

**Резонансная испытательная система передвижная  
с подстраиваемой частотой 20-300Гц для испытания КРУЭ,  
токопроводов и кабельных линий  
РИСпч-24000кВА/750кВ.ЦАЕИ**

Новочеркасск 2024

## 1. 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.

## 2. Описание:

Резонансная испытательная система с подстраиваемой частотой предназначена для испытания электрической прочности изоляции КРУЭ, токопроводов и кабельных линий класса напряжения до 500кВ и другого электрооборудования с большой электрической емкостью. Все технические характеристики соответствуют ГОСТ-55195, ГОСТ-1516, ГОСТ-Р-54828-2011, СТО ФСК ЕЭС 56947007-29.240.35.184, МЭК 60060.

Элементы высоковольтной испытательной системы и электрическая емкость КРУЭ образуют колебательный контур собственной частоты. 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 РИСпч в автоматическом режиме настраивается на 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 испытания электрической прочности изоляции приложенным напряжением и измерения уровня частичных разрядов.



## 3. Область применения:

- Испытания электрической прочности изоляции КРУЭ, кабельных вставок, кабельных линий, токопроводов класса напряжения до 500кВ, в полевых условиях.
- Испытания электрической прочности изоляции выключателей.
- Испытания изоляции электрооборудования, имеющего большую емкость.
- Измерение уровня частичных разрядов ЧР.
- Измерение электрической емкости объектов (С) и коэффициента диэлектрических потерь (tgδ).

## 4. Основные конструктивные особенности и характеристики:

- Резонансная испытательная система предназначена для испытаний КРУЭ, кабельных вставок, кабельных линий, токопроводов класса напряжения до 500кВ, в полевых условиях в сухую погоду с частой транспортировкой;
- Реактор маслonaполненный с естественным воздушным охлаждением;
- Является компактной системой с прочной конструкцией. Система монтируется в 40-футовый контейнер на полуприцепе, пульт управления устанавливается в 10-футовый контейнер;
- Имеет низкий уровень собственных частичных разрядов <5 пКл;

- Диапазон частот соответствует ГОСТ-Р-55195 регулируется в пределах 20Гц-300Гц;
- Малое потребление энергии, добротность системы >60;
- Линейная характеристика индуктивности реактора, низкий уровень шума;
- Современная система управления с полной автоматизацией процессов испытания и измерения, простой интерфейс с сохранением результатов измерений и выводом протоколов испытаний на печать;
- Современная система защиты РИСпч и объекта испытаний;
- Все элементы установлены в одной конструкции, для высоковольтного вывода необходимо малое безопасное расстояние.

## 5. Технические характеристики резонансной испытательной системы РИСпч

Модель: РИСпч -24000кВА/750кВ.ЦАЕИ

Параметр	Значение		
Номинальное входное напряжение:	380V±10%		
Номинальный входной ток:	1052.63А		
Номинальная входная мощность:	400 кВА		
Номинальная входная частота:	50 Гц		
Номинальная выходная мощность:	24000кВА (Зпоследовательно)	16000кВА (2 в параллель)	24000кВА (3 в параллель)
Номинальный выходное напряжение:	750кВ	500кВ	250кВ
Номинальный выходной ток:	32А	32А	96А
Емкость нагрузки (при 50Гц):	30.15нФ	120.6нФ	60.31нФ
Количество фаз на выходе:	1		
Точность регулирования напряжения	1.0%		
Номинальная выходная частота:	20-300 Гц		
Шаг регулирования частоты:	0.02 Гц		
Стабильность частоты:	≤0.05%		
Мощность источника питания:	100 кВА		
Уровень шума:	≤75 дБ		
Форма выходного напряжения:	синусоидальная		
Коэффициент нелинейных искажений:	<1%		
Испытательное напряжение:	При Уном 1.1 в течение 1 мин.		
Добротность системы:	□60		
Уровень частичных разрядов:	ЧР≤10.0пКл @750кВ; ЧР≤2.0пКл@500кВ		
Режим работы:	180мин работа, 30мин останов		
Условия эксплуатации	На открытом воздухе		

## 6. Условия эксплуатации испытательной системы

Параметр	Значение
Высота над уровнем моря:	≤ 1000 м
Рабочая температура высоковольтных компонентов:	-5 °С - +45°С
Эксплуатация оборудования:	Внутри/снаружи, в сухую погоду
Сейсмостойкость:	≤7.5
Сопротивление цепи заземления:	≤0,5 Ом

Коэффициент нелинейных искажений:	≤3%
Окружающая среда	Без токопроводящей пыли, без воздушных смесей приводящих к коррозии
Время подготовки к работы	90 минут

## 7. Состав системы:

№	Модель	Наименование	Описание	Кол-во
1.	РРВ-8000/250	Реактор резонансный высоковольтный	250 кВ, 8000кВА, 5 А, 20-300 Гц, реактор в корпусе цилиндрической формы, маслonaполненный, с естественным воздушным охлаждением	2
2.	ПЧ-400/0.4/0-0.4ЧР	Источник питания с регулируемым напряжением/ частотой без фоновых ЧР	400 кВА, вход: 0.4 кВ/50 Гц/ трехфазный, выход: 0-0.4 кВ/20-300 Гц/ двухфазный, с принудительным воздушным охлаждением	1
3.	ТВ-400/0.4/0.3/0.35/0.4	Трансформатор-возбудитель	400 кВА, 20-300 Гц, вход:380В, выход: 300В, 350В, 400В, маслonaполненный, с естественным воздушным охлаждением	1
4.	ДН-750/1	Делитель напряжения емкостный высоковольтный	750 кВ, 1нФ, 20-300 Гц, tgδ: 1x10 <sup>-4</sup> , коэффициент деления: 8000:1	1
5	И-10/50мГн	Индуктивность ВВ фильтра помех	100А, 20-300 Гц, 50мГн	2
6	ФПН-400/0.4-2	Фильтр помех низковольтный (выход электронного источника питания)	400 кВА, 20-300 Гц, двухфазный, 0.4 кВ, 14 кГц-1 МГц □60 дБ;	1
7	ТИ-400/0.4/0,4	Трансформатор изолирующий	400кВА 0.4кВ/0.4кВ	1
8	АСУИ-2000РИСпч	Автоматическая система управления и измерения	ПЛК Siemens, промышленный компьютер. Программное обеспечение НПП Электромаш	1
9	Полуприцеп (опция)	40-футовый контейнер на полуприцепе	40 футов, 12.5*2.5*1.55 м, макс. Грузоподъемность 25 т	1
10	КПУ-10	Контейнер пульта управления	10 футов, 2.99*2.43*2.59 м, с кондиционером, со шкафом для инструмента, двери, окна, освещение, промышленная панель управления;	1
11	ИЧРц	Измеритель частичных разрядов цифровой	200 МГц-2ГГц, датчик КРУ	1
Дополнительные устройства и элементы		Некоронирующий высоковольтный кабель 400 мм (25 м), силовой кабель 35 мм <sup>2</sup> (150 м), измерительный кабель с двойным экраном (30 м), кабель управления с экраном (20м), заземляющий кабель (50 м), заземлитель ручной (2 м)		

### Требования к источнику питания:

Источник питания 1: 0.4 кВ/50 Гц/трехфазный/400 кВА

## 8. Технические характеристики компонентов резонансной испытательной системы

### 8.1. Резонансный реактор высоковольтный РРВ-8000/250 -3 шт

Параметр	Значение
Номинальное напряжение:	250 кВ
Номинальный ток:	32 А
Номинальная мощность:	8000 кВА
Индуктивность:	62.2 Гн ( $\pm 10\%$ )
Рабочая частота:	20~300 Гц
Рабочий цикл:	180мин работа, 30мин останов
Уровень изоляции:	1.2Ун/1мин
Повышение температуры:	$\leq 65\text{K}$
Размеры:	$\Phi 1800\text{мм} \times 2600\text{мм(В)}$
Масса:	14500кг
Сердечника с воздушным зазором. Обмотка из медного провода. Корпус из стеклоэпоксидного цилиндра, маслonaполненный с естественным воздушным охлаждением с расширителем. Верхняя и нижняя крышка и фланец из немагнитного материала (алюминиевый сплав)	

### 8.2. Источник питания с регулируемым напряжением/ частотой без фоновых ЧР ПЧ-400/0.4/0-0.4.ЧР

Параметр	Значение
Питание:	3 фазы 380В $\pm 10\%$ 50Гц
Номинальная выходная мощность:	400 кВт
Диапазон регулирования частоты:	20-300 Гц
Выходное напряжение фиксируется, при регулировании частоты в соответствии с заданным значением	
Разрешение при регулировке частоты:	0.01 Гц
Нестабильность частоты:	$\leq 0.1\%$ (в течении 10 минут)
Номинальное выходное напряжение:	0~350В однофазное регулируемое
Нестабильность выходного напряжения:	$\leq 1\%$ (при нестабильности входного напряжения $< 2\%$ )
Номинальный выходной ток:	1142.85 А
Класс изоляции:	$\square 3\text{кВ/АС}$
Уровень ЧР:	$< 10.0\text{пКл}$
Рабочий цикл:	180мин работа, 30мин останов

Охлаждение:	Воздушное принудительное
Уровень шума:	<85дБ
Размеры:	Д (1900 мм) ×Ш (900 мм) × В (2100 мм)
Вес:	2100 кг

Выходное напряжение  $\leq 0,5$  В, когда ПЧ-400/0.4/0-0.4ЧР подключен к источнику питания, но нагрузка отсутствует.

Источник питания ПЧ-400/0.4/0-0.4ЧР помехоустойчив к электрическим полям, но необходимо убедиться в точности измерений и проверять защиты. Напряжение питания должно быть синусоидальным без гармоник.

Защита нулевого положения.

Защита от отключения питания.

Защита от неправильной настройки.

Во время настройки резонанса, когда резонансная точка найдена, напряжение на стороне ВН может быть увеличено до 60 кВ в течение 10 секунд.

### 8.3. Автоматическая система управления и измерения АСУИ-2000.РИСпч

Основные функции:

Вывод на дисплей: входное напряжение и ток, выходное напряжение, ток, частота, температура компонентов, температура воздуха; форма выходного напряжения источника питания ПЧ-400/0.4/0-0.4ЧР, ток высокого напряжения, выходное высокое напряжение, дата и время, время обратного отсчета испытания, коэффициент деления ДН, значение перенапряжения, сообщения о неисправности и т. д.

Задание испытательного напряжения и времени испытаний.

Задание уровня защиты от перенапряжения и сверхтока.

Функция защиты от разряда цепи.

Переключение ручная-автоматическая настройка/повышение напряжения..

Кнопка грубой и точной регулировки напряжения (можно установить скорость регулировки напряжения)

Кнопка грубой и точной регулировки частоты (можно установить скорость регулировки)

Автоматическая установка чередования фаз и автоматический выбор направления вращения вентилятора охлаждения.

Время испытания может быть установлено ступенчато, диапазон времени одной ступни составляет 0-99 минут, точность измерения времени составляет 0,1 секунды, система будет сигнализировать оператору об окончании каждой ступени; в конце последней ступени напряжение автоматически возвращается в нулевое положение.

Настройка: автоматическая настройка по температуре, индуктивности, емкости, потерям, сопротивлению и другим параметрам. После нахождения резонансной точки напряжение на стороне ВН может достигать 100 кВ в течение 0,5 с.

Когда испытание остановлено оператором или сработала защита, необходимо записать пробивное напряжение/ток.

Ограничение выходной реактивной мощности и аварийный сигнал.

Ток короткого замыкания будет разряжен при пробоя.

Индикация неисправностей.

#### 8.4. Трансформатор-возбудитель ТВ-400/0.4/ 0.3/0.35/0.

Трансформатор-возбудитель состоит из катушки НН и катушки ВН с ответвлениями. Между НН и ВН, НН и сердечником имеется электростатический экран. Между НН и ВН нет гальванической связи. Трансформатор однофазный, маслонаполненный, с естественным охлаждением.

Параметр	Значение		
Номинальная мощность:	400 кВА		
Номинальное напряжение обмотки НН:	350 В	400 В	450 В
Максимальный входной ток:	1142.85А		
Номинальное выходное напряжение:	4.16 кВ	8.33 кВ	12.5 кВ
Номинальный выходной ток:	96 А	48 А	32 А
Частота:	20~300Hz		
Уровень изоляции:	НН относительно земли 5кВ/1мин		
	ВН относительно земли 10кВ/1мин		
Импеданс	≤10%		
Уровень шума	≤60дБ		
Метод охлаждения:	Масляное, естественное		
Рабочий цикл:	180мин работа, 30мин останов		
Через 180 минут работы температура обмотки не должна превышать 65К; температура масла верхнего уровня <55К.			
Имеется датчик температуры масла и индикатор уровня масла. Имеется рымболт для перемещения. Трансформатор выдерживает перевозку обычным железнодорожным и автомобильным транспортом.			
Размеры	Д(1250мм)×Ш(1000мм)+ввод 600мм×В(1650мм)		
Вес:	2800 кг		

#### 8.5. Делитель напряжения емкостный высоковольтный ДН-750/1

Параметр	Значение
Номинальное напряжение:	750кВ
Номинальная емкость ВВ плеча:	1.0нФ(± 10%)
Точность измерения напряжения	< 1.0%

Коэффициент деления:	8000: 1
Размеры:	~Φ270× 6500мм (В)
Размер рамы:	~ 3000мм×3000мм
Вес:	900кг

#### 8.6. Трансформатор изолирующий ТИ-400/0.4/0,4

Параметр	Значение
Номинальная мощность:	400 кВА
Вход:	380В, 50Гц
Выход	380В, 50Гц
Рабочий цикл:	180мин работа, 30мин останов
Затухание:	15кГц- 1МГц ≥10дБ
Размеры:	1250мм×800мм×970мм
Масса	~2500кг

#### 8.7. Фильтр помех низковольтный (на выходе источника питания) ФПН-400/0.4-2

Параметр	Значение
Номинальное напряжение:	350В, 50Гц
Номинальный ток:	1142.85А
Затухание:	□20дБ
Полоса пропускания:	20~1МГц
Вносимые потери:	< 2%