг, ПвП2г, АПвП2г, ПвВ, АПвВ, ПвВнг, АПвВнг.

6. Кабели 10 кВ и кабельная арматура фирмы «nkt cables»

Компания тел nkt cables GmbH. является частью холдинга nkt cables group GmbH. Заводы компании расположены Дании, Польше, Норвегии, Германии, Чешской республике и Китае. Штаб-квартира компании расположена в Кельне.

Кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ.

На напряжение 10кВ производится кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марок: A2X(F)K2Y, 2XS(F)K2Y, 2X(F)KL2Y, с медным и алюминиевым проводником сечений от 185 до 800 мм² с жилами на токи от 289 до 707 А. Типы жил: сплошные жилы круглого сечения до 2000 мм², многопроволочные уплотнённые жилы круглого сечения до 1200 мм², жилы круглого сечения из профилированной проволоки до 2000 мм², (трапецеидальные жилы), сегментные жилы сечением до 2500 мм² (RMS, жилы типа Milliken).

Выпускаются кабели как в экструдированной свинцовой оболочке, так и в алюминиевой оболочке. Экран кабеля изготавливается из медной проволоки. Для защиты от влаги служит алюминиевая фольга. Наружный слой изготавливается из полиэтилена.

6.1. Трехжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в стальной трубе на напряжение 110кВ

В кабеле марки CityCable объединены преимущества масло- и газонаполненных высоковольтных кабелей и кабелей с изоляцией из сшитого ПЭ. Этот кабель был разработан специально для применения в городских кабельных сетях как для реконструкции существующих линий, так и при прокладке новых. Конструкция кабеля была разработана с учётом особенностей его применения при реконструкции существующих кабельных линий. Концепция CityCable, предложенная компанией nkt cables, даёт возможность существенно уменьшить затраты при реконструкции кабельных линии старого типа, а также экономично и безопасно прокладывать новые кабельные линии на плотно застроенных городских территориях. Преимущества: быстрая и недорогая замена кабеля путём протягивания его в существующих трубах, компактная и прочная трёхжильная конструкция, не требует обслуживания, отсутствует риск загрязнения окружающей среды, возможность мониторинга нагрева кабеля.

Новое поколение кабелей - кабель с электромагнитным экраном, позволяющим значительно снизить уровень электромагнитных помех



Так называемые аварийные кабели были разработаны для применения в высоковольтных сетях напряжением до 300 кВ. Они поставляются на специальных барабанах. Длина кабеля на барабане достигает до 500 м. Кабель поставляется с установленными на заводе гибкими концевыми муфтами сухого типа. Кабель имеют малый удельный вес и повышенную гибкость для облегчения транспортировки, монтажа и эксплуатации.

В случаях, когда возникает необходимость во временном отключении отдельных секций линии электропередач, для энергоснабжения используется аварийный кабель. Аварийные кабели имеют очевидные преимущества при монтаже временных соединений на распределительных подстанциях или между опорами линий электропередач. Кабель

может быть как проложен, так и демонтирован в кратчайшее время. После использования он сматывается обратно на барабаны.

Муфты для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 110кВ.

Концевые кабельные муфты наружной установки выпускаются муфты: с керамическим изолятором; с композитным изолятором, имеет гораздо меньший вес, что упрощает монтаж и позволяет уменьшить нагрузку на несущие конструкции, например, на опоры ЛЭП; сухого типа - не содержит жидкого или газообразного наполнителя, упрощенный монтаж и отсутствие необходимости в заполняющем оборудовании.

Концевые муфты для подключения распределительных устройств и трансформаторов выпускаются муфты: маслonaполненные, сухого типа обеспечивают простоту монтажа.

7. Кабели 6-110 кВ и кабельная арматура фирмы «ABB»

В 1996 году международный концерн ABB, объединяющий около 120000 сотрудников более чем в 100 странах мира, начал производство кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена в России на предприятии «АББ Москабель».

Кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 110 кВ.

На напряжение 110кВ производится кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марок: ПвП, ПвПу, ПвПг, ПвП2г, ПвПу2г, ПвПнг-НФ ПвВнг, ПвВнг2г, ПвВнг-LS, АПвП, АПвПу, АПвПг, АПвП2г, АПвПу2г, АПвПнг-НФ АПвВнг, АПвВнг2г, АПвВнг-LS с медным и алюминиевым проводником сечений от 185 до 1200 мм² с круглыми жилами на токи от 366 до 1533 А;



Конструкция СПЭ кабеля среднего напряжения

Силовые кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 6-35 кВ.

На напряжение 6-35кВ производится кабель марок: ПвП, ПвПу, ПвПг, ПвП2г, ПвПу2г, ПвПнг-НФ, ПвВ, ПвВнг, ПвВнг2г, ПвВнг-LS, АПвП, АПвПу, АПвПг, АПвП2г, АПвПу2г, АПвПнг-НФ, АПвВ, АПвВнг, АПвВнг2г, АПвВнг-LS сечением от 50 до 1200 мм², с номинальными токами от 173 до 1572 А.

Муфты для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ.

Производятся следующие типы муфт:

- наружные концевые муфты с фарфоровым изолятором АРЕСВ 1452, с силиконовым изолятором АРЕСВ 1452 Р, для установок, в которых существует опасность возникновения сильных продолжительных токов утечки;
- сухая концевая муфта внутренней установки ТІD 123, для монтажа в любом положении, не самонесущая, сборку можно в горизонтальном положении на земле с последующим поднятием на место установки.

Муфты для силовых кабелей на напряжение 6-35 кВ.

Выпускаются следующие типы муфт: концевые муфты внутренней установки SOT 10 кВ, можно использовать в помещениях со стесненными условиями; концевые муфты для внутренней и наружной установки SOT 12-36 кВ; концевые муфты внутренней установки APIT 12-36 кВ для тяжелых условий окружающей среды, муфты соответствуют повышенным требованиям и используются в сетях, где возможны большие уровни высокочастотных помех или в очень загрязненных средах; концевые муфты наружной установки APSTA 12-36 кВ для тяжелых условий окружающей среды.

Натяжные соединительные муфты SOJ на напряжение 12-24 кВ производятся с несколькими вариантами внешних оболочек; SOJ CSS — поставляется с кабельной оболочкой холодной усадки с внутренней вытягиваемой спиралью. Надевается на кабель перед монтажом, SOJ CS — поставляется с кабельной оболочкой холодной усадки с внутренней вытягиваемой спиралью. Надевается на кабель перед монтажом.

8. Кабели 6-10 кВ и кабельная арматура фирмы «Севкабель»

«Севкабель - Холдинг» – лидер российской кабельной промышленности. На 9 предприятиях холдинга, расположенных в России, на Украине, в Приднестровье, выпускается порядка 10 тыс. марко - размеров кабельно-проводниковой продукции.

Кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ.

На напряжение 10 кВ производится кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марок: ПвПг, АпвПг, ПвП2г, АпвП2г, ПвВ, АпвВ, ПвВнг, АпвВнг, сечением от 185 до 1200 мм², номинальными токами от 310 до 1410 А., с экраном из медных проволок и ленты. Оболочка внешняя и полиэтилена, ПВХ, ПВХ пониженной горючести.

Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена, на напряжение 6-35 кВ. Выпускаются одно силовые кабели сечением от 35 до 800 мм² номинальными токами от 163 до 1729 А. Марки кабеля: ПвП, АпвП – в оболочке из полиэтилена, ПвПу, АпвПу – в усиленной, в оболочке из полиэтилена, ПвВ, АпвВ – в оболочке из поливинилхлоридного пластиката, ПвВнг-LS, АпвВнг-LS – в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности, ПвБП, АпвБП – бронированный, в оболочке из полиэтилена, ПвБВ, АпвБВ – бронированный, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката, ПвБВнг-LS – , АпвБВнг-LS – бронированный, в оболочке из поливинилхлоридного пластиката пониженной пожароопасности, АпвКВ, ПвКВ, АпвКП2г, ПвКП2г – с поперечной герметизацией.

9. Кабели 6-10 кВ и кабельная арматура фирмы «Электрокабель»

Кольчугинский завод»

Открытое Акционерное Общество «Электрокабель Кольчугинский завод» – успешное, эффективно работающее, универсальное предприятие, выпускающее широкий ассортимент кабельно-проводниковой продукции всех номенклатурных групп и металлическую сетку.

Кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 110 кВ.

На напряжение 110 кВ производится кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марок: ПвПг, АпвПг, ПвП2г, АпвП2г, ПвВ, АпвВ, ПвВнг, АпвВнг, сечением от 185 до 500 мм², номинальными токами от 303 до 2526 А., с экраном из медных проволок и ленты. Оболочка внешняя из полиэтилена, ПВХ, ПВХ пониженной горючести.

Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена, на напряжение 6-35 кВ. Выпускаются одно силовые кабели сечением от 50 до 800 мм² номинальными токами от 170 до 1349 А. Марки: ПвП, АпвП, ПвПу, АпвПу, ПвПг, ПвПуг, АпвПг, АпвПуг, ПвП2г, ПвПу2г, АпвП2г, АпвПу2г, ПвВ, АпвВ, ПвВнг(А)- LS, АпвВнг(А)- LS, ПвВнг(В)- LS, АпвВнг(В)- LS, ПвБП, АпвБП, ПвБВ, АпвБВ, ПвБВнг(А)- LS, АпвБВнг(А)- LS, ПвБПг, АпвБПг, ПвБВнг(В)- LS, АпвБВнг(В)- LS с экраном из медных проволок и ленты. Оболочка внешняя из полиэтилена, ПВХ, ПВХ пониженной горючести.

10. Кабели 110 кВ фирмы «ILJIN Electric»

ILJIN ELECTRIC - Корейская компания, занимается производством электрических кабелей. Компания осуществляет свою деятельность в двух основных сегментах: сегмент электрических кабелей и сегмент электрооборудования. Сегмент электрических кабелей включает неизолированные медные и алюминиевые провода, силовые кабели, изолированные провода и кабели связи. Сегмент электрооборудования обеспечивает производство оборудования для передачи и преобразования электроэнергии.

Номенклатура на напряжение 110 кВ: Одножильный XLPE кабель с защитной гофрированной алюминиевой оболочкой, Одножильный XLPE кабель с защитным экраном из медных проводов; Одножильный XLPE кабель с защитной оболочкой из свинцового сплава; Одножильный XLPE кабель с защитной гофрированной медной оболочкой.

11. Кабели 6-35 кВ фирмы «Nexans»

Nexans - международный лидер в кабельной отрасли, производственная деятельность которого охватывает 29 стран, а коммерческие операции 65 стран.

Кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 110 кВ.

На напряжение 110 кВ производится кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена марок 2XS(FL)2Y RMS 64/110 (123) kV (Milliken) и A2XS(FL)2Y RM 64/110: с алюминиевыми и медными проводниками сечений от 240 до 1600 мм² с круглыми и сегментированными эмалированными жилами. Применяются различные типы металлических экранов: цельнотянутая оболочка из свинцового сплава, экран из концентрических медных и алюминиевых проводников (проволаки), алюминиевый экран сварен продольным швом и приклеен к полиэтиленовой оболочке.

Силовые кабели из сшитого полиэтилена на напряжение 6-35 кВ.

Выпускаются силовые кабели сечением от 35 до 500 мм², с номинальными токами от 174 до 765 А.

Для прокладки в земле, в воздухе, в закрытых помещениях, в кабельных коллекторах предлагаются кабели: с изоляцией из сшитого полиэтилена в полиэтиленовой оболочке марки N₂XS₂Y/ NA₂XS₂Y; с изоляцией из сшитого полиэтилена в поливинилхлоридной оболочке N₂XS₂Y/ NA₂XS₂Y; трехжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в ПВХ -оболочке 2XSEY/A₂XSEY; трехжильный бронированный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в ПВХ- оболочке с общим экраном 2XSYBY/A₂XSYBY; трехжильный бронированный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в ПВХ -оболочке с жилами в индивидуальном экране 2XSEYBY/A₂XSEYBY.

Для прокладки в грунтах повышенной влажности, в сырых и частично затопливаемых помещениях, в кабельных коллекторах предлагаются кабели:

— с изоляцией из сшитого полиэтилена в полиэтиленовой оболочке с продольной герметизацией N₂XS(F)₂Y/ NA₂XS(F)₂Y;

— с изоляцией из сшитого полиэтилена в полиэтиленовой оболочке с продольной и поперечной герметизацией N₂XS(FL)₂Y/ NA₂XS(FL)₂Y.

Кабели, не распространяющие горение, не содержащие галогенов для прокладки на открытом воздухе, в закрытых помещениях, в кабельных коллекторах, при групповой прокладке: с изоляцией из сшитого полиэтилена в оболочке, не распространяющей горение, не содержащей галогенов N₂XSH; трехжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в оболочке, не распространяющей горение, не содержащей галогенов N₂XSEH.

Силовые кабели с изоляцией из этиленпропиленовой резины на напряжение 6-35 кВ.

Изоляция ЭПР обеспечивает бесперебойную работу кабеля при рабочей температуре проводника равной 90°C, с пиковыми значениями до 130°C. Кроме того, изоляция ЭПР обеспечивает устойчивость к короткому замыканию при температуре до 250°C.

Сравнение кабелей с изоляцией СПЭ,ЭПР:

Характеристики	ЭПР	СПЭ	Примечание
Теплостойкость	хорошая	средняя	Высокая теплостойкость уменьшает риск деформации кабеля в месте изгиба, возникающей при К.З
Гибкость	хорошая	средняя	Высокая гибкость сокращает время монтажа
Срок службы	очень хорошая	очень хорошая	(*} когда защищен от попадания воды
Огнестойкость	хорошая	Плохая	СПЭ не прошел испытания по МЭК 60332-1. Для прохождения испытания СПЭ требуется

			дополнительная защита
Диэлектрическая стойкость	Хорошая (до 60 кВ/мм)	очень хорошая (до 80 кВ/мм)	
Коэффициент диэлектрических потерь (tg δ)	хорошая 0,002	очень хорошая 0,0004	
Влагостойкость	хорошая	средняя	СПЭ требует дополнительной влагозащиты
Плотность	большая (1,13 кг/дм ³)	меньшая (0,92 кг/дм ³)	Кабель с изоляцией СПЭ легче. При одинаковом объеме меньше материала



Конструкция кабеля с ЭПР изоляцией

Выпускаются силовые кабели в одно и трехжильном исполнении сечением от 25 до 630 мм², с номинальными токами от 147 до 1230 А типов RG7H1R, RG7H10R, RG7H10NR.

Муфты для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10кВ.

Концевые муфты для КРУЭ марок DTF1.123-11/0, SFY1.123-11/0, TF 1.123-12/0. Существуют 2 технологии: элегазовые муфты для КРУЭ с эпоксидным изолятором и элегазовые муфты для КРУЭ без эпоксидного изолятора.

Концевые муфты наружной установки марок TE 1.123-02/0, TE 1.123-02/1. Существует 3 типа концевых муфт наружной установки: сухие муфты гибкого исполнения, концевые муфты с силиконовым изолятором и концевые муфты с фарфоровым изолятором.

Соединительные муфты марок MP 1.123-21/0, MP 1.123-22/0, MP 1.123-23/0, соединительные муфты с заземлением марок MP 1.123-41/0, MP 1.123-42/0, MP 1.123-43/0. Есть 2 основных типа: соединительная муфта заводской готовности с корпусом из эластомера заводской готовности и внешней защитой и соединительная муфта с самоамальгамирующей лентой и внешней защитой.

Транспозиционные соединительные муфты марок МР 1.123-31/0, МР 1.123-32/0, МР 1.123-33/0. Транспозиционные соединительные муфты с корпусом из эластомера заводской готовности и внешней защитой.

Трансформаторные концевые муфты марок STY1.123-11/0, ТТ 1.123-12/0. Трансформаторные концевые муфты с эпоксидным изолятором.

Муфты для силовых кабелей на напряжение 6-35 кВ.

Для соединения экранированных медных кабелей с пластмассовой изоляцией, прокладываемых по воздуху или в земле предлагаются следующие типы муфт: соединительная муфта холодной усадки для одножильных кабелей марок 24CSJ, 36CSSM, соединительная муфта холодной усадки для трехжильных кабелей марки ТТ-24CSJ.

Для соединения трехжильных кабелей с бумажной изоляцией с тремя одножильным и кабелем с пластмассовой изоляцией, TS-24CSJ/HSTK с комбинированной холодной и горячей усадкой.

Концевые муфты, для одно и трехжильных кабелей: ИТК, АИН, Т-ИТК внутренней установки, ОТК, АФН, Т-ОТК наружной установки.

Так же предлагается широкая номенклатура разъёмных соединителей: втычного типа марок 158 LR, 400 LR, 400 TE; винтового типа марок 400 LB, 400 TB.

Новые конструкторско-технологические разработки

Кабель с токопроводящей жилой из изолированных проводников с низким скин-эффектом и низким эффектом близости для обеспечения низких потерь и высокой удельной мощности.

Кабель со сварным металлическим экраном, приклеенным к пластмассовой оболочке интегрированным оптическим волокном (оптическое волокно используется для контроля температуры на всей протяженности линии, что обеспечивает лучшую эксплуатацию линии).

Соединительная муфта с механической, электрической и антикоррозионной защитой, типа НОР, с минимальными размерами, имеющая прочную конструкцию и с минимальным числом ручных монтажных операций на месте установки.

Концевая муфта с устройством защиты от взрыва для обеспечения высокой безопасности на распределительной подстанции.

Концевая муфта, полностью изготовленная из синтетического материала для обеспечения минимального обслуживания.

Концевая муфта из композитного материала для обеспечения высокой безопасности и сокращения сроков поставки.

Соединительные устройства и концевые муфты с интегрированными датчиками частичных разрядов для раннего обнаружения дефектов, возникших при монтаже или вследствие старения материала.

Концевая муфта типа GIS, полностью сухая (без масла) для обеспечения минимального обслуживания.

12. Кабели 6-110 кВ фирмы Reka Kabel Dyrtech.

Компания «Reka Cables» -это финская компания, занимающаяся производством кабеля во многих странах, в том числе и в России.

С помощью кабеля марки Dyrtech можно осуществить перевод воздушных линий электропередач в подземные, согласно требованиям к инфраструктуре городов. Подземные кабельные линии позволяют энергосистемам избежать отключений и повреждений, вызванных штормовыми ветрами

Кабель, изготавливаемый в Финляндии:

- АНХСНВМК 110 кВ Для стационарной наружной прокладки. Круглая многопроволочная уплотнённая алюминиевая жила с водоблокирующим наполнителем МЭК (IEC) 60228 класс 2. Диаметр 69-84 мм и с допустимой токовой нагрузкой, при прокладке в земле и температурой жилы +65 °С, от 368 до 580 А

- НХСНВМК 110 кВ: на напряжение 64/110 (123) кВ, IEC 60840, CENELEC HD 632. Для стационарной наружной прокладки. Круглая многопроволочная уплотнённая медная жила МЭК, (IEC) 60228 класс 2. Диаметр 77-84 мм и с допустимой токовой нагрузкой, при прокладке в земле и температурой жилы +65 °С, от 585 до 865 А

- АНХАМК-W 10 и 20 кВ, АНХАМК-WM 10 и 20 кВ, АНХАМК-WP, АНХСМК-W ТТ 10 и 20 кВ, АНХСМК-WTC/ PVC 10 и 20 кВ, АНХСМК-WTC/PE 10 и 20 кВ, НХСМК 10 и 20 кВ, А2ХSYBY 10 кВ, НХСМК-HF 10 кВ, NA2ХSE2Y 10 кВ, NA2ХSEY 10 кВ.

Кабель, изготавливаемый в Подольске:

- На напряжение 10, 20 и 35 кВ АПВВ, АПВВнг(А)-LS, АПВВнг(В)-LS, АПВП, АПВПг, АПВПу, АПВПуг, АПВПугг, АПВПуггж, АПВПгг, АПВПггж, диаметром от 25,3 мм до 62,7 мм и с номинальной токовой нагрузкой от 175 до 782 А.

13. Кабели 6-110 кВ фирмы «Камкабель»

ООО «Камский кабель» производит кабельно-проводниковую продукцию. Для её изготовления предприятие использует современный производственный комплекс «Камкабель», самый крупный в России. Численность персонала на сегодняшний день составляет около 3000 человек.

Современное технологическое оборудование, мощная испытательная база предприятия обеспечивают выпуск качественных кабельно-проводниковых изделий с различными видами изоляции: бумажно-пропитанной, резиновой, из ПВХ-пластика,

сшитого полиэтилена, фторопластовых пленок, стеклонитей, эмальлаков, других современных материалов.

Самая широкая в отрасли номенклатура предлагаемых предприятием изделий включает в себя более 20000 марко-размеров кабелей и проводов, выпускаемых как по российским (ГОСТ и ТУ), так и по зарубежным стандартам IEC (МЭК), а также национальным стандартам других стран (Великобритания - BS, Германии - DIN).

Номенклатура на напряжение 6-35 кВ: АПвП ПвП АПвПу ПвПу АПвПг ПвПг АПвПуг ПвПуг; АПвП2г ПвП2г АПвПу2г ПвПу2г; АПвБП ПвБП АПвБПг ПвБПг АПвБП2г ПвБП2г; АПвВнг(В)-LS ПвВнг(В)-LS АПвВнг(А)-LS ПвВнг(А)-LS; АПвБВнг(В)-LS ПвБВнг(В)-LS АПвБВнг(А)-LS ПвБВнг(А)-LS; АПвВ ПвВ АПвВВ ПвВВ.

Номенклатура на напряжение 110 кВ: ПвПг, АПвПг, ПвП2г, АПвП2г, ПвПу2г, АПвПу2г, ПвВ, АПвВ, ПвВу, АПвВу, ПвВнг, АПвВнг.

14. Кабельная арматура фирмы «Pfisterer» для кабелей 110 кВ

«Pfisterer» в программе кабельных концевых муфт и кабельных соединений предлагает решения практически для любых применений в высоковольтной технике до 300 кВ. Использование силикона в качестве изоляционного материала отвечает всем требованиям благодаря его выдающимся характеристикам. Предложение включает компоненты и комплексные системы, а также монтаж и консультационные услуги в любой точке земного шара.

HV-CONNEX. Сухая штекерная соединительная система для высоковольтных сетей отвечает всем требованиям, которые предъявляются к универсальной соединительной системе: полная изоляция, металлический корпус и безопасность при касании. Она не требует техобслуживания, может эксплуатироваться на открытом воздухе, устойчива к затоплению.

Концевые муфты OXOSIL. Обширная программа по концевым муфтам охватывает все сферы применения: Силикон в качестве изоляционного материала делает их особенно подходящими для использования на открытом воздухе, кроме того, имеются специальные исполнения для использования внутри помещений. Опорные варианты могут поставляться с залитым маслом или в сухом состоянии. Программа дополняется обычными элементами с фарфоровой изоляцией.

Надвижные муфты IXOSIL. При помощи надвижных муфт IXOSIL из силиконового каучука можно соединять друг с другом медные или алюминиевые токоведущие жилы кабелей с изоляцией из полимерных материалов в диапазоне напряжений от 72.5 до 300 кВ. Имеются два исполнения: компактная односоставная версия и версия для соединения различных типов кабелей с разными сечениями токоведущих жил.

15. Сравнительная таблица элементов кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10кВ различных производителей

элемент/фирма	Таткабель	nkt	ABB	Севкабель	Кольчугино	Nexans	ILJIN	Reka Kabel Drytex	Камкабель
Токопроводящая жила:									
-медь	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-алюминий	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-круглая скрутка	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-сегментированная	-	+	-	-	-	+	+		-
-сегментированная с эмалированными проводниками	-	-	-	-	-	+	+		-
-сплошная	-	+	-	-	-	+	-		-
Трехжильный кабель	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Металлический экран									
-цельнотянутый из свинца	-	+	-	-	-	+	+	-	-
-из медных и алюминиевых проводников	-	-	-	-	-	+	+	+	-

-сварной алюминиевый экран	-	+	-	-	-	+	+	+	-
-медная проволока и свинцовая оболочка	+	+	-	-	-	+	+	-	-
-медная проволока и лента с алюмополимерной фольгой	-	-	+	+	+	-	-	+	+
-медная проволока с медной слоистой фольгой	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-медная проволока с алюминиевой слоистой фольгой с интегрированным оптоволоконном	-	+	+	-	-	+	-	-	-
-медная гофрированная	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Внешняя оболочка									
-полиэтилен	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-полиэтилен с полупроводящим слоем	-	+	-	-	-	+	+	-	-
-HFFR	-	-	-	-	-	+	-	-	-
-PBX	-	-	+	-	+	-	-	+	+

-полиэтилен без галогена с проводящим слоем		-	-	-	-	-	-	-	-
-полиэтилен без галогена с огнестойким слоем	-	-	+	-	-	-	-	-	-
-ПВХ пониженной горючести	-	-	-	+	+	-	-	+	+
Сечения, мм ²		185-800				240-1600	240-2500	50-630	
Алюминий		185-800	185-1200	185-1200	185-500	240-1600	240-2500	95-630	185-1600
Медь		185-800	185-1200	185-1200	185-500	240-1600	240-2500		185-1600
Диапазон токов, А		289-592				350-1925			
Алюминий		368-707	366-1344	310-1127	303-732	440-2390	354-1023	100-400	303-1543
Медь		707	451-1533	445-1410	382-927	2390	453-1182	585-865	382-2526

16. Сравнительная таблица характеристик кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10кВ различных производителей. Кабели с медными жилами круглой скрутки сечением 630 мм², проложенные в земле треугольником

фирма/параметр	Вес, кг/м	Емкость, мкФ/км	Минимальный радиус изгиба, мм	Максимальное тяговое усилие, кН	Номинальный ток, А	Сопротивление постоянному (переменному 50 Гц) току при 20 град. С, Ом/км	Примечание
Камкабель	10.26	0.21	1131	н/д	792	0.0283	
Nexans	10.9	0.2	1700	37.5	860	0,028	
ABB	9,31	0,21	н/д	31,5	935	0,028	
ntk	10.2	0,177	2000	32	650	0,0283	
Севкабель	10,3	0,21	1125	н/д	760	н/д	
Reka Kabel Dryrex	10.5	0.17	1680	20	865	н/д	
Кольчугино							сечение до 500 мм ²

17. Сравнительная таблица характеристик кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10кВ различных производителей. Кабели с медными жилами круглой скрутки сечением 185 мм², в оболочке из полиэтилена, проложенные в земле треугольником

фирма/параметр	Вес, кг/км	Емкость, мкФ/к	Минимальный радиус	Максимальное тяговое	Номинальный ток, А	Сопротивление постоянному (переменному	Ток односекундного КЗ	Ток односекундного КЗ	Примечание
----------------	------------	----------------	--------------------	----------------------	--------------------	--	-----------------------	-----------------------	------------

		м	изгиба, мм	усилие, кН		50 Гц) току при 20 град. С, Ом/км	для жилы(250 град С)	для экрана(250 град С)	
Nexans	2350	0,39		9,25	456	0,0991	27	5,1	
ABB	2473	0,42		9,25	467	0,0991	26,5	5,1	
Севкабель	2431	0,42	477		466		26,5	5,1	
Севкабель			1475		352		23,9		кабель с БПИ изоляцияй трехжильный
Reka Kabel Drytex	2690	0,26	570	-	-	-	26,4	3,4	
Камкабель	2688	0,42	561		466				
Кольчугино	2431	0,42	504		466	0,0991	26,5	5,1	

18. Сравнительная таблица элементов кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6-35кВ различных производителей

элемент/фирма	ABB	Севкабель	Кольчугино	Nexans	Reka Kabel Dryrex	Таткабель	Камкабель
Токопроводящая жила	медь алюминий	медь алюминий	медь алюминий	медь алюминий	медь алюминий	медь алюминий	медь алюминий
Количество жил в кабеле							
1	+	+	+	+	+	+	+
3	-	-	+	+	+	-	-
Внешняя оболочка:							
-полиэтилен	+	+	+	+	+	+	+
-полиэтилен усиленная	+	+	-	-	+	+	-
-полиэтилен, продольная герметизация	+	+	+	+	+	+	+
- полиэтилен, продольная и поперечная герметизация						-	-
-ПВХ	-	+	-	+	-		
-ПВХ с общим экраном	+	+	-	+	+	-	-
-ПВХ с индивид. экранами	-	-	-	+	+	-	-
-ПВХ пожаробезопасный	-	-	-	+	-	-	-

-бронированая	+	+	+	+	+	-	+
	-	+	+	+	-	-	+
Сечения, мм ²	50-1200	35-800	50-800	35-500	50-630	н/д	50-800
Диапазон токов, А	173-1572	163-1729	170-1349	174-764	175-782	н/д	170-1753

Выводы.

За истекший период, начиная с 2009 года некоторыми отечественными производителями и производителями из ближнего зарубежья освоено производство кабельной продукции из сшитого полиэтилена напряжением 6-10 кВ. В том числе: ООО «Камкабель», ООО «Таткабель», ООО «Кольчугинский электрокабель», компании Севкабель, ЭнергоКомплект (Беларусь).

Представленные производителями кабели из сшитого полиэтилена имеют во многом, сходные параметры, характеристики и конструктивное исполнение. Все представленные фирмы изготавливают кабели с оболочками из полиэтилена, ПВХ, ПВХ пожаробезопасном исполнении, с продольной герметизацией.

ABB, Севкабель предлагают кабели с бронированной оболочкой.

Изготавливаются кабели сечением от 35 до 1200 мм², на токи от 170 до 1750 А.

Конструктивное исполнение элементов кабелей и СПЭ 10кВ:

-токопроводящие жилы у всех производителей изготавливаются как из меди так и алюминия с круглой скруткой, для больших сечений фирмами Nexans, ntk применяется сегментированная жила, а фирма Nexans использует так же сегментированную жилу с эмалированными проводниками;

-большинство представленных производителей производят кабель с интегрированным оптоволоконном

-фирмой ntk представлен трехжильный кабель на напряжение 10кВ.

-фирмы Nexans, ntk производят кабель с полиэтиленовой оболочкой с проводящим слоем.

Изготавливаются кабели сечением от 185 до 1600 мм², на токи от 300 до 2500 А.

Следует так же отметить, что кабели из СПЭ имеют ряд значительных преимуществ:

- большие строительные длины,
- расширенный ряд номинальных сечений,
- меньший вес,
- меньший диаметр и радиус изгиба.

Но так же существует и ряд недостатков, главный из которых заключается в высокой его стоимости. Второй, но не наименее важный недостаток заключается в том, что в России нет утвержденных единых стандартов на кабели из сшитого полиэтилена. Инструкции по прокладке данного вида кабеля разрабатывают заводы-изготовители. Таким образом, получается, что на одну и ту же марку кабеля по ТУ может существовать более 10 инструкций, регламентирующих требования к прокладке кабельных линий, что

значительно усложняет работу проектных, монтажных организации и эксплуатирующих служб.

Наряду с современными технологиями производители кабельной продукции продолжают поддерживать линейку изготовления кабелей с бумажной пропитанной маслом изоляцией, которая в настоящее время продолжает быть востребована, особенно в сегменте напряжения 6-10 кВ. По отзывам производителей данное направление в общем объеме кабельной продукции данного напряжения составляет 50-70 %.

Распространяются технологии мониторинга проложенных в земле кабелей из сшитого полиэтилена. На выставке представлены разработки компаний Brugge, nkt cables, Lios technology, SYSTEC с применением оптоволоконных датчиков. Физические воздействия на оптоволокно, такие как: температура, давление, сила тяжения - локально изменяют характеристики пропускания света и как следствие, приводят к изменению характеристик сигнала обратного отражения. На данном эффекте оптоволоконна основан принцип действия данной системы. Предлагаются к применению оптоволоконные датчики как встроенные в кабель СПЭ, так и отдельно прокладываемые параллельно кабельной трассе.

Преимущества системы на оптоволоконном датчике:

- 1) Пассивный элемент чувствительный по всей длине
- 2) Невосприимчивый к электромагнитным помехам
- 3) Благодаря своим свойствам - небольшие размеры, гибкость и т.д., удобен при монтаже и эксплуатации
- 4) Невосприимчивый атмосферным воздействиям
- 5) Подбор датчика производится в соответствии с внешними условиями прокладки для каждого отдельного случая

Недостатки системы:

- 1) Высокая стоимость оконечного оборудования (контроллеров), программного обеспечения
- 2) При повреждении оптоволоконного датчика восстановить систему без значительных капитальных вложений невозможно.

МЗА: защиты ВЛ 35-110 кВ и трансформаторов 35-110 кВ

1. Предложения и производители на рынке оборудования МЗА:

ООО «АББ Автоматизация» - разработка и производство устройств, предназначенных для выполнения функций РЗ и ПА всех уровней напряжения;

ООО ИЦ «Бреслер» - проектирование, комплексная поставка и сервисное обслуживание устройств МЗА всех уровней напряжения; комплексное решение в области автоматизации подстанций, комбинированные блоки питания «БПК-001»;

НПП «Бреслер» - основное направление деятельности разработка, производство, поставка и наладка устройств МЗА;

НТЦ «Механотроника» - производство нового семейства цифровых устройств МЗА и средств автоматизации для энергетических объектов напряжением до 220 кВ;

ЗАО «Радиус автоматика» - разработка и производство микропроцессорных устройств МЗА для энергетических систем;

ООО НПП «ЭКРА» - многопрофильное предприятие осуществляющее комплексное решение в области автоматизации подстанций;

ОАО «ЧЭАЗ» - разработка, производство и внедрение в эксплуатацию устройств МЗА для энергообъектов до 330 кВ;

ООО «МЗА Системз» - разработка и производство устройств релейной защиты и автоматики; системы оперативного постоянного тока.

ЗАО «Технокомплект» - разрабатывает и производит полупроводниковые преобразователи электрической энергии для систем оперативного постоянного тока;

Компания «OLDAM» - работы в области разработки и реализации комплексных проектов резервного и автономного энергообеспечения;

Фирма «BENNING» - разработка, производство, поставка, монтаж и техническое обслуживание систем гарантированного бесперебойного электропитания постоянным и переменным током оборудования предприятий энергетической отрасли.

2. Новые разработки, требующие дополнительного изучения:

ООО «АББ Автоматизация»

Шкафы релейной защиты и автоматики 35, 110 кВ на базе терминалов **RE_670**.

RE_670 – интеллектуальные электронные устройства для защиты и управления электроэнергетических систем являющиеся развитием проверенных и широко распространенных терминалов серий 316 и 500, усовершенствованные алгоритмы защиты, повышение функциональности, новая многоцелевая платформа, улучшенный программный инструментарий & MicroSCADA, полная поддержка протокола IEC 61850.

RE_670 снабжены расширенной библиотекой защитных функций, функций мониторинга и управления, возможностью конфигурирования и изменения аппаратного состава для адаптации к специфическим техническим требованиям Заказчика. Встроенный регистратор аномальных процессов (РАП) контролирует до 40 аналоговых каналов и 96 бинарных каналов с сохранением 100 последних записей. Встроенный ОМП для REL&RED. Встроенный регистратор внутренних событий сохраняет сигналы бинарных входов, сигналы работы программных функций и диагностики.

ООО ИЦ «Бреслер»

Программа автоматизированного расчета уставок «PSC» защит линий 6-35, 110-220 кВ. Программа «PSC» предназначена для автоматизированного расчета уставок релейной защиты. Методика, заложенная в программе, основана на рекомендациях ООО «ИЦ «Бреслер» и руководящих указаниях по расчету уставок для различных типов защит. Программа имеет дружелюбный пользовательский интерфейс и гибкую контекстно-зависимую систему помощи. Расширяемость программы на обслуживание защит разного типа обеспечивается библиотечной организацией расчетных модулей.

Основные функции программы:

- автоматизированный расчет уставок;

- контроль всех параметров на допустимость значений и на соответствие рекомендациям по расчету уставок;
- возможность использования результатов расчета (токов, напряжений;
- сопротивлений) моделирующих программ;
- редактирование файлов уставок защит серии «Бреслер» расчетными значениями с сопровождением комментариями;
- формирование протоколов расчета уставок в форматах MS Word, MS Excel

ЗАО «Радиус автоматика»

«Сириус-3-ЛВ-03» - устройство микропроцессорной защиты предназначено для защиты воздушных линий 10 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью, а также управления, автоматики и сигнализации высоковольтного выключателя с трехфазным управлением (АУВ, АПВ, УРОВ). Содержит классический набор ступенчатых защит относительной селективности.

Устройство обеспечивает следующие защиты:

- Четырехступенчатая дистанционная защита с независимой выдержкой времени от междофазных коротких замыканий;
- Четырехступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности с независимой выдержкой времени от коротких замыканий на землю;
- Трехфазная ненаправленная токовая отсечка с возможностью задания аварийного или ускоряющего режимов работы;
- Двухступенчатая ненаправленная трехфазная максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени с возможностью действия в аварийном режиме (при выявлении неисправностей в цепях ТН);
- Защита от обрыва фаз и несимметрии с действием на отключение или сигнализацию;
- Защита от повышения напряжения с действием на отключение или отдельное реле;
- Защита от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности с действием на отключение или отдельное реле;
- Трехступенчатый трехфазный контроль перегрузки линии по току с действием первой ступени на сигнализацию, второй и третьей – на отключение выключателя или на отдельное реле;

«Сириус-3-ЛВ-03» - устройство микропроцессорной защиты предназначено для защиты воздушных и кабельных линий 10-220кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью. Содержит основную защиту абсолютной селективности. Тип защиты абсолютной селективности – дифференциально-фазная защита (ДФЗ).

Устройство не включает в себя функцию АУВ, поэтому подразумевается использование совместно с уже существующей схемой управления и АПВ выключателя или с отдельным терминалом АУВ.

Устройство предусматривает возможность использования на противоположных концах защищаемой линии устройств других производителей, выполняющие аналогичные функции защиты, в том числе и панель защиты типа ДФЗ-201.

Устройство предназначено для совместной работы со следующими типами высокочастотных приемопередатчиков: ПВЗУ, ПВЗУ-Е, ПВЗУ-М, ПВЗ-90М, ПВЗ-90М1, АВЗК-80, ПВЗ, ПВЗЛ и др.

ОАО «ЧЭАЗ»

Шкаф защиты трансформатора типа ШМЗТ с микропроцессорными блоками серии БЭМП - предназначен для защиты трех- или двухобмоточного трансформатора и управления выключателем стороны высшего напряжения (ВН).

Гибкая программно-аппаратная структура и блочный принцип ее построения позволяют адаптировать защиту к объектам с учетом их специфики с широкими возможностями конфигурирования и удобством обслуживания в порядке текущей эксплуатации, а также выполнить все требования заказчика по защите, автоматике и управлению силовых трансформаторов с высшим напряжением 110 — 220 кВ.

Для настройки и передачи сигналов на верхний уровень в шкафах реализованы системные интерфейсы К5232, ГС5485.

Шкаф изготовлен на базе микропроцессорных (МП) блоков серии БЭМП и включает в себя комплекты основной и резервной защиты силового трансформатора. Каждый МП блок содержит до 24 дискретных входных сигналов и до 24 выходных реле.

- **Комплект основной защиты — МП блок типа БЭМП 1-07ДЗТ:**
- дифференциальная токовая защита;
- токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП) стороны ВН;
- МТЗ стороны ВН с возможностью пуска по напряжению и блокировкой по второй гармонике
- дифференциального тока от бросков тока намагничивания;
- МТЗ сторон среднего (СН) и низшего напряжения (НН) с возможностью пуска по напряжению;
- защита от перегрузки;
- газовая защита;
- дуговая защита НН;
- логическая защита НН;
- УРОВ со стороны ВН;
- блокировка РПН по току и напряжению;
- формирование пуска автоматики охлаждения;
- контроль тока короткозамыкателя ВН.

Комплект резервной защиты — МП блок типа БЭМП 1-07АУ

- направленная МТЗ стороны ВН с комбинированным пуском по напряжению со стороны СН или НН;
- двухступенчатая направленная ТЗНП со стороны ВН;
- газовая защита;
- защита от обрыва фаз и несимметричного режима;
- автоматическое ускорение МТЗ и ТЗНП;
- УРОВ;
- двукратное АПВ;

- управление выключателем со стороны ВН;
- контроль исправности цепей включения и отключения выключателя;
- защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;
- контроль цепей трансформатора напряжения;
- контроль сопротивления изоляции цепей газовых защит.

ООО «МЗА Системз»

Устройство «РС80-АВР» предназначены для использования в схемах релейной защиты и электроавтоматики понижающих подстанций и распределительных пунктов для выполнения автоматического включения резервного источника питания по сторонам 10 -35 кВ. Устройства РС80-АВР не требуют дополнительного источника питания. Питание элементов схемы осуществляется от входного напряжения. При этом:

- измеряются по два линейных напряжения до вводов;
- контролируются по одному линейному напряжению на секции после ввода, а также включенное положение вводов и СВ с помощью дискретных входов;
- обеспечивается управление тремя выключателями и контроль их положения.
- есть контроль исправности устройства, включая контроль наличия обоих входных напряжений по каждому входу, с действием на отдельное выходное реле.

Все характеристики срабатывания устройства по времени - независимые.

Компания «OLDAM»

Комплектная система оперативного постоянного тока (КСОПТ) предназначена для:

- приема электрической энергии переменного тока от двух независимых источников (секций собственных нужд) и преобразования ее в энергию постоянного тока;
- распределения энергии постоянного тока между потребителями;
- содержания встроенной герметизированной аккумуляторной батареи (АБ) в режиме постоянного подзаряда;
- питания цепей собственных нужд постоянным током от выпрямительных модулей в штатном режиме работы и от аккумуляторной батареи в аварийных режимах (отсутствие напряжения переменного тока на секциях собственных нужд);
- заряда аккумуляторной батареи в послеаварийном режиме.

Фирма «BENNING»

THYROTRONIC - серия выпрямителей для систем гарантированного электроснабжения со стационарными аккумуляторными батареями разработанная компанией Benning, предназначена для построения систем гарантированного электропитания постоянного тока с параллельным резервированием стационарными аккумуляторными батареями и предлагает, наряду с высокой надежностью, всестороннюю концепцию мониторинга и контроля.

Выпрямители серии Thyrotronic работают в соответствии с регулируемой электронным образом характеристикой выходного постоянного напряжения (IU-

характеристика в соответствии с DIN41773). Нестабильность выходного напряжения составляет $\pm 0,5\%$ при изменении потребляемого тока нагрузки от 0% до 100%.

Допустимый диапазон отклонений напряжения сети $\pm 10\%$, частоты $\pm 5\%$. Как резервный источник электроэнергии используются преимущественно стационарные герметизированные или малообслуживаемые свинцово-кислотные батареи. Никель-кадмиевые щелочные батареи рекомендуется использовать при экстремальных условиях окружающей среды.

3. Предложения по использованию новой техники и технологий по результатам проведения выставки:

Представленные микропроцессорные устройства МЗА, «защиты ВЛ и трансформаторов 35-110 кВ», включают в себя перечень традиционных для отечественной практики защит, что дает возможность сохранить надежные и отработанные принципы построения логики МЗА, блокировок, расчета уставок и позволяет применять устройства, как на вновь строящихся объектах так и осуществлять поэтапную замену устаревших электромеханических устройств.

Предложения по использованию устройств МЗА:

- при реконструкции и на вновь строящихся энергообъектах для выполнения функций релейной защиты, автоматики и сигнализации транзитных линий 110 кВ применять шкафы защит ООО ИЦ «Бреслер», ООО НПП «ЭКРА»;
- при реконструкции и на вновь строящихся энергообъектах для выполнения функций релейной защиты, автоматики и сигнализации линий и трансформаторов 35 - 110 кВ применять шкафы и терминалы защит ЗАО «Радиус автоматика»;
- при реконструкции и на вновь строящихся энергообъектах для выполнения функций системы питания оперативного тока применять аппараты управления оперативным током серии «АУОТ», ЗАО «Технокомплект».

МЗА: защиты ВЛ, КЛ и РУ 6-10/0,4 кВ, системы питания МЗА

В части производителей устройств МЗА для защиты ВЛ и РУ 6 -10 кВ, то большинство из них уже перечислено в предыдущем разделе обзора. Исключение составляют следующие компании:

НТЦ «ГОСАН» - разработка и производство терминалов и шкафов МЗА;

ООО НПП «ПРОЭЛ» - разработка и серийное производство устройств дуговой защиты для ячеек комплектных распределительных устройств (ОВОД);

ООО «Релсис» - производство микропроцессорных средств защиты и автоматизации;

Группа компаний «Реон-техно» - разработка и производство приборов МЗА и запасных частей (РСТ-40, РСТ-80 и т.д.);

ЗАО «Энергомашвин» - разработка, производство и внедрение в эксплуатацию устройств МЗА (наиболее распространенное УЗА-10, РС-80)

1. Новые разработки, требующие дополнительного изучения:

ООО «ABB Автоматизация»

REF 542plus – свободно программируемая логика работы терминала позволяет выполнить функции защиты и автоматики фидера, трансформатора или двигателя. Универсальность терминала REF 542plus позволяет использовать его с любым коммутационным аппаратом с масляной, воздушной или газовой изоляцией. В микропроцессоре реализованы дополнительные функции: контроль синхронизма, АВР, АПВ, УРОВ, АЧР, ЧАПВ, ЛЗШ и другое; осциллограф, WEB протокол, CAN интерфейс

SPAC 810 – терминалы этой серии предназначены для защиты отходящих линий, силовых трансформаторов, БСК, двигателей, вводных и секционных выключателей, трансформаторов напряжения. Устройства устанавливаются в ячейках КРУ и КСО распределительных сетей 6-35кВ. Функциональные схемы логики работы защит, управления и автоматики (АПВ, ЧАПВ, АВР и др.) разработаны по традиционным алгоритмам, принятым в российской энергетике. Терминалы применяются на подстанциях с переменным, выпрямленным и постоянным оперативным током.

REA 10 (реле дуговой защиты) - предназначено для защиты распределительных устройств среднего и низкого напряжения с воздушной изоляцией. К центральному блоку (REA 101), установленному в каждой ячейке, присоединяются петлевой волоконный датчик, радиальный волоконный датчик, а также точечный датчик для обнаружения дуги. Общее время устранения повреждения складывается из времени срабатывания выключателя плюс время работы устройства (2.5 мс). Использование дополнительных модулей позволяет расширить защищаемую зону и разделить защищаемый объект на более мелкие зоны. Таким образом, достигается большая селективность системы.

ООО ИЦ «Бреслер»

ТЭМП 2501 – устройства предназначены для применения в распределительных устройствах с переменным, выпрямленным или постоянным оперативным током. Терминалы могут быть установлены в КСО и КРУ любого типа и производителя, КРУН, КТП СН, а так же на панелях, в шкафах управления, расположенных в релейных залах и пультах управления. Семейство терминалов ТЭМП 2501 разделяются по функционалу: защиты и автоматика присоединений (универсальное); защиты и автоматика секционного ТН; защиты и автоматика линии; защиты и автоматика электродвигателей большой и средней мощности. Устройство обеспечивает взаимодействие с масляными, вакуумными, элегазовыми выключателями, оснащенными различными типами приводных механизмов. Порт связи обеспечивает построение современной АСУ электроэнергетического объекта

ТОР 100 – серия состоит из нескольких типоразмеров различного назначения, выполненных на унифицированной аппаратной платформе, что обеспечивает удобство эксплуатации и проектирования. Реле применяются в схемах вторичной коммутации для использования в качестве основных и резервных защит энергообъектов напряжением 6 кВ и выше и рекомендуются для применения на вновь вводимых и реконструируемых объектах.

Типоразмер по выполняемым функциям:

- МТЗ;
- СТЗ (реле суммарной токовой защиты);

- НТЗ (направленная МТЗ);
- ДЗТ (дифференциальное токовое реле);
- ДВГ (реле защиты двигателя);
- ЗМН (реле минимального/максимального напряжения);
- АЧР (реле частоты);
- АРТ (реле автоматической разгрузки трансформатора);
- ЛОК (локатор места повреждения на линии).

Устройство ТОР работает от источника постоянного, переменного или выпрямленного переменного напряжения оперативного тока. Реле имеют порт связи и могут быть интегрированы в систему АСУ ТП предприятия по различным интерфейсам связи.

ЗАО «Радиус автоматика»

Сириус-2-РЧН - Устройство автоматического ограничения снижения частоты и напряжения предназначено для использования на электростанциях и подстанциях энергосистем с целью ликвидации дефицита активной мощности путем автоматического отключения потребителей при снижении частоты (АЧР) с последующим автоматическим повторным включением отключенных потребителей при восстановлении частоты (ЧАПВ).

Также устройство предназначено для ликвидации дефицита реактивной мощности (аварийного ограничения снижения напряжения) путем отключения потребителей при снижении напряжения (АОСН) с последующим автоматическим повторным включением отключенных потребителей при восстановлении напряжения (АПВН)

Сириус-2-ДЗЛ – Устройство обеспечивает основную защиту абсолютной селективности воздушных или смешанных воздушно-кабельных линий, в сетях с эффективно заземленной или изолированной (компенсированной) нейтралью. Предусмотрено использование защиты на линиях с ответвлениями без источников питания. Полукомплекты связываются между собой по волоконно-оптической линии связи. Для повышения отказоустойчивости защиты устройство поддерживает два независимых канала связи, дублирующие друг друга.

Орион-РТЗ – устройство предназначено для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6–10 кВ, но может применяться и для других классов напряжения. Устройство предназначено для работы на подстанциях с переменным оперативным током и может непосредственно работать с выключателями, катушки отключения которых включены «по схеме дешунтирования». Токовые защиты (отсечка и МТЗ) могут работать без напряжения питания – только за счет подпитки от аварийного тока хотя бы одной из фаз А или С. Минимальный начальный ток работы устройства на отключение при питании только от токовых цепей – 4,5 А. Время выхода устройства в режим готовности не более 0,2 с.

Устанавливается в релейных отсеках КРУ, КРУН и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления.

Орион-2-Л – серия терминалов предназначена для выполнения функций релейной защиты, автоматики и сигнализации на энергообъектах напряжением 6–35 кВ с

переменным оперативным током. Применение терминалов на переменном оперативном токе обеспечивается:

- встроенной схемой дешунтирования;
- встроенной схемой питания от токовых измерительных цепей (при близких коротких замыканиях, сопровождающихся сильной посадкой напряжения, а также при полном пропадании оперативного тока на подстанции);
- быстрым выходом в режим готовности после подачи оперативного напряжения или возникновении аварийного тока — 0,2 с. Серия состоит из 4-х терминалов и обеспечивает защиту отходящих линий, ТСН, вводного и секционного выключателей. Встроенный блок питания выполнен универсальным, что позволяет использовать терминалы на объектах с постоянным оперативным током напряжением 110-220В.

Орион-ДЗ – устройство дуговой защиты предназначено для установки в каждой ячейке КРУ или КСО. Защита выполнена в виде блока, устанавливаемого в релейном отсеке ячейки, и имеющего до трех оптических датчиков дуги, выполненных в виде световодов, размещенных каждый в своем отсеке. Время реакции устройства определяется временем срабатывания (замыкания) выходных реле («сухих» контактов) и составляет 6–8 мс с момента возникновения дуги. Питание устройства осуществляется от источника переменного, постоянного или выпрямленного тока напряжением от 88 до 242 В.

ООО НПП «ЭКРА»

БЭ2502 – релейная защита и автоматика оборудования распределительных сетей номинальным напряжением 6-35 кВ реализована на базе БЭ2502 обеспечивает:

- защиту кабельных и воздушных линий и ТСН;
- защиту секционного и вводного выключателя;
- контроль трансформатора напряжения секции;
- автоматику регулирования коэффициента трансформации;
- защиту асинхронного и синхронного двигателей;
- дифференциальную защиту двигателя;
- АЧР и АСН.

Терминалы БЭ2502 предназначены для установки в комплектных распределительных устройствах шкафах или на панелях.

ЗАО «Энергомашвин»

РС-80 – Многофункциональное статическое реле максимального тока, предназначено для использования в схемах релейной защиты и противоаварийной автоматики для защиты трансформаторов и линий электропередач при коротких замыканиях и перегрузках. Реле не требует дополнительного источника питания. Питание элементов схемы осуществляется от входного тока.

РС-80 обеспечивает:

- токовую отсечку с выдержкой времени 70-100 мс или 150-200 мс по выбору с передней панели;
- возможность блокировки токовой отсечки с передней панели или дистанционно; МТЗ.