

## Система испытания кабеля циклическим нагревом серии ИКЦН

### Введение

Компания ЭЛЕКТРОМАШ является профессиональным производителем высоковольтного испытательного оборудования и имеет высокую репутацию качества и надежности своей продукции благодаря огромному опыту конструкторской разработки и производства. Компания ЭЛЕКТРОМАШ поставляет испытательное, измерительное и диагностическое оборудование для широкого применения. Мы выпускаем испытательные системы для применения в лабораторных условиях, для научно-исследовательских целей, в промышленных условиях и на объектах в «полевых условиях».



Система испытания кабелей циклическим нагревом ИКЦН-220/7000

### Область применения:

Система испытания силовых кабелей циклическим нагревом под напряжением серии ИКЦН применяется для испытания силовых кабелей с экструдированной изоляцией напряжением до 750 кВ циклическим нагревом и управления температурой нагрева индукторными нагревательными трансформаторами с током в электрической цепи контура до 10000А по ГОСТ-Р МЭК 62067-2011. "Кабели силовые с экструдированной изоляцией и арматура к ним на номинальное напряжение свыше 150 кВ ( $U(m) = 170$  кВ) до 500 кВ ( $U(m) = 550$  кВ). Методы испытаний и требования к ним", ГОСТ-Р 55025-2012 "Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение от 6 до 35 кВ включительно. Общие технические условия", ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.060.20.170-2014 "Силовые кабельные линии напряжением 110-500 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования". Система ИЦКН позволяет проводить типовые и предквалификационные испытания.

### **Описание:**

Система испытания кабелей циклическим нагревом серии ИКЦН применяется для нагрева кабеля, который образует замкнутый контур, проходящий через сердечники индукторных трансформаторов, с максимальной температурой нагрева 150С. Принцип работы системы заключается в том, что испытуемый кабель проходит сквозь размыкающийся сердечник индукторного нагревательного трансформатора, образуя замкнутый контур. Этот контур является вторичной обмоткой нагревательных индукторных трансформаторов. При подачи напряжения на индукторный трансформатор, в короткозамкнутом вторичном контуре кабеля возникает ток больших величин. Управляя током в короткозамкнутом вторичном контуре, мы изменяем температуру нагрева кабеля в циклическом режиме. Таким образом, кабель подвергается ускоренным испытаниям на термическое старение. Значение измеренной температуры кабеля используется для обратной связи с системой управления. Температура измеряется контактной термопарой в местах прохождения кабеля сквозь сердечник индукторного нагревательного трансформатора.

Система состоит из низковольтной и высоковольтной испытательной части. В низковольтной второй испытательной системе используется один контур; проходя через индукторные нагревательные трансформаторы, ток в контуре достигает необходимого значения согласно установленной температуре. Высоковольтная испытательная система также использует один контур, проходя через необходимое количество индукторных нагревательных трансформаторов. Но при этом на кабель подается испытательное высокое переменное напряжение согласно стандартам ГОСТ и МЭК.

### **Особенности конструкции:**

- ◆ Управление с помощью PLC контроллера
- ◆ Температура нагрева 40-150°C
- ◆ Встроенный графический регистратор
- ◆ Контактная термопара с оптической развязкой
- ◆ Защитная блокировка
- ◆ Непрерывный режим работы до 1 года
- ◆ Запрет пуска при разомкнутом контуре
- ◆ Защита от сверхтоков
- ◆ Защита от перегрева
- ◆ Индукторный нагревательный трансформатор, быстрый монтаж на испытательном объекте.
- ◆ Передвижной трансформатор тока
- ◆ Компенсация реактивной мощности
- ◆ Разъединитель и автоматический выключатель
- ◆ Тяжелый режим эксплуатации
- ◆ Автоматический или ручной режим управления

### **Размеры испытательного поля системы циклического нагрева:**

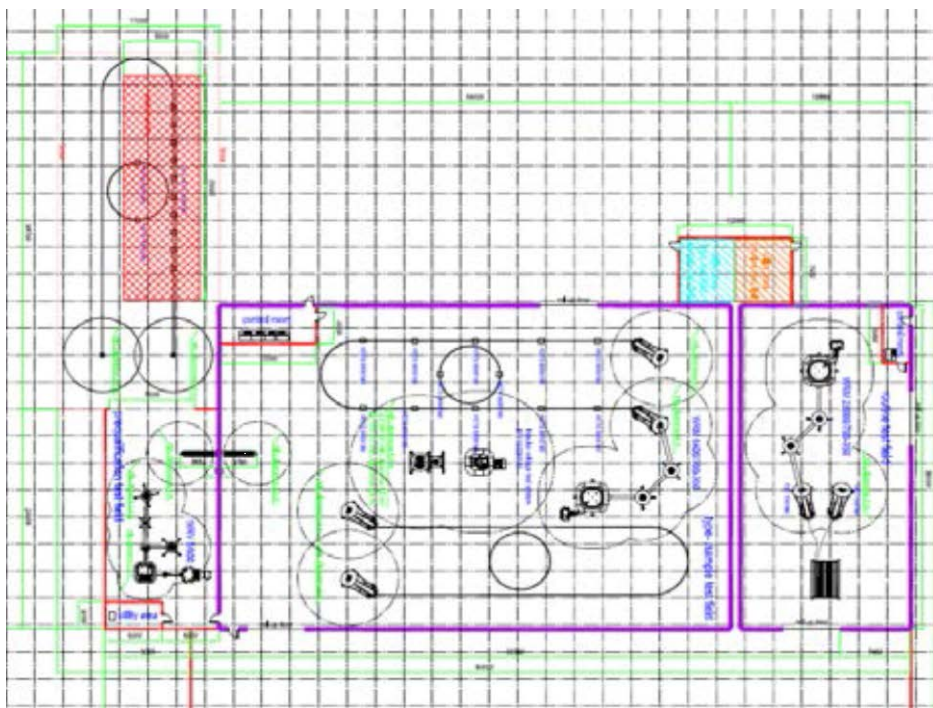
Исполнение и конструкции ИКЦН зависит от нескольких факторов.

- ◆ Тип кабеля и поперечное сечение кабеля
- ◆ Тип и толщина изоляции
- ◆ Длина испытательного кабеля
- ◆ Температура окружающей среды, испытательная температура
- ◆ Время достижения максимальной испытательной температуры

### **Основные элементы системы:**

- ◆ Регулятор напряжения
- ◆ Тиристорный электронный регулятор (опционально)
- ◆ Индукторный нагревательный трансформатор с размыкающимся сердечником
- ◆ Распределительный шкаф
- ◆ Конденсаторы для компенсации реактивной мощности
- ◆ Трансформаторы тока
- ◆ Датчики температуры
- ◆ Автоматическая/ Ручная система управления и измерения
- ◆ Контрольный, измерительный, силовой кабель

### Типовая схема системы испытания силового кабеля с изоляцией из экструдированного полиэтилена 500кВ



#### Методы управления температурой:

В процессе испытания на нагрев одновременно подается высокое напряжение и большой ток для имитации режима максимальных нагрузок. Для измерения температуры кабеля применяются датчики температуры.

Используется три метода испытаний.

Метод 1. Термопара крепится к изоляции кабеля. При этом предварительно рассчитывается температура кабеля либо задается на момент проведения испытаний без приложенного высокого напряжения.

Метод 2. При данном методе испытаний применяется дополнительный волоконно-оптический температурный датчик. Датчик врезается через отверстие в изоляции кабеля для физического соединения с жилой кабеля. Отверстие заполняется компаундом для восстановления диэлектрической прочности изоляции. Волоконно-оптический датчик также применяется во время проведения испытаний импульсом.

Метод 3. При данном методе применяется два отдельных кабельных контура. Контур управления, который, как правило, короче, применяется для подсоединения термопары к кабелю. К кабелю управления не подается высокое напряжение. Второй контур- испытательный, к которому подается высокое напряжение, как правило, длиннее. Контур управления применяется для наблюдения за температурой нагрева кабеля в момент, при этом система управления задает одинаковое значение в каждом контуре.

#### **Регулятор напряжения:**

В качестве регулятора напряжения используется авто-трансформатор с регулируемым выходным напряжением. Синусоидальный ток не искажается на выходе регулятора напряжения и имеет низкий импеданс (до 8%). При применении дополнительных устройств можно расширять возможности этой системы. При использовании компенсации реактивной мощности на выходе системы мощность регулятора увеличивается на 50%. В отличие от тиристорного электронного регулятора, регулятор напряжения не создает фоновые частичные разряды.

#### **Тиристорный регулятор напряжения:**

В тиристорном регуляторе напряжения применяются быстродействующие тиристоры, которые уменьшают время нагрева. Компактная конструкция позволяет легко перемещать регулятор. Система имеет улучшенную надежную систему управления, большой диапазон применений. Тиристорный регулятор применяется в небольших системах, так как данное устройство имеет небольшие габариты при применении компенсации реактивной мощности и требует минимального обслуживания. В отличие от регулятора напряжения, данная система имеет более простое логическое устройство управления (вкл/выкл.).

#### **Индукторный нагревательный трансформатор:**

В индукторном нагревательном трансформаторе используется размыкающийся сердечник из высококачественной электротехнической шихтованной стали с малыми потерями. Для первичной обмотки индуктора применяется медный кабель. Система имеет естественное воздушное охлаждение.

Индукторный нагревательный трансформатор выполнен с размыкающимся сердечником, что упрощает установку испытуемого кабеля внутрь. Внутренние размеры размыкающегося сердечника не менее 0.25м x 0.25м, диаметр не более 0.85м. Для помещения/извлечения испытуемого кабеля в/из размыкающийся сердечник в малогабаритных нагревательных трансформаторах используется механическое приспособление, для больших нагревательных трансформаторов применяется гидравлическое приспособление.

#### **Автоматическая/ Ручная система управления и измерения**

- ◆ Автоматическое управление, которое состоит из промышленного компьютера и PLC-контроллера, порты ввода и вывода информации. Автоматическое управление позволяет последовательно задавать все настройки, возможность регистрации данных и составление отчетов испытаний.
- ◆ Для управления применяется PLC-контроллер; устройство отображает значения тока испытуемого кабеля/ значения тока кабеля во втором контуре/ значение тока, входное/выходное напряжение регулятора, значение тока регулятора после компенсации реактивной мощности, настройки температуры. Имеет ручной/автоматический режим работы, точная установка параметров испытательного тока.
- ◆ Система оснащена 4-х канальным регистратором; отображаются значения тока испытательного кабеля/ значения тока кабеля во втором контуре, температура кабеля во втором контуре, температура окружающей среды, значение выходного напряжения регулятора. Входной канал способен отличать тип сигнала датчика температуры, такие как инфракрасный сигнал, оптический и т.д., напряжение постоянного тока (2.20В) и получать выходной сигнал тока контура кабеля с преобразователя сигналов. Все данные сохраняются на

карте памяти, легко считываются, возможность вывода на печать.

- ◆ Погрешность измерения тока:  $\pm 1\%$
- ◆ Погрешность измерения температуры:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  ;
- ◆ Второй контур испытания кабеля оснащен контактной термопарой (диаметр 1.5-2мм, длина 200мм включая 5-ти метровый компенсационный провод термопары и быстроразъемный соединитель), термопара с удлинителем до 100м. Компенсационный провод выполнен в термоусадочной изоляционной оболочке для защиты провода от влаги.
- ◆ Время нагрева, охлаждения 10-999 мин. , продолжительность цикла 1-999 раз, защита от перенапряжения, защита от сверхтоков;
- ◆ При автоматическом режиме управления, с момента установки испытательной температуры, длительности цикла, система выполняет испытание на нагрев, данные сохраняются автоматически.