

Резонансная испытательная система РИСпч-12500-450 кВ/27А передвижная с подстраиваемой частотой 20-300 Гц Испытание силовых кабелей

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 изготавливает испытательное, измерительное и диагностическое оборудование для широкого применения в испытательных лабораториях, для научно-исследовательских целей, на производстве и на объектах в полевых условиях.

Описание

Высоковольтная резонансная система регулируемой частотой предназначена для испытания приложенным напряжением переменного тока высоковольтных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена XLPE класса напряжения до 500кВ . Все технические характеристики соответствуют ГОСТ 55194, ГОСТ 55195, ГОСТ 1516, ФСК ЕЭС СТО-56947007-29.060.20.170-2014, МЭК 60060-1 и МЭК 60060-3.

Высоковольтный реактор испытательной установки и электрическая емкость силового кабеля образуют колебательный контур. Когда частота испытательной системы настраивается на частоту этого колебательного контура, система входит в резонанс. Это позволяет получить высокое испытательное напряжение с большим током при минимуме потребления мощности.

Система управления испытательной установки в автоматическом режиме устанавливает резонансную частоту в диапазоне 20 Гц-300 Гц и высоковольтные испытания проводятся на заданной частоте. В резонансной установке используется источник питания переменной частоты с синусоидальной формой напряжения. Резонансные испытательные системы предназначены для высоковольтных испытаний переменной частоты и измерения уровня частичных разрядов ЧР.

Область применения

- ◆ Испытания электрической прочности изоляции силового кабеля класса напряжения до 500кВ приложенным напряжением в «полевых условиях».
- ◆ Испытания электрической изоляции приложенным напряжением электрооборудования с большой емкостью.
- ◆ Измерение уровня частичных разрядов ЧР.
- ◆ Измерение электрической емкости (С) и коэффициента диэлектрических потерь (tgδ) кабеля.

Основные технические характеристики системы испытаний:

- ◆ Резонансная испытательная система предназначена для испытаний изоляции высоковольтного силового кабеля на месте монтажа в полевых условиях, в сухую погоду, с частой транспортировкой.
- ◆ Является компактной системой с прочной конструкцией; быстрый монтаж испытательной системы.
- ◆ Имеет низкий уровень собственных частичных разрядов, менее 5 пКл
- ◆ Диапазон частот соответствует ГОСТ 1516, ГОСТ 55195 и находится в пределах 20 Гц-300 Гц.
- ◆ Малое потребление энергии.
- ◆ Современная система управления с полной автоматизацией процессов испытания и измерения, простой интерфейс с сохранением результатов измерений и выводом протоколов испытаний на печать.
- ◆ Проведение испытаний без сложной пуско-наладки, в автоматическом режиме, нет необходимости перемещать испытательные объекты.

Условия эксплуатации оборудования

| | |
|---|-----------------------------------|
| Высота над уровнем моря: | ≤ 1000 метров |
| Рабочая температура высоковольтных компонентов: | -10 °С ÷ +45°С |
| Относительная влажность воздуха в основном зале: | < 95% (при 20°С, без конденсации) |
| Допустимая перегрузка при транспортировке: | 2 G |
| Температура хранения: | -10~+50 С |
| Должно быть обеспечено надежное заземление с сопротивлением цепи заземления < 0,5 Ом | |
| Форма переменного напряжения питания должна быть синусоидальной с коэффициентом нелинейных искажений < 3% | |

Расчет параметров системы:

Емкость нагрузки С:

$$C = \frac{I}{U * 2 * \pi * f}$$

Где: U- испытательное напряжение, f- резонансная частота, I-Ток в резонансном контуре

При частоте f=30 Гц номинальное испытательное напряжение: 450 кВ, номинальный испытательный ток: 27.8А

$$C = \frac{27.8}{450 * 10^3 * 2 * \pi * 30} = 0.327 \text{ мкФ}$$

Индуктивность L высоковольтного реактора из условия $X_L = X_C$

$$L = \frac{1}{(2 * \pi * f)^2 * C}$$

При частоте f=30 Гц и номинальном испытательном напряжении 450 кВ:

$$L = \frac{1}{(2 * \pi * 30)^2 * 0.327 * 10^{-6}} = 86.1 \text{ Гн}$$

Индуктивность равна 86.1 Гн, она рассчитывается при частоте 30 Гц, минимальная частота системы 20Гц, таким образом, емкость нагрузки равна:

$$C = \frac{1}{(2 * \pi * 20)^2 * 86.1} = 0.736 \text{ мкФ}$$

Если взять за максимальное значение тока 27.8 А, максимальное испытательное напряжение, при емкости 0.736 мкФ будет равно:

$$U = \frac{I}{C * 2 * \pi * f}$$

$$U = \frac{27.8}{0.736 * 10^{-6} * 2 * \pi * 20} = 300.7 \text{ кВ}$$

Состав резонансной испытательной системы:

| | |
|--|---|
| 1. РВ-12500/450 | Высоковольтный реактор |
| 2. ПЧ-250 | Источник питания регулируемой частоты |
| 3. ТВ-250/0.35/9 | Трансформатор-возбудитель |
| 4. ФПВ-450 | Высоковольтный фильтр (также емкостной делитель напряжения) |
| 5. ФПН-250/0.35 | Силовой фильтр помех |
| 6. АСУ-2000 | Автоматическая система измерения и управления |
| 7. ЦИАС-3005 | Цифровая измерительная аналитическая система переменного/постоянного тока |
| 8 Высоковольтный кабель (10м), кабель управления, измерительный и силовой кабель | |

Параметры резонансной испытательной системы:

Модель: РИСпч-12500/450

| | |
|---|--|
| Номинальное входное напряжение: | 380 В (однофазное) |
| Номинальная входная частота: | 50 Гц |
| Номинальная выходная мощность: | 12500 кВА |
| Количество фаз: | Однофазная |
| Номинальное выходное напряжение: | 450 кВ (действующее значение) |
| Выходная частота: | (20) 30-300 Гц |
| Шаг регулирования частоты: | 0.01 Гц |
| Нестабильность частоты: | ≤0.01% |
| Мощность источника питания: | 250 кВт |
| Температура перегрева: | ≤75 С (после 1 часа работы при номинальной мощности) |
| Уровень шума: | ≤50 дБ |
| Форма выходного напряжения: | синусоидальная |
| Коэффициент нелинейных искажений: | <1% |
| Минимальная емкость нагрузки (емкостный делитель напряжения): | 0 нФ |

| | |
|---|---|
| Максимальная емкость нагрузки (емкостный делитель напряжения): | 0.327 мкФ (30 Гц) 0.736 мкФ (20 Гц) |
| Испытательное напряжение: | При $U_{ном}$ 1.1 в течение 1 мин. |
| Добротность системы: | >50 |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. |

Высоковольтный реактор

Модель: РВ-12500/450

Конструкция: реактор предназначен для частых перевозок и временной работы на открытом воздухе в сухую погоду. Реактор имеет сердечник из электротехнической стали, обмотки из медного провода, маслонаполненный, с естественным охлаждением, на колесах.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Номинальное напряжение: | 450 кВ |
| Номинальный ток: | 27.8 А |
| Номинальная мощность: | 12500 квар |
| Уровень изоляции: | 495 кВ/1 мин. |
| Уровень изоляции относительно земли: | 20 кВ/5 мин. |
| Диапазон рабочей частоты: | (20) 30-300 Гц |
| Температура перегрева масла: | ≤45 С (после 1 часа работы при ном. мощности) |
| Номинальная индуктивность: | 86.1 Гн±2% |
| Нелинейность индуктивности: | ≤1% |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. |

Источник питания регулируемой частоты

Модель: ПЧ-250/0.38/0-0.35

Конструкция: Принудительное воздушное охлаждение, с выключателем и разъединителем.

| | |
|--------------------------------------|--|
| Номинальная мощность $S_{ном}$: | 250 кВт (20~300 Гц) |
| Номинальное входное напряжение: | 0.38 В±20% (однофазное) |
| Номинальная выходная мощность: | 250 кВт |
| Номинальное выходное напряжение: | Однофазное 0-350 В (регулируемое) |
| Номинальный выходной ток: | 714 А |
| Нестабильность выходного напряжения: | ≤1% |
| Способ охлаждения: | естественное масляное/естественное воздушное охлаждение |
| Шаг регулирования частоты: | 0.1 Гц |
| Нестабильность частоты: | 0.01 Гц |
| Диапазон регулирования частоты: | 20-300 Гц |
| Уровень шума: | <65 дБ |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час остановка. 8 циклов в день. |

Трансформатор-возбудитель

Модель: ТВ-250/0.35/9

Конструкция: в металлическом баке, маслonaполненный, с естественным охлаждением

| | |
|------------------------------------|---|
| Номинальная мощность: | Низковольтная обмотка: 250 кВА Высоковольтная обмотка: 250 кВА |
| Номинальное напряжение: | Низковольтная обмотка: 0.35 кВ Высоковольтная обмотка: 9 кВ |
| Диапазон рабочих частот: | (20) 30~300 Гц |
| Напряжение короткого замыкания: | <7% |
| Способ охлаждения: | естественное масляное/естественное воздушное охлаждение |
| Уровень шума: | ≤60 дБ (А) |
| Схема и группа соединения обмоток: | I-0 |
| Испытательное напряжение: | При $U_{ном}$ 1.1 в течение 1 мин. |
| Количество фаз: | однофазный |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час останов. 8 циклов в день, температура перегрева обмоток трансформатора не более 65 С. |

Высоковольтный фильтр (также емкостный делитель напряжения)

Модель: ФПВ-450

| | |
|-------------------------------------|---|
| Номинальное напряжение: | 450 кВ |
| Номинальная частота: | (20) 30 Гц-300 Гц |
| Номинальная емкость: | 0.5 нФ + 0.5 нФ |
| Погрешность измерений: | ≤±1% |
| Коэффициент диэлектрических потерь: | ≤ 0.4% |
| Полоса подавления помех: | 10 кГц-300 кГц ≥ 30 дБ |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час остановка. 8 циклов в день. |

Принцип работы: При проведении испытаний необходим низкий уровень частичных разрядов. Для этого между высоковольтным реактором и испытуемым объектом устанавливается высоковольтный фильтр подавления помех. Высоковольтный фильтр состоит из L-C-L-C цепочки, где L изолированная индуктивность с конденсатором С, которые образуют π-фильтр. Нижняя часть первого конденсатора является измерительным конденсатором, который является частью делителя напряжения и служит для измерения выходного напряжения в резонансной цепи. Второй конденсатор представляет собой конденсатор связи и имеет вывод для измерения уровня частичных разрядов. Два высоковольтных конденсатора являются основной нагрузкой общей испытательной цепи, что позволяет проводить испытания объекта с малой емкостью.

Элементы фильтра ФПВ-450:

Высоковольтный конденсатор

Модель: КВ-500/450

| | |
|--|-------------------|
| Количество: | 2 шт. |
| Номинальное напряжение: | 450 кВ |
| Номинальная емкость: | 0.5 нФ |
| Номинальная частота: | (20) 30 Гц-300 Гц |
| Фоновый частичный разряд при $U_{ном.}=600кВ$: | ≤ 2 пКл |

Высоковольтный конденсатор связи является основной нагрузкой; общая емкость двух конденсаторов позволяет всей испытательной системе работать без перегрузок, при этом основная нагрузка конденсатора должна быть равной или больше, чем минимальная нагрузка высоковольтного реактора.

Силовой фильтр помех

Модель: ФПН-250/0.35

| | |
|--------------------------|--|
| Номинальное напряжение: | 0.35 кВ |
| Номинальный ток: | 714 А |
| Номинальная мощность: | 250 кВА |
| Полоса подавления помех: | 10 кГц ~ 300 кГц ≥ 60 дБ |
| Режим работы: | 1 час работа, 1 час остановка. 3 цикла в день. |

Автоматическая система управления и измерения

Модель: АСУ-2000

Функции системы управления (все кнопки управления с подсветкой)

- Силовой выключатель и разъединитель
- Кнопка повышения и понижения напряжения (регулируемый потенциометр)
- Кнопками регулирования частоты
- Установка времени выдерживания испытательным напряжением
- Если в процессе увеличения напряжения и при испытании объекта произошло короткое замыкание, регулятор частоты автоматически закрывается и отключает питание. Если происходит перекрытие объекта испытаний, регулятор частоты отключается.

Функции индикации

- Светодиодная индикация при включении и отключении высокого напряжения
- Индикация выходного высокого напряжения
- Индикация выходного тока высокого напряжения
- Индикация выходного напряжения регулятора частоты
- Индикация выходного тока регулятора частоты
- Индикация выходной частоты регулятора частоты
- Стадия испытаний
- Все значения выводятся на один дисплей.

Функции защиты

- Устройство защиты резонансного перенапряжения. При превышении выходного испытательного напряжения заданного уровня предельного значения устройство выключается автоматически.

- Защита при пробое объекта испытаний. Если выходной ток достигает заданного предельного значения, устройство выключается автоматически.
- Быстродействующая защита от перегрузки
- При возникновении аварийных ситуаций во время испытаний, все устройства автоматически отключаются для защиты персонала и электронных компонентов
- Защита от перекоса фаз, от неполнофазных режимов
- Защита от перенапряжения
- Кнопка аварийного отключения
- Выключатель питания всей установки, который блокируется специальным ключом

Прочее:

- Блок управления имеет стандартные разъемы для подключения другого оборудования.

Цифровая измерительная аналитическая система вольтметр постоянного/ переменного тока

Модель: ЦИАС-3005

Цифровой измерительный пиковый вольтметр ЦИАС-3005 является микропроцессорным устройством для точного измерения переменного и постоянного напряжения, формы напряжения, и коэффициента пульсаций.

ЦИАС-3005 имеет регистратор пикового напряжения, который сохраняет и показывает последнее измерение напряжения и его полярность перед пробоем и после.

Прибор специально разработан для использования в лабораториях высокого напряжения, где необходима высокая степень точности и помехозащищенности.

В ЦИАС-3005 используется импульсный источник питания с функцией защиты от перенапряжения и технологии БПФ. Таким образом, ЦИАС-3001 применяется в области сильных магнитных полей.

Измерительное устройство ЦИАС-3001 соответствует ГОСТ 55195 и МЭК 60060-2.

Характеристики:

- Измерение действующего напряжения переменного тока, пиковое значение, полупиковое значение
- Измерение напряжения постоянного тока, среднего значения и коэффициента пульсации.
- Регистрация напряжения пробоя переменного и постоянного тока.
- Плоттер для вывода переменного и постоянного напряжения.
- Интерфейс для сигналов BNC, R16 и LEMO.
- Задание коэффициента деления напряжения K1, K2.
- Отображение формы напряжения до и во время испытаний

Технические характеристики:

| Измерение напряжения переменного тока | |
|--|---------------------------------------|
| Режимы измерений: | пик, полупик, действующее значение |
| Диапазон входного напряжения: | 0 ... 700 В действующего значения |
| Диапазон частот: | 16 ... 1000 Гц |
| Точность: | $\pm 0,2\%$, ± 3 младших разряда |
| Измерение напряжения постоянного тока | |
| Режимы измерений: | среднее значение, значение пульсаций |
| Диапазон входного напряжения: | 0 ... 1000 В |
| Точность: | $\pm 0,2\%$, ± 3 младших разряда |
| Источник питания | |

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| Напряжение в сети: | 220 В ± 15% переменного тока |
| Частота: | 50 Гц |
| Потребляемая мощность: | 10 Вт |
| Условия эксплуатации | |
| Рабочая температура: | 10 ... 40 ° С |
| Относительная влажность: | 35 ... 80% . |
| Вес и размеры | |
| Вес: | 5 кг |
| Размеры (Ш x В x Г): | 360 x 280 x 150 мм |