



## **Установка испытания генератора и шинпровода повышенным напряжением переменного и выпрямленного тока УИГ-800-35/70-100**

### **Введение**

Компания является профессиональным производителем высоковольтного испытательного оборудования и имеет высокую репутацию качества и надежности своей продукции благодаря огромному опыту конструкторской разработки и производства. Компания 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/постоянного тока является высоковольтный реактор с переменной регулируемой индуктивностью и трансформатор-возбудитель малой мощности. Высоковольтный реактор 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, на месте эксплуатации, после монтажа, перед включением для периодических и профилактических испытаний согласно РД\_34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования", ГОСТ-1516, ГОСТ-Р-55195. Испытания проводятся приложенным напряжением промышленной частоты и выпрямленным напряжением с контролем тока утечки.

### **Состав системы:**

1. РРВ-800/70	Высоковольтный реактор с регулируемой индуктивностью и трансформатором-возбудителем
2. ФПВ-70	Высоковольтный фильтр помех (также емкостный делитель напряжения)
3. РНО-50/0.38/0-0.65	Регулятор напряжения (с воздушным переключателем внутри)
4. ФПН-50/0.6	Низковольтный фильтр
5. ВВ-100	Высоковольтный выпрямитель
6. ФК-1/60	Фильтр-конденсатор
7. ЦАСИ-2000	Цифровая автоматическая система управления и измерения
8. Высоковольтный кабель длиной 10 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-800/35/70-100

Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	Однофазная система
Номинальная входная мощность:	45 кВА
Номинальное входное напряжение:	380 В (фаза-фаза)
Номинальный входной ток:	118.4 А
Номинальная выходная мощность:	800 кВА
Номинальное выходное напряжение (переменного тока в режиме испытания обмотки статора):	35 кВ
Номинальное выходное напряжение (переменного тока в режиме испытания шинпровода):	70 кВ
Номинальное выходное напряжение (постоянного тока):	100 кВ
Коэффициент пульсаций (постоянный ток):	<3%
Номинальный выходной ток (переменный):	22.85 А
Номинальный выходной ток (постоянный)	0.45 А
Диапазон нагрузки:	0.01-2.5 мкФ (при основной нагрузке 10 нФ)
Уровень частичных разрядов:	≤ 5 пКл
Коэффициент нелинейных искажений:	<3%
Добротность системы:	>10
Диапазон регулирования индуктивности:	>1:20
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
Вес:	6500 кг
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа. Температура перегрева обмоток трансформатора ≤65С, температура перегрева масла ≤55С.

## 1. Высоковольтный реактор с переменной регулируемой индуктивностью:

### Модель: РРВ-800/70

Конструкция:	Бакового типа, маслonaполненный, естественное охлаждение, с регулируемой индуктивностью, с высоковольтным вводом, со встроенным трансформатором-возбудителем
Номинальная входная мощность:	45 кВА
Номинальное входное напряжение:	0.38 кВ
Номинальный входной ток:	118.4 А
Номинальная выходная мощность:	800 кВА
Номинальное выходное напряжение:	70 кВ
Номинальный выходной ток:	11.4 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. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа. Температура перегрева обмоток трансформатора $\leq 65^{\circ}\text{C}$ , температура перегрева масла $\leq 55^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Высоковольтный фильтр помех (также емкостный делитель напряжения)

### Модель: ФПВ-70

Номинальное напряжение:	70 кВ
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная емкость:	5 нФ + 5 нФ
Погрешность измерения:	$\leq \pm 1\%$
Коэффициент деления:	400:1
Полоса подавления помех:	10 кГц-300 кГц $\geq 30$ дБ
Уровень частичных разрядов:	<5 пКл
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа.

**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  $\pi$ -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.

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. Высоковольтный конденсатор связи применяется для измерения уровня частичных разрядов.

### **Составные части высоковольтного фильтра помех ФПВ-70:**

#### **Высоковольтный конденсатор связи**

##### **Модель: КСВ-5000/70**

Количество:	2 шт.
Номинальное напряжение:	70 кВ
Номинальная емкость:	5 нФ
Номинальная частота:	50 Гц
Фоновый частичный разряд при $U_{ном.}=43кВ$ :	$\leq 5$ пКл

#### **Индуктивность изолированная**

##### **Модель: ИИ -100/6**

Количество:	2 шт.
Номинальная индуктивность:	100 мГн
Номинальный ток:	30 А
Режим работы:	непрерывный
Фоновый частичный разряд при $U_n=18кВ$ :	$\leq 5$ пКл

### **3. Регулятор напряжения**

#### **Модель: РНО-45/0.38/0~0.65**

Конструкция:	Колонковый, сухой, с естественным охлаждением
Номинальное входное напряжение:	0.38 кВ
Номинальное выходное напряжение:	0-0.65 кВ (плавное регулирование)
Номинальная мощность:	45 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:	При 100% $U_{ном.}$ , $I_{ном.}$ работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% $U_{ном.}$ , $I_{ном.}$ непрерывная работа.

Скорость регулирования напряжения задается сервоприводом постоянного тока 220 В.

---

#### 4. Низковольтный фильтр помех

##### Модель: ФПН-50/0.6

Номинальная мощность:	50 кВА
Номинальное напряжение:	0.6 Гц
Номинальный ток:	84.8 А
Полоса подавления помех:	100 кГц~500кГц>60 дБ
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа.

#### 5. Высоковольтный выпрямитель

##### Модель: ВВ-100

Номинальное пиковое напряжение:	100 кВ
Номинальный ток:	1 А
Максимальный ток:	10 А
Максимальный импульсный ток:	100 А
Режим работы:	При 100% Уном., Ином. работа в течение 1 часа, 8 циклов в день. При 80% Уном., Ином. непрерывная работа.

#### 6. Фильтр-конденсатор

##### Модель: ФК-1/60

Номинальное напряжение постоянного тока:	60 кВ
Номинальная емкость:	1 мкФ
Коэффициент диэлектрических потерь (tgδ):	<0.1%
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, кривые зависимости тока и напряжения от времени, изменение выходного синусоидального напряжения, выходной ток и напряжение регулятора напряжения, а также имеет различные функциональные кнопки, основное рабочее состояние, 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  $\geq 2$  кВ

Модель микроконтроллера: количество выходов: 51, полностью экранирован.

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

## 8. Комплектность поставки

№	Наименование	Количество
1.	Высоковольтный резонансный реактор с регулируемой индуктивностью и повышающим трансформатором-возбудителем РРВ-800/70	1
2.	Заземлитель выхода трансформатора электромеханический	1
3.	Заземлитель разрядный на выходе выпрямителя (емкостная нагрузка 2,5мкФ)	
4.	Шаровой разрядник для защиты выхода от перенапряжения	1
5.	Высоковольтный выпрямитель-ВВ-100	1
6.	Высоковольтный делитель напряжения ДН-100	1
7.	Регулятор напряжения (с воздушным переключателем внутри) РН-50/0.38/0-0.65	1

8.	Блок управления в составе <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рубильник видимого разрыва</li> <li>• контактор,</li> <li>• дроссель токоограничивающий,</li> <li>• тиристорная схема защиты от КЗ</li> <li>• Цифровая автоматическая система управления и измерения</li> </ul>	1
9.	Низковольтный фильтр ФПН-50/0.6	1
10.	Корпус установки	1
11.	Ноутбук	1
12.	Принтер лазерный	1
13.	Кабель сетевой сверхгибкий OLFLEX 4x75 - 50 метров на барабане	1
14.	Провод рабочего заземления 6 мм <sup>2</sup> - 50 метров на барабане (сверхгибкий, в прозрачной силиконовой оболочке «LAPP kabel» Германия)	1
15.	Провод защитного заземления 16 мм <sup>2</sup> - 30 метров на барабане (сверхгибкий, в прозрачной силиконовой оболочке типа «LAPP kabel» Германия)	1
16.	Провод высоковольтный (сверхгибкий, силиконовая резина типа «LAPP kabel» Германия) – 250м.	1
17.	Стойки диэлектрические с опорами для ограждения установки	10
18.	Барабан со шнуром ограждения 100 метров	1
19.	Руководство по эксплуатации	1
20.	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.**





