



Установка испытания генератора повышенным напряжением переменного тока УИГ-350/40

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.

Область применения

Основой резонансной испытательной системы переменного тока является высоковольтный резонансный трансформатор с переменной регулируемой индуктивностью и регулятор напряжения малой мощности. Высоковольтный резонансный трансформатор с переменной индуктивностью применяется для настройки в резонанс с емкостью объекта испытаний при неизменной рабочей частоте. В этом случае образуется резонансный контур, позволяющий проводить высоковольтные испытания приложенным напряжением.

Резонансная испытательная система предназначена для проведения высоковольтных испытаний электрической прочности изоляции оборудования с большой электрической емкостью: гидрогенераторов, турбогенераторов, комплектных токопроводов, силовых кабелей, высоковольтных вводов, конденсаторов, измерительных трансформаторов напряжения, КРУЭ на месте эксплуатации, после монтажа, перед включением для периодических и профилактических испытаний согласно РД_34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования", ПУЭ, ГОСТ-1516, ГОСТ-Р-55195. Испытания проводятся приложенным напряжением промышленной частоты и выпрямленным напряжением с контролем тока утечки.

Состав системы:

№	Тип	Наименование
1	РТВ-350/40, 350кВА, 40кВ	Высоковольтный резонансный трансформатор с регулируемой индуктивностью
2	РНО-25/0.38/0-0.42 25кВА 0.38/0-0.42кВ	Регулятор напряжения
3	ДН-400/40, 400пФ, 40кВ	Делитель напряжения
4	ЦАСИ-2000	Цифровая автоматическая система управления и измерения
5	РШ-100, 100кВ	Разрядник шаровый
6	ИПТ-100/3 (опция)	Высоковольтная установка испытания выпрямленным напряжением
7. Высоковольтный кабель длиной 50 м, кабель управления, измерительный и силовой кабель		

Условия эксплуатации

Высота над уровнем моря	≤ 1000 метров
Рабочая температура высоковольтных компонентов	-10 °С ÷ +45°С
Относительная влажность воздуха в помещении	≤ 90% (при 20°С, без конденсации)
Максимальные суточные колебания температуры	≤ 20°С
Температура хранения и транспортировки	-10 °С ÷ +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%	
Фоновый частичный разряд	<5пКл

Общие технические характеристики испытательной системы

Модель: УИГ-350/35/70-80

Наименование параметра	Значение
Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	Однофазная система
Номинальная входная мощность:	25 кВА
Номинальное входное напряжение:	380 В (фаза-фаза)
Номинальный входной ток:	65,8 А
Номинальная выходная мощность:	350 кВА
Номинальное выходное напряжение Режим испытания обмотки статора	40 кВ
Номинальный выходной ток	8.75 А
Емкость нагрузки	0.1-0.7 мкФ
Номинальное выходное напряжение (выпрям тока) опция:	80 кВ
Коэффициент пульсаций (выпрямленный ток):	<3%
Номинальный выходной ток (выпрямленный)	3000 мкА
Уровень частичных разрядов:	≤ 30 пКл
Коэффициент нелинейных искажений:	<3%
Добротность системы:	>10
Диапазон регулирования индуктивности:	>1:20
Относительная погрешность измерений не более:	1%
Точность установки выходного напряжения не хуже:	1%
Способ охлаждения:	естественное масляное/естественное воздушное охлаждение
Уровень шума:	<75 дБ (на расстоянии 4м от установки)
Испытательное напряжение:	1.1 Уном. в течении 1 мин
Эксплуатация оборудования:	В помещении
Габаритные размеры : ДхШхВ	2100мм х 1430мм х 1720мм
Вес:	3600 кг
Режим работы:	При 100% Уном.,Ином. работа 1 час, 8 циклов в день. При 80% Уном.,Ином. непрерывная работа. Темпер перегрева обмоток трансформ ≤65С, темпер перегрева масла ≤55С.

1. Высоковольтный резонансный трансформатор с переменной регулируемой индуктивностью:

Модель: РТВ-350/40

Конструкция:	Бакового типа, маслонаполненный, естественное охлаждение, с регулируемой индуктивностью
Номинальная входная мощность:	25 кВА
Номинальное входное напряжение:	0.38 кВ
Номинальный входной ток:	65,8 А
Номинальная выходная мощность:	350 кВА
Номинальное выходное напряжение (переменного тока)	40 кВ
Номинальный выходной ток	8.75 А
Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	Однофазный
Диапазон регулирования индуктивности:	>1:20
Добротность системы:	> 10
Способ охлаждения:	естественное масляное/естественное воздушное охлаждение
Уровень частичных разрядов:	<5 пКл
Испытательное напряжение:	1.1 Ун в течение 1 мин
Коэффициент нелинейных искажений:	< 3%
Уровень шума:	< 75 дБ (на расстоянии 4м от установки)
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. Темпер перегрева обмоток трансфор $\leq 65^{\circ}\text{C}$, температура перегрева масла $\leq 55^{\circ}\text{C}$.

2. Емкостный делитель напряжения

Модель: ДН-400/40

Номинальное напряжение:	40 кВ
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная емкость:	400 нФ
Погрешность измерения:	$\leq \pm 1\%$
Коэффициент деления:	400:1
Уровень частичных разрядов:	<5 пКл
Режим работы:	Совместно с резонансным трансформатором

3. Регулятор напряжения

Модель: РНО-25/0.38/0-0.42

Конструкция:	Колонковый, сухой, с естественным охлаждением
Номинальное входное напряжение:	0.38 кВ
Номинальное выходное напряжение:	0-0.65 кВ (плавное регулирование)
Номинальная мощность:	25 кВА
Номинальная частота:	50 Гц
Степень защиты:	IP 20
Напряжение короткого замыкания:	<7.5%
Схема и группа соединения обмоток:	I-0
Метод регулирования напряжения:	Сервоприводом
Количество фаз:	однофазный
Режим работы:	Совместно с резонансным трансформатором

Скорость регулирования напряжения задается сервоприводом постоянного тока 220 В.

5. Высоковольтная установка испытания выпрямленным напряжением

Модель: ИПТ-100/3 Опция

№	Тип	Наименование
1	ВБ-100/3 100кВ, 3мА	Высоковольтный блок выпрямленного напряжения
2	БУ-300/3 300Вт, 3мА	Блок управления с портом RS для связи с компьютером
3	ИТ-5 5мА	Миллиамперметр

Общие технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	Однофазная система
Номинальная входная мощность:	300 ВА
Номинальное входное напряжение:	220 В
Номинальный входной ток:	1,36 А
Номинальная выходная мощность:	300 ВА
Номинальное выходное выпрямленное напряжение:	100 кВ
Номинальный выходной ток	3 мА
Коэффициент пульсаций:	<1%
Относительная погрешность измерений не более:	1%
Точность установки выходного напряжения не хуже:	1%
Испытательное напряжение:	1.1 Уном. в течении 1 мин
Эксплуатация оборудования:	В помещении
Габаритные размеры : ДхШхВ	400мм х 400мм х 500мм
Вес:	10 кг
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа.

7. Цифровая автоматическая система управления и измерения

Модель: ЦАСИ-2000

I. Общие положения

Пульт управления резонансной системы включает в себя функции управления и измерения. В системе реализовано множество функций, таких как испытания, защита, измерение, синхронизации и т.д. Система управления и измерения имеет 8 высокоскоростных каналов (100 кГц/канал), обеспечивающих высокую точность измерения и управления (16бит). Система включает в себя функции записи измеренных и обработанных данных, формирование отчета, печать отчетов и т.д. ЖК монитор отображает значения выходного напряжения для синхронизации, графики тока и напряжения, изменение выходного синусоидального напряжения, выходной ток и напряжение регулятора напряжения, а также имеет различные функциональные кнопки, основное рабочее состояние (пуск при нуле), аварийную сигнализацию и состояние индикаторов. Система высокоточна, стабильна и надежна; соответствует действующим стандартам ГОСТ на измерительные системы. Изолирующие элементы выполнены из стеклоэпоксида, установлен делитель, которые обеспечивают гальваническую развязку между измерительной и высоковольтной частью; обеспечивается электробезопасность от попадания высокого напряжения на рабочее место оператора.

II. Функции системы управления

Система управления имеет режимы ручного и автоматического управления. После загрузки программы необходимо ввести параметры испытаний и выбрать ручной или автоматический режим. При выборе автоматического режима все операции и формирование отчета выполняются компьютером. В ручном режиме все операции выполняются оператором, затем формируется отчет. Система имеет простой интерфейс, который блокирует неиспользуемые функции во избежание сбоев в работе.

Основные функции системы управления:

- Управление главным выключателем
- Отображение состояния главного выключателя
- Управление регулятором напряжения: регулирование выходного напряжения согласно ГОСТ, изменение скорости в заданных пределах. Испытания на электрическую прочность можно проводить ступенчато, от начальных значений испытательного напряжения, через заданные интервалы напряжения, устанавливая значение времени испытания на каждой заданной ступени напряжения.
- Контроль состояния регулятора напряжения: контроль выходного напряжения, тока, контроль состояния концевых выключателей верхнего и нижнего пределов. Результат может быть выведен на дисплей.
- Контроль индуктивности реактора: регулирование индуктивности реактора с помощью сервопривода изменением воздушного зазора реактора. Скорость изменения зазора сердечника можно регулировать в заданных пределах.
- Контроль положения регулируемого зазора сердечника реактора: отображение и непрерывный контроль индуктивности воздушного зазора сердечника реактора и концевых выключателей.
- Автоматический заземлитель и отображение его состояния.
- Синхронное управление: в соответствии со значениями выходного напряжения и тока, регулируется воздушный зазор сердечника реактора для того, чтобы вся система находилась в состоянии резонанса; значения отображаются на экране.
- Защита от перегрузки по току: включает два уровня защиты. Один уровень защиты обеспечивает токовая отсечка, второй уровень защиты выполняется с помощью программного обеспечения. Токовая отсечка реализуется с помощью реле максимального тока, который срабатывает при превышении тока уставки. Программное обеспечение защищает установку с помощью контроля токов и при

превышении токовых значений выдает команду на отключение системы.

- Защита от перенапряжения: система управления и измерения автоматически снижает напряжение и отключает питание, когда напряжение выходит за заданные значения. Все данные отображаются на дисплее.

- Защита от короткого замыкания: система посылает сигнал на отключение питания в течение 10 мсек., при пробое объекта испытания или перекрытии.

- Кнопка аварийного отключения: для отключения питания вручную, при аварийной ситуации.

III. Функции измерительной системы

Измерительная система выполняет анализ, отображение, сохранение данных, преобразование аналоговых данных в натуральные значения. В системе применяется дискретизация с высокоскоростным преобразованием для получения и обработки данных с высокой точностью, надежностью и скоростью обмена данными.

Основные функции системы измерения

Аналоговый канал данных, дискретизация и скорость обмена приведены в таблице 1.

№	Аналоговый сигнал	Разрешение	Скорость обмена данными
1	Выходное напряжение	16 бит	100 кГц
2	Выходной ток	16 бит	100 кГц
3	Выходное напряжение трансформатора	16 бит	100 кГц
4	Выходное напряжение регулятора	16 бит	100 кГц
5	Выходной ток регулятора	16 бит	100 кГц

- Запись осциллограммы: запись и отображение напряжения и тока в течение 30 секунд до пробоя и отключения.

- Сохранение осциллограммы и изображения кривой изменения напряжения в формате BMP. Могут отображаться одновременно до 8 графиков, можно увеличивать, перемещать и т.д.

- Визуализация: показ точек напряжения и тока. Графики изменений $U(t)$, $I(t)$

IV. Аппаратные средства

Компьютер: промышленный компьютер, 21" LCD, процессор P4, жесткий диск 500 Гб, память 2 Гб.

Карта ввода/вывода: 16 бит, 8 каналов, скорость обмена 100 кГц.

Принтер: по выбору Заказчика.

Пульт управления: полностью экранирован, бесперебойный источник питания.

Разделительный трансформатор: 400 ВА, уровень изоляции ≥ 2 кВ

Модель микроконтроллера: количество выходов: 51, полностью экранирован.

Аналоговый разделитель сигналов с развязкой: 8 каналов, 250 кГц, 2400 В

8. Комплект поставки

№	Наименование	Количество
1.	Высоковольтный резонансный трансформатор с регулируемой индуктивностью и повышающим трансформатором-возбудителем РТВ-350/40	1
2.	Заземлитель выхода трансформатора электромеханический	1
3.	Шаровой разрядник для защиты выхода от перенапряжения	1
4.	Высоковольтный делитель напряжения ДН-40	1
5.	Высоковольтный блок выпрямленного напряжения -ИПТ-100 Опция	1
6.	Регулятор напряжения РНО-25/0.38/0-0.65	1
7.	Блок управления в составе <ul style="list-style-type: none">• Рубильник видимого разрыва• контактор,• дроссель токоограничивающий,• тиристорная схема защиты от КЗ• Цифровая автоматическая система управления и измерения	1
8.	Контейнер - корпус	1
9.	Ноутбук	1
10.	Принтер лазерный	1
11.	Кабель сетевой сверхгибкий 4x75 - 50 метров на барабане	1
12.	Провод рабочего заземления 6 мм ² - 50 метров на барабане (сверхгибкий, в прозрачной силиконовой оболочке)	1
13.	Провод защитного заземления 16 мм ² - 30 метров на барабане (сверхгибкий, в прозрачной силиконовой оболочке)	1
14.	Провод высоковольтный (сверхгибкий, силиконовая резина типа «LAPP kabel» Германия) – 250м.	1
15.	Стойки диэлектрические с опорами для ограждения установки	10
16.	Барабан со шнуром ограждения 100 метров	1
17.	Руководство по эксплуатации	1
18.	Метрологический аттестат на измерительное оборудование	1

Предоставляются все необходимые исходные данные для проектирования и монтажа на месте эксплуатации.

Метрологическая поверка проводится один раз в год.

Ремонтопригоден в условиях эксплуатации. Состоит из серийно выпускаемых изделий и имеется доступ ко всем частям установки.

Срок службы - 25 лет.



Высоковольтный отсек с резонансным трансформатором, делителем напряжения, шаровым разрядником и блоком выпрямленного напряжения



Вид сбоку корпуса- контейнера



Низковольтный отсек со шкафами питания, управления с контроллером MITSUBISHI



Шкаф регулятора напряжения автотрансформаторного с защитами от КЗ и перенапряжений АВВ



**Разъемы для подключения питания, ноутбука
для автоматического управления**



**Сигнальная лампа при проведении
высоковольтных испытаний**