



Открытое акционерное общество
«Межрегиональная распределительная сетевая компания Центра»



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

По результатам работы Международной
специализированной выставки

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ 2009»

МОСКВА

В прошедшей в Москве с 1 по 4 декабря международной специализированной выставке «Электрические сети России - 2009» приняли участие более 360 компании 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 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 аналитическом отчете, составленном по результатам работы на выставке специалистов ОАО «МРСК Центра» и филиалов 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

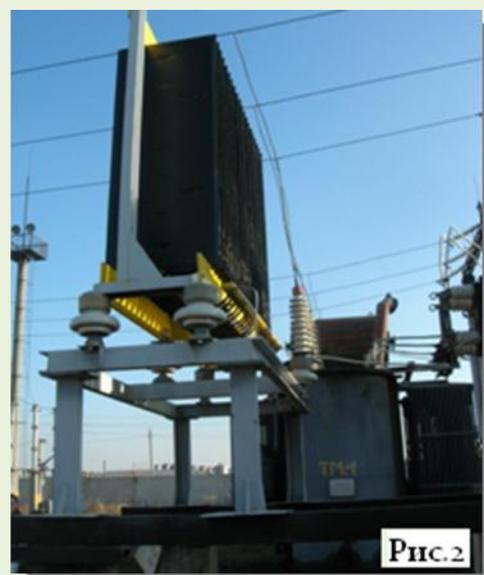
Высокоомные резисторы для заземления нейтрали в сетях 6 - 35 кВ (производство ООО «ПНП БОЛИД»)

Резистор защитный (РЗ) применяется для заземления нейтрали в сети с номинальным напряжением 3, 6, 10, 35 кВ (см. рис.1, рис.2). При отсутствии выведенной нейтрали, резистор подключается через специальный фильтр типа ФМЗО. В случае комбинированного использования РЗ и ДГР рекомендуется индивидуальное подключение каждого устройства к нейтрали трансформатора, позволяющее их независимое использование.

Резисторы изготавливаются на номинальную мощность до 200 кВт и могут работать как внутри помещения, так и снаружи. Номинальное сопротивление 100-10000 Ом. Время эксплуатации РЗ в режиме однофазного замыкания на землю не ограничивается.

Конструктивно резистор выполнен в виде набора вертикально ориентированных отдельных пластин, что создает хороший теплоотвод за счет естественной конвекции. Основой резистора являются элементы ЭРЗ, выполненные из композиционного материала «ЭКОМ».

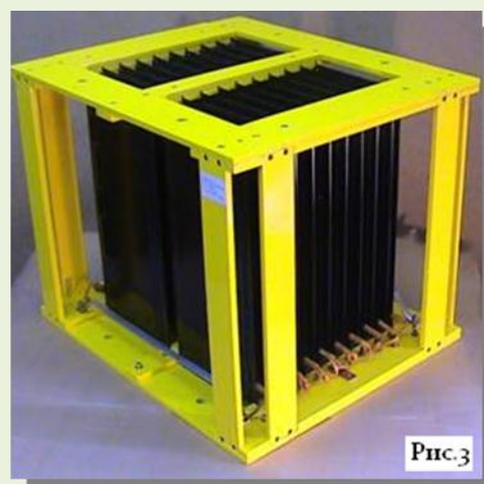
Средняя наработка резистора на отказ - не менее 3000 часов при разовой максимальной нагрузке не более 6 часов в режиме однофазного замыкания на землю, срок службы - 20 лет. Так же возможна стационарная работа резистора в неполнофазном режиме. Конструкция резистора является ремонтпригодной. Среднее время восстановления - 24 часа.



Низкоомные резисторы для заземления нейтрали в сетях 3 - 10 кВ

Для ограничения перенапряжений в сетях собственных нужд электростанций напряжением 3, 6, 10 кВ выпускаются резисторы типа РЗ номиналом 50-300 Ом (см. рис.3).

Эти резисторы предназначены для установки в шкафах КРУ, длительность их работы в режиме ОЗЗ ограничена и определяется быстродействием релейной защиты.



Резисторы состоят из элементов, закрепленных в изоляционном каркасе из стеклотекстолита. Изоляционный каркас устанавливается на опорных изоляторах ИОР-10-750-II в шкафах КРУ.

Технические характеристики резисторов

| 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 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 вибрационным воздействиям | М39 | М39 | М39 |
| 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 рассчитан на воздействие тока однофазного замыкания на землю 40 А в течение 1,5 секунд. По заказу могут быть изготовлены в этих же габаритах резисторы номиналов от 50 до 1500 Ом, а также резисторы для сетей 35 кВ.

Резистивное заземление нейтрали позволяет определять 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.

Реакторы управляемые однофазные масляные серии 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;
- возможность выявления повреждённого фидера токовыми защитами, 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.

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

Кратковременное заземление нейтрали в сетях 6-10 кВ

По статистике, в распределительных сетях 6-10 кВ процент однофазных замыканий составляет 75-90% от общего количества повреждений. Так как треугольник линейных напряжений не искажается, и повреждение не влияет на электроснабжение потребителей, отключение каждого однофазного повреждения не требуется.

При всех явных преимуществах, изолированный режим работы нейтрали имеет существенные недостатки:

- необходимость выполнения изоляции электрооборудования относительно земли на линейное напряжение;
- сложность обнаружения места повреждения;
- опасность поражения персонала и посторонних лиц при длительном существовании замыкания на землю в сети;
- сложность обеспечения правильной работы релейной защиты от однофазных замыканий;
- опасность выхода из строя оборудования в сети; опасность перехода ОЗЗ в иные виды повреждений.

Режим «ОЗЗ на линии» (однофазного замыкания на землю) не исключает необходимости поиска и устранения повреждения, при этом наиболее актуальной проблемой для сетей с изолированной нейтралью является сложность построения селективных защит и, следовательно, выявления участка с неисправностью. Причиной являются маленькие значения токов замыкания на землю, зачастую не превышающие 1 А, большинство существующих защит не в состоянии эффективно решить данную проблему.

Для решения проблемы идентификации ОЗЗ в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью компанией «Таврида Электрик» предлагается применить метод кратковременного заземления нейтрали. В основе лежит принцип кратковременного, только на время, необходимого для срабатывания токовых защит нулевой последовательности, включения в сеть активно-индуктивного сопротивления. Такой подход позволяет сохранить преимущества изолированного режима работы нейтрали и обеспечить идентификацию ОЗЗ.

Для создания кратковременного режима заземления «Тавридой Электрик» разработан шкаф заземления нейтрали – ШЗН/TEL-10 (6) - У1 (см. рис.).

Конструктивно ШЗН/TEL представляет собой шкаф наружной установки, внутри которого размещен основной функциональный элемент - дроссель тока нулевой последовательности. В воздушных распределительных сетях для создания кратковременного заземления нейтрали ШЗН/TEL устанавливается совместно с реклоузером РВА/TEL, который производит включение и отключение шкафа. Ячейка с аналогичным дросселем входит в сетку схем комплектных распределительных устройств «Тавриды Электрик» КРУ «Эталон».



Рис. 4

При возникновении однофазного замыкания (см. рис. 5) по факту появления напряжения нулевой последовательности кратковременно происходит включение ШЗН по схеме «фаза - земля» во всех трех фазах. После подключения ШЗН/TEL в электрической сети создается дополнительный контур для протекания тока нулевой последовательности.

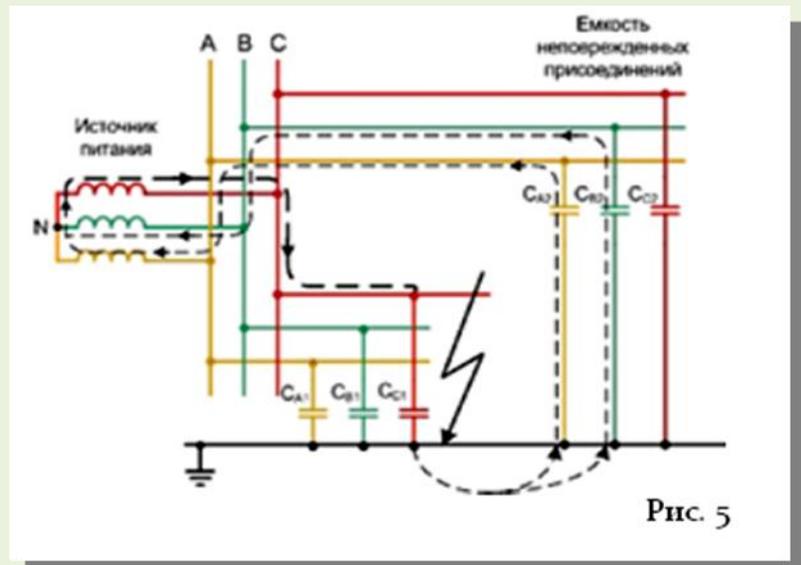


Рис. 5

С электрической точки зрения дроссель включается параллельно емкостям неповрежденных присоединений (см. рис. 6). Сопротивление дросселя значительно меньше сопротивлений емкостей фаз неповрежденных присоединений, поэтому именно его сопротивление будет определять уровень тока нулевой последовательности в месте замыкания.

При включении ШЗН происходит увеличение тока ОЗЗ до значения, не превышающего 10 А на время не более 9 с. В зависимости от места повреждения селективно отключается соответствующий аппарат в сети,

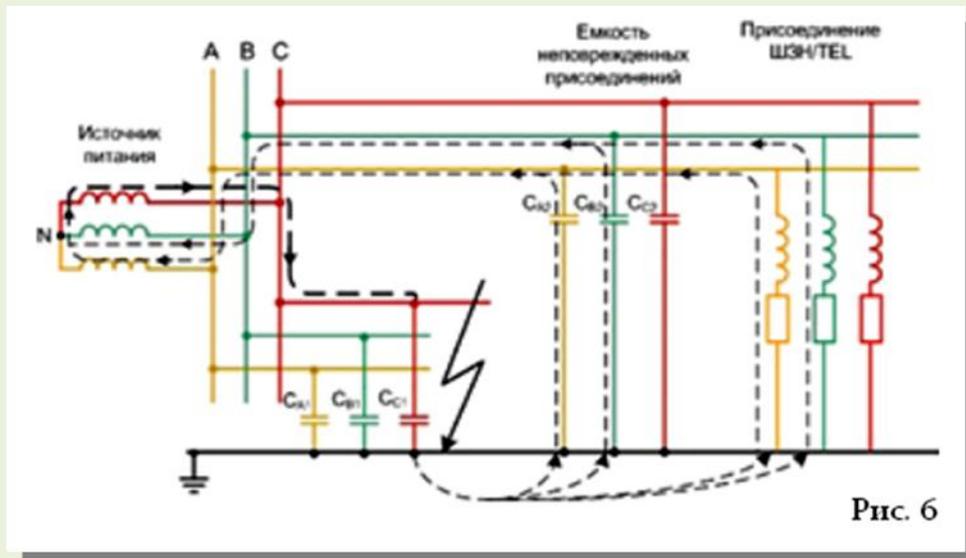


Рис. 6

например, выключатель фидера или реклоузер, либо защиты срабатывают на сигнал.

В результате согласованных по времени действий ШЗН и релейной защиты выделяется поврежденный фидер или участок сети. Отключается ШЗН автоматически либо по факту исчезновения напряжения нулевой последовательности, например, после отключения поврежденного участка, либо, если ток ОЗЗ не достиг уровня срабатывания токовых защит нулевой последовательности, спустя несколько секунд в зависимости от выбранной уставки.

Действие кратковременного заземления нейтрали распространяется на всю гальванически связанную сеть, все присоединения секции сборных шин распределительного устройства.

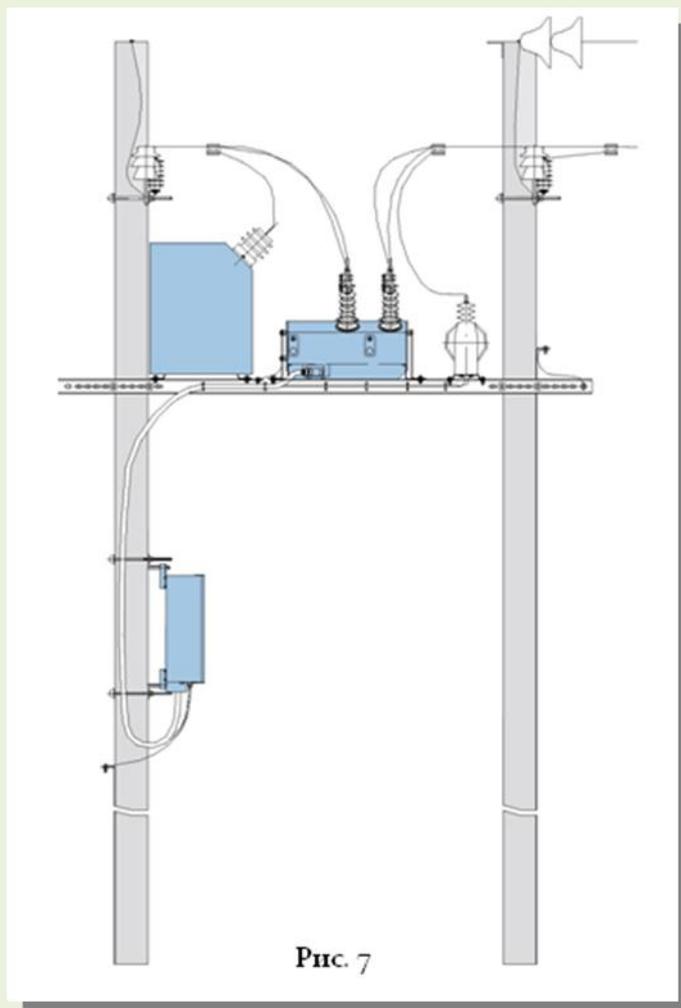
ШЗН/TEL можно подключить к любой точке распределительной сети, там, где это удобно. Для этого не требуется применение специального оборудования,

например, трансформатора с выводом нейтральной точки.

В воздушных распределительных сетях ШЗН/TEL применяется совместно с вакуумным реклоузером РВА/TEL (см. рис. 7). В нормальном режиме реклоузер находится в отключенном состоянии. При ОЗЗ по факту возникновения напряжения нулевой последовательности РВА/TEL подключает ШЗН/TEL к электрической сети. После срабатывания токовых защит нулевой последовательности происходит автоматическое отключение реклоузером ШЗН и возврат к исходному режиму работы нейтрали. Поэтому достаточно установить две стойки ЛЭП и выполнить подключение к линии. Монтаж осуществляется с помощью стандартного монтажного комплекта реклоузера РВА/TEL.

При комплексном подходе к автоматизации сети с применением реклоузеров, значительно повышается эффективность применения кратковременного заземления нейтрали, так как направленные токовые защиты от ОЗЗ, входящие в состав реклоузера, позволяют селективно выделить участок, а не только фидер, что значительно сокращает затраты на переезды ОВБ.

Благодаря использованию ШЗН/TEL совместно с реклоузером возможна передача данных о текущем состоянии, уровне токов и напряжений в месте подключения и других параметров в любую систему телемеханики.



Вывод: применение резисторов для заземления нейтрали и временного заземления нейтрали при помощи ШЗН/TEL заслуживает пристального внимания и изучения, а также возможности применения этого метода как пилотного проекта на одном из центров питания при обосновании расчётными данными.

Конденсаторные установки КРМ 0,4 – 10 кВ (производство ЗАО "Матик-электро")

Спектр производимых ЗАО "Матик-электро" конденсаторных установок КРМ-0,4 кВ (см. рис. 8):

- нерегулируемые - с фиксированными ступенями;
- регулируемые - на базе контакторов;
- для медленно изменяющейся нагрузки (двигатели вентиляторов, прокатных станков, насосов) - на основе быстрых тиристорных ключей;
- 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 источники тока на базе IGBT модулей и широтно – импульсной 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 мощность от 100 до 10 000 кВар и выше) со ступенчатым регулированием мощности и нерегулируемые КРМ (см. рис. 9, рис.10).

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.

Регулируемая конденсаторная установка КРМ1 позволяет в реальном масштабе времени изменять величину реактивной мощности. Регулирование происходит ступенчато включением/отключением вакуумных контакторов. Суммарная мощность такой установки выбирается из условия поддержания заданного $\cos(\phi)$ 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),



Рис. 8



Рис. 9

аналоги конденсаторов КЭК₁, КЭК₂, диэлектриком в которых служит полипропиленовая пленка, пропитанная специальной диэлектрической жидкостью ФКЭ.

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.



Рис. 10

Достоинства:

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

Производимые компанией "Матик-Электро" регулируемые и статические конденсаторные установки среднего напряжения на 6,3 и 10,5 кВ выпускаются в разных климатических исполнениях, в том числе и исполнения ХЛ1 в утепленных "сэндвич" блок-контейнерах.

Установки конденсаторные УKM-0,4-У3 (производство ООО «ЭЛЭКО»)

Установки конденсаторные УKM-0,4-У3 (см. рис.11), 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



Рис. 11

мощности отдельных электроприемников и групповых сетей крупных предприятий. Производятся с мощностью до 200 кВар.

УКМ 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 выключатели нагрузки с предохранителями.

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

В настоящее время рынок оборудования ТП 6-20/0,4 кВ является достаточно насыщенным. На выставке присутствовало большое количество как отечественных, так и зарубежных производителей данного оборудования.

Группа компаний «Электрощит» ТМ - Самара

На выставке группой компаний было представлено несколько вариантов исполнения КТП 6-10/0,4 кВ для электроснабжения небольших сельскохозяйственных, городских, поселковых, промышленных и других объектов.

В данных комплектных трансформаторных подстанциях применяется следующее высоковольтное оборудование:

- силовые трансформаторы типа ТМГ мощностью от 25 до 1000 кВА;
- выключатели нагрузки;
- токоограничивающие предохранители ПКТ;
- ОПН;
- изоляторы проходные и опорные;
- разъединители РЛК

Трансформаторы ТМГ, производства «Самара Электрощит», изготавливаются с применением технологий, направленных на повышение качества продукции и снижение потерь в оборудовании:

- шихтовка магнитопроводов пятиступенчатым методом STEP-LAP;
- заливка масла под вакуумом;

- изготовление обмоток из медной и алюминиевой ленты с охлаждающими каналами и межслоевой изоляцией компании KREMPEL;
- гофрированный бак с порошковым покрытием;
- автоматический контроль качества.

Для электроснабжения коммунальных сетей крупных городов и поселков предлагается **комплектная трансформаторная подстанция городская в блочном модуле**. Данная КТП представляет собой один или несколько модулей, установленных на фунданты, с полностью смонтированным в пределах блока электрическими соединениями. Модульное здание оборудовано освещением, отоплением, принудительной вентиляцией. Для питания и управления внутренними инженерными системами здания имеется шкаф собственных нужд.

В состав КТП входят:

- устройство высоковольтного ввода и распределения по схеме тупикового и транзитного исполнения, в качестве которого применяются герметичные устройства с элегазовой изоляцией серии GA производства UESA GmbH;
- устройство низковольтного ввода и распределения щитового типа собственного производства;
- специально разработанное модульное здание в моноблочном исполнении с возможностью комплектования подземным кабельным отсеком.

Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова

На данный момент предприятием освоен выпуск КТП наружной установки **киоскового типа** с воздушными и кабельными вводами мощностью от 63 до 630 кВА, в том числе с установленными по стороне 0,4 кВ автоматическими компенсирующими устройствами мощностью от 20 до 160 кВар. Для электроснабжения потребителей 1 категории надежности разработаны варианты с применением АВР по стороне 0,4 кВ.

Для электроснабжения потребителей городов, промышленных объектов и отдельных населенных пунктов, в том числе расположенных в районах с холодным климатом предлагаются **блочные комплектные трансформаторные подстанции** в бетонной и утепленной оболочке. При этом блок 6 (10) кВ - элегазового исполнения производства Siemens или Schneider Electric. КТПБ состоит из двух секций, каждая из которых размещается в отдельно стоящем блоке из монолитного железобетона. Мощность трансформаторов может изменяться от 63 до 2х1250 кВА.

ЗАО «Трансформер»

Завод предлагает комплектные трансформаторные подстанции 6 основных серий:

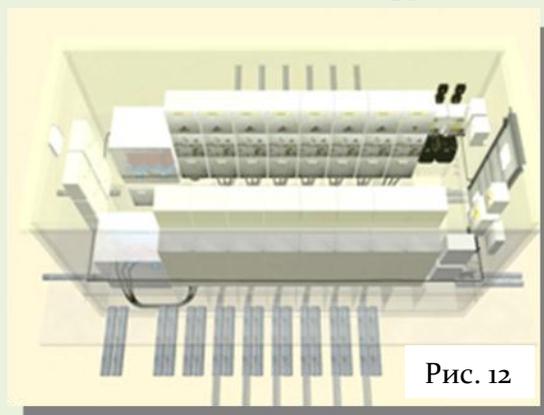
- «Абонент» и «Оптима» - комплектные подстанции для жилых микрорайонов;
- «Стандарт» - комплектные подстанции для промышленных объектов;
- «Гарант» - комплектные подстанции для административных зданий и социально значимых объектов;
- «Бизнес» - комплектные подстанции для торговых, деловых, выставочных центров, банков;

– «Регион» - комплектные подстанции для небольших населенных пунктов;

Для энергоемких потребителей крупных городов ЗАО «Трансформер» предлагает комплектную РТП «Мегаполис» - это одноблочная распределительная подстанция, позволяющая реализовать электрическую схему на 16 или 20 присоединений. Отличается компактностью и надежностью благодаря использованию малогабаритных комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией «Столица». В блок размещается 20 ячеек «Столица» или 16 ячеек и два трансформатора собственных нужд типа ТСЛ. Ячейки «Столица» созданы на базе элементов ячеек 8DH10 Siemens. Релейная защита реализована на базе встроенных микропроцессоров IV поколения.

Использование двух- и более инженерных блоков позволяет создавать РП и РТП с использованием от 16 до 24 и более малогабаритных комплектных элегазовых распределительных устройств зарубежных производителей («ABB», «Schneider Electric» и другие). На рисунке 12 представлен проект блочной РТП с использованием 22 ячеек SMV «Schneider Electric» и 2 сухих трансформаторов с литой изоляцией.

Инженерные блоки соединяются по принципу унифицированной системы стыковки. Переход между блоками выполнен таким образом, что пол подстанции становится единым и не имеет перепадов по высоте. Широкий выбор габаритных размеров позволит подобрать оптимальные габариты РП или РТП для размещения оборудования.



Монтаж оборудования в многоблочных РП и РТП производится в заводских условиях.

Новое предложение завода «Трансформер» - **комплектные трансформаторные подстанции наружной установки (КТПН)** 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 наружной установки. Возможно одноблочное и двухблочное исполнение. Для изготовления КТПН используют высококачественный холоднокатаный металл, применяются современные технологии электросварки и покраски.

ООО «Росполь-Электро»

Компания предлагает широкий спектр РУ 0,4-10 кВ с различными типами ячеек и коммутационными аппаратами.

Размеры ячеек компактны, ширина ячеек 6-10 кВ от 375 мм (Unifluorc) и выше.

В состав **КТПБ** входит следующее основное электрооборудование:

- Распределительное устройство ВН (в полной воздушной изоляции, в частичной элегазовой изоляции или в полной элегазовой изоляции) типа ROTOBLOK, ROTOBLOK SF, USN-10, UNIFLUORC, UNISARC, TPM или другое (например, КРУ производства SIEMENS, ABB, Schneider Electric и т.д.);
- Силовой трансформатор (масляный, сухой) российского или иностранного производства (например, Минского завода, ABB, COLOMBO и т.д.);
- РУ НН (на автоматических выключателях, блоках «рубильник-предохранитель» или предохранителях) типа ZR-W, RN-W, RT-W, PR-W или другое (например, SI-04);
- Шкаф учета электроэнергии;
- Устройство автоматического включения резерва;
- Конденсаторная батарея для компенсации реактивной мощности;
- Шкафы управления и телемеханики;
- Шкафы наружного освещения;

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) в металлическом корпусе:

КТП выполнены в виде прочной пространственной конструкции (модуля), покрытой сэндвич-панелями. Все наружные элементы изготовлены из листовой стали с алюмоцинковым покрытием и покрашены порошковой эмалью. Рама изготовлена из конструкционной стали и защищена антикоррозийным слоем. Полы изготовлены из дюралюминиевых гофрированных листов. Вентиляция осуществляется через сквозные отверстия в коридоре обслуживания или через сквозной вентиляционный канал в двойной крыше.

Монтаж трансформаторов может производиться через двери в трансформаторные камеры или установкой сверху перед крепежом крыши. Соединения между РУ ВН и трансформаторами выполняются одножильным кабелем (или медными шинами), между трансформатором и РУ НН при помощи медных шин или кабелей (по желанию заказчика). В подстанции установлено устройство заземления, осуществляется внутренний обогрев и освещение. Предусмотрены штепсельные розетки 220В, размещенные около выключателей освещения в трансформаторных камерах и коридорах обслуживания для подключения оборудования для работ по ремонту.

SIEMENS

На выставке были представлены **распредустройства типа 8DJH** для вторичных распределительных сетей до 24 кВ, с элегазовой изоляцией. Исполнение – трехполюсное в металлическом корпусе, с одинарной системой сборных шин, для установки внутри помещений, ток присоединений и сборных шин – до 630 А.

Одиночные ячейки и блоки последовательно соединяются между собой и расширяются в любом порядке – без работ с элегазом на месте. Существуют 3 варианта высоты низковольтного отсека, низковольтные подключения к ячейке осуществляются с помощью втычных контактов. Экономичность достигается за счет:

- отсутствия необходимости в ТО;
- независимости от климатических воздействий;

- минимального занимаемого пространства;
- максимальной готовности к работе;

В ячейке предусмотрена многоступенчатая механическая блокировка, что исключает ошибочные действия оперативного персонала. Техническое обслуживание заключается в осмотрах, удалении пыли и возможной протяжке крепежа. Применены собственные указатели и устройства измерения, применены системы мониторинга трансформаторов и системы защит.

Коммутационные аппараты 10 – 110 кВ

Выключатели 10 кВ

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.

На выставке выключатели 10 кВ (см. рис. 13) представляли следующие производители: Группа компаний «Таврида - Электрик», ООО «Электрокомплекс», ФГУП «Научно- производственное предприятие Контакт» г. Саратов, ЗАО «Группа компаний Электросит ТМ Самара», ЗАО «Высоковольтный Союз», ООО «Элэлектроаппарат» г. Уфа, компания «Сименс».

В большинстве своем представленные выключатели позволяют полностью отказаться от затрат на поддержание работоспособности выключателя, так как на протяжении всего срока службы они, как правило, не требуют проведения ремонтных работ.

Производителями представлены широкие гаммы конструктивных исполнений электромагнитных и пружинно - моторных приводов.

С точки зрения технических характеристик производителями предлагается широкая линейка данного оборудования:

- Номинальные токи выключателей от 630А до 3150А;
- Ток термической стойкости контактов от 12,5 до 40 кА;
- Механический ресурс циклов операций «ВО» от 25000 до 50000 (в зависимости от производителя).

Разъединители 6-10 кВ

Данное направление не было представлено разъединителями типа РЛНД и РЛК (см. рис. 14).

На фоне представленных образцов особенно выделялась оборудование,



Рис. 13

представленное ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки. Отличительной особенностью оборудования, представленного заводом, является покрытие всех частей разъединителей горячим цинком, что придает ему значительные антикоррозионные свойства. Конструктивное исполнение разъединителей, выпускаемых ЗАО «ЗЭТО», позволяет фактически избежать периодического технического обслуживания. Токоведущие части выполнены из меди с покрытием гальваническим оловом, что позволяет обеспечить надежный контакт при более 10000 циклов В-О.



Рис. 14

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

Управление разъединителем: ручное или электромоторное.

Выключатели 35 кВ

Выключатели 35 кВ на выставке в большинстве своем были представлены вакуумной техникой, только компания «Сименс» представляет в данном классе напряжения элегазовый выключатель, но гашение дуги в представленном образце осуществляется в вакуумной камере, а элегазовая оболочка служит диэлектриком, придающим аппарату меньшие размеры.

Были выставлены модели производства «Сименс», группы компаний «Таврида электрик», «Высоковольтный союз», группы компаний «Электрощит ТМ Самара».

Из представленных образцов можно особенно выделить вакуумный выключатель 35 кВ производства группы компаний «Таврида электрик» (см. рис. 15).



Рис. 15

Сегодня это самый компактный выключатель на 35кВ, что придает ему универсальность и привлекательность. Благодаря массе менее 90 кг и малым габаритам такой выключатель способен применяться не только в открытом исполнении У1, УХЛ1, но и в составе комплектного распределительного устройства 35 кВ, а в эксплуатации такая унификация облегчает его применение на объектах с различным способом размещения. Универсальная изоляция корпуса успешно защищает всю конструкцию выключателя как от солнечной радиации, так и от воздействия агрессивных сред и повышенной загрязненности. Встроенные комбинированные датчики тока и напряжения позволяют в реальном времени получать информацию о состоянии присоединения и при этом не применять дополнительные устройства (ТТ и ТН), требующие дополнительных затрат на приобретение и обслуживание.

Разъединители 35 кВ

Данное оборудование было представлено разъединителями типа РДЗ и нового типа РГ (см. рис. 16). При этом разъединители серии РГ по сравнению с традиционными РДЗ имеют ряд существенных преимуществ таких как:

- Конструкция контактных ножей и заземлителей выполнены по технологии не требующих регулировок контактного нажатия в течение всего срока эксплуатации;
- В основании поворотных колонок установлены закрытые шарикоподшипники не требующие их дополнительной смазки в течение 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 20 мм в то время как разъединители серии РДЗ допускают оперирование при стенке до 10 мм.

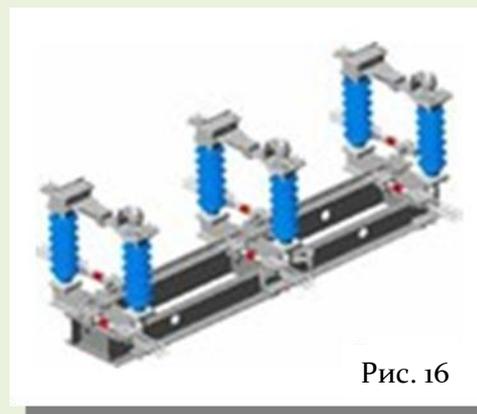


Рис. 16

Разъединители 110 кВ

Разъединители были выставлены компаниями ЗАО «ЗЭТО», г. Великие Луки, «ABS Holdings», ПО «ПромЭнергоСтройАвтоматика», г. Воронеж.

Разъединители ЗАО «ЗЭТО» выпускаются с ручным и моторным приводами, в зависимости от необходимой комплектации. Представленный обновленный тип разъединителей РГ-110 (РГ-К-110; РГ-П-110) обладает улучшенными эксплуатационными свойствами. Выводные контакты выполнены с переходными контактными роликами и герметично закрыты. Это обеспечивает стабильное контактное нажатие в течение всего срока службы и небольшие усилия оперирования на рукоятке ручного привода. Контактующие поверхности разъемного и выводного контактов покрыты серебром для снижения переходного сопротивления.

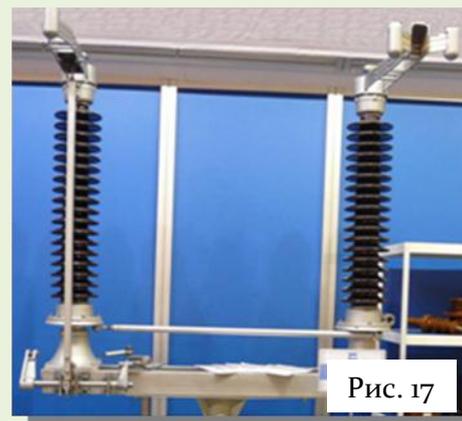
Особенности разъединителей серии РГ:

- Контакты контактных ножей и заземлителей выполнены с использованием контактных стержней из бронзового сплава, что позволило отказаться от пружин, и не требует регулировок контактного нажатия в эксплуатации в течение всего срока службы.
- Выводные контакты скользящего типа (вместо гибких связей) с вращением на закрытых шарикоподшипниках качения с заложеной в них долговременной смазкой на весь срок службы и с герметичным уплотнением подшипников и контактов.
- В основаниях поворотных колонок установлены закрытые шарикоподшипники с заложеной в них долговременной смазкой и не требующие дополнительной смазки в течение всего срока службы.

- Шарниры тяг и валов имеют полимерные вкладыши с низким коэффициентом трения и поэтому не требуют обслуживания.

Разъединители компании «**ABS Holdings**» серии РД-110 (см. рис. 17) имеют ряд преимуществ, по сравнению с другими производителями аналогичной аппаратуры:

- разъединители снабжены самоочищающейся многоточечной контактной системой, поверхности которой посеребрены, данная система не требует обслуживания за весь срок службы. Мультиконтакт выполнен таким образом, что любая манипуляция разъединителем приводит к механическому очищению от загрязнений и оксида, которые со временем на них появляются. Переходное сопротивление контактной системы имеет малое значение за счет использования посеребренной поверхности, которая остается постоянной на весь срок службы.



- Ступицы поворотных колонок имеют специальную конструкцию, защищающую подшипниковый узел от прямого попадания влаги и закрытые шарикоподшипники с заложеной в них смазкой на весь срок службы.

- Соединения тяг выполнены на сферических шарнирах из сплавов цветных металлов и не требуют затрат при эксплуатации.

- Регулировка наклона колонок с изоляторами для установки захода контактных ножей в разъемном контакте выполняется бесступенчато.

- Механическая система кулис привода обеспечивает малые моменты в крайних положениях на рукоятках приводов при оперировании в течение всего срока службы.

- Кинематика приводного механизма разъединителя и заземляющих ножей намного проще российских аналогов, требуется минимум регулировок и минимум обслуживания.

Выключатели 110 кВ

Выключатели на класс напряжения 110 кВ представляли ООО «Электроаппарат», г. Санкт-Петербург, ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург) – Уралэлектротяжмаш».

ООО «Электроаппарат» выпускает высоковольтные выключатели типа ВГП-110.

К недостаткам данного типа выключателей можно отнести достаточно узкую линейку по номинальному току выпускаемой аппаратуры. Выключатели выпускаются на номинальный ток до 2500 А, с отключающей способностью до 40 кА. По данным характеристикам компания уступает зарубежным аналогам, в частности, компании SIEMENS, которая предлагает более широкий спектр коммутационной аппаратуры.

ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург) – Уралэлектротяжмаш» представил элегазовые выключатели в колонковом и баковом исполнении ВГТ и ВЭБ на класс напряжения 110, 220 кВ.

AREVA T&D.

Колонковые выключатели GL 312 компании AREVA выполнены на номинальный

ток до 3150 А и рассчитаны на отключение тока короткого замыкания до 40 кА. Преимущества данного типа выключателей:

- 1) Пружинный приводной механизм FK3, который включает в себя пружину включения и отключения, обеспечивает очень высокую надежность.
- 2) Прямое соединение пружинного приводного механизма с соединительной тягой обеспечивает быструю и простую установку оборудования на месте эксплуатации.

Компактные модули ЗАР1 DTC – 145 (производство компания «СИМЕНС»)

Компания «СИМЕНС» предложила свою новую разработку – высоковольтное компактное распределительное устройство с элегазовой изоляцией ЗАР1 DTC для напряжения 145 кВ, которое является очередной перспективной разработкой Siemens. DTC является устройством, объединяющим в себе несколько функций, необходимых для работы подстанций. Элементами данного 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. Дополнительно могут устанавливаться еще и трансформаторы напряжения.

Основываясь на проверенной модульной концепции, в важнейших узлах DTC применены компоненты существующих высоковольтных выключателей, разъединителей, а так же элегазовых КРУ компании Сименс:

- дугогасительная автокомпрессионная камера выключателей типа ЗАР;
- пружинный привод выключателей типа ЗАР;
- секционный узел с разъединителем/заземлителем, применяемый в КРУ типа 8DN8;
- заземлитель открытой установки, применяемый на разъединителях семейства Siemens/Ruhrthal.

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.

Конструкция устройства DTC позволяет реализовывать следующие варианты исполнения :

- заход/выход;
- присоединение к одиночной системе шин;
- присоединение к двойной системе шин;
- выключатель с комбинированной функцией и внешним заземлителем.

В модульной конструкции представлены типичные варианты компоновки с вводами на входящей и отходящей сторонах, выключателем и трехпозиционными переключателями для выполнения функций разъединения и заземления. Шкафы со схемами управления выключателя и разъединителей/заземлителей, а также клеммными зажимами с выведенными вторичными выводами трансформаторов тока расположены в

передней части устройства ДТС. Системой соединительных штанг разъединители/заземлители соответственно связаны между полюсами и соответствующими приводами.

Используемый в выключателях устройства ДТС автокомпрессионный принцип гашения дуги, при котором отключения токов короткого замыкания происходят за счет энергии дуги, позволил сделать привод менее энергозатратным. Конструкция разъединителя/заземлителя базируется на аналогичной конструкции элегазового КРУ. Основные элементы данного модуля: подвижные контакты, валы и рычаги, применяемые в элегазовых КРУ, зарекомендовали себя 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.

В устройствах типа ДТС используются стандартные проходные трансформаторы тока. При этом, по аналогии с баковым выключателем, имеется возможность размещения в корпусе нескольких сердечников трансформатора тока с параметрами, подлежащими согласованию при заказе. Трансформаторы тока расположены между выключателем и разъединителем/заземлителем, что эквивалентно расположению трансформатора тока в ОРУ. Для соединения устройства ДТС с воздушной линией или системой шин служат элегазовые вводы. Высоковольтные вводы могут быть фарфоровыми или полимерными. В варианте компоновки с внешним заземлителем применяются только фарфоровые вводы.

Высоковольтное компактное РУ ЗАР₁ ДТС производится на номинальное напряжение 145 кВ, номинальный ток до 3150 А и ток термической стойкости 40 кА, степень утечки элегаза более 0,5% в год.

КРУЭ 110 кВ и КРУ 6 - 10 кВ

КРУЭ 110 кВ

В последние годы на российский рынок выходит все больше производителей КРУЭ, что обусловлено растущими объемами нового строительства и реконструкции ПС с применением данного высокотехнологичного оборудования. Но если в предыдущие годы КРУЭ поставлялись в основном европейскими производителями, то сейчас на отечественный рынок все в большем количестве выходят азиатские компании.

Компании «HYOSUNG CORPORATION» и «HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES» Корея разрабатывают и производят широкую номенклатуру элегазовых распределительных устройств с рабочим напряжением от 25,8 кВ до 800 кВ, с токами короткого замыкания до 63 кА. Все оборудование соответствует требованиям европейским стандартам и стандартам США - IEC, ANSI, IEEE. Сборка оборудования непосредственно на заводе и транспортировка в собранном виде обеспечивает сокращение времени монтажа и снижение сопутствующих расходов.

Типовое элегазовое РУ 110 кВ 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 (см. рис. 18).

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.

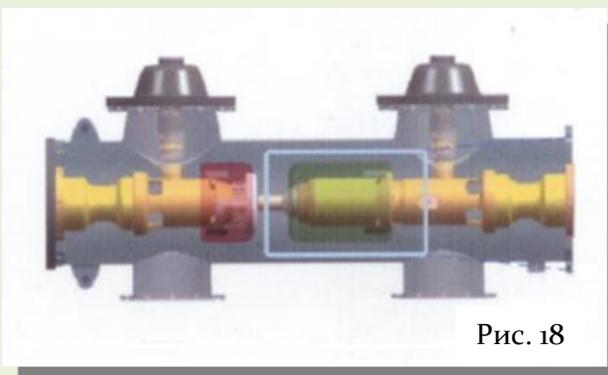


Рис. 18

Разъединители (см. рис. 19).

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.

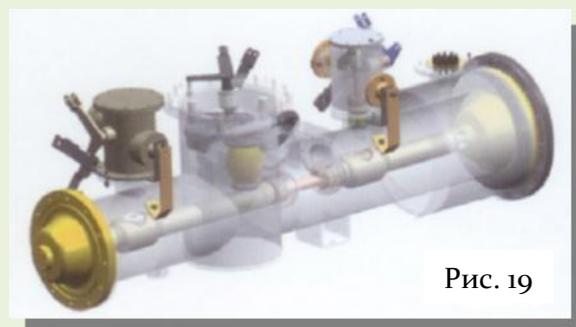


Рис. 19

Заземлители (см. рис. 20).

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.

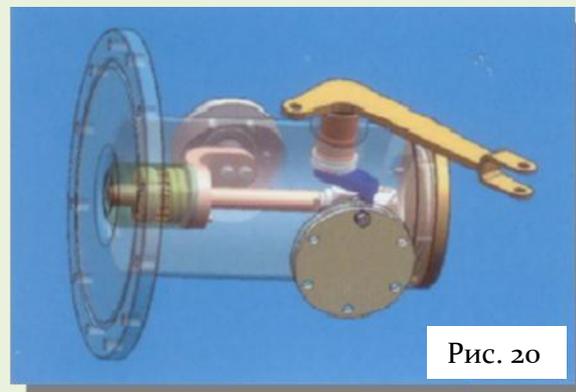


Рис. 20

Шинопровод (см. рис. 21).

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

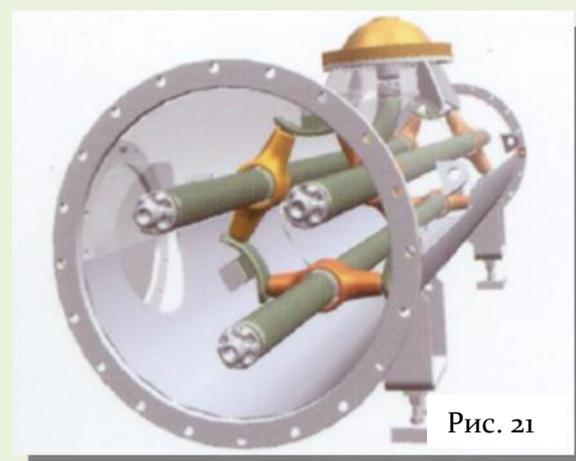


Рис. 21

фундамента.

Трансформаторы тока (см. рис. 22).

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 напряжения. 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.

Обслуживание.

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 прессовки, 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.

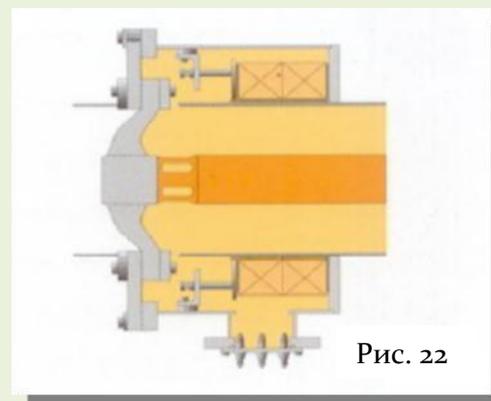


Рис. 22

КРУ 6 – 10 кВ

В этом году на выставке особенно широко были представлены комплектные распределительные устройства напряжением 6-10 кВ.

Компания «Электронмаш»:

КРУ «ЭЛТИМА» предназначено для установки в помещениях с температурой окружающего воздуха не ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, оборудованных антиконденсатными нагревательными элементами. Выпускаемое оборудование имеет широкий диапазон по номинальному току от 630 до 3150 А и номинальному току отключения от 12,5 до 50 кА со встроенными ТН и ТСН «сухого» исполнения с различными устройствами защиты и автоматики Seram, REF, SPAC, MiCOM, SIPROTEC, F650, BMP3, Сириус, и др.

В составе КРУ могут применяться устройства быстродействующего АВР SUE 3000 производства концерна АВВ, обеспечивающие бесперебойное питание потребителей первой категории. Применение этих устройств в сочетании с силовыми выключателями

VM1 T , позволяет осуществить полный цикл АВР с переключением питания на неповрежденный ввод за 20-30 миллисекунд. Устройство SUE 3000 осуществляет непрерывный контроль параметров сети и положения коммутационных аппаратов.

Безопасность эксплуатации КРУ обеспечивается конструктивными решениями, системой оперативных блокировок.

В ячейках КРУ применены цифровые системы защиты от дуговых замыканий «Дуга- МТ», устройство оптической дуговой защиты УДЗ ОВОД –МД

Так же особый интерес вызывает низковольтное комплектное устройство (НКУ) «АССОЛЬ» по показателям надежности, долговечности и функциональности данное изделие сравнимо с лучшими мировыми аналогами SIMENS , ABB, Schneider EleCtric и др.

ООО «НПФ Техэнергокомплекс» представило на выставке:

- ячейки КРУ/ТЭК -205 на номинальный ток до 3150 А /31,5 кА;
- двухъярусные ячейки КРУ/ТЕК-206 с двусторонним обслуживанием на номинальный ток 630 А/20 кА;
- ячейки КРУ-2008Н;
- камеры серии КСО-298 с вакуумными выключателями ВВ/ТЭК-10 , EVOLIS и ВВ/TEL;
- разъединителей серии РВ (Ф) 3 -10 на номинальный ток до 1000А;

ЗАО «Группа компаний «Электроцит –ТМ Самара» представила:

- КРУ СЭЩ-65 на напряжение 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;
- КРУ СЭЩ-59 с номинальными токами от 630 до 2500А;
- КРУ СЭЩ-61 М с номинальными токами от 630 до 4000А;
- КРУ СЭЩ-59 с номинальными токами от 630 до 2500А;
- Малогабаритные КРУ СЭЩ-66 с номинальными токами от 630 до 1250А;
- КРУ СЭЩ-68 с номинальными токами от 630 до 3150А;
- Новое изделие КРУ СЭЩ-70 с номинальными токами от 630 до 3150А со сборными шинами в твердой изоляции;

Российская группа компаний «Гаврида электрик» представила ряд успешно применяемых сегодня разработок КСО, КРУ, а также принципиально новое поколение камер КСО «Новация» имеющих по сравнению с находящимися в эксплуатации значительно меньшие габаритные размеры и высокую функциональность, а также удобство и безопасность эксплуатации и ремонта с помощью размещения основных компонентов ячейки (выключатель, трансформаторы тока и напряжения, шинный и линейный разъединители на выдвигном моноблоке).

- КРУ 6(10) – 20 кВ «Классика» серии «Д» имеющие различное исполнение с номинальными токами главных цепей до 4000А выполненные из высококачественной стали с алюмоцинковым покрытием, полной сеткой главных цепей.
- КРУ/ ТЭЛ «ЭТАЛОН» с комбинированной изоляцией, имеющее габаритный размер по фасаду всего 330 мм, встроенную систему измерения токов и напряжений

высокой точности за счет применения алгоритма компенсации погрешности измерительных элементов в интегрированной системе РЗиА, которая помимо своих основных задач – селективного отключения аварийных режимов и проведения оперативной реконфигурации сети может выполнять функцию определения места повреждения. Устройства РЗиА имеют беспроводный интерфейс, позволяющий осуществлять дистанционное конфигурирование терминалов защиты и упрощающий этап наладки. В данной разработке применена уникальная интегрированная система дуговой защиты не требующая обслуживания в течение всего срока службы. КРУ/ ТЭЛ «ЭТАЛОН» не требует проведения текущих, средних и капитальных ремонтов в течение всего срока службы.

Силовые и измерительные трансформаторы 10-110 кВ

Силовые трансформаторы 10 кВ

Номенклатура трансформаторов 10 кВ очень разнообразна, по сравнению с прошлым годом увеличился ассортимент сухих трансформаторов напряжением до 35 кВ.

По -прежнему, большое количество предложений у «Минского электротехнического завода» (см. рис. 23), особенно обратили на себя внимание трансформаторы ТМГ12, в которых снижены потери холостого хода и потери короткого замыкания. Также завод – изготовитель предлагает полный набор запасных частей для трансформаторов.



Рис. 23

Предприятие предлагает следующие типы силовых трансформаторов 10 кВ:

- **ТМГ11** - трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей. Выпускаются мощностью от 100 до 1600 кВА со схемами соединения обмоток $\Delta/Y_n - 11$, $Y/Y_n - 0$, $Y/Z_n - 11$. При соблюдении условия применения, преимущественно должны использоваться трансформаторы со схемой $Y/Z_n - 11$, а так же трансформаторы со схемой $\Delta/Y_n - 11$.
- **ТМГСУ, ТМГСУ 11** - трехфазные масляные трансформаторы с симметрирующим устройством герметичного исполнения без маслорасширителей. Выпускаются со схемой соединения обмоток $Y/Y_n - 0$. Обеспечивают поддержание уровня фазных напряжений в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии с неравномерной фазной нагрузкой;
- **ТМГМШ** - трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей. Отличительными особенностями являются сниженный уровень шума;

- ТМГ₁₂ -трехфазные масляные трансформаторы герметичного исполнения без маслорасширителей. Выпускаются со схемами соединения обмоток $\Delta/Y_n - \Pi$, $Y/Y_n - o$. Уровень потерь холостого хода и короткого замыкания в данной серии трансформаторов снижен в соответствии с рекомендациям Европейского комитета по электротехнической стандартизации (CENELEC);

Сравнительные технические характеристики силовых трансформаторов серии ТМГ₁₁ и ТМГ₁₂

| Серия трансформатора | Номинальная мощность, кВА | Номинальное напряжение, кВ | | Потери, Вт | | Напряжение КЗ,% |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|-----|------------|-------|-----------------|
| | | ВН | НН | ХХ | КЗ | |
| ТМГ ₁₂ | 1000 | 10 | 0,4 | 1100 | 10500 | 5,5 |
| ТМГ ₁₁ | 1000 | 10 | 0,4 | 1400 | 10800 | 5,5 |

- ТС, ТСЗ -трансформаторы силовые сухие трехфазные внутренней установки;
- ТСГЛ, ТСЗГЛ, ТСЗГЛФ - трансформаторы силовые сухие трехфазные с геафоловой литой изоляцией, внутренней установки;

Индийская компания «Виджай Электрикалс Лтд.» представила силовые трансформаторы с сердечниками из аморфной стали, применение которых позволяет снизить потери холостого хода на 75% (см. рис. 24).

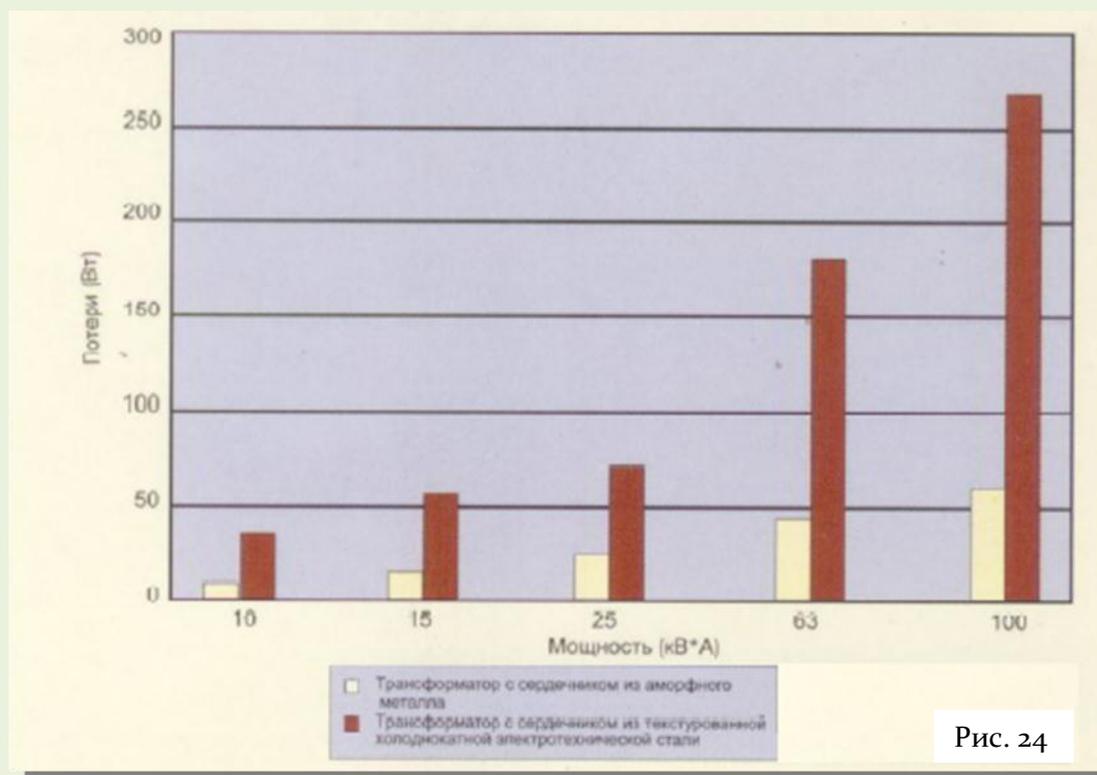


Рис. 24

Аморфный металл обладает некристаллической структурой (см. рис. 25), которая образуется в результате его быстрого охлаждения.

При этом атомы в металле не образуют четкой структуры, а располагаются хаотически. После отжига данный сплав становится материалом с малыми потерями, поскольку приобретает исключительные по сравнению с традиционным металлом магнитные и химические свойства.

Благодаря аморфному сплаву, температура нагрева сердечника в трансформаторе более низкая по сравнению с сердечником из холоднокатаной электротехнической стали, а его ленточная конструкция с поступательным расположением колец позволяет лучше противостоять коротким замыканиям.

Силовые трансформаторы 35 - 110 кВ

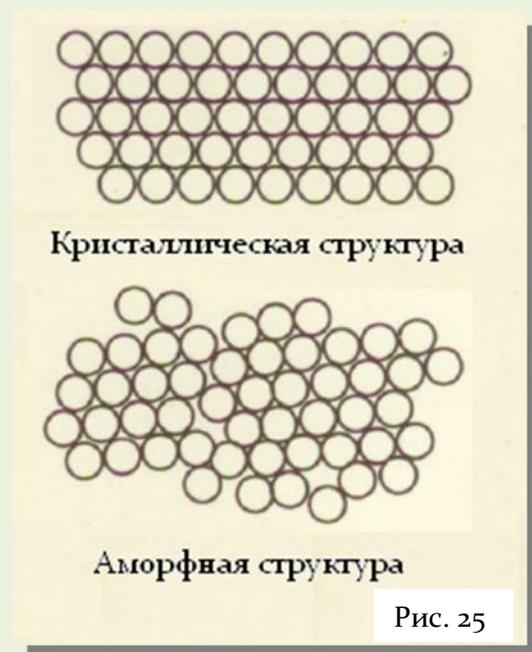
Значительных новшеств российскими и зарубежными производителями силовые трансформаторы 35 - 110 кВ представлено не было. Однако, можно отметить выход на рынок новых зарубежных производителей (Индия, Сербия, Китай), а так же все более широкое применение электротехнической анизотропной стали и технологии шихтовки магнитопровода «Step-lap», обеспечивающих меньшие токи и потери холостого хода, а также снижение уровня шума (эта технология применяется и при производстве трансформаторов 6 - 10 кВ). Изоляционные материалы (прокладки, рейки цилиндры, шайбы и пр.) применяются от ведущих производителей мира, таких как «Вайдманн» Швейцария и «Рехлин» Германия. Для сухих трансформаторов применяются стеклянные и стеклослюдинитовые материалы.

Дебютант «Электро-2009» – корейская корпорация Hyosung (Хёсон) – один из крупных азиатских производителей силовых трансформаторов, КРУЭ и другого электрооборудования представила на выставке элегазовый силовой трансформатор на напряжение до 345 кВ.

Основным преимуществом элегазовых трансформаторов является их полная пожаробезопасность. Кроме того, они имеют следующие преимущества по сравнению с маслонаполненными трансформаторами:

- отпадает необходимость в противопожарном оборудовании и аварийной емкости для масла;
- охладители могут быть установлены значительно выше самого трансформатора;
- уменьшенный вес благодаря отсутствию масла;
- сниженный уровень шума по сравнению с маслонаполненными трансформаторами.

Эти преимущества позволяют уменьшить размеры подстанции и снизить ее стоимость.



Недостатком является меньшее значение тепловой постоянной времени по сравнению с маслонаполненными трансформаторами. Поэтому допустимая длительность перегрузок таких трансформаторов меньше.

В элегазовом трансформаторе для витковой изоляции используется пленочный материал, который является более подходящим, чем бумага по соображениям импульсной прочности. В равномерном поле при давлении элегаза $1,2 \text{ кгс/см}^2$ его электрическая прочность почти такая же как и трансформаторного масла. Однако пробивное напряжение газовой изоляции зависит от максимальной напряженности поля. Максимальная напряженность, которая может быть допущена в масле, недопустима в элегазе. Поэтому изоляция в элегазовом трансформаторе требует определенного усовершенствования по сравнению с масляными трансформаторами. Чтобы уменьшить напряжение на газовых промежутках в системе газ — твердая изоляция применяются материалы с малой диэлектрической постоянной, а в некоторых случаях применяются полые дистанцирующие детали для уменьшения их диэлектрической постоянной.

Для повышения электрической прочности и улучшения охлаждения желательно иметь высокое давление элегаза, однако экономически невыгодно изготавливать их рассчитанными на высокое давление. Поэтому в большинстве элегазовых трансформаторов применяется давление 2 кгс/см^2 при максимальной рабочей температуре. И все же, элегазовые трансформаторы напряжением 275 кВ имеют максимальное рабочее давление несколько выше. Это сделано для повышения электрической прочности, что дало возможность иметь трансформатор в пределах транспортных габаритов.

В контакторе переключающего устройства применены вакуумные камеры во избежание попадания в элегаз продуктов горения дуги. В элегазовых трансформаторах отсутствует очистка элегаза, и его электрическая прочность может быть снижена металлическими частицами, образующимися при механическом износе контактов. Поэтому в избирателе вместо скользящих контактов применены контакты катящегося типа. Кроме того, сочленения движущихся частей имеют безмасляную структуру со специальной обработкой поверхностей. Таким образом, в элегазовых трансформаторах применяется совершенно иное переключающее устройство, нежели в масляных трансформаторах.

Измерительные трансформаторы 6-10 кВ

Информацию по выпуску и поставке измерительных трансформаторов на выставке представили более 20 компаний. Наибольший интерес для сотрудничества представляют следующие ведущие производители:

- ОАО «Раменский электротехнический завод «Энергия».
- ОАО «Запорожский завод высоковольтной аппаратуры».
- ЗАО «Энергомаш (Ектиринбург) – Уралэлектротяжмаш».
- Группа компаний «Трансформэлектро» - ООО «Электрощит-К».
- ОАО «Электроаппарат».

- ОАО «Раменский электротехнический завод» «Энергия».

Из представленного, наибольший интерес вызывает:

1. Антирезонансные трансформаторы напряжения индуктивного типа серии НАМИ ОАО «Раменский электротехнический завод «Энергия».

Трансформаторы напряжения НАМИ-110УХЛ1 предназначены для установки в электрических сетях трехфазного переменного тока с глухозаземлённой нейтралью с целью передачи сигнала измерительной информации приборам измерений, устройствам автоматики, защиты, сигнализации и управления.

2. Емкостные трансформаторы напряжения серии НДКМ ОАО «Раменский электротехнический завод «Энергия».

Трансформатор НДКМ состоит из конденсаторного делителя напряжения и электромагнитного устройства (ЭМУ), имеет специальное устройство позволяющее измерять во время проведения ревизии емкость конденсаторов связи и отбора мощности, маломасляный. Комплектуется делителями фирмы Maxwell (Швейцария).

3. Масляные герметичные трансформаторы тока 35-110 кВ типа ТГМ ОАО «Раменский электротехнический завод «Энергия». Трансформатор имеет герметичную конструкцию, исключающую возможность соприкосновения поверхности масла с атмосферой. Активная часть трансформатора состоит из первичной обмотки и четырех (на 35 кВ) или пяти (на 110 кВ) магнитопроводов со вторичными обмотками. Первичная обмотка по отношению ко вторичным обмоткам может иметь один коэффициент трансформации или двойной коэффициент трансформации. Компенсатор объема масла (в дальнейшем сильфон) представляет собой тонкостенный гофрированный цилиндр из нержавеющей стали толщиной 0,3 мм. Компенсация объема масла происходит за счет сжатия или растяжения сильфона. На сильфон устанавливается защитный колпак от внешних механических повреждений с прорезью для видимого положения уровня масла.

4. Элегазовый трансформатор тока серии ТРГ-110 ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург) Уралэнерготяжмаш».

Основные особенности и преимущества:

- оснащён эффективно действующим взрывозащитным устройством (мембраной);
- во всех уплотнительных соединениях применены сдвоенные уплотнения из специального полимерного материала, который в отличие от резины не чувствителен к воздействию низких температур и практически не подвержен старению;
- высокий класс точности обмоток для измерений (вплоть до 0,2S);
- возможность изготовления с пятью вторичными обмотками;
- отсутствие внутренней твёрдой изоляции исключает возникновение частичных разрядов, позволяет не проводить периодические проверки и испытания изоляции;
- обеспечивает работу без обслуживания в течении 20 лет при среднем сроке службы 40 лет.

5. Трансформаторы напряжения элегазовые серии ЗНГ-110 «Энергомаш (Екатеринбург) Уралэнерготяжмаш».

Основные преимущества:

- оснащён эффективно действующим взрывозащитным устройством (мембраной);
- высокий класс точности вторичной обмотки для учёта – 0,2;
- возможность изготовления с тремя вторичными обмотками: одна – для подключения цепи учёта, вторая – для подсоединения цепей измерения, защиты и управления, третья – для цепей защиты от замыкания на землю;
- отсутствие внутренней твёрдой изоляции исключает возникновение частичных разрядов, позволяет не проводить периодические проверки и испытания изоляции;
- средний срок службы 40 лет.

6. Опорные измерительные ТТ типа ТЛО-10, ТЛО-35 группа компаний «Трансформэлектро» - «Электрощит – К».

Предназначены для:

- передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам и устройствам защиты и управления;
- изолирования вторичных цепей от высокого напряжения.

Изготавливаются в четырех габаритах с количеством вторичных обмоток от 1 до 5.

7. Проходные измерительные ТТ типа ТЛП-10-1(2,3,4,5,6) группа компаний «Трансформэлектро» - «Электрощит – К». Предназначение тоже, но изготавливаются в трех габаритах с количеством обмоток от 1 до 3.

8. Измерительные ТТ встроенные типа ТВ-ЭК группа компаний «Трансформэлектро» - «Электрощит – К».

По назначению делятся на ТТ для измерений и для защиты, обеспечивают преобразование переменного тока до значения приемлемого для непосредственного измерения этого тока с помощью измерительных приборов или для питания устройств релейной защиты.

По конструктивному исполнению – встроенный, с одним или несколькими коэффициентами трансформации, первичной обмоткой служит ввод силового трансформатора.

9. Трансформаторы напряжения ЗНОЛ (П)-ЭК, 3хЗНОЛ (П)-ЭК.

Заземляемые ТН типа ЗНОЛ (П) предназначены для работы в системах с изолированной нейтралью в цепях измерения, защиты, автоматики, управления и сигнализации. Рассчитаны на широкое применение в КРУ, КРУН, камерах КСО.

10. Элегазовый трансформатор тока ТГФМ-110 ОАО «Электроаппарат».

В конструкции ТГФМ-110 реализованы максимальные требования по параметрам (класс точности, диапазон значений первичных токов, количество обмоток, нагрузки и кратности). Класс точности – 0,2S, первичный ток от 50 до 2000 А, количество обмоток до 7, максимальные нагрузки до 60 ВА, кратности в комбинации с нагрузками от 20 до 40. Конструкция внутренней изоляции ТГФМ-110 базируется на уникальных изоляционных свойствах элегаза и специальной форме экранов. Минимальное избыточное давление элегаза составляет 0,12 МПа. Гарантийный срок 3 года, срок службы 40 лет, межревизионный период 20 лет.

11. Заземляемые трансформаторы напряжения ЗНОЛ-СЭЩ-35 «Группа компаний «Электрощит» - ТМ Самара».

Трансформаторы напряжения ЗНОЛ-СЭЩ-35-заземляемые, предназначены для монтажа в РУ внутренней и наружной установки, в камеры КСО. Трансформаторы выполнены в виде опорной конструкции. Корпус трансформаторов изготавливается из эпоксидного компаунда, который одновременно является главной изоляцией и обеспечивает защиту обмоток от механических и климатических воздействий. Возможен вариант исполнения с двумя основными и одной дополнительной обмотками (ЗНОЛ-СЭЩ-35-0,5/3-75/100). В соответствии с заказом трансформаторы могут быть изготовлены с другой номинальной вторичной нагрузкой.

Грозозащита и защита от перенапряжений ПС 35-110 кВ

Оборудование для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений на выставке представляли следующие производители:

- ООО «Сикам»: ОПН – 35 кВ и индикатором повреждения (см. рис. 26) и ОПН 35 кВ с разъединителем и изолирующей опорой (см. рис. 27). Страна производитель Франция;



Рис. 26

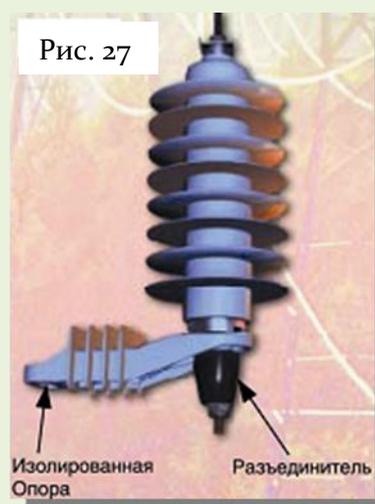


Рис. 27

- НПО ЗАО «Полимер-Аппарат»: ОПН 35-100 кВ с силиконовой изоляцией, изготовлены с применением технологии «LSR» (Liquid Silicon Rubber). Суть технологии заключается в нанесении силиконовой пленки на колонку варисторов для предотвращения попадания на них влаги до нанесения внешней полимерной или фарфоровой изоляции.

- ЗАО «Завод энергозащитных устройств»: ОПН для сетей 35-110 кВ с кремнийорганической внешней изоляцией на основе силикона фирмы WACER (Германия), с фарфоровой изоляцией. При изготовлении ОПН используются варисторы собственного производства (см. рис. 28).

- ООО «Севзаппром»: ОПН 35-110 кВ с силиконовой и фарфоровой изоляцией (см. рис. 29). При производстве применяются варисторы фирмы «Эпкос»



Рис. 28

(Германия).



- ОАО «Позитрон»: ОПН 35-110 кВ с полимерной покрывкой (см. рис. 30).



- Компания «Сименс»: ОПН с фарфоровой изоляцией, ОПН с полимерной изоляцией, ОПН для защиты газоизолированных КРУ.
- ЗАО «ЗЭТО»: ОПН 35-110 кВ с полимерной изоляцией.

Принципиально новых решений по защите оборудования ПС от перенапряжений на выставке показано не было. Предлагаемая производителями линейка ОПН достаточно широка, представлены как известные бренды, так и малоизвестные производители.

При выборе ОПН целесообразно делать упор на производителей, имеющих собственную испытательно - исследовательскую базу, а также технологические мощности, необходимые для выпуска всех составляющих данной продукции, выполнение данных условий существенно влияет на качество и надежность выпускаемой продукции.

В процессе эксплуатации ОПН обязательным условием должна быть их постоянная диагностика.

Как известно, при приложении к ОПН напряжения через него протекает ток проводимости, имеющий активную (АС) и емкостную (ЕС) составляющие. Наличие АС тока проводимости приводит к выделению в ОПН тепла, которое через корпус ОПН отдается в окружающее пространство. Увеличение АС тока сверх нормальной величины приводит к дополнительному разогреву колонки варисторов и, как следствие, корпуса.

При достаточно большом увеличении АС тока, когда корпус оказывается неспособным отводить всё тепло в окружающее пространство, варисторы ОПН разогреваются, вследствие чего может возникнуть тепловой пробой варисторов, т.е. повреждение аппарата. Очевидно, что основной задачей диагностики ОПН является определение того, возросла ли величина АС тока и не достигла ли она в конкретном обследуемом ОПН значения, превышение которого чревато возникновением аварийной ситуации. На практике это решается либо непосредственным измерением токов проводимости, либо косвенно – контролем температуры поверхности корпуса ОПН путем тепловизионного обследования, либо путем последовательного использования обоих методов. В этом случае измерение тока проводимости проводится только на аппаратах, у которых при тепловизионном обследовании выявлена аномальная температура поверхности корпуса.

Для измерения величины тока в цепь заземления ОПН включают измерительное устройство. Используемые при этом средства измерений тока проводимости можно условно разделить на три основные группы:

1. Миллиамперметры, измеряющие амплитудное или действующее значение полного тока проводимости.
2. Устройства, позволяющие регистрировать, помимо полного тока, токи 1-й и высших гармоник (обычно – 3-й, 5-й, 7-й).
3. Устройства, обеспечивающие измерение не только характеристик 2-й группы, но и АС полного тока проводимости.

По сути, в 1-й группе речь идет об обычных микроамперметрах (миллиамперметрах) с пределами измерений 1–5 мА (в зависимости от характеристик обследуемого аппарата). С помощью микроамперметра выявить изменения характеристик варисторов практически невозможно, поскольку даже значительное (в разы) изменение величины АС (в силу ее относительной малости) не приводит к сколько-нибудь заметным изменениям полного тока. Увеличение полного тока вследствие увеличения АС (возникшего, например, из-за изменения характеристик варисторов ОПН) могло бы быть замеченным лишь при значительном росте АС. Однако при столь большой величине АС тока вследствие теплового пробоя ОПН неминуемо в течение часов (или даже минут) будет поврежден.

Устройства 2-й группы – это приборы, уже способные выделить из тока гармонические составляющие и измерить их величины. Рост токов высших гармоник в цепи заземления ОПН при неизменном полном токе свидетельствует об изменении характеристик нелинейного элемента.

Измерение величин токов высших гармоник в конечном счете позволяет выявить наличие изменений в вольтамперной характеристике ОПН, но не дает возможности измерить собственно АС тока проводимости, которая и определяет состояние варисторов. Следовательно, по-прежнему остается открытым вопрос, что явилось причиной роста тока высших гармонических составляющих (деградация варисторов, появление высших гармоник в сети и т.п.).

Устройства, относящиеся к 3-й группе, т.е. измеряющие непосредственно АС тока проводимости, только начали появляться на отечественном рынке измерительной техники. «Завод энергозащитных устройств» предложил подобную разработку для диагностики ОПН «СКАТ-3», предназначенную для оценки в процессе эксплуатации состояния ОПН классов напряжения 110 кВ и выше под рабочим напряжением.

Система «СКАТ-3» позволяет выполнить измерения параметров ОПН с индикацией следующих величин:

- действующее значение полного тока, протекающего через ОПН;
- действующее значение активной составляющей полного тока, вызывающего выделение тепла в нелинейных резисторах ОПН;
- отношение действующего значения активной составляющей к действующему значению тока первой гармоники полного тока, протекающего через ОПН;
- процентное отношение действующих значений токов 3-ей, 5-ой, 7-ой гармоник тока к действующему значению полного тока через ОПН.
- фазовый угол сдвига между приложенным к ОПН напряжением и током первой гармоники полного тока, протекающего через ОПН;

В состав системы «СКАТ-3» входят два блока, размещенных в своих корпусах (измерительный блок (ИБ) и блок передачи фазы напряжения (БПФН)), а также кабели для подключения (БПФН) к измерительному трансформатору напряжения (УПТН).

Система «СКАТ-3» позволяет проводить измерения как при непосредственном включении в цепь заземления ОПН, так и при присоединении к измерительной обмотке включенного в цепь заземления трансформатора тока, в качестве которых могут использоваться токоизмерительные клещи или специализированные датчики, изготавливаемые предприятиями для контроля состояния ОПН по 3-й гармонике.

ВЛ 0,4-110 кВ

Опоры

На выставке были представлены различные типы опор: металлические, металлические многогранные, железобетонные и деревянные опоры.

Металлические опоры анкерно-угловые, промежуточные одноцепные, двухцепные, для ЛЭП напряжением 35-750 кВ представлены компаниями «Энергомаш», «Энерго ЖБИ» и др.

Металлические многогранные опоры, получившие распространение в последнее десятилетие в западных странах и части энергосистем России при строительстве ЛЭП

напряжением 6-500 кВ представлены компаниями ЗАО «Форэнерго», ЗАО «Домодедовский завод металлоконструкций», Опытный завод «Гидромонтаж». Данные опоры имеют следующие преимущества:

1. Адаптивность;
2. Надежность;
3. Долговечность;
4. Минимальный землеотвод под анкерные опоры;
5. Высокая скорость монтажа;
6. Высокая экономическая эффективность;

Железобетонные опоры типа СК 22, СК 26, СВ-95, СВ-105, СВ-110, которые массово используются при строительстве и реконструкции в распределительных сетях представлены ТД «Светлогорский завод ЖБИ и К», «Бетон нова» и др.

Деревянные опоры.

Применение деревянных опор особенно актуально в районах подверженных гололедно - ветровым нагрузкам и в районах с повышенной грозовой активностью. Пропитка опор осуществляется методом вакуум-давление-вакуум, что позволяет осуществить пропитку на глубину от 30-50 мм. Используется пропитка тройного действия, защищающая древесину от грибковой гнили, грызунов и неблагоприятных погодных условий. В состав антисептика входят соли хрома, меди, мышьяка. Это дает возможность стойке оставаться экологически безопасной и пропитка не вымывается и не испаряется с течением времени.

Преимущества:

1. Деревянные опоры легче ЖБИ, поэтому просты в транспортировке и монтаже (удобны при выполнении аварийной замены опор);
2. Хорошо работают на изгиб и не ломаются при сильных гололедно- ветровых нагрузках;
3. Отсутствие «эффекта домино»;
4. Практически не подвержены абразивному износу;
5. Высокие диэлектрические свойства древесины в сравнении с ж/б опорами;
6. Срок службы 50 лет.

Недостатки - относительно высокая стоимость, не огнеустойчивы.

Основные заводы, предлагающие свою продукцию в этой области:

«Сеесъярвский мачтопропиточный завод» (Республика Карелия, представительство г. С-Петербург), «Котельнический мачтопропиточный завод» (Кировская область. г. Котельнич), ООО «Русдревпром» (Свердловская область г. Серов).

Арматура

На выставке арматуру СИП представляли несколько отечественных и зарубежных производителей, таких как: Ensto, Niled, ЗАО «МЗВА». Одним из основных производителей линейной арматуры для СИП, представивших на выставке новые изделия, является французская фирма NILED.

- **Анкерно-поддерживающий зажим PAS 216/425 для крепления проводов системы СИП-4 без несущей жилы** (см. рис. 31).

Назначение: зажим предназначен для концевое или промежуточного крепления 2-х или 4-х проводов абонентов сечением $10-35 \text{ мм}^2$.

Характеристика: зажим изготовлен из стали горячего цинкования и ультрафиолетостойкого термопластика, усиленного стекловолоконной структурой.

Особенности: при повороте щек, фиксирующих проводов, на 90° , может также применяться как поддерживающий зажим на промежуточных опорах.

- **Малогабаритный ответвительный зажим Р4 с одновременной затяжкой проводов** (см. рис. 32).

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 $6-95 \text{ мм}^2$ с проводами сечением $1,5-6 \text{ мм}^2$.

- **Зажим ответвительный для ответвления от магистрали проводов ввода в дом Р625** (см. рис. 33).

Специально для России в зажиме Р625 применена новая конструкция контактных пластин из луженой меди, которые обеспечивают надежный контакт с проводами малых сечений ($2,5 \text{ мм}^2$) отечественного производства.

Применяется для соединения жил магистрали сечением $6-150 \text{ мм}^2$, в магистрали с жилами сечением $2,5-22 \text{ мм}^2$ для уличного освещения или ввода в дом.

Для уличного освещения или ввода в дом можно также применять зажимы с отдельной затяжкой болтов Р21.

Конструктивные особенности герметичных ответвительных зажимов:

- **Герметичность.** Контактные пластины имеют пирамидальную форму, благодаря этому достигается быстрый электрический контакт и исключается попадание воды в провод.
- **Адаптивность к российским условиям.** Контактные пластины в прокалывающих зажимах адаптированы для отечественных алюминиевых, и медных проводов малых сечений.
- **Удобство при монтаже.**
 - Не требуются держатели и специальные динамометрические ключи, возможно использовать обыкновенные ключи на 13 мм^2 .



Рис. 31



Рис. 32



Рис. 33

– Качество и надежность монтажа обеспечивается наличием срывной головки зажима из алюминиевого сплава.

• **Универсальность.** Ответвительные герметичные зажимы перекрывают весь диапазон магистральных СИП (Р 616 сечение: 16 – 150 / 1,5 – 6; Р 645 сечение: 6 - 150/4 - 35; Р 70 сечение: 25 – 50 / 25 - 95).

• **Надежность и безопасность.**

– Минимальное снижение механической прочности проводников (на 10% для токопроводящих жил, не более 5% для нулевой жилы).

– Допускается монтаж без снятия напряжения.

– Минимальное контактное сопротивление.

– Повышенная стойкость к вибрационным нагрузкам.

– Монтаж и эксплуатация при низких температурах (-20°С при монтаже и -60°С при эксплуатации).

– Расчетный срок службы не менее 40 лет.

Провод

В большом ассортименте на выставке был представлен провод СИП, как отечественного, так и зарубежного производства, отвечающим всем требованиям российских стандартов. Как новинку, можно рассматривать предложение ЗАО «Белтелекабель» по комбинированному кабелю марки **ОККТМ 10-01-0,22-8 (2,7)**. Кабель предназначен для передачи и распределения электрической энергии в воздушных, силовых и осветительных сетях на переменное напряжение до 1,0 кВ и обеспечения связи.

Кабель состоит из изолированных светостойкой композицией полиэтилена скрученных жил:

– токопроводящей несущей жилы из алюминиевого сплава сечением 54,6 мм², которая также является несущей и для волоконно-оптической части кабеля;

– алюминиевых фазных жил сечением 50 мм², скрученных вокруг несущей жилы;

– волоконно-оптического многомодульного кабеля на 8 оптических волокон с грузонесущими арамидными нитями;

Для удешевления кабеля, при комбинировании с проводами СИП-2 и СИП-1, целесообразнее применять ВОК без арамидных нитей (кабель крепится за несущую жилу из алюминиевого сплава). Данная разработка, помимо применения в сетях электроснабжения, в перспективе может применяться так же и для построения Smart – сетей.

Защита от перенапряжений

Новая отечественная система грозозащиты ВЛ 6-10 кВ с помощью устройств защиты от перенапряжений типа УЗПН.

Для защиты воздушных линий электропередачи переменного тока напряжением 6-10 кВ от перенапряжений ЗАО «МЗВА» совместно с НПО "Полимер-Аппарат"

разработаны устройства защиты нелинейные типа УЗПН, 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 УЗПН-10-ПШ. Устройство состоит из:

- специального ограничителя перенапряжений нелинейного (ОПН);
- искрового промежутка (ИП) между фазным проводом и ОПН.

Нелинейный ограничитель перенапряжений с помощью специальной арматуры крепится на опорах (как анкерных, так и промежуточных) воздушных линии электропередачи.

Принцип действия УЗПН-10-ПШ для наиболее распространенных промежуточных опор со штыревыми изоляторами показан на рис. 34. В данном случае искровой промежуток образован электродами, один из которых закреплён на верхнем фланце ограничителя, а второй на проводе с помощью зажима (на ВЛЗ – прокусывающего зажима). Конструкция электродов и способ крепления устройства позволяют сохранять величину искрового промежутка постоянной в любых погодных условиях.

При воздействии на провода индуктированных перенапряжений вызванных грозовыми разрядами вблизи ВЛ или прямыми ударах молнии в провода ВЛ искровой промежуток УЗПН пробивается и подсоединяет к проводу нелинейный ограничитель перенапряжений (ОПН), который благодаря снижению собственного сопротивления в этот момент осуществляет эффективный сброс перенапряжения на заземленные части опор через электроды минуя изоляторы, что предохраняет их от перекрытия и повреждения, а провод от пережога. После снятия индуктированного перенапряжения при воздействии напряжения промышленной частоты ток через ОПН, за счёт возврата сопротивления ОПН до исходных значений ограничивается до величины, при которой существование дуги в искровом промежутке не возможно и дуга гаснет.



Устройства предназначены для защиты изоляции ВЛ от индуктированных 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.

Устройства устанавливаются по одному на каждую опору с последовательным чередованием фаз. Установка необходимой величины искрового промежутка (L) производится на стадии монтажа в соответствии с "Руководством по эксплуатации".

Из представленных на выставке, можно выделить несколько производителей устройств защиты от перенапряжений для сетей 10-0,4 кВ:

Завод Электрозщитных устройств, является одним из немногих в России с полным циклом производства ограничителей перенапряжения для сетей 6-10 кВ. Завод представляет новые ОПН в полимерной изоляции наружной установки ОПН-П-6(10)УХЛ1 с исключительной стойкостью к климатическим и химическим воздействиям, абсолютно герметичным, монолитным корпусом, изготавливаемым литьевым методом, повышенной степенью грязестойкости (IV по ГОСТ 9020), а также высокой механической, термомеханической прочностью и устойчивостью к перегреву до 200 °С.

Еще одной новинкой этого завода является ОПН-П-6(10)УХЛ1 внутренней установки с абсолютно герметичным, монолитным корпусом, изготавливаемым литьевым методом, высокой механической прочностью, устойчивостью к перегреву до 190 °С и пожароустойчивостью (внешняя изоляция не воспламеняется).

ОАО «НПО Стример», представил результаты разработки мульти - камерных разрядников (см. рис. 35), позволяющих защищать воздушные линии 10 кВ от индуктированных перенапряжений и прямого удара молнии, а именно РМК-10-И для защиты ВЛ от индуктированных перенапряжений (20 газоразрядных камер) и РМК-10-П для защиты ВЛ от прямого удара молнии (40 газоразрядных камер).

Эффективность этой системы достигается благодаря тому, что разряды между промежуточными электродами происходят внутри камер, объемы которых весьма малы, при расширении канала создается высокое давление, под действием которого каналы искровых разрядов между электродами перемещается к поверхности изоляционного тела и далее выдуваются наружу в окружающий разрядник воздух. Вследствие возникающего дутья и удлинения каналов между электродами каналы разрядов охлаждаются, суммарное сопротивление всех каналов увеличивается, т.е. общее сопротивление разрядника возрастает.



Рис. 35

Такелажные приспособления

Из представленных такелажных приспособлений необходимо отметить

продукцию компании ООО «Феман», цены предлагаемой продукции на порядок ниже чем у аналогов.

Аппарат для затягивания проводов и грузоподъема до 250 кг (см. рис. 36). Служит для затягивания проводов ВЛ и поднятия груза. Устройство работает передвижением ручки, активизируя систему рычагов.



Рис. 36

Электроподъемный аппарат «ВИГО» (см. рис. 37). Аппарат служит для поднятия грузов до 900 кг. Рабочее напряжение 12 В. Снабжен пультом дистанционного управления.



Рис. 37

Аппарат для тяжения груза при помощи троса (см. рис. 38). Предназначен для тяги груза до 800 кг тросом сечением 8,3 мм.

Так же фирмой были представлены автоматические натяжные грузозахватные устройства для провода и троса диаметром 8-24 мм, изготовленные из легированной стали



Рис. 38

(Максимальная сила тяжения 2000 кг), а так же устройства для натяжения СИП диаметром 7-15 мм и регулировки стрел провеса (Работает при воздействии на ручку. Максимальное усилие тяжения 800 кг).

Кабели 6-10 кВ и кабельно-проводниковая продукция

На выставке были представлены следующие производители кабелей и кабельной арматуры 6-10 кВ: из зарубежных производителей – фирмы Brugg cables, ABB, Nexans, NTK cables, REKA cables; из российских – Иркутсккабель, Камкабель, Севкабель, завод Кольчугино.

Представленные производителями кабели из сшитого полиэтилена имеют сходные параметры, их характеристики практически идентичны.

В части конструктивного исполнения токопроводящие жилы у всех производителей изготавливаются как из меди, так и алюминия с круглой скруткой. Для больших сечений фирмами Nexans, Brugg, NTK, Камкабель применяется сегментированная жила, а фирма Nexans использует так же сегментированную жилу с эмалированными проводниками. Все представленные фирмы изготавливают кабели с оболочками из полиэтилена, ПВХ, ПВХ в пожаробезопасном исполнении, с продольной герметизацией. ABB, Севкабель, Камкабель, Иркутсккабель предлагают кабели с бронированной оболочкой. Nexans, Brugg, NTK, ABB производят кабель с интегрированным оптоволокном, фирмой NTK впервые представлен трехжильный

кабель на напряжение 10кВ.

Nexans

Помимо широкого перечня существующих разработок в области сшитого полиэтилена (кабелей 6 - 10 кВ с алюминиевыми и медными проводниками сечений от 240 до 1600 мм² с круглыми и сегментированными эмалированными жилами и экранами из concentрических медных и алюминиевых проводников, а так же арматуры) компания предложила целый ряд новинок:

- 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;

Так же компания предлагает силовые кабели с изоляцией из этиленпропиленовой резины на напряжение 6-35 кВ (см. рис. 39).



Рис. 39

Изоляция ЭПР обеспечивает бесперебойную работу кабеля при рабочей температуре проводника равной 90°C, с пиковыми значениями до 130°C, и удовлетворяет высоким значениям допустимой токовой нагрузки, оставляя при этом хороший запас прочности. Кроме того, изоляция ЭПР обеспечивает устойчивость к короткому замыканию при температуре до 250°C. Кабель с ЭПР изоляцией - это альтернативное решения при распределении электрической энергии в сетях среднего напряжения. По сравнению с СПЭ кабелем, ЭПР кабель имеет более высокую гибкость и теплостойкость, а также влаго и огнестойкость, но большие диэлектрические потери и вес.

NTK cables

Копания предложила новую разработку - трехжильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена в стальной трубе на напряжение 10 кВ (см. рис. 40).

В кабеле марки CityCable объединены преимущества масло- и газонаполненных высоковольтных кабелей, а так же 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 NTK 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.

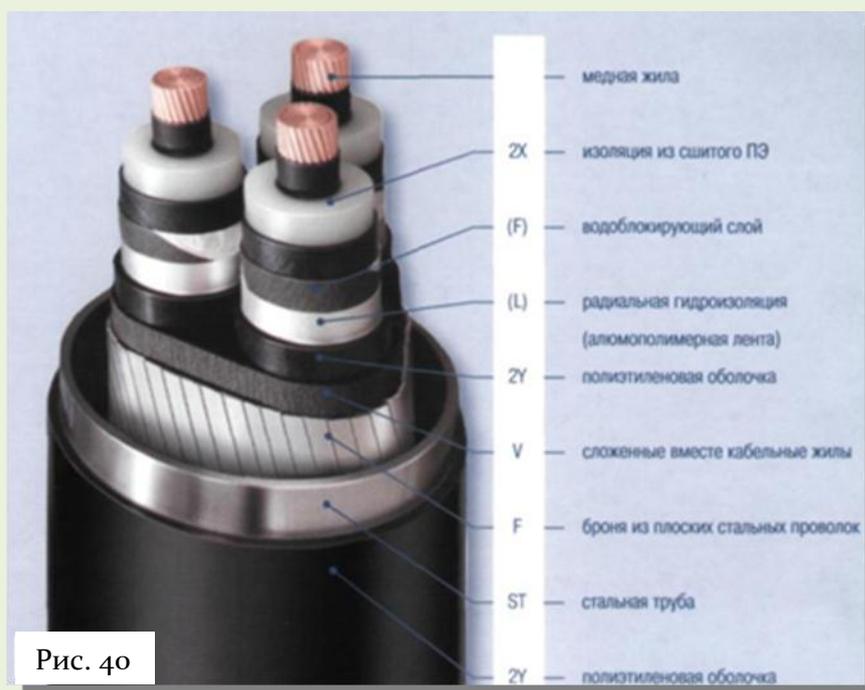


Рис. 40

Еще одно интересное предложение - так называемые аварийные кабели (см. рис. 41). Они были разработаны для применения в высоковольтных сетях напряжением до 300 кВ. Поставляются на специальных барабанах. Длина кабеля на барабанах доходит до 500 м. Кабель поставляется с установленными на заводе гибкими концевыми муфтами сухого типа, имеет 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.

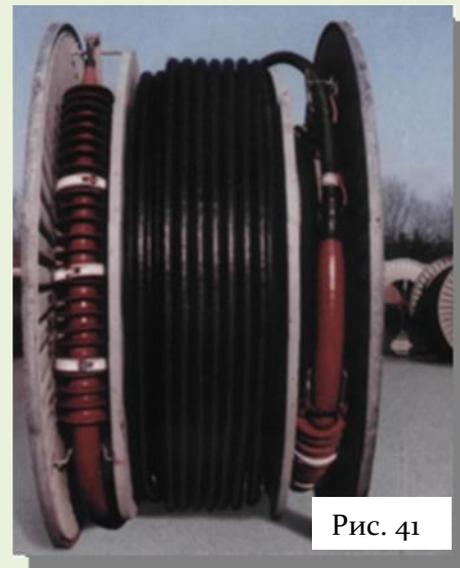


Рис. 41

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»

Щкафы 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 дружественный 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 110 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 междуфазных 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-ABP 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 «АВВ 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.

Предложения по использованию новой техники и технологий в филиалах ОАО «МРСК Центра» по результатам проведения выставки:

- повышение грозоупорности ВЛ 6 – 10 кВ с применением мультикамерных разрядников;
- применение вакуумного выключателя 35 кВ производства «Таврида Электрик» для реконструкции и нового строительства ПС;
- временное заземление нейтрали с применением ШЗН/TEL-10 (6) - У1;
- резистивное заземление нейтрали в сетях 10 - 35 кВ;
- ОПН, совмещенные с изоляторами для ВЛ 10 – 35 кВ;
- ВЛ постоянного тока;

Контактная информация о производителях и поставщиках, представленных в аналитическом отчете.

1. ОАО «Уралэлектротяжмаш - Уралгидромаш» (г. Екатеринбург). Сайт: www.uetm.ru
2. ОАО «Электrozавод» (г. Москва). Тел.8(495)777-82-12. Сайт: www.elektrozavod.ru
3. Представительство компании «Machinenfabrik Reinhausen GmbH» ООО «МР» (г. Москва). Тел.8(495) 980-89-67.
4. Представительство компании «AREVA T&D» (г. Москва). Тел.8(495)589-34-82. Сайт: www.arevatd.ru
5. ОАО «Алтайский трансформаторный завод» (г. Барнаул). Тел. 8(3852)46-67-14.
6. «Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова» (г. Минск). Тел.8(37517)230-20-46. Сайт: www.metz.by
7. Представительство «Ritz Instrument Transformers GmbH» ООО «НИТ-РУСЬ» (г. Москва). Тел.8(495) 346-56-64.
8. ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока» (г. Екатеринбург). Тел. 8(343)379-38-19.
9. ОАО Раменский электротехнический завод «Энергия» (г. Раменское). Тел. 8(496)463-66-93. Сайт: www.ramenergy.ru.
10. Представительство компании NxtPhase T&D Corporation ООО «Пролайн» (г. Ярославль). Тел. 8(4852)31-38-87.
11. «АБС Холдингс» (г. Москва). Тел. 8(495)735-42-44. Сайт: www.abs-holdings.ru
12. ОАО «Укрэлектроаппарат» (Украина, г. Хмельницкий). Тел. 38(0382)65-31-93. Сайт: www.uea.com.ua.
13. ОАО «Электрошит» (г. Чехов). Тел. 8(495)787-39-35. Сайт: www.electro-shild.ru
14. ЗАО «ЧЭМЗ» (г. Чебоксары) Тел. 8(8352)26-69-48.
15. ЗАО «Завод электротехнического оборудования» (г. Великие Луки).
16. Компания «Балтэнергомаш» (г. Москва). Тел. 8(495)740-98-59. Сайт: www.baltenergomash.ru
17. Промышленная группа «Таврида электрик» (г. Москва). Тел. 8(495)995-25-25. Сайт: www.tavrida.ru
18. ОАО «Светлогорский завод железобетонных изделий и конструкций» Тел. 375(2342) 2-67-22. Сайт: www.jibk.by
19. ЗАО «Энергомаш» (г. Белгород). Тел. 8(4722)35-44-76. Сайт: www.energomash.ru
20. ОАО «Гидромонтаж» опытный завод (г. Москва). Тел. 8(495) 627-50-59.
21. ЗАО ДЗМК «Метако» (г. Домодедово). Тел. 8(49679) 302-55.
22. ЗАО «МЗВА» (г. Москва). Тел. 8(495)780-51-65. Сайт: www.mzva.ru
23. ООО «Интэко» (г. Тула). Тел.8(4872) 24-56-45. Сайт: www.inteko-tula.ru
24. ОАО НПО «Стример» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)327-08-08. Сайт: www.streamer.ru
25. ЗАО «Феникс-88» (г. Новосибирск). Тел. 8(383) 344-28-50. Сайт: www.fenix88.ru
26. ЗАО «ИНСТА» (г. Москва). Тел. 8(495)984-65-68. Сайт: www.zaoinsta.ru.
27. ЗАО «Самарская кабельная компания» (г. Самара). Тел. 8(846)279-12-10. Сайт: www.samarakabele.ru

28. ЗАО «Севкабель» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)329-77-99. Сайт: www.sevcable.ru
29. Представительство компании «Nexans» ООО «Нексанс СНГ» (г. Москва).
Тел. 8(495)775-82-40.
30. Представительство компании ENSTO (г. Москва). Тел. 8 (495) 661-10-39.
31. ООО «АББ Электроинжиниринг» (г. Москва). Тел. 8(495)956-29-46. Сайт: www.abb.ru
32. ЗАО «Высоковольтный союз» (г. Екатеринбург). Тел. 8(343)217-48-44.
Сайт: www.vsoyuz.ru
33. ООО «Мосэлектрощит» (г. Москва). Тел. 8(495)447-14-14. Сайт: www.moselectro.ru
34. Управляющая компания ООО «Электрощит - Самара» (г. Самара).
Тел. 8(846)276-28-08. Сайт: www.elektroshild.ru
35. НПП ОАО «Контакт» (г. Саратов). Тел. 8(8452)35-77-27. Сайт: www.kontakt-saratov.ru
36. Представительство компании Hyundai ЗАО «Эйч ди энерго» (г. Москва).
Тел. 8(495)780-46-03. Сайт: www.hdenergo.ru
37. ОАО «Энергомеханический завод» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)567-11-19
38. «Сименс». Сайт: www.siemens.com
39. ЗАО «Петроэнергосервис» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)336-70-24.
Сайт: www.petroenergo.ru
40. ЗАО «Радиус-автоматика» (г. Зеленоград). Тел. 8(499)735-22-91. Сайт: www.rza.ru
41. ООО НПП «Динамика» (г. Чебоксары). Тел. 8(8352)45-81-26.
Сайт: www.dynamics.com.ru
42. ООО НПП «Бреслер» (г. Чебоксары). Тел. 8(8352)45-91-91. Сайт: www.bresler.ru
43. ООО НПП «Экра» (г. Чебоксары). Тел. 8(8352)220-210. Сайт: www.ekra.ru
44. ОАО «НТЦ Механотроника» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)744-89-94.
Сайт: www.mtrele.ru
45. ОАО Серпуховский конденсаторный завод «КВАР» (г. Серпухов).
Тел. 8(4967)720-435. Сайт: www.kvar.ru
46. Компания «Матик - Электро» (г. Москва). Тел. 8(495)223-66-79. Сайт: www.matic.ru
47. ОАО «Позитрон» (г. Санкт-Петербург). Тел. 8(812)516-56-60. Сайт: www.positron.ru
48. ЗАО «Завод энергозащитных устройств» (г. Санкт-Петербург).
Тел. 8(812)438-10-88. Сайт: www.zeu.ru
49. ООО «Альфа-Энерго» (г. Москва). Тел. 8(495)514-05-09. Сайт: www.alfa-elektro.ru
50. ООО «Великолукский завод электротехнического фарфора» (г. Великие Луки).
Тел. 8(8153) 6-56-90. Сайт: www.vzef.ru
51. ОАО Гжельский завод «Электроизолятор» (п. Ново-Харитоново).
Тел. 8(495)995-23-45. Сайт: www.isulator.ru
52. ЗАО «Росизол» (г. Москва). Тел. 8(495)628-31-46.
53. Компания «Пергам». (г. Москва). Тел. 8(495)775-75-25. Сайт: www.pergam.ru
54. Компания «Seba sprktrum». (г. Москва). Тел. 8(495)234-91-61.