

# Лабораторная работа № 1

## Изучение стендов для сборки и настройки пускозащитной аппаратуры

**Цель работы:** изучить назначение, краткие технические данные, устройство и принцип работы стендов 70-7980-2203У3 и МИИСП. Получить навыки работы по настройке пускозащитной аппаратуры.

### Краткие теоретические сведения

#### Назначение стенда

Стенд для сборки и настройки пускозащитной аппаратуры предназначен для настройки:

- магнитных пускателей типа ПМЛ, ПМА; реле типа РП, РПУ, РПЛ на номинальное напряжение включения и отключения, а также на время срабатывания;
- тепловых реле типа РТЛ, ТРН, РТТ силой тока до 100 А на время срабатывания, несрабатывания и возврата;
- реле времени РВП на диапазон выдержки и приставок ПВЛ;
- калибровки плавких вставок однополюсных предохранителей напряжением до 1000В.

#### Технические данные

Тип стенда	стационарный
Напряжение питающей сети, В	220 (+22, -33)
Максимальная мощность потребления энергии от сети при наибольшей нагрузке при изменении одного параметра, кВт, не более	2
Напряжение на клеммах источника дискретного напряжения переменного тока, В	12, 24, 42, 110 220, 380
Регулируемое напряжение переменного тока на клеммах, В	0–380
Сила тока источника постоянного регулируемого тока, А	0–100
Напряжение на клеммах источника постоянного регулируемого напряжения при токе до 1А, В	0–220
Сила тока источника переменного регулируемого тока, А	0–50 (0–20) 0–100 0–300

#### Устройство и работа

Стенд – сборная конструкция, состоящая из электроблока и стола. В состав электроблока входит измеритель параметров реле цифровой Ф291. Электроблок конструктивно выполнен в виде короба с передней панелью, съемной задней частью (стенкой), с внутренней панелью трансформаторов

и панелью клемм подключения испытуемого оборудования. Все элементы снабжены соответствующими инструкционными табличками.

Электроблок (рисунок 1) оборудован:

- силовыми трансформаторами TV1–TV4;
- регулируемым трансформатором TV5;
- аппаратами управления S1–S9;
- измерительными приборами PA1–PA4, PV1–PV3 и PT1;
- клеммами подключения нагрузок x1–x16;
- розетками xS2 и xS3 на напряжение 220 В 50 Гц и розеткой xS1 на напряжение 24 В, выпрямительными диодами V1 и V2.

Защита от коротких замыканий осуществляется предохранителями F1–F5.

В первичной цепи, которая включается в сеть 220 В с помощью автоматического выключателя QF1, расположенного на правой боковой стенке стенда, установлен автотрансформатор TV5.

Вторичная цепь включает в себя ряд источников постоянного и переменного тока и напряжения постоянного и переменного тока.

#### **Источник дискретного напряжения переменного тока**

Включает тумблер S1, предохранитель F1 “3 А”, трансформатор TV1, переключатель S8, выходные клеммы x1, x2 (~12–380 В).

Первичная обмотка трансформатора TV1 подключается к сети 220 В.

Получение дискретных напряжений переменного тока на клеммах x1 и x2 (~12–380 В) производится выбором соответствующего отвода вторичной обмотки трансформатора переключателем S8.

Клеммы x1, x2 и предохранитель F1 “3А”, тумблер S1 расположены соответственно ниже и выше инструкционной таблички “~12–380 В”.

#### **Источник переменного регулируемого тока**

Состоит из тумблера S2, предохранителя F4 “5 А”, трансформатора TV2, трансформаторов ТА1–ТА3, переключателя S9 [~5 А; (~50 (20) А, 100 А); ~300 А], амперметра PA1 “~0–5 А”, выходных клемм x12 “—○\*”, а также x3 “~5 А”, x13 “~300 А”, x15 “~100 А”, x16 “~50 А (20 А)”.

Измерение нагрузочного тока производится амперметром PA1 “~0–5 А”. Расширение пределов показаний до 300 А дискретно – осуществляется с помощью трансформаторов ТА1–ТА3. выбор предела измерения амперметра PA1 производится переключателем S9.

Ток нагрузки на клеммах x12, x3, x13, x15, x16 плавно регулируется изменением напряжения на первичной обмотке нагрузочного трансформатора TV2 с помощью регулируемого трансформатора TV5.

#### **Источник постоянного регулируемого тока**

В состав источника входят тумблер S2, предохранитель F4 “5 А”, трансформатор TV2, двухполупериодный выпрямитель на диодах V1, V2, амперметр PA3 “---- 0–100 А” с шунтом RS1, клеммы x12 “—○\*” и x14 “---- 100 А”.

Измерение нагрузочного тока производится амперметром РА3 через шунт RS1.

Плавно ток нагрузки регулируется изменением напряжения на первичной обмотке нагрузочного трансформатора TV2 с помощью регулируемого автотрансформатора TV5.

### **Источник напряжения переменного тока**

Состоит из тумблера S4, предохранителя F2 “2 А”, трансформатора TV3, амперметра РА2 “ $\sim 0-1$  А”, вольтметров PV1 “ $(\sim 0-10) \times 10$  V”, PV2 “ $(\sim 0-5) \times 100$  V”, тумблера S3 ( $\sim 0-380$  V,  $\sim 0-100$  V), клемм x4, x5 ( $\sim 0-380$  V).

Регулируемый трансформатор TV5 изменяет напряжение переменного тока и ток нагрузки на выходных клеммах x4, x5.

Измерение напряжения переменного тока производится вольтметром PV1 (напряжение до 100 В) и вольтметром PV2 (напряжение до 380 В). Выбор вольтметра производится тумблером S3. Величина переменного тока измеряется амперметром РА2.

Клеммы x4, x5 и предохранитель F2 “2 А”, тумблер S4, амперметр РА2 ( $\sim 0-1$  А), вольтметр PV2 ( $\sim 100-380$  V) расположены соответственно ниже и выше инструкционной таблички “ $\sim 0-380$  V”, а вольтметр PV1 ( $\sim 0-100$  V) – правее тумблера S3 ( $\sim 0-380$  V) ( $\sim 0-100$  V).

### **Пульсатор**

Используется при настройке реле. Включает предохранитель F5 “1 А”, тумблер S6, двухполупериодный выпрямитель U<sub>2</sub>, собранный по мостовой схеме, реле К1, конденсатор С, клеммы x8, x9. Пульсатор выполнен по схеме параллельного подключения емкости С к обмотке реле К1 и последовательно включенного активного сопротивления R2.

### **Миллисекундомер**

Миллисекундомер РТ1 включается тумблером S7 и используется для измерения времени срабатывания проверяемых аппаратов.

### **Оборудование рабочего места**

На рабочем месте находятся:

- стенд 70-7980-2203У3;
- прибор электроизмерительный комбинированный Ц4353;
- трансформатор тока И515М/1;
- амперметр Э8021 (Э8022);
- комплект соединительных проводов.

### **Программа работы**

1. Изучить научно-техническую документацию по устройству и техническим возможностям стендов.
2. Выполнить работу в соответствии с порядком выполнения работы.



## Порядок выполнения работы

### Исследование источника дискретного напряжения переменного тока

Вычертить схему источника дискретного напряжения переменного тока. Включить автоматический выключатель QF1, расположенный на правой боковой стенке стенда. При этом загорится лампочка “СЕТЬ”.

Подготовить прибор Ц4353 для измерения напряжения переменного тока (Приложение 1).

Включить тумблер S1.

Изменяя положение переключателя S8, установить последовательно на выходных клеммах x1 и x2 значения напряжения, указанные в таблице 1, одновременно измеряя эти значения на выходных клеммах “~12–380 V” прибором Ц4353. Результаты измерений занести в таблицу 1. Выключить тумблер S1.

Рассчитать относительную погрешность установки выходного напряжения источника:

$$\delta_V = \frac{U_{X.VЫХ.} - U_D}{U_D} \cdot 100\%,$$

где  $U_{X.VЫХ.}$  – значение напряжения, установленное переключателем S8,  $U_D$  – показания прибора Ц4353.

**Таблица 1 – Результаты измерения напряжения источника и расчета относительной погрешности**

Установлено, $U_{X.VЫХ.}$ , В	12	24	42	110	220	380
Измерено, $U_D$ , В						
Погрешность, $\delta_V$ , %						

### Исследование источника напряжения переменного тока

Вычертить схему источника напряжения переменного тока. Подготовить таблицу 2.

Поставить тумблер S3 в положение “~0–100 V”. Убедиться, что рукоятка автотрансформатора TV5 находится в крайнем левом положении.

Включить тумблер S4.

Рукояткой автотрансформатора TV5 установить на выходных клеммах x4 и x5 по прибору PV1 (~0–10)x10 V последовательно значения напряжения, указанные в таблице 2 до 100В включительно, одновременно измеряя эти значения на выходных клеммах “~0–380 V” прибором Ц4353. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Переключить тумблер в положение “~0–380 V”.

Рукояткой автотрансформатора TV5 по прибору PV2 (~0–5)x100 V продолжить установку значений напряжения, согласно таблице, контролируя их прибором Ц4353. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Вывести рукоятку автотрансформатора в исходное положение и выключить тумблер S4.

Вычислить относительную погрешность установки выходного напряжения источника.

**Таблица 2 – Результаты измерения напряжения источника и расчета относительной погрешности**

Установлено, $U_{X.VЫХ.}$ , В	30	40	60	80	100	150	200	300	400
Измерено, $U_{Д.}$ , В									
Погрешность, $\delta_V$ , %									

### Исследование источника напряжения постоянного тока

Вычертить схему источника. Подготовить таблицу 3. Подготовить прибор Ц4353 для измерения постоянного тока (Приложение 1).

Включить тумблер S5. Рукояткой автотрансформатора TV5 по прибору PV3 (0–250 В) установить на выходных клеммах х6, х7 последовательно значения напряжения, указанные в таблице 3, контролируя их прибором Ц4353. Результаты измерений занести в таблицу 3.

Вывести рукоятку автотрансформатора в исходное положение и выключить тумблер S5.

Вычислить относительную погрешность установки выходного напряжения источника.

**Таблица 3 – Результаты измерения напряжения источника и расчета относительной погрешности**

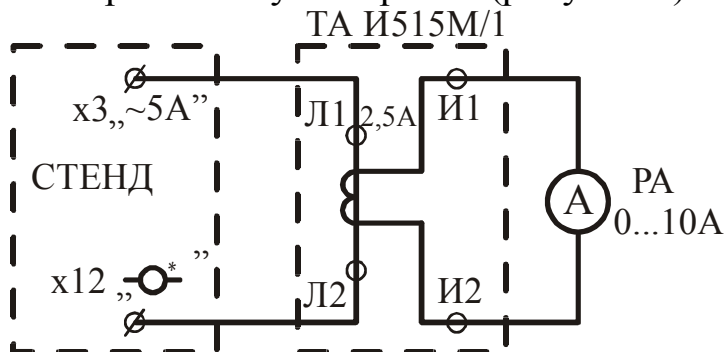
Установлено, $U_{X.VЫХ.}$ , В	50	100	150	200	220
Измерено, $U_{Д.}$ , В					
Погрешность, $\delta_V$ , %					

### Исследование источника переменного регулируемого тока

Вычертить схему источника. Подготовить таблицу 4.

#### 1. Источник тока ~0–5 А

Вычертить и собрать схему измерения (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Схема исследования источника “~5 А”**

Переключатель S9 “[~5 А; (~50 (20) А, 100 А); ~300 А]”, установить в положение “~5 А”. Включить тумблер S2. Рукояткой автотрансформатора TV5 по прибору PA1 (~0–5 А) установить последовательно в цепи (выходные клеммы x3 и x12) значения тока, указанные в таблице 4.

Произвести измерение величины тока внешним амперметром PA “0–10 А” и занести результаты измерений в таблицу 4.

Вывести рукоятку автотрансформатора в исходное положение и выключить тумблер S2.

Вычислить абсолютную погрешность установки тока в цепи:

$$\Delta I = I_X - I_D,$$

где  $I_X$  – значения тока, установленные по прибору PA1 (~0–5 А);

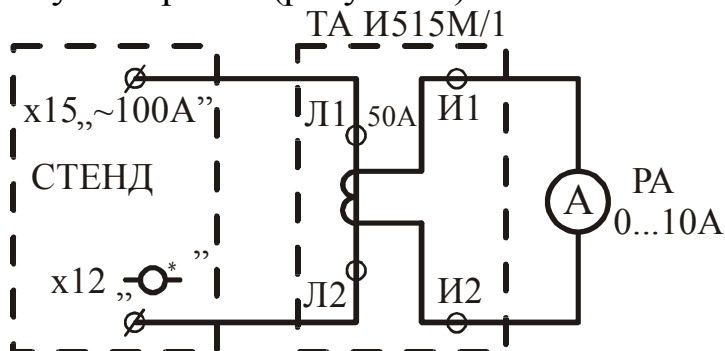
$I_D$  – значения тока, измеренные внешним амперметром PA (0–10 А).

**Таблица 4 – Результаты измерения величины тока и расчета абсолютной погрешности**

Установлено, $I_X$ , А	1,5	2	3	4
Измерено, $I_D$ , А				
Погрешность, $\Delta I$ , А				

## 2. Источник тока ~0–100А

Собрать схему измерения (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Схема исследования источника “~100 А”**

Переключатель S9 “[~5А; (~50 (20) А, 100 А); ~300 А]”, установить в положение “~100 А”. Включить тумблер S2. Рукояткой автотрансформатора TV5 по прибору PA1 (~0–5 А) установить последовательно в цепи значения тока, указанные в таблице 5.

**Таблица 5 – Результаты измерения величины тока и расчета абсолютной и относительной погрешности**

Установлено, $I_X$ , А	30	40	60	80	100
Измерено, $I_D$ , А					
Погрешность, $\Delta I$ , А					
Погрешность, $\delta I$ , %					

Вывести рукоятку автотрансформатора в исходное положение и выключить тумблер S2.

Вычислить абсолютную и относительную погрешности установки тока в цепи. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5.

### Особенности стенда МИИСП

По сравнению со стендом 70-7980-2203УЗ стенд МИИСП дополнительно позволяет осуществлять сушку обмоток электродвигателей постоянным током, проверять контакты низковольтных аппаратов, определять фазировку обмоток электродвигателей, заряжать аккумуляторы.

### Принцип сушки обмоток электродвигателей

Сушке подлежат двигатели, долгое время не эксплуатировавшиеся; продолжительное время находившиеся при относительной влажности окружающего воздуха свыше 85 %; сопротивление изоляции которых в холодном состоянии менее 4 МОм.

Сушка обмоток на стенде осуществляется постоянным током мостовым методом.

Принцип сушки заключается в следующем (рисунок 4): к одной диагонали моста подводится напряжение постоянного тока, во вторую диагональ включается измерительный прибор, а обмотка электродвигателя, подлежащего сушке, включается в одно из плеч моста. Измерительный прибор контролирует температуру обмотки по изменению ее сопротивления.

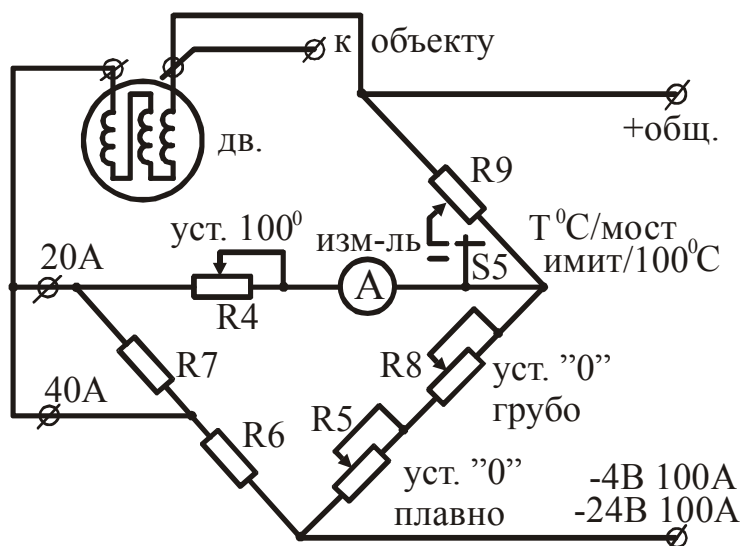


Рисунок 4 – Схема моста стенда для контроля температуры обмотки при сушке

Схема контроля работает следующим образом.

Резисторы R6 и R7, R5 и R8, R9 и сопротивление обмотки просушиваемого электродвигателя составляют мостовую схему.

В начале сушки в положении “Т °С/МОСТ” переключателя S5 автотрансформатором устанавливается ток в цепи обмотки статора. Величина тока выбирается из условия достижения необходимой температуры обмо-

ток и зависит от температуры окружающей среды, исполнения и мощности электродвигателя. Ток сушки следует выбирать в пределах 0,4–0,7 от номинального тока двигателя ( $I_{н.дв.}$ ).

Резисторами R5 и R8 “Плавно УСТ.0”, “Грубо УСТ.0” стрелка измерительного прибора устанавливается на нуль шкалы.

Переключатель S5 устанавливается в положение “ИМИТ/100 °С”, а резистором R4 “УСТ. 100 °С” устанавливают стрелку измерителя на конечное значение шкалы (100 °С). После этого переключатель S5 переводят в положение “Т°С/МОСТ” и ведут контроль температуры обмотки электродвигателя в процессе его сушки.

Температура обмотки равна температуре окружающей среды плюс показания прибора, проградуированного в градусах.

Время, необходимое для сушки обмоток, обычно не более 7 часов. Сушка производится до тех пор, пока сопротивление изоляции обмоток в горячем состоянии при температуре около +75 °С не достигнет нескольких десятков МОм и при дальнейшей сушке не будет увеличиваться.

### **Содержание отчета**

1. Наименование лабораторной работы и ее цель.
2. Назначение, технические характеристики, состав стенда 70-7980-2203У3. Особенности стенда МИИСП.
3. Отчет по каждому пункту работы, включающий:
  - наименование пункта;
  - схема исследования (измерения);
  - таблица с результатами измерений, расчетов; расчеты.
4. Краткие выводы по проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение стенда 70-7980-2203У3.
2. Устройство и работа стенда 70-7980-2203У3.
3. Особенности стенда МИИСП.
4. Принцип сушки обмоток электродвигателей.
5. Прибор электроизмерительный комбинированный Ц-4353.

# Приложение 1 – Прибор электроизмерительный комбинированный Ц-4353



## 1. Указания по мерам безопасности

При измерениях в цепях с напряжением свыше 36В рекомендуется включать и отключать прибор при выключенном напряжении в исследуемой цепи.

Недопустимо переключение прибора с одного вида измерения на другой, а также переключение диапазонов измерения без отключения от исследуемой схемы.

## 2. Работа с прибором

Перед измерением установить прибор в горизонтальное положение, а стрелку прибора корректором установить на отметку механического нуля.

Включить автоматическую защиту нажатием на кнопку  или убедиться, что она включена. Проконтролировать работоспособность устройства защиты – при нажатии на кнопку  должно сработать устройство защиты, после чего повторно включить автоматическую защиту.

Включить одну из кнопок переключателя рода работы “–“ или “~” в зависимости от вида измеряемой величины.

Установить переключатель пределов измерений в положение, соответствующее предполагаемому значению измеряемой величины. Если эта величина неизвестна, первоначально следует установить наибольший предел.

Подключить к исследуемому объекту и произвести отсчет результата измерения по соответствующей шкале отсчетного устройства (верхняя шкала “~” – для измерения напряжения переменного тока, вторая сверху “–“ – напряжения постоянного тока).

**ВНИМАНИЕ!** Для уменьшения относительной погрешности измерения следует выбирать такой предел измерения, чтобы стрелка измерительного механизма находилась в правой части шкалы.

Расчет цены деления производится по выражению:

$$k = U_{\text{ПР}}/N,$$

где  $U_{\text{ПР}}$  – выбранный предел измерения,  
 $N$  – число делений шкалы.