

## Испытательная система приложенным напряжением ИСПН-1600/400

### 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.

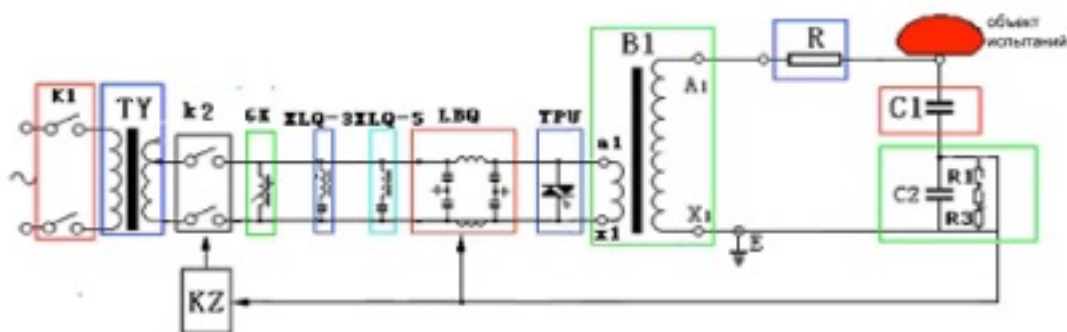
### Область применения

Испытательная система на переменном напряжении предназначена для заводских испытаний объектов со средней емкостью, для испытаний, требующих стабильного напряжения, даже в случаях изменения нагрузки в ходе испытаний (интенсивный коронный разряд, испытания во влажной и загрязненной среде), или в случаях индуктивного характера нагрузки (индуктивные трансформаторы напряжения). Возможность каскадного соединения нескольких таких трансформаторов с вертикальной компоновкой позволяет получать очень высокие напряжения при относительно небольшой занимаемой площади.

### Состав системы:

1. ИТ-1600/400	Испытательный трансформатор
2. РН-500/0.38/0-3.3	Регулятор напряжения
3. ДНУ-400/400	Емкостной делитель напряжения (также конденсатор связи)
4. РД-500-4/1	Демпфирующий резистор
5. ФПН-1600/3	Силовой фильтр помех
6. ШРН-12-0.38	Низковольтный распределительный шкаф первичных переключений
7. ШРН-12-3	Распределительный шкаф вторичных переключений среднего напряжения
8. РК-1200/3	Компенсирующий реактор
9. АСУ-2000	Автоматическая цифровая система управления и измерения
10. Высоковольтный кабель (10 метров), основной кабель управления, измерительный и силовой кабель	

### Конструкция



K1 K2: распределительный шкаф ШРН  
 TY: регулятор напряжения РН  
 LBQ: фильтр подавления помех ФПН  
 GK: компенсирующий реактор РК  
 TPU: быстродействующее устройство защиты от перенапряжения БУВ  
 C1.C2: емкостной делитель напряжения и конденсатор связи ДНУ  
 B1: испытательный трансформатор ИТ  
 R: демпфирующий резистор РД  
 KZ: система управления АСУ

### Условия эксплуатации оборудования

Высота над уровнем моря	≤ 1000 м
Рабочая температура высоковольтных компонентов	-5 °С ÷ +40°С
Относительная влажность воздуха в основном зале	< 90% (при 20°С, без конденсации)
Максимальные суточные колебания температуры	< 25°С
Эксплуатация оборудования	в помещении
Отсутствие токопроводящей пыли	
Отсутствие угрозы пожароопасности и взрывоопасности	
Не включать в случае утечки элегаза	
Форма переменного напряжения питания должна быть синусоидальной с коэффициентом нелинейных искажений < 3%	
Должно быть обеспечено надежное заземление с сопротивлением цепи заземления < 0,5 Ом	
Фоновый частичный разряд	< 5 пКл

### Технические характеристики основных элементов испытательной системы ИСПН

#### 1. Модель: ИТ-1600/400

Конструктивное исполнение:	Маслонаполненная, цилиндрической формы
Количество фаз:	Однофазный
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная мощность:	1600 кВА
Номинальное напряжение:	Входное: 3 кВ Выходное: 1600 кВ
Номинальный ток:	Входной: 533 кВ Выходной: 4 А
Коэффициент диэлектрических потерь (tgδ):	< 0.3%

Допустимая токовая перегрузка:	При 120% $I_{ном}$ в течение 180 секунд
Допустимое перенапряжение:	При 110% $U_{ном}$ в течение 60 секунд
Напряжение короткого замыкания:	< 8%
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года. Температура перегрева обмоток трансформатора $\leq 55^{\circ}C$ , температура перегрева масла $\leq 35^{\circ}C$
Уровень частичных разрядов:	$\leq 5$ пКл

## 2. Регулятор напряжения

### Модель: РН-500/0.38/0 ~ 3.3

Конструктивное исполнение:	Маслонаполненный, колонковый, регулирование сервоприводом постоянного тока 220 В
Количество фаз:	Однофазный
Номинальная частота:	50 Гц
Способ охлаждения:	естественное масляное/естественное воздушное охлаждение
Способ регулирования напряжения:	Сервоприводом
Номинальная мощность:	500 кВА
Номинальное напряжение:	Входное: 0.38 кВ Выходное: 0-3.3 кВ
Номинальный ток:	Входной: 1315 А Выходной ток: 166 А
Напряжение короткого замыкания:	$\leq 8\%$
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года. Температура перегрева обмоток трансформатора $\leq 55^{\circ}C$ , температура перегрева масла $\leq 35^{\circ}C$
Уровень частичных разрядов:	$\leq 5$ пКл

## 3. Емкостной делитель напряжения (также разделительный конденсатор)

### Модель: ДНУ-400/400

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная емкость:	400 пФ
Номинальное напряжение:	400 кВ
Коэффициент деления:	2000:1
Коэффициент диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ):	$\leq 0.2\%$
Уровень частичных разрядов:	$\leq 5$ пКл
Погрешность измерений:	$\leq \pm 1\%$
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года.

#### 4. Демпфирующий резистор

Модель: РД-400-4/1

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	400 кВ
Номинальный ток:	4 А
Номинальное сопротивление:	1 кОм
Класс изоляции по нагревостойкости:	F (155°C)
Уровень частичных разрядов:	≤5 пКл
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года.
Перегрев:	При 100% $I_{ном}$ непрерывная работа, температура перегрева < 125С.

#### 5. Силовой фильтр помех

Модель: ФПН-1600/3

Номинальное напряжение:	3 кВ
Номинальная мощность:	1600 кВА
Номинальный ток:	533.3А
Номинальная частота:	50 Гц
Полоса подавления помех:	≥40 дБ в частотном диапазоне 10 кГц ~ 100 кГц ≥ 60 дБ в частотном диапазоне 100 кГц ~ 2 МГц
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года.

#### 6. Низковольтный распределительный шкаф первичных переключений (вход регулятора)

Модель: ШРН-12-0.38

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	0.38 кВ
Номинальный ток:	1500 А
Степень защиты:	IP 22

Распределительный шкаф первичных переключений оборудован устройством повторного включения. Он представляет собой стандартный распределительный шкаф, соответствующий требованиям ГОСТ. Каркас и панели изготовлены из оцинкованной стали. В шкафу установлены вакуумный контактор, высоковольтные предохранители, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, устройство повторного включения с ограничителем перенапряжения и защитой от перегрузок и токов короткого замыкания производства АВВ.

#### 7. Распределительный шкаф вторичных переключений среднего напряжения (выход регулятора)

Модель: ШРН-12

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	3 кВ
Номинальный ток:	630 А
Степень защиты:	IP 22

Распределительный шкаф первичных переключений оборудован устройством повторного включения. Он представляет собой стандартный распределительный шкаф, соответствующий требованиям ГОСТ. Каркас и панели изготовлены из оцинкованной стали. В шкафу установлены вакуумный контактор, высоковольтные предохранители, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока, устройство повторного включения с ограничителем перенапряжения и защитой от перегрузок и токов короткого замыкания производства АВВ.

## 8. Компенсирующий реактор

Модель: РК-1200/3

Конструктивное исполнение:	Маслонаполненный, баковый, механическое переключение отводов
Номинальная мощность:	100 квар -1200 квар (8 отводов)
Номинальное напряжение:	3 кВ
Номинальный ток:	400 А
Номинальная частота:	50 Гц
Температура перегрева:	<45 С
Уровень шума:	<65 дБ
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$ , $I_{ном}$ непрерывная работа в течение 1 года.

## 9. Автоматическая цифровая система управления и измерения

Модель: АСУ-2000 (автоматическая)

### Функции системы управления:

- Ручное и автоматическое управление
- Точность измерений: уровень 1 (высоковольтная измерительная часть).
- Защита от перенапряжения и токовой перегрузки.
- Установка времени испытаний приложенным напряжением
- Автоматическое повышение напряжения соответствует требованиям ГОСТ; скорость повышения напряжения управляется автоматически. Скорость повышения напряжения задается высокой до достижения 75% испытательного напряжения, после этого напряжение повышается со скоростью 2 % в секунду.

### Функции системы измерения и анализа

Основные функции цифровой системы измерения и анализа высоковольтного переменного напряжения соответствуют ГОСТ, устанавливающих требования к измерениям переменного напряжения. Эта система может записывать форму испытательного напряжения, анализировать параметры измеренного напряжения, формировать отчеты и т.д.

Программное обеспечение основывается на виртуальном отображении измерительной системы. Применяется для контроля испытательного переменного напряжения, для измерения амплитуды напряжения среднеквадратичного значения, для расчета гармонических составляющих напряжения (анализ с 1 по 40 гармоник), для расчета коэффициента нелинейных искажений и др.

### Аппаратная часть системы измерения

Промышленный компьютер, ЦП серии CPU, оперативная память 2 Гб, жесткий диск 500 Гб или конфигурация согласно требованиям Заказчика.

Плата сбора данных, с полной оптоэлектронной развязкой

Разделительный трансформатор, система защиты

Лазерный принтер HP с портами LPT и USB

Экранированный шкаф, резервная память и другие устройства

Разрешение АЦП:	16 бит
Время опроса АЦП:	$\leq 10$ мкс
Дискретность:	100 кГц/с

---

Время переключения каналов:  $\leq 5$  мкс

Общая системная погрешность:  $\leq 0,2\%$

---

### **Программное обеспечение системы измерения**

Измерительная система использует концепцию виртуальных приборов путем замены аппаратной приборной панели на программную панель для выполнения установок параметров измерительной системы, анализа формы сигналов, регистрации значений напряжения, печати протоколов испытаний и т.д. Реализуется принцип "прибор в программе". Значения измеренного напряжения отображаются в реальном масштабе времени; анализ содержания гармоник и искажений формы сигнала, регистрация значений напряжения и времени выдержки под напряжением.

Некоторые сигналы переходных процессов формируются на этапе выдержки под напряжением или при поверхностном пробое объектов испытаний. Можно сохранять данные формы сигналов в графических файлах и в файлах данных, которые используются для формирования протоколов испытаний и анализа гармоник.

После испытания можно построить график зависимости напряжения от времени для анализа испытаний. Сохраненные документы можно обрабатывать и анализировать в режиме off-line через окно контроля испытательного напряжения.

### **Функции анализа данных**

Запись сигнала испытательного напряжения:

Измерительное программное обеспечение может записывать данные испытаний и формировать файлы данных, которые сохраняются в назначенной директории.

Цифровой фильтр:

Применяется многоточечное сглаживание, цифровые окна, адаптивные фильтры и т.д. для эффективного подавления внешних помех и защиты оборудования.

Анализ испытательного напряжения:

Расчет текущего значения испытательного напряжения и пикового напряжения в реальном масштабе времени, отслеживание графика изменения испытательного напряжения.

Регистрация и анализ сигналов переходных процессов:

На основе различных программ испытаний – установка параметров определенных типов записи и анализа сигналов переходных процессов. Расчет таких значений, как пиковое напряжение, градиент напряжения, длительность, минимальное значение, антипиковое значение и т.д.

Анализ гармоник испытательного напряжения:

При низком испытательном напряжении возникает высокое содержание гармоник из-за малого насыщения магнитного сердечника. ГОСТ регламентирует содержание гармоник в испытательном напряжении. Поэтому необходимо контролировать содержание гармоник в ходе испытаний.

Формирование и печать протоколов испытаний:

Имеются шаблоны, учитывающие специфику испытаний, печать протоколов испытаний и сигналов испытательных напряжений.

Прочие функции анализа данных:

На основе различных программ испытаний возможно расширять функции обработки данных, которые требуются пользователю.

Передвижная элегазовая испытательная установка изготавливается в соответствии с требованиями стандартов РФ. Вся документация и программное обеспечение выполнена на русском языке.

Проводится метрологическая поверка и помощь при аттестации в Ростехнадзоре.

Гарантийное и сервисное обслуживание в течении срока службы оборудования. Бесплатное обновление программных продуктов.