



«УТВЕРЖДАЮ»

 Морозов Д.В.  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

## Конкурсное задание

### Компетенция «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики»

«СОГЛАСОВАНО»

1. Введение.
2. Формы участия в конкурсе.
3. Задание для конкурса.
4. Модули задания и необходимое время.
5. Критерии оценки.
6. Приложения.

Количество часов на выполнение задания: 15 ч.

## ВВЕДЕНИЕ

1.1. Название и описание профессиональной компетенции.

1.1.1 Название профессиональной компетенции: «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики».

1.1.2 Описание профессиональной компетенции.

Профессия электромонтер релейной защиты и автоматики (РЗА).

Электрические машины и аппараты, кабельные и воздушные линии электропередач и другие части электрических установок и электрических сетей постоянно обтекаются током, вызывающим их нагрев, и находятся под напряжением. Поэтому в процессе эксплуатации могут происходить нарушения нормальных режимов работы и возникать повреждения, приводящие в большинстве случаев к коротким замыканиям (к. з.).

Короткие замыкания являются наиболее опасными видами повреждения, возникающими из-за пробоя или перекрытия изоляции, обрывов проводов, ошибочных действий персонала (включение под напряжение заземленного оборудования, отключение разъединителей под нагрузкой) и других причин.

В большинстве случаев в месте к. з. возникает электрическая дуга с высокой температурой, приводящая к большим разрушениям токоведущих частей, изоляторов и электрических аппаратов. При к. з. к месту повреждения подходят большие токи (токи к. з.), измеряемые тысячами ампер, которые перегревают неповрежденные токоведущие части и могут вызвать дополнительные повреждения, т. е. развитие аварии. Одновременно в сети, электрически связанной с местом повреждения, происходит глубокое понижение напряжения, что приводит к остановке электродвигателей и нарушению параллельной работы генераторов.

Аварии могут быть предотвращены быстрым отключением поврежденного участка электрической установки или сети при помощи специальных автоматических устройств, получивших название **релейная защита**, которые действуют на отключение выключателей. При отключении выключателей поврежденного элемента гаснет электрическая дуга в месте к. з., прекращается прохождение тока к. з. и восстанавливается нормальное напряжение на неповрежденной части электрической установки или сети. Благодаря этому сокращаются размеры или даже вовсе предотвращаются повреждения оборудования, на котором возникло к. з., а также восстанавливается нормальная работа неповрежденного оборудования.

Таким образом, основным назначением релейной защиты является выявление места возникновения к. з. и быстрое автоматическое отключение выключателей поврежденного оборудования или участка сети от остальной неповрежденной части электрической установки или сети.

Кроме повреждений электрического оборудования, могут возникать такие нарушения нормальных режимов работы, как перегрузка, замыкание на землю одной фазы в сети с изолированными нейтральными, выделение газа в результате разложения масла в трансформаторе или понижение уровня масла в его расширителе и др.

Таким образом, вторым назначением релейной защиты является выявление нарушений нормальных режимов работы оборудования и подача предупредительных сигналов обслуживающему персоналу или отключение оборудования с выдержкой времени.

Есть в энергетике такая профессия: защищать людей и оборудование от коротких замыканий и других неисправностей в электрической схеме. Работа сложная, высокооплачиваемая, престижная.



Осваивают эту профессию только настойчивые, целеустремленные и грамотные люди. Их принято называть по специальности — релейщики. Объясняется это тем, что очень длительное время в алгоритме схем защит и автоматики используется элементная база на основе электромеханических реле. Однако в последнее время в энергетике находят применение микропроцессорные устройства, работающие по компьютерным технологиям.

Защиты, управление, автоматику и прочие устройства РЗА обслуживают **электромонтеры службы релейной защиты и автоматики (РЗА)**. Как правило, данное оборудование и аппаратура размещается на панелях и в шкафах, расположенных в специальных помещениях – релейных залах.

Задачей технического обслуживания является выявление и предотвращение отказов функционирования, восстановление или замена изношенных элементов при эксплуатации, проверка работоспособности устройств РЗА, выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройств РЗА, поддержание уровня эксплуатации на необходимом уровне для обеспечения бесперебойности и надежности электроснабжения потребителей.

В объем технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики входят наладка (новое включение), периодические проверки в различном объеме, опробование и тестовый контроль, а также внеплановые проверки – внеочередные и послеаварийные.

Одним из перспективных направлений развития области РЗА являются цифровые устройства, работающие по стандарту МЭК61850, в соответствии с которым обмен информацией между устройствами РЗА и оборудованием происходит посредством локальных вычислительных сетей и промышленного стандарта связи Ethernet. В настоящее время происходит внедрение данных технологий на некоторых объектах в целях оценки надежности и эффективности.

## 1.2. Область применения.

1.2.1. Каждый Эксперт и Участник Чемпионата обязан ознакомиться с данным Конкурсным заданием.

## 1.3. Сопроводительная документация.

1.3.1. Поскольку данное Конкурсное задание содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей профессиональной компетенции, его необходимо использовать совместно со следующими документами:

- «WorldSkills Russia», Техническое описание компетенции «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики»;
- «WorldSkills Russia», Регламент Открытого корпоративного Чемпионата профессионального мастерства ПАО «Россети» «Молодые профессионалы» в компетенции

«Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики»;

- Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок;

- СТО 34.01-30.1-001-2016 «Порядок применения электрозащитных средств в Электросетевом комплексе ПАО «Россети». Требования к эксплуатации и испытаниям»;

- СО 34.35.302-2006 «Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций»;

- технических паспортов изделий (руководств по эксплуатации);

и другими нормативными документами, действующими в области электроэнергетики.

## 2. ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ

Индивидуальный конкурс.

### 3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНКУРСА

#### 3.1. Содержанием конкурсного задания являются:

- предварительная квалификация Участников конкурса в области знаний нормативной документации по компетенции;
- выполнение заданий по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА.

#### 3.2. Предварительная квалификация Участников конкурса проводится в области знаний нормативной документации по компетенции, в том числе:

- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок;
- СТО 34.01-30.1-001-2016 «Порядок применения электрозащитных средств в Электросетевом комплексе ПАО «Россети». Требования к эксплуатации и испытаниям»;
- СО 34.35.302-2006 «Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций».
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации;
- Правила пожарной безопасности.

Участники проходят тестирование на компьютере с помощью специализированного программного комплекса для автоматизированного обучения и проверки знаний персонала. Участники должны правильно ответить на определенное количество вопросов за ограниченное время.

Участник получает положительный результат квалификации и допускается к прохождению основных модулей Чемпионата (А-D) в случае большинства правильных ответов на тестировании.

Общее количество вопросов тестирования, время прохождения теста, минимальное количество правильных ответов для получения положительного результата квалификации уточняется перед началом Чемпионата при ознакомлении Участников с конкурсным заданием.

#### 3.3. Выполнение заданий по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА.

Участники должны продемонстрировать диапазон умений в области технического обслуживания и ремонта устройств РЗА, в том числе.

- Модуль «А»: Проверка трансформатора тока 10 кВ.
- Модуль «В»: Проверка микропроцессорной защиты.
- Модуль «С»: Регулировка электромеханических реле.
- Модуль «D»: Анализ работы РЗА при технологическом нарушении.

Окончательные аспекты критериев оценки уточняются и утверждаются экспертным советом Чемпионата перед началом проведения конкурса.

Оценка производится в отношении следующих действий Участников:

- подготовительные работы перед началом выполнения каждого модуля;
- выполняемые в каждом модуле работы с учетом требований охраны труда и техники безопасности;
- проверки правильности выполненных работ;
- оформления результатов выполненных работ, окончания работ.

Если участник конкурса нарушает или не выполняет требования охраны труда и техники безопасности, подвергает опасности себя или других конкурсантов, нарушает технологию работ, действия (или бездействие) которого может привести к повреждению оборудования и/или аппаратуры, такому участнику предъявляются замечания, начисляются штрафные баллы, а в случае грубых нарушений участник отстраняется от конкурса.

Время и детали конкурсного задания в зависимости от конкурсных условий могут быть изменены членами жюри.

Конкурсное задание выполняется помодульно. Оценка также происходит каждого модуля.

### **3.4. Оценка конкурсного задания.**

Оценка модуля задания производится по бальной системе, определённой оценочной технологической картой протокола прохождения участником модуля.

Оценочные технологические карты разрабатываются экспертной группой для каждого модуля и утверждаются Главным Экспертом Чемпионата.

По окончании выполнения работ, группой экспертов оформляется протокол прохождения соревнования, который подписывается всеми экспертами и не позднее 60-ти минут после окончания выполнения задания направляется в Секретариат соревнований.

Эксперт-компатриот подписывает протокол в графе «С результатами ознакомлен» с проставлением даты и времени ознакомления.

### **3.5. Штрафные баллы**

За грубую ошибку на каждом модуле, которая может привести к повреждению оборудования или несчастному случаю участник снимается с соревнований с нулевым результатом.

Из итоговой суммы баллов модулей соревнования у команды по представлению Главного эксперта соревнования и по решению экспертного совета также могут вычитаться:

- за опоздание участника к началу соревнования по неуважительной причине - до 2 баллов;
- за подсказки со стороны руководителя команды – до 2 баллов;
- за игнорирование требований или обсуждение действий группы экспертов во время проведения соревнования со стороны участников и лиц, причастных к соревнующемуся – до 5 баллов;
- за действие участника чемпионата, выполненное с нарушением технологии и

нормативных документов по эксплуатации, снимается 1 балл;

- за каждое незначительное нарушение требований правил, инструкций и норм по охране труда, допущенное участником при прохождении модулей задания, снимается 2 балла.

- за грубое нарушение требований правил, инструкций и норм по охране труда, допущенное участником при прохождении модулей задания, снимается 2 балла.

(Примечание: под грубым нарушением понимается такое действие (или) бездействие Участника, которое могло привести к риску возникновения или привело к возникновению несчастного случая, фатального повреждения оборудования, проверочных комплексов, приборов).

**4. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ****Модули и время сведены в таблице 1**

Таблица 1.

| № п/п | Наименование модуля   | Время на задание |
|-------|---|------------------|
| 1     | Предварительная квалификация Участников конкурса в области знаний нормативной документации по компетенции (*) | 1 час            |
| 2     | Модуль А: Проверка трансформаторов тока 10кВ  | 5 часов          |
| 3     | Модуль В: Проверка микропроцессорных защит  | 6 часов          |
| 4     | Модуль С: Регулировка электромеханических реле  | 3 часа           |
| 5     | Модуль D: Анализ работы РЗА при технологическом нарушении   | 1 час            |

(\*) *Примечание – предварительная квалификация проводится до начала конкурсных дней Чемпионата.*

**4.1. Предварительная квалификация Участников конкурса проводится в области знаний нормативной документации по компетенции:**

Участнику необходимо выполнить тестирование на компьютере с помощью специализированного программного комплекса для автоматизированного обучения и проверки знаний персонала в области компетенции.

Участник должен правильно ответить на определенное количество вопросов за ограниченное время.

Участник получает положительный результат квалификации и допускается к прохождению основных модулей Чемпионата (А-D) в случае большинства правильных ответов на тестировании.

**4.2. Модуль А: Проверка трансформатора тока 10 кВ.**

Участнику необходимо выполнить:

- проверку на наличие внешних повреждений и дефектов применяемых средств защиты, инструментов и приспособлений;
- проверку на наличие внешних повреждений и дефектов проверочного устройства и соединительных проводов;
- подготовку проверочного устройства, измерительных приборов и схемы для проведения проверок трансформатора тока;
- правильно применить необходимые средства защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов);
- произвести внешний осмотр трансформатора тока на предмет отсутствия повреждений, трещин и сколов изоляции, наличия и исправности крепления, состояния выводов обмоток, наличие заводской таблички и маркировки выводов обмоток;
- проверить сопротивление изоляции всех вторичных обмоток относительно корпуса;

- проверить сопротивление изоляции всех вторичных обмоток между собой;
- проверить коэффициент трансформации всех вторичных обмоток;
- снять вольт-амперную характеристику всех вторичных обмоток;
- определить однополярных выводы первичной и вторичных обмоток, проверить их соответствия заводской маркировке;
- произвести монтаж токовых цепей от ТТ до МП терминала защиты и измерительных приборов;
- выполнить проверку смонтированных токовых цепей защиты и измерительных приборов первичным током;
- заполнить протокол проверки (**Приложение**);
- Конкурс проводится на реальном оборудовании, адаптированном для учебных целей;
- Проверка производится в соответствии с правилами технического обслуживания устройств РЗА в объеме «проверки при новом включении»;
- Необходимо соблюдать все требования при выполнении работ с инструментом и приборами в электроустановках;
- Организатором предоставляется техническая документация.
- Максимальное время модуля 60 минут;
- Техническое описание выполняемых работ указано в **Приложении**.

### **Модуль В: Проверка микропроцессорной защиты.**

Участнику необходимо выполнить:

- проверку на наличие внешних повреждений и дефектов применяемых им средств защиты, инструментов и приспособлений;
- проверить на наличие внешних повреждений и дефектов проверочного устройства и соединительных проводов;
- произвести монтаж вторичных цепей МП терминала защиты;
- выполнить проверку смонтированных вторичных цепей защиты;
- считать конфигурацию терминала защиты Сириус-2-Л и выполнить сохранение параметров терминала защиты с помощью ноутбука перед выводом в ремонт;
- произвести подготовительные работы для исключения воздействия проверяемого устройства на другие устройства РЗА (отсоединить на клеммных зажимах выходные цепи УРОВ, зашунтировать цепи ЛЗШ, отсоединить цепи аварийной и предупредительной сигнализации);
- подключить проверочную установку к входным и выходным цепям с соблюдением требований техники безопасности при работе в токовых цепях, в том числе с их предварительным закорачиванием на испытательных клеммных зажимах;
- правильно применить необходимые средства защиты, инструмент, инвентарь и приспособления (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов);
- выполнить параметрирование терминала с помощью ноутбука по заданию Модуля (**Приложение**);
- выполнить сохранение файла уставок терминала защиты при параметрировании терминала с помощью ноутбука;

- выполнить параметрирование терминала с помощью ИЧМ (интерфейса терминала человек-машина) по заданию Модуля (**Приложение**);
  - выполнить сохранение файла уставок терминала защиты при параметрировании терминала с помощью ИЧМ;
  - проверить работоспособность входных измерительных цепей устройства;
  - проверить точность работы измерительных всех входных цепей (3% относительная погрешность токовых линейных входов и входов линейных напряжений, 5% вход нулевой последовательности);
  - проверить работоспособность входных дискретных входов устройства (отдельных дискретных входов по заданию Модуля;
  - проверить уставки срабатывания защит (МТЗ, ОЗЗ, УРОВ, АПВ) в соответствии с бланком уставок по заданию Модуля;
  - проверить ускорение ступеней МТЗ по заданию Модуля;
  - проверить уставки ОЗЗ по заданию Модуля;
  - проверить уставки УРОВ по заданию Модуля;
  - выполнить комплексную проверку устройства Сириус-2-Л (временные характеристики, проверка сигнализации);
  - проверить точность коэффициента возврата (0,92-0,95), срабатывания по току (5%) ступеней токовых защит;
  - проверить точность срабатывания временных характеристик защит в соответствии с заданием Модуля;
  - произвести опробование действия защит с действием на отключение;
  - проверить работу АПВ (время готовности, кратность действия, запрет от УРОВ, запрет от внешнего сигнала);
  - проверить работу УРОВ (выдача внешнего сигнала при отказе выключателя);
  - заполнить протокол проверки согласно специально адаптированного для Чемпионата бланка (**Приложение**).
- Конкурс проводится на оборудовании отдельной ячейки 10 кВ с выключателем (**схемы ячейки см. Приложение**), адаптированном для учебных целей;
  - Проверка производится в объеме определенным протоколом проверки устройства РЗА, адаптированным под модуль «В» Чемпионата;
  - Необходимо соблюдать все требования при выполнении работ с инструментом и приборами в электроустановках;
  - Организатором предоставляется техническая документация.
  - Максимальное время модуля 60 минут;

### **Модуль С: Регулировка электромеханических реле (РТ-40, РП-250)**

Участнику необходимо выполнить:

#### **В части реле РТ-40:**

- внешний и внутренний осмотр реле;
- проверка сопротивления изоляции обмоток и контактов на корпус и между собой;
- регулирование и настройку механической части реле в соответствии с заводскими техническим описанием модуля (**Приложение**) и заданием Модуля «С» (**Приложение**);
- проверить ток срабатывания на уставках в соответствии с заданием Модуля «С»

**(Приложение);**

- проверить реле на всех делениях шкалы, уставки на которых изменяются оперативным персоналом;
- проверить коэффициент возврата (0,82-0,92);
- проверить надежность работы контактов, для реле максимального тока - от 1,05 I<sub>ср</sub> до наибольшего возможного в эксплуатации значения тока в соответствии с заданием Модуля «С»;
- оформить протокол проверки РТ-40 (**Приложение**);

**В части реле РП-256:**

- внешний и внутренний осмотр реле;
- проверка сопротивления изоляции обмотки и контактов на корпус и между собой;
- настройка и регулирование механической части реле в соответствии с техническим описанием (**Приложение**) и заданием модуля «С» (**Приложение**);
- проверить напряжение срабатывания и возврата реле по основной обмотке;
- измерить время срабатывания и возврата реле в соответствии с заданием модуля «С» (**Приложение**). Если при измерении времени действия производилась регулировка реле, повторно проверяется напряжение срабатывания и возврата.
- оформить протокол проверки РП-250 (**Приложение**).

**В части общего выполнения работ по реле:**

- правильно применять необходимые средства защиты, инструмент, инвентарь и приспособления (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов).
  - Конкурс проводится на реальном оборудовании, адаптированном для учебных целей;
  - При выполнении работ необходимо провести внешний и внутренний осмотр, проверку и регулирование механической части, проверку сопротивления изоляции, проверку электрических характеристик, оформление результатов проверки.
  - Максимальное время модуля 60 минут;

**Модуль D: Анализ работы РЗА при технологическом нарушении.**

Участнику необходимо выполнить:

- определить вид и характер повреждения в первичной сети;
- определить величины токов КЗ, направление мощности КЗ;
- определить длительность аварийного режима;
- анализ правильности пуска и срабатывания ступеней защит по току, направлению мощности и времени;
- анализ правильности работы автоматики (АПВ, УРОВ) и сигнализации;
- оформление итоговой справки по работе устройства РЗА (**Приложение**).
- Максимальное время модуля 30 минут;
- Конкурс проводится по аварийной осциллограмме, предварительно снятой с терминала Сириус-2-Л (в электронном виде), на ноутбуке с помощью штатной программы просмотрщика Comtrade осциллограмм из пакета ПО Старт-3;

- Участнику предоставляется бланк уставок терминала Сириус-2-Л (Приложение).

### 5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные) таблица 2. Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Таблица 2.

| Раздел | Критерий   | Оценка                            |             |       |
|--------|--|-----------------------------------|-------------|-------|
|        |  | Судейская<br>(если это применимо) | Объективная | Общая |
| А(22)  | Проверка на наличие внешних повреждений и дефектов средств защиты, инструментов и приспособлений   | нет                               | 1           | 1     |
|        | Проверка на наличие внешних повреждений и дефектов проверочного устройства и соединительных проводов.  | нет                               | 1           | 1     |
|        | Подготовка схемы для проведения проверки трансформатора тока   | нет                               | 1           | 1     |
|        | Оценка правильного применения необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов). | нет                               | 2           | 2     |
|        | Внешний осмотр и проверка ТТ на наличие внешних повреждений и дефектов.  | нет                               | 1           | 1     |
|        | Проверка изоляции всех вторичных обмоток относительно корпуса  | нет                               | 2           | 2     |
|        | Проверка изоляции всех вторичных цепей между собой   | нет                               | 2           | 2     |
|        | Проверка коэффициента трансформации  | нет                               | 2           | 2     |
|        | Снятие вольт-амперной характеристики   | нет                               | 2           | 2     |
|        | Определение однополярных выводов первичной и вторичной обмоток и проверка их соответствия заводской маркировке   | нет                               | 2           | 2     |

|  |  |     |   |   |
|--|--|-----|---|---|
|  | Монтаж схемы токовых цепей от ТТ до МП РЗА (полнота, правильность)   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка правильности схемы токовых цепей прогрузкой рабочим током   | нет | 2 | 2 |
|  | Полнота и точность заполнения протокола проверки.  | нет | 2 | 2 |
| В (42)   | Проверка на наличие внешних повреждений и дефектов средств защиты, инструментов и приспособлений   | нет | 1 | 1 |
|  | Монтаж схемы вторичных цепей до МП РЗА (полнота, правильность)   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка правильности схемы вторичных цепей (прозвонка, опробование)   | нет | 2 | 2 |
|  | Выполнить сохранение параметров терминала защиты на ноутбук перед выводом в ремонт устройства РЗА.   | нет | 1 | 1 |
|  | Подключение проверочной установки к входным и выходным цепям: соблюдение требований техники безопасности при работе в токовых цепях.   | нет | 1 | 1 |
|  | Оценка правильного применения необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов). | нет | 2 | 2 |
|  | Параметрирование терминала с помощью ноутбука  | нет | 1 | 1 |
|  | Параметрирование терминала с помощью ИЧМ   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка работоспособности входных измерительных цепей устройства.   | нет | 2 | 2 |
|  | Выполнить сохранение файла уставок терминала защиты.   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка уставок срабатывания МТЗ в соответствии с бланком уставок   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка ускорения МТЗ   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка уставок ОЗЗ   | нет | 2 | 2 |
|  | Проверка уставок УРОВ  | нет | 2 | 2 |
| Комплексная проверка устройства Сириус-2-Л (временные характеристики, проверка сигнализации) | нет  | 2   | 2 |   |

|        |  |     |     |     |
|--------|--|-----|-----|-----|
|        | Проверка точности работы измерительных входных цепей (3% линейные входы, 5% вход нулевой последовательности) | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка точности коэффициента возврата (0,92-0,95), срабатывания по току (5%)                               | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка точности срабатывания временных характеристик защит в соответствии с бланком уставок                | нет | 2   | 2   |
|        | Опробование действия защит на отключение   | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка работы АПВ  | нет | 2   | 2   |
|        | Полнота и точность заполнения протокола проверки.  | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка на наличие внешних повреждений и дефектов проверочного устройства и соединительных проводов.        | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка на наличие внешних повреждений и дефектов средств защиты, инструментов и приспособлений             | нет | 2   | 2   |
| С (24) | Проведение внешнего и внутреннего осмотра реле РТ-40   | нет | 0,5 | 0,5 |
|        | Проведение внешнего и внутреннего осмотра реле РП-250  | нет | 0,5 | 0,5 |
|        | Проверка сопротивления изоляции обмоток и контактов на корпус и между собой реле РТ-40                       | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка сопротивления изоляции обмотки и контактов на корпус и между собой реле РП-250                      | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка и регулирование механической части реле РТ-40   | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка и регулирование механической части реле РП-250  | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка тока срабатывания и возврата РТ-40 на уставке по всей шкале   | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка надежности работы реле РТ-40 при максимальном токе защиты   | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка напряжения срабатывания и возврата РП-250   | нет | 2   | 2   |
|        | Проверка коэффициента возврата РТ-40   | нет | 1   | 1   |
|        | Проверка времени срабатывания и возврата РП-250  | нет | 2   | 2   |

|        |  |     |   |   |
|--------|--|-----|---|---|
|        | Оценка правильного применения необходимых средств защиты, инструмента, инвентаря и приспособлений (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов). | нет | 2 | 2 |
|        | Оформление результатов проверки РТ-40  | нет | 2 | 2 |
|        | Оформление результатов проверки РП-250   | нет | 2 | 2 |
| Д (12) | Определение вида повреждения.  | нет | 1 | 1 |
|        | Определение величины токов КЗ  | нет | 1 | 1 |
|        | Определение длительности аварийного режима   | нет | 2 | 2 |
|        | Анализ правильности срабатывания защиты по току  | нет | 2 | 2 |
|        | Анализ правильности срабатывания защиты по времени   | нет | 2 | 2 |
|        | Анализ работы АПВ  | нет | 2 | 2 |
|        | Оформление справки по работе РЗА   | нет | 2 | 2 |

*Примечание - Судейские оценки по модулям компетенции данного Чемпионата не применяются.*

Согласовано:

Главный эксперт Чемпионата  
по компетенции «Обслуживание  
и ремонт оборудования  
релейной защиты и автоматики»

\_\_\_\_\_

Подпись

Д.В. Морозов

Главный менеджер компетенции  
«Обслуживание и ремонт  
оборудования релейной защиты  
и автоматики»

\_\_\_\_\_

Подпись

С.А. Петров

**6. ПРИЛОЖЕНИЯ К ЗАДАНИЮ*****По модулю «А»***

*Приложение 1. Техническое описание проверки ТТ.*

*Приложение 2. Отчет Протокол проверки ТТ.*

***По модулю «В»***

*Приложение 3. Техническое описание модуля проверки микропроцессорного терминала РЗА.*

*Приложение 4. Бланк уставок для параметрирования терминала Сириус-2-Л помощью ноутбука и с помощью ИЧМ.*

*Приложение 5. Отчет - Протокол проверки терминала Сириус-2-Л.*

*Приложение 6. Схемы электрические принципиальные ячейки 10 кВ.*

***По модулю «С»***

*Приложение 7. Техническое описание модуля проверки реле РТ-40.*

*Приложение 8. Задание по уставкам реле РТ-40 и РП-250.*

*Приложение 9. Отчет - Протокол проверки РТ-40.*

*Приложение 10. Техническое описание модуля проверки реле РП-250;*

*Приложение 11. Отчет - Протокол проверки РП-250.*

***По модулю «D»***

*Приложение 12. Формат итоговой справки по работе устройства РЗА.*

**Приложение 1. Модуль «А». Техническое описание работ по проверке ТТ.****1. Внешний осмотр:**

- произвести внешний осмотр трансформатора тока на предмет отсутствия повреждений, трещин и сколов изоляции, наличия и исправности крепления, состояния выводов обмоток, наличие заводской таблички и маркировки выводов обмоток.

- произвести механическую ревизию шпилек ТТ, клеммных зажимов в шкафу выключателя и на устройстве РЗА.

**2. Проверка сопротивления изоляции**

• Измерение проводят в помещениях при температуре  $25\pm 10^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 80%, если в стандартах или технических условиях на кабели, провода, шнуры и оборудование не предусмотрены другие условия.

• Значение электрического сопротивления изоляции соединительных проводов измерительной схемы должно превышать не менее чем в 20 раз минимально допустимое значение электрического сопротивления изоляции испытуемого изделия.

• Характеристики изоляции электрооборудования рекомендуется измерять по однотипным схемам и при одинаковой температуре. Сравнение характеристик изоляции должно производиться при одной и той же температуре изоляции или близких ее значениях (разница температур не более  $5^{\circ}\text{C}$ ). Если это невозможно, то должен производиться температурный пересчет.

**Требования безопасности**

• **ВНИМАНИЕ!** Не приступайте к измерениям, не убедившись в отсутствии напряжения на измеряемом объекте.

• Перед началом испытаний необходимо убедиться в отсутствии людей, работающих на той части электроустановки, к которой присоединен испытательный прибор, запретить находящимся вблизи него лицам прикасаться к токоведущим частям и, если нужно, выставить охрану.

• *Измерение сопротивления изоляции* мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

• При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг).

• При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с

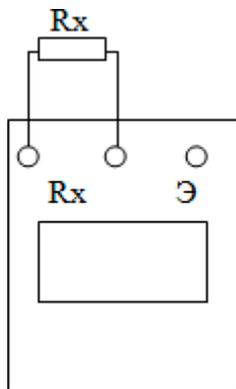
токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

### Подготовка к выполнению измерений

- Для выполнения измерений используются мегаомметры (тип ЭСО202/1-Г, или ЭСО202/2-Г или другие в зависимости от требований к испытательному напряжению).
- Перед началом измерений необходимо изучить электроустановку здания и убедиться в отсутствии напряжения на испытываемом объекте, принять меры препятствующие допуску на испытываемый объект лиц, не участвующих в испытаниях, при необходимости выставить наблюдающего. Произвести отключение электроприборов, снять предохранители, отключить аппараты (автоматические выключатели, переключатели), отсоединить электронные схемы и электронные приборы, электрические части электроустановки с пониженной изоляцией или пониженным испытательным напряжением.
- Установить на мегаомметре переключатель измерительных напряжений в нужное положение (в соответствии с требованиями к испытательному напряжению), а переключатель диапазонов в положение I.

### Схема проверки изоляции мегомметром

Измерение сопротивления:



Измерение изоляции кабеля:



- Проверить исправность мегаомметра. При вращении ручки генератора должен светиться индикатор «ВН».

### Выполнение измерений

- Убедившись в отсутствии напряжения на объекте, подключить объект к гнездам «гх». При необходимости экранирования, для уменьшения влияния токов утечки, экран объекта подсоединить к гнезду «Э». Для уменьшения времени установления показаний перед измерением сопротивления по шкале II в течении 3-5 сек. вращать ручку генератора при закороченных зажимах «гх».
  - Для проведения измерений вращать рукоятку генератора со скоростью 120-144 оборотов в минуту.
  - Отсчет значений электрического сопротивления изоляции при измерении проводят по истечении 1 мин с момента приложения измерительного напряжения к образцу, но не более чем через 5 мин, если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия или на другое измеряемое оборудование не предусмотрены другие требования. Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изделия должны быть заземлены не менее чем за 2 мин.
  - При измерении параметров изоляции электрооборудования должны учитываться случайные и систематические погрешности, обусловленные погрешностями измерительных приборов и аппаратов, дополнительными емкостями и индуктивными связями между элементами измерительной схемы, воздействием температуры, влиянием внешних электромагнитных и электростатических полей на измерительное устройство, погрешностями метода и т.п.
  - Электрическое сопротивление изоляции многожильных кабелей,

проводов и шнуров должно быть измерено:

— для изделий без металлической оболочки, экрана и брони — между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой или между каждой токопроводящей; жилой и остальными жилами, соединенными между собой и заземлением.

— для изделий с металлической оболочкой, экраном и броней — между каждой токопроводящей жилой и остальными жилами, соединенными между собой и с металлической оболочкой или экраном, или броней.

### **3. Определить однополярные вывода первичной и вторичной обмоток и проверить их соответствия заводской маркировке**

- Полярность выводов обмоток трансформаторов тока как правило проверяется с помощью магнитоэлектрического прибора с обозначенной полярностью обмотки и нулем в середине шкалы.

- Источник постоянного тока, в качестве которого используется электрическая батарейка Б или аккумулятор напряжением 4—6 В, подключается последовательно с добавочным сопротивлением  $R_d$  к первичной обмотке трансформатора тока. При этом положительный полюс батарейки подключают к «началу», а отрицательный к «концу» первичной обмотки. Замыкая и размыкая ключом К цепь первичной обмотки трансформатора тока, наблюдают за отклонением стрелки магнитоэлектрического прибора, подключенного к вторичной обмотке. Если при замыкании первичной цепи стрелка прибора будет отклоняться вправо, а при размыкании влево, значит, выводы первичной и вторичной обмоток трансформатора тока, к которым подключен плюс батареи и плюс прибора, являются однополярными. Для увеличения отклонения стрелки прибора, используемого в схеме проверки, можно изменять величину добавочного сопротивления, а также напряжение батарейки.

### **4. Снятие ВАХ.**

- Характеристика намагничивания, представляющая зависимость напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора тока от тока намагничивания, является основной характеристикой, по которой можно определить исправность трансформатора тока, а также возможность его применения в различных схемах релейной защиты.

- Для снятия характеристики намагничивания при разомкнутой первичной обмотке на зажимы вторичной обмотки трансформатора тока подается переменное напряжение через регулировочный автотрансформатор АТ

- Увеличивая напряжение, подаваемое на вторичную обмотку, фиксируют несколько значений напряжения и тока. При новом включении таким образом снимают 10—12 точек, по которым строят характеристику намагничивания

- Необходимо снимать характеристику намагничивания до насыщения, т. е. до таких значений, когда наступает насыщение трансформатора тока и характеристика намагничивания загибается. Измерение тока и напряжения при снятии характеристики намагничивания следует производить приборами электромагнитной или электродинамической системы, реагирующими на действующие значения измеряемых величин. Перед проверкой характеристики намагничивания и после нее производится размагничивание сердечника путем двух-трех плавных подъемов и снижений напряжения до нуля.

#### **5. Проверку коэффициента трансформации током**

- Коэффициент трансформации трансформатора тока проверяется следующей схемой: в первичную обмотку от нагрузочного трансформатора НТ (или от аналогичного по функциям прибора) подается ток не меньше 20% номинального. Коэффициент трансформации трансформатора тока определяется как отношение первичного тока  $I_1$  ко вторичному  $I_2$  и сравнивается с его номинальным значением.

- Все вторичные обмотки испытуемого ТТ на время измерений должны быть замкнуты на измерительный прибор или накоротко проводником.

#### **6. Составить заключение.**

**7. Результаты отразить в протоколе (см. приложение Протокол проверки ТТ).**

## Приложение 2. Модуль «А». Протокол проверки ТТ и токовых цепей.

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**  
**проверки трансформаторов тока**

1. Место установки: \_\_\_\_\_

## 2. Заводские данные:

|                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Фаза                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тип                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Заводской номер                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дата выпуска                          |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Обозначение обмотки                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Класс точности                        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номинальный коэффициент трансформации |  |  |  |  |  |  |  |  |

3. Результаты внешнего осмотра: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

## 4. Проверка сопротивления изоляции вторичных обмоток.

Измерение производится мегаомметром на напряжение \_\_\_\_\_ В.

При замере сопротивления изоляции первичная обмотка соединяется с корпусом ТТ.

Сопротивление изоляции вторичных обмоток относительно корпуса составило:

Кл. 10P: \_\_\_\_\_ МОм,

Кл. 0,5: \_\_\_\_\_ МОм,

Кл. 0,5S: \_\_\_\_\_ МОм.

Сопротивление изоляции вторичных обмоток между собой составило:

Кл. 10P – Кл. 0,5 \_\_\_\_\_ МОм,

Кл. 10P – Кл. 0,5S \_\_\_\_\_ МОм,

Кл. 0,5 – Кл. 0,5S \_\_\_\_\_ МОм.

**5. Снятие вольтамперных характеристик.**

| № тр-ров | Обозначение обмотки              | Ток, А        |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|----------|----------------------------------|---------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
|          |                                  | ---           | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
|          |                                  | Напряжение, В |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 1U <sub>1</sub> -1U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 2U <sub>1</sub> -2U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 3U <sub>1</sub> -3U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 1U <sub>1</sub> -1U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 2U <sub>1</sub> -2U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 3U <sub>1</sub> -3U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 1U <sub>1</sub> -1U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 2U <sub>1</sub> -2U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |
|          | 3U <sub>1</sub> -3U <sub>2</sub> |               |      |      |      |      |     |     |     |     |      |

**6. Проверка полярности выводов вторичных обмоток. Произведена проверка полярности выводов вторичных обмоток кл. 10P, кл. 0,5, кл. 0,5S. Маркировка полярности выводов вторичных обмоток**

**7. Проверка коэффициента трансформации**

| Фаза             | A   |      |     | B   |      |     | C   |      |     |
|------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|
| Класс точности   | 0,5 | 0,5s | 10P | 0,5 | 0,5s | 10P | 0,5 | 0,5s | 10P |
| Первичный ток, А |     |      |     |     |      |     |     |      |     |
| Вторичный ток, А |     |      |     |     |      |     |     |      |     |

:

**8. Проверка правильности смонтированных токовых цепей первичным током**

| Фаза                                 | A   |     | B   |     | C   |     | N   |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Класс точности                       | 0,5 | 10P | 0,5 | 10P | 0,5 | 10P | 0,5 | 10P |
| Первичный ток, А                     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Вторичный ток через реле (прибор), А |     |     |     |     |     |     |     |     |

**9. Заключение:** \_\_\_\_\_

Проверку производил: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 подпись Ф.И.О.

### Приложение 3. Модуль «В». Техническое описание модуля проверка микропроцессорной защиты Сириус – 2-Л.

Конкурс проводится на реальном оборудовании, адаптированном для учебных целей. Проверка производится в объеме определенным протоколом проверки Сириус-2-Л. Участнику необходимо соблюдать все требования при выполнении работ с инструментом и приборами в электроустановках. Организатором предоставляется техническая документация.

При этом участнику необходимо проверить работоспособность цепей устройства РЗА в соответствии с исполнительными и монтажными схемами рабочего места и выполнить работы по настройке микропроцессорного блока, в том числе произвести:

- проверку на наличие внешних повреждений и дефектов применяемых им средств защиты, инструментов и приспособлений;
- проверить на наличие внешних повреждений и дефектов проверочного устройства и соединительных проводов;
- считать конфигурацию терминала защиты Сириус-2Л и выполнить сохранение параметров терминала защиты с помощью ноутбука перед выводом в ремонт;
- произвести подготовительные работы для исключения воздействия проверяемого устройства на другие устройства РЗА (отсоединить на клеммных зажимах выходные цепи УРОВ, зашунтировать цепи ЛЗШ, отсоединить цепи аварийной и предупредительной сигнализации);
- подключить проверочную установку к входным и выходным цепям с соблюдением требований техники безопасности при работе в токовых цепях, в том числе с их предварительным закорачиванием на испытательных клеммных зажимах;
- правильно применить необходимые средства защиты, инструмент, инвентарь и приспособления (заземление испытательной установки, снятие напряжения с испытательной установки при подключении и отключении испытательных проводов);
- выполнить параметрирование терминала с помощью ноутбука по заданию Модуля (**Приложение 2**);
- выполнить сохранение файла уставок терминала защиты при параметрировании терминала с помощью ноутбука;
- выполнить параметрирование терминала с помощью ИЧМ (интерфейса терминала человек-машина) по заданию Модуля (**Приложение 2**);
- выполнить сохранение файла уставок терминала защиты при параметрировании терминала с помощью ИЧМ;
- проверить работоспособность входных измерительных цепей устройства.
- проверить точность работы измерительных всех входных цепей (3% относительная погрешность токовых линейных входов и входов линейных напряжений, 5% вход нулевой последовательности);
- проверить работоспособность входных дискретных входов устройства

(отдельных дискретных входов по заданию Модуля, Приложение 3);

- проверить уставки срабатывания защит (МТЗ, ОЗЗ, УРОВ, АПВ) в соответствии с бланком уставок по заданию Модуля (Приложение 3);
- проверить ускорение ступеней МТЗ по заданию Модуля (Приложение 3);
- проверить уставки ОЗЗ по заданию Модуля (Приложение 3);
- проверить уставки УРОВ по заданию Модуля (Приложение 3);
- выполнить комплексную проверку устройства Сириус-2-Л (временные характеристики, проверка сигнализации);
- проверить точность коэффициента возврата (0,92-0,95), срабатывания по току (5%) ступеней токовых защит;
- проверить точность срабатывания временных характеристик защит в соответствии с заданием Модуля (Приложение 3);
- произвести опробование действия защит с действием на отключение;
- проверить работу АПВ (время готовности, кратность действия, запрет от УРОВ, запрет от внешнего сигнала);
- проверить работу УРОВ (выдача внешнего сигнала при отказе выключателя);
- заполнить протокол проверки согласно специально адаптированного для Чемпионата бланка.

#### **Составить протокол и выдать заключение.**

Работы на терминале защит производятся в соответствии с Руководством по эксплуатации на устройство и другими нормативными документами по компетенции, в том числе:

### **3. НАСТРОЙКА (ПРОВЕРКА) УСТАВОК.**

**3.1.** Настройка (проверка) уставок выполняется при подключенном питании независимо от подключения остальных цепей. Сначала следует ввести значение пароля. Настройка (проверка) выполняется в следующем порядке:

**3.2.** Согласно диалогу войти в режим «Уставки», выбрать необходимый набор и функциональную группу уставок. Навести курсор на необходимую уставку.

**3.3.** Нажать кнопку «Ввод». Если до этого пароль не был введен, то появится диалог запроса пароля. После ввода правильного значения пароля появится возможность редактирования уставки.

**3.4.** Ввод цифровых значений параметров и уставок. Для ввода значения уставки необходимо выбрать соответствующий пункт меню, нажать кнопку «Ввод». Затем появится новое окно, где младшая цифра уставки начнет мигать (если редактируется уставка, то необходимо предварительно ввести пароль по методике описываемой в данном пункте). Кнопками «↑» и «↓» необходимо установить требуемое значение цифры. Затем нажать кнопку «←». Начнет мигать следующая цифра. Аналогично установить все цифры уставки. При нажатии кнопки «Ввод» производится сохранение введенного значения уставки. Если в любой момент ввода нажать кнопку «Выход», то будет возвращено старое значение уставки.

**3.5.** При вводе уставок необходимо обязательно проверять ВСЕ УСТАВКИ,

предусмотренные в устройстве, ввиду возможного влияния «забытых» уставок на работу устройства. При выходе на верхний уровень диалога происходит автоматический сброс значения пароля в ноль. Причем это происходит как при умышленном выходе оператором, так и в случае, если выход на верхний уровень произошел автоматически после «простоя» устройства более 5 мин.

Это позволяет предотвратить несанкционированный доступ к изменению уставок, в случае если оператор случайно оставил устройство на долгое время в режиме редактирования.

Уставки имеют специальный буфер памяти для редактирования уставок, позволяющий сохранять введенные изменения при случайных перерывах в работе (срабатывание одной из защит, исчезновение оперативного питания). Например, если во время ввода уставок произошло срабатывание, то устройство автоматически выйдет из режима редактирования уставок и отобразит параметры данного срабатывания.

Для того чтобы продолжить редактирование необходимо снова войти в режим редактирования уставок, причем произведенные ранее изменения будут восстановлены и нет необходимости вводить уставки заново.

**3.6.** Нажатием кнопки «↓» выбрать очередную уставку. Продолжить редактирование. При этом ввод пароля не потребуется.

**3.7.** Ввод текущего времени осуществляется аналогично. Нажатие кнопки «Ввод» при вводе значения минут обнуляет значение секунд. Для изменения значения даты и времени ввода пароля не требуется.

## 4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 4.1. Проверка функционирования устройства

**4.2.** Проверка функционирования максимальной токовой защиты. Все три ступени МТЗ проверяются аналогично, за исключением значений уставок тока и времени срабатывания. Проверяемую ступень защиты следует включить уставкой конфигурации, а остальные ступени – либо отключить, либо вывести из зоны проверки заданием заведомо более грубых значений уставок. Проверку удобно вести, используя логический имитатор совместно с установкой для проверки релейной защиты типа У5053, У5003, «Уран», «Нептун, -2, -3», «Ретом-51, -21» или аналогичными.

Подключить логический имитатор к устройству защиты, подключить токовый выход установки к клеммам тока одной из фаз, подать оперативное питание на устройство. Ввести уставки значений и конфигурации, соответствующие требуемой проверке. Подключить клеммы выходных тестовых контактов реле «Откл.», расположенных на клеммной колодке устройства, к входу миллисекундомера («Контакт») установки.

Отключить выключатель линии кнопкой «Откл» на передней панели устройства. Подавая ток от установки, убедиться в срабатывании реле и светодиода на панели устройства «Запуск МТЗ» при заданном уставкой значении тока от установки. Проверить наличие небольшого гистерезиса запуска защиты (коэффициента возврата) при снижении значения тока (по выключению

соответствующей сигнализации).

Включить выключатель линии. Сбросить индикацию кнопкой «Сброс». Скачком подав ток, превышающий уставку МТЗ, контролировать отключение выключателя, а также индикацию причины аварии на индикаторе и светодиодах. Измерить по миллисекундомеру время от момента подачи тока до замыкания контактов реле «Откл.». Сравнить его с уставкой проверяемой ступени МТЗ. Кнопкой «→» на панели устройства вызвать на индикатор значение времени срабатывания защиты  $T_{защ}$ . Допустимая погрешность срабатывания приведена в таблице 3.

**Таблица 3**

| Наименование параметра                    | Значение      |
|---|---------------|
| 1 Диапазон уставок по току, А:            |               |
| для первой ступени (исполнение 1 А)       | 0,40 — 40,00  |
| (исполнение 5 А)                          | 2,00 — 200,00 |
| для второй ступени (исполнение 1 А)       | 0,20 — 40,00  |
| (исполнение 5 А)                          | 1,00 — 200,00 |
| для третьей ступени (исполнение 1 А)      | 0,1 — 20,00   |
| (исполнение 5 А)                          | 0,40 — 100,00 |
| для четвертой ступени (исполнение 1 А)    | 0,10 — 4,00   |
| (исполнение 5 А)                          | 0,40 — 20,00  |
| 2 Диапазон уставок по времени, с:         |               |
| для первой ступени                        | 0 — 10,00     |
| для второй ступени                        | 0,10 — 20,00  |
| для третьей ступени                       | 0,20 — 99,99  |
| для четвертой ступени                     | 1 — 9999      |
| 3 Дискретность уставок:                   |               |
| по току, А                                | 0,01          |
| по времени, с                             | 0,01          |
| по времени для четвертой ступени, с 1     |               |
| 4 Основная погрешность срабатывания:      |               |
| по току, от уставки, %                    | ±5            |
| по времени для независимых характеристик: |               |
| выдержка более 1 с, от уставки, %         | ±3            |
| выдержка менее 1 с, мс                    | ±25           |
| зависимых характеристик, от уставки, %    | ±7            |
| 5 Коэффициент возврата по току            | 0,95 — 0,92   |
| 6 Время возврата, мс, не более            | 50            |

Изменить значения уставок по току и времени и провести аналогичную проверку с другими уставками. Для проверки зависимых характеристик следует пользоваться графиками, приведенными в Приложениях к Руководству по эксплуатации. Аналогично произвести проверку остальных ступеней МТЗ.

**4.3.** Ускорение при включении проверяется следующим образом: для первой и второй ступеней МТЗ задаются временные уставки порядка 5–10 с. Уставка *Тускор* задается заведомо меньшей, например, 0,2–0,5 с. Уставки конфигурации задаются такими, чтобы были разрешены МТЗ-1, МТЗ-2, ускорение первой ступени и ускорение второй ступени. Подавая скачком проверочный ток, превышающий порог срабатывания МТЗ-2, одновременно с включением линии (разбаланс времен не должен превышать 1 с), убедиться в срабатывании МТЗ-2 с временем ускорения *Тускор*. Увеличив ток выше порога МТЗ-1 повторить скачок тока и проверить работу ускорения для МТЗ-1. Убедиться в индикации причины отключения именно от ускоренной МТЗ – надпись на индикаторе «УМТЗ». Отключив уставками ускорение обеих ступеней, убедиться в отсутствии ускорения в этом случае.

**4.4.** Для проверки защиты от обрыва фаз необходимо подать несимметричную систему токов на устройство. Это обеспечивается подачей тока в одну фазу с уставкой «ТТ фазы В – Вкл». На основе поданных значений определить расчетное значение тока  $I_2 = I_{\text{фаз}}/3$  и проверить соответствие уровня срабатывания защиты по обрыву фаз ( $I_{\text{обрыва}} = I_2$ ). Остальные токовые ступени МТЗ должны быть «загрублены» или отключены с помощью уставок.

**4.5.** Проверка правильности чередования фаз и расчета тока обратной последовательности  $I_2$ . Подавая нормальную трехфазную систему токов (фазы токов сдвинуты на 120 эл.град. относительно соседних фаз) на устройство при заданной уставке – «прямое чередование фаз», убедиться в близком к 0 значении тока обратной последовательности  $I_2$ . При уставке «Обратное»  $I_2$  должен быть примерно равен фазным.

#### **4.6.** Проверка выдачи сигнала УРОВ

Проверку выдачи сигнала УРОВ выполняют аналогично проверке МТЗ. Установить время срабатывания ступени МТЗ-1, равное 0. Тогда измеренное миллисекундомером время должно примерно соответствовать уставке времени УРОВ.

Подключить токовые цепи установки к устройству. Выходные контакты реле УРОВ устройства подключают к миллисекундомеру испытательной установки. Толчком подают ток, превышающий уставку ступени МТЗ с нулевой выдержкой времени, и измеряют время до замыкания контактов УРОВ. Оно должно быть на 30–40 мс больше времени уставки *Туров*.

Контроль за срабатыванием собственного выключателя линии для функции УРОВ выполнен не по сигналу РПО ввиду его недостаточной надежности, а по прекращению тока в линии, то есть по снижению максимального из фазных токов ниже значения *Туов*.

#### **4.7.** Проверка земляной защиты.

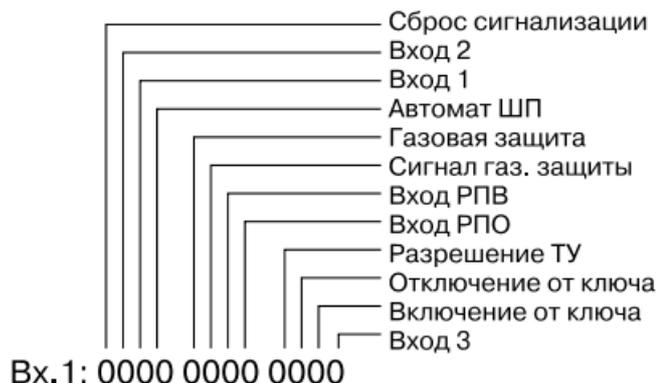
Проверка производится по току  $3I_0$ , подаваемому на входные клеммы устройства и отображаемому на индикаторе. Индикация тока  $3I_0$  высших гармоник на индикаторе устройства производится во вторичных значениях тока 3-й, 5-й, 7-й и 9-й гармоники (150, 250, 350 и 450 Гц) и их суммы в режимах «Контроль». В режиме «Параметры отключения» отображается только суммарное значение на

момент срабатывания.

Значение тока основной частоты 50 Гц также отображается во вторичных значениях. **Внимание! Проверочный ток любой частоты, длительно подаваемый на входные клеммы «310» устройства, не должен превышать 2,5 А.**

**4.8.** Проверка работоспособности входных цепей устройства. С помощью логического имитатора или источника постоянного напряжения поочередно подавать сигналы на входные цепи устройства, проверить прохождение сигналов либо в режиме «Контроль» (рисунок), либо по реакции на них устройства.

Расписание входных дискретных сигналов устройства в режиме «Контроль»



**4.9.** Проверка работоспособности выходных реле. Подавая различные воздействия на устройство, необходимо добиться срабатывания всех реле и убедиться в работоспособности всех контактных групп.

**4.10.** Устройство при подаче оперативного питания производит глубокое самотестирование всех программно доступных элементов схемы. Во время работы постоянно проверяется работа обмена со сигнальным процессором, а также АЦП. При обнаружении любой внутренней неисправности во время тестирования устройство выдает на индикацию мигающее сообщение об ошибке, замыкает контакты реле «Отказ» и блокируется. Расшифровка сообщений приведена в приложении к Руководству по эксплуатации. От случайных сбоев устройство защищено так называемым сторожевым таймером, пересбрасывающим всю схему в случае нарушения нормальной работы программы процессора.

#### **4.11.** Ускорение МТЗ.

Ускорение ступеней МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 вводится автоматически на время ( $T_{ускор} + 1$  с) при любых включениях выключателя. Ввод ускорения любой ступени может быть отключен уставками. Выдержка времени ускорения МТЗ одинакова для всех ступеней и задается уставкой  $T_{ускор}$ . Если для ступеней МТЗ задана уставка по времени менее значения  $T_{ускор}$ , то при ускорении МТЗ заданная выдержка сохраняется (действует меньшая уставка). В случае задания зависимых характеристик МТЗ-2 или МТЗ-3 на время ускорения они переводятся в режим с независимой времятоковой характеристикой.

Четвертая ступень МТЗ-4 не может быть ускорена.

### Приложение 4. Модуль «В». Бланк уставок для параметрирования терминала Сириус-2-Л помощью ноутбука и ИЧМ.

|         |       |                         |  |                   |
|---------|-------|-------------------------|--|-------------------|
| Набор 1 | Общие | $U_{НОМ}$ , кВ          | 3 — 35   | 10                |
|         |       | $I_{НОМ ТТ}$ , А        | 20 — 6000  | 300               |
|         |       | $T_{УСКОРЕНИЯ}$ , с     | 0,00 — 2,00  | 0,3               |
|         |       | $Z_{ЛУД}$ , Ом/км       | 0,10 — 2,00  | 0,6               |
|         |       | $Z_{СИСТЕМЫ}$ , Ом      | 0,00 — 50,00   | 3,2               |
|         |       | Режим сигнализации      | Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с   | 10                |
|         |       | ТТ фазы В               | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       | Чередование фаз         | ПРЯМОЕ / ОБРАТНОЕ  | ПРЯМОЕ            |
|         |       | Цвет В/О                | Красный и зеленый / Зеленый и красный  | Красный и зеленый |
|         |       |                         |  |                   |
|         | МТЗ-1 | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       | $I$ , А                 | 2,00 — 200,00 (исп. 5 А)<br>0,40 — 40,00 (исп. 1 А)  | 20                |
|         |       | $T$ , с                 | 0,00 — 10,00   | 0                 |
|         |       | Ускорение при включении | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ              |
|         |       | АПВ                     | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       |                         |  |                   |
|         | МТЗ-2 | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       | $I$ , А                 | 1,00 — 200,00 (исп. 5 А)<br>0,20 — 40,00 (исп. 1 А)  | 2                 |
|         |       | $T$ , с                 | 0,10 — 20,00   | 0,5               |
|         |       | Ускорение при включении | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       | Характеристика          | Независимая / Нормально инверсная / Сильно инверсная / Чрезвычайно инверсная / РТ-80 / РТВ-1 | Независимая       |
|         |       | АПВ                     | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ               |
|         |       |                         |  |                   |
|         | МТЗ-3 | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ              |
|         |       | Действие                | СИГНАЛ / ЗАЩИТА  |                   |
|         |       | $I$ , А                 | 0,40 — 100,00 (исп. 5 А)<br>0,10 — 20,00 (исп. 1 А)  |                   |
|         |       | $T$ , с                 | 0,20 — 99,99   |                   |

|                |                         |  |           |
|----------------|-------------------------|--|-----------|
|                | Ускорение при включении | ОТКЛ / ВКЛ   |           |
|                | Характеристика          | Независимая / Нормально инверсная / Сильно инверсная / Чрезвычайно инверсная / РТ-80 / РТВ-1 |           |
|                | АПВ                     | ОТКЛ / ВКЛ   |           |
|                |                         |  |           |
| МТЗ-4          | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ       |
|                | Действие                | СИГНАЛ / ЗАЩИТА  | СИГНАЛ    |
|                | $I, A$                  | 0,40 — 20,00 (исп. 5 А)<br>0,10 — 4,00 (исп. 1 А)  | 1         |
|                | $T_{ОТКЛ}, c$           | 1 — 9999   | 9999      |
|                | $T_{СИГНАЛ}, c$         | 1 — 9999   | 10        |
|                |                         |  |           |
| ЗОФ            | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ      |
|                | Действие                | СИГНАЛ / ЗАЩИТА  |           |
|                | $I_2/I_1$               | 0,10 — 1,00  |           |
|                | $T, c$                  | 0,20 — 99,99   |           |
|                | АПВ                     | ОТКЛ / ВКЛ   |           |
|                |                         |  |           |
| Защита от ОЗЗ  | Функция                 | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ       |
|                | Действие                | СИГНАЛ / ЗАЩИТА  | СИГНАЛ    |
|                | $3I_{0\Gamma}$          | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ       |
|                | $3I_{0ВГ}$              | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ      |
|                | $3I_{0\Gamma}, A$       | 0,010 — 2,500  | 0,5       |
|                | $3I_{0ВГ}, A$           | 0,005 — 0,500  | 0,2       |
|                | Характеристика          | Независимая / Обратнозависимая / Чрезвычайно инверсная                                       | НЕЗАВИСИМ |
|                | $T, c$                  | 0,03 — 99,99   | 10        |
|                | АПВ                     | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ      |
|                |                         |  |           |
| Дуговая защита | Контроль по I           | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ       |

|                |  |  |            |
|----------------|--|--|------------|
|                | $I_{\text{КОНТР}}, \text{ A}$          | 0,20 — 99,99 (исп. 5 А)<br>0,04 — 19,99 (исп. 1 А) | 8          |
| Газовая защита | Функция                                | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ       |
| АПВ            | Функция                                | ОТКЛ / 1 КРАТ / 2 КРАТ                             | 1 КРАТ     |
|                | $T_{\text{АПВ1}}, \text{ с}$           | 0,20 — 99,99                                       | 6          |
|                | $T_{\text{АПВ2}}, \text{ с}$           | 0,20 — 99,99                                       | 4          |
|                | Фиксация блокир. АПВ                   | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ       |
|                | АПВ при несанкционированном отключении | Разрешено / Блокировано                            | РАЗРЕШЕНО  |
|                |  |  |            |
| АЧР/ЧАПВ       | Функция АЧР                            | ОТКЛ / ВКЛ   | ОТКЛ       |
|                | Функция ЧАПВ                           | Внутреннее / Внешнее                               | Внутреннее |
|                | $T_{\text{ЧАПВ}}, \text{ с}$           | 0,20 — 99,99                                       | 3          |
|                |  |  |            |
| УРОВ           | Функция                                | ОТКЛ / ВКЛ   | ВКЛ        |
|                | $I, \text{ A}$                         | 0,20 — 20,00 (исп. 5 А)<br>0,10 — 4,00 (исп. 1 А)  | 4          |
|                | $T, \text{ с}$                         | 0,05 — 1,00  | 0,3        |
|                |  |  |            |

Начальник СРЗА ЦУС

Д.В. Морозов

**Приложение 5. Модуль «В». Отчет - Протокол проверки терминала Сириус-2-Л.**

Заводской номер № \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

**Протокол проверки терминала Сириус-2-Л****1. Паспортные данные устройства**

|   |  |   |
|---|--|---|
| Номинальное вторичное напряжение переменного тока, В<br>100 В | Номинальное напряжение оперативного тока, В<br>220 (110) В | Номинальный вторичный ток, А<br>5 (1) А |
|   |  |   |

**2. Внешний осмотр:** \_\_\_\_\_**3. Проверка коммутации вторичных цепей:** \_\_\_\_\_**4. Уставки защиты (кем и когда выданы):** \_\_\_\_\_**5. Дополнительные сведения (устройство подключено):**

Трансформаторы тока \_\_\_\_\_ КТТ \_\_\_\_\_

Трансформаторы \_\_\_\_\_ ТТНП \_\_\_\_\_

КТТ \_\_\_\_\_

**6. Проверка электрического сопротивление изоляции.**

Проверка изоляции производится относительно корпуса. Сопротивление должно быть не менее 100 МОм.

|              | Токовые | Оперативные | Сигнализации | Корпуса |  |
|--------------|---------|-------------|--------------|---------|--|
| Токовые      |         |             |              |         |  |
| Оперативные  |         |             |              |         |  |
| Сигнализации |         |             |              |         |  |
| Корпуса      |         |             |              |         |  |
|              |         |             |              |         |  |
|              |         |             |              |         |  |

**7. Проверка блока питания**

Убедиться в надежной работе устройства во всем рабочем диапазоне напряжений питания.

| Диапазон изменения напряжения | Оценка работы<br>(удовлетворительно или<br>неудовлетворительно) |
|-------------------------------|---|
| 178-242 В (исполнение 220 В)  |   |
| 88-132 В (исполнение 110 В)   |   |

**8. Проверка работоспособности входных цепей устройства**

Произвести проверку правильности фазировки токовых цепей. Сравнить значения подаваемых токов на проверочном устройстве и устройстве РЗ.

| Фаза | Проверочное устройство,<br>Фаза / Величина. / уголφ° | «Сириус-2-Л»,<br>Фаза / Величина. / уголφ° |
|------|--|--|
| А    |  |  |
| В    |  |  |
| С    |  |  |
| 3Ю   |  |  |

**9. Проверка работоспособности тумблеров на лицевой панели устройства.**

Произвести анализ работы тумблеров на лицевой панели в режиме «Контроль»-«Тумблеры».

Оценка работы тумблеров \_\_\_\_\_

**10 Проверка работоспособности светодиодов на лицевой панели устройства.**

Произвести проверку работы светодиодов на лицевой панели устройства РЗ в режиме «Контроль» - «Тест светодиодов».

Оценка работы светодиодов \_\_\_\_\_

**11. Проверка защит.**

Ввод уставок производится с клавиатуры или по каналам связи. При проверке, защиты и ступени защит, которые не проверяются, выводятся из работы. Управление выключателем на лицевой панели «Дистанционное / Ручное», перевести в «Ручное».

**12.. Проверка МТЗ.**

Проверку проводить поочередно с последующим выводом уставок. Проверку времени срабатывания вести при токе равном  $1.2 \cdot I_{сраб.мтз}$ .

| Ступень<br>МТЗ | I <sub>сраб.</sub> ,А | I <sub>возв.</sub> ,А | К <sub>возв.</sub> | T <sub>сраб.</sub> ,с | Уставка               |                      |
|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|                |                       |                       |                    |                       | I <sub>сраб.</sub> ,А | T <sub>сраб.</sub> , |
| МТЗ-1          |                       |                       |                    |                       |                       |                      |
| МТЗ-2          |                       |                       |                    |                       |                       |                      |
| МТЗ-3          |                       |                       |                    |                       |                       |                      |
| МТЗ-4          |                       |                       |                    | /                     |                       |                      |

Проверка ускорения при включении.

Выставить уставку T<sub>сраб.мтз</sub> заведомо больше, чем T<sub>ускор.</sub>

Подать «скачком» ток  $1.2 \cdot I_{мтз}$  с одновременным включением выключателя

| Ускорение при включении | T <sub>ср.ускор.с.</sub> | Уставка<br>T <sub>ускор.с.</sub> |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| МТЗ-1                   |                          |                                  |
| МТЗ-2                   |                          |                                  |

|       |  |  |
|-------|--|--|
| МТЗ-3 |  |  |
|-------|--|--|

**12.2. Проверка ЗОФ.**

Ввести уставку ЗОФ – «Вкл.». Действие – «Защита». (I2сраб., А = Iф/3)

| I2сраб., А | I2возв., А | Квозв. | Тсраб., с | Уставка    |           |
|------------|------------|--------|-----------|------------|-----------|
|            |            |        |           | I2сраб., А | Тсраб., с |
|            |            |        |           |            |           |

**12.3. Проверка ОЗЗ.**

Ввести уставку ОЗЗ – «Вкл.». Действие – «Защита».

Проверка по первой гармонике.

| Iсраб., А | Iвозв., А | Квозв. | Тсраб., с | Уставка   |           |
|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|
|           |           |        |           | Iсраб., А | Тсраб., с |
|           |           |        |           |           |           |

**13. Проверка УРОВ****12.1. Проверка пуска УРОВ при срабатывании МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, МТЗ-4, ЗОФ, ОЗЗ.**

Ввести в работу УРОВ.

Подать проверочный ток равный 1.2·Iсраб.мтз-1.

|           |         |                   |         |
|-----------|---------|-------------------|---------|
| “Уставки” | “МТЗ-1” | “1.2·Iсраб.мтз-1” |         |
|           |         | “Т,с”             | 0с.     |
|           | “УРОВ”  | “Функция”         | “Вкл”   |
|           |         | “Туров”           | _____с. |

Оценка работы реле УРОВ \_\_\_\_\_

Подать проверочный ток равный 1.2·Iсраб.мтз-2.

|           |         |                    |         |
|-----------|---------|--------------------|---------|
| “Уставки” | “МТЗ-2” | “1.2·Iсраб.мтз-2 ” |         |
|           |         | “Т,с”              | 0,1с.   |
|           | “УРОВ”  | “Функция”          | “Вкл”   |
|           |         | “Туров”            | _____с. |

Оценка работы реле УРОВ \_\_\_\_\_

Подать проверочный ток равный 1.2·Iсраб.мтз-3.

|           |         |                    |       |
|-----------|---------|--------------------|-------|
| “Уставки” | “МТЗ-3” | “1.2·Iсраб.мтз-3 ” |       |
|           |         | “Т,с”              | 0,2с. |

|  |        |           |         |
|--|--------|-----------|---------|
|  | “УРОВ” | “Функция” | “Вкл”   |
|  |        | “Туров”   | _____с. |

Оценка работы реле УРОВ \_\_\_\_\_

Подать проверочный ток равный 1.2·Исраб.мтз-4.

|           |           |                    |         |
|-----------|-----------|--------------------|---------|
| “Уставки” | “МТЗ-4”   | “1.2·Исраб.мтз-4 ” |         |
|           |           | “Т,с”              | 60с.    |
| “УРОВ”    | “Функция” | “Вкл”              |         |
|           |           | “Тпуска”           | _____с. |

Оценка работы реле УРОВ \_\_\_\_\_

Проверка времени срабатывания ТУРОВ.с

|                 |         |                    |
|-----------------|---------|--------------------|
| 1.2·Исраб.мтз-1 | ТУРОВ.с | Уставка<br>ТУРОВ.с |
|                 |         |                    |

#### 14. Проверка АПВ.

##### 14.1. Проверка пуска АПВ после срабатывания МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, ЗОФ, ОЗЗ (отключения выключателя от данных защит).

Ввести АПВ.

Порядок проверки АПВ:

Проверить отсутствие блокировки АПВ.

Подать ток от проверочного устройства равный 1.2·Исраб.защит.

После срабатывания МТЗ, снять ток (для возврата пусковых органов).

Произвести регистрацию АПВ первой кратности.

Подать ток от проверочного устройства 1.2·Исраб.защит.

После срабатывания МТЗ, ЗОФ, ОЗЗ снять ток.

Произвести регистрацию АПВ второй кратности.

Ввести уставки «АПВ при срабатывании»-«Вкл.».

|           |         |                            |                |
|-----------|---------|----------------------------|----------------|
| “Уставки” | “МТЗ-1” | “АПВ”                      | “Вкл”          |
|           | “АПВ”   | “Функция”                  | “1КРАТ”        |
|           |         | “Функция”                  | “2КРАТ”        |
|           |         | “Тапв 1, с”<br>“Тапв 2, с” | ____с<br>____с |

Оценка работы АПВ (1 крат.) \_\_\_\_\_

Оценка работы АПВ (2 крат.) \_\_\_\_\_

|           |         |           |         |
|-----------|---------|-----------|---------|
| “Уставки” | “МТЗ-2” | “АПВ”     | “Вкл”   |
|           | “АПВ”   | “Функция” | “1КРАТ” |
|           |         | “Функция” | “2КРАТ” |

|  |  |             |         |
|--|--|-------------|---------|
|  |  | “Тапв 1, с” | _____ с |
|  |  | “Тапв 2, с” | _____ с |

Оценка работы АПВ (1 крат.) \_\_\_\_\_

Оценка работы АПВ (2 крат.) \_\_\_\_\_

#### 15. Проверка отключения по входу АЧР и ЧАПВ.

Задать уставку «Функция ЧАПВ» - «Внешнее»;

«Реле 2: Точка» - «АЧР»;

«Сигнал 2: Точка» - «ЧАПВ»;

«Блокировка от АЧР» - «Откл.»;

Включить тумблер «АЧР».

Включить выключатель линии. Кратковременно подать активный сигнал на «Вход АЧР».

Оценка работы \_\_\_\_\_

После отключения выключателя кратковременно подать активный сигнал на «Вход ЧАПВ».

Оценка работы \_\_\_\_\_

Отключить тумблер «АЧР» и повторить проверку.

Оценка работы \_\_\_\_\_

#### 16. Проверка отключения по входу «Дуговая защита».

Ввести уставку «Контроль по I» - «Вкл»

Выставить уставку Тсраб.мтз-1= 1.0 с.

Подать проверочный ток равный 1.2· Исраб.мтз-1.

Через интервал времени, не превышающий 1 с.,

подать на вход «Дуговая защита» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

#### 17. Проверка отключение и включение по входам «Отключение по ТУ» и «Включение по ТУ».

Перевести тумблер «РУ/ДУ» в положение «Дистанционное».

Подать на вход «Отключение по ТУ» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

Подать на вход «Включение по ТУ» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

#### 18. Проверка отключение и включение от «Ключа» по входам «Откл. от ключа» и «Вкл. от ключа»

Подать на вход «Отключение от ключа» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

Подать на вход «Включение от ключа» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

#### 19. Проверка входа «Сброс сигнализации».

Подать на вход «Сброс сигнализации» активный сигнал.

Оценка работы \_\_\_\_\_

#### 20. Проверка работоспособности выходных реле устройства защиты.

| УРОВ | Вкл. | Откл. 2 | Откл. 1 | Реле 1 | Реле 2 | Пуск МТЗ |
|------|------|---------|---------|--------|--------|----------|
|      |      |         |         |        |        |          |

**Заключение:**

---

---

---

---

---

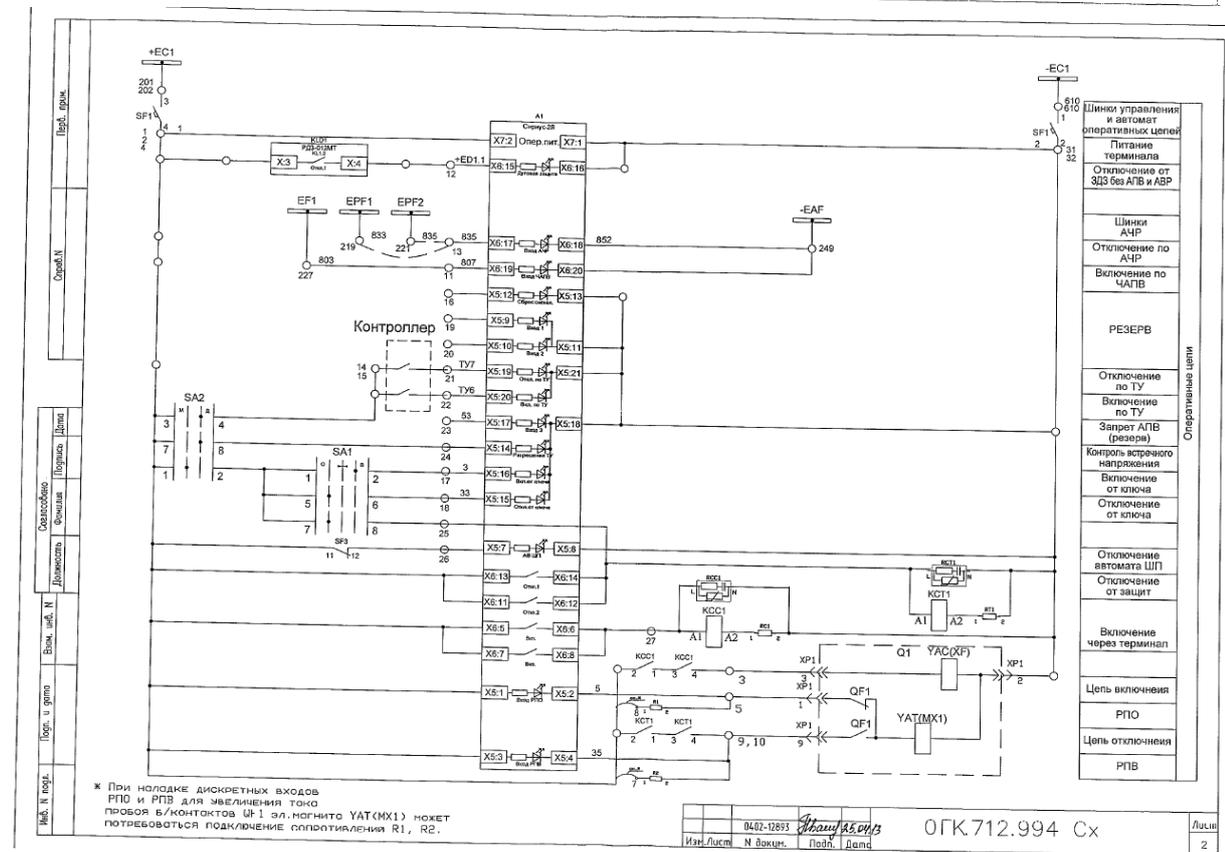
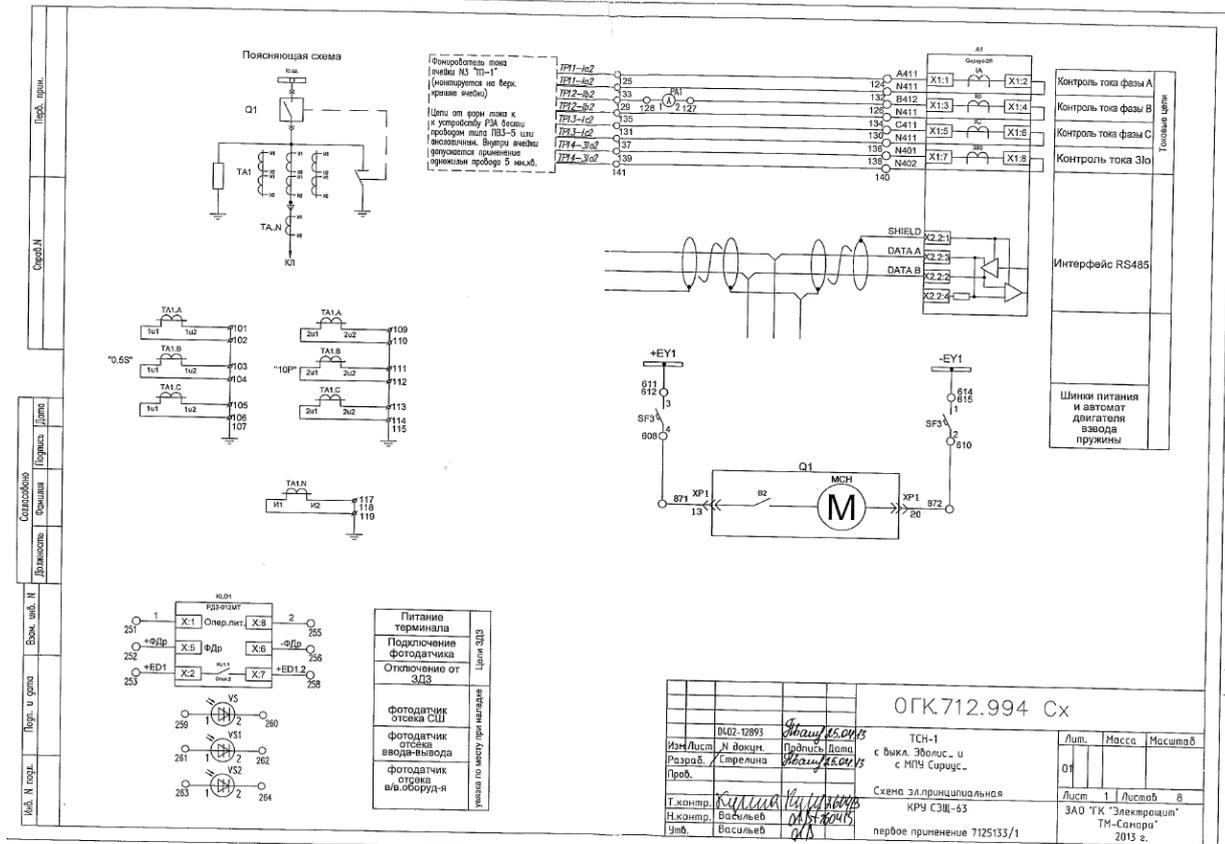
---

**Проверку проводил:**

\_\_\_\_\_  
(Должность)  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Приложение 6. Модуль «В». Схемы электрические принципиальные ячейки 10 кВ.





| Позиционное обозначение | Наименование                          | Тип и техническая харак-тика | Код-во | Примечание               |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------|--------------------------|
| Дверь релейн. шкафа     |                                       |                              |        |                          |
| SB                      | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ КНОПОВЫЙ                  | ВК42-15-202011-00 УХЛ4       | 1      |                          |
| HLW1                    | ЛАМПА ПОЛупРОВОДНИКОВАЯ КОМБИТАТОРНАЯ | СКЛ-11-Ж-2-220 (ЖЕЛТАЯ)      | 1      |                          |
| HLR1                    | ЛАМПА ПОЛупРОВОДНИКОВАЯ КОМБИТАТОРНАЯ | СКЛ-11-К-2-220 (КРАСНАЯ)     | 1      |                          |
| HLG1                    | ЛАМПА ПОЛупРОВОДНИКОВАЯ КОМБИТАТОРНАЯ | СКЛ-11-Л-2-220 (ЗЕЛЕНАЯ)     | 1      |                          |
| PA1                     | АМПЕРМЕТР                             | 342703 /5A                   | 1      | полный тип с кр.пер.лист |
| A1                      | УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ        | "Сирус-2Л...-220..."         | 1      | см.Т.Т.3                 |
| X3,X5,X6                | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-24P(N к-тоб с 1-24)   | 3      | для А1                   |
| X4                      | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-12P(N к-тоб с 1-12)   | 1      | для А1                   |
| X2,2                    | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-4P(N к-тоб с 1-4)     | 1      | для А1                   |
| X2,1                    | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-2P(N к-тоб с 1-2)     | 1      | для А1                   |
| X7                      | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-6P(N к-тоб с 1-6)     | 1      | для А1                   |
| X2,3                    | РОЗЕТКА                               | ZESDPM-4P(N к-тоб с 1-4)     | 1      | ролька для Сирус...И     |
| SA1                     | ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ                         | ППЗ-16 1 045 1 УХЛ4          | 1      |                          |
| SA2                     | ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ                         | ППЗ-16 1 180 1 УХЛ4          | 1      |                          |

**ОГК.712.994 ПЭ**

Изм. Лист N документа Подпись Дата  
 Разраб. Смирнова 04.02.2018  
 Т.контр. Васильев 04.02.2018  
 Упр. Васильев 04.02.2018

ТСН-1 с выкл. ЭВЛИС... с МПУ Сирус...  
 Перечень аппаратуры.  
 КРУ СЭД-63  
 первое применение 7125133/1

Лист 1 Листов 4  
 ЗАО "ТК "Электротранс" ИМ "Сенатор" 2013 г.

| Позиционное обозначение | Наименование                          | Тип и техническая харак-тика | Код-во | Примечание                               |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------|--|
| Поворотная панель       |                                       |                              |        |  |
| SF3                     | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ            | АС19 С60Н-DC 2П 4/С А9N61524 | 1      |  |
|                         | БЛОК-КОНТАКТ                          | АС19 OF A9N26924             | 2      |  |
| SF1                     | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ            | АС19 С60Н-DC 2П 4/С А9N61524 | 1      |  |
|                         | БЛОК-КОНТАКТ                          | АС19 OF A9N26924             | 1      |  |
| SF2                     | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ            | АС19 С60Н-DC 2P 2/С А9N61522 | 1      |  |
|                         | БЛОК-КОНТАКТ                          | АС19 OF A9N26924             | 1      |  |
| KLD1                    | РЕЛЕ ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ                   | РДЗ-012MT ; -220В            | 1*     | см.Т. Т. 4                               |
| KCT1, KCC1              | РЕЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ                    | RG25-1022-28-1220            | 2      |  |
| RCT1, RCC1              | ШИНА КЛЕММА С ГАСИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ | ТУР350-VRC                   | 2      |  |
| RC1, RT1                | РЕЗИСТОР ПОСТОЯННЫЙ ПРОВОЛОЧНЫЙ       | C2-33H-2 4,7 КОМ             | 2      |  |
|                         | ДЕРЖАТЕЛЬ ДЛЯ РАДИОЭЛЕМЕНТА           | AVK SKT 498759               | 2      |  |
|                         | КЛЕММА ДЛЯ ВСТАВКИ РАДИОЭЛЕМЕНТА      | AVK 2.5F 324929              | 2      |  |
| Освещение(кронштейн)    |                                       |                              |        |  |
| HL1                     | ПАТРОН РЕЗЬБОВОЙ                      | E27-ФП-0194 ПОТОЛОЧНЫЙ       | 1      |  |
| задняя стенка           |                                       |                              |        |  |
| S1                      | РУЧЬИЛЬНИК                            | P-25-1111-00 У3 2-полосный   | 1      |  |
| R1,R2                   | РЕЗИСТОР ПОСТОЯННЫЙ ПРОВОЛОЧНЫЙ       | C5-35B-10 10000 Ом           | 2      |  |
| нижняя тележка          |                                       |                              |        |  |
| Y0                      | ЗАМОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ                | ЗБ-ИМ УХЛ2                   | 1*     | Знаком, в котором обозначены выключатели |
|                         | ТНВЯИ                                 |                              |        |  |
| передняя стенка дна     |                                       |                              |        |  |
| Y01                     | ЗАМОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ                | ЗБ-ИМ УХЛ2                   | 1      | см.л.л.п.5                               |
| Опсек ввода-вывода      |                                       |                              |        |  |
| QSG1                    | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПУТЕВОЙ                   | ВП19М-21Б421-67 У2.17        | 1      | см.л.л.п.5                               |

**ОГК.712.994 ПЭ**

Изм. Лист N документа Подпись Дата

| Позиционное обозначение               | Наименование                                    | Тип и техническая харак-тика      | Код-во | Примечание   |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|--------|--|
| Передняя стенка дна М.Е. 01           |   |                                   |        |  |
| XP1                                   | РОЗЕТКА ШТЕПСЕЛЬНОГО РАЗЪЕМА ПРИВОДА ВЫКЛ.      |                                   | *      | Заказывать и монтировать по схеме тележки см.Т.Т.Л.2 |
| XP2                                   | РОЗЕТКА ШТЕПСЕЛЬНОГО РАЗЪЕМА ПРИВОДА ВЫКЛ.      |                                   | *      |  |
| Задняя стенка дна М.Е. 01             |   |                                   |        |  |
| RK1                                   | ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬ                              | FLN 030M                          | 1      |  |
| BT                                    | ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ                              | FLZ 520 -20С...40С 220В 50Гц      | 1      |  |
| VS2                                   | ФОТОДАТЧИК                                      | Комплектно с РДЗ-012МТ            | 1*     | см.Т. Т. 4   |
| Опсек ввода/вывода                    |   |                                   |        |  |
| TA1A,TA1B,TA1C                        | ТРАНСФОРМАТОР ТОКА                              | ТОЛ-СЭЭ УЧТ. В ЧЕРТ. ПАН. С ОБОР. | 3*     |  |
| TA..N                                 | ТРАНСФОРМАТОР ТОКА                              | УЧТ. В ЧЕРТ. ПАН. С ОБОР.         | *      | см.опр. лист   |
| VS1                                   | ФОТОДАТЧИК                                      | Комплектно с РДЗ-012МТ            | 1*     | см.Т. Т. 4   |
| Опсек в/дального оборудования М.Е. 01 |   |                                   |        |  |
| SQ,STM                                | ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПУТЕВОЙ                             | ВП19М-21Б421-67 У2.17             | 2      |  |
| Опсек сборных шин                     |   |                                   |        |  |
| VS                                    | ФОТОДАТЧИК                                      | Комплектно с РДЗ-012МТ            | 1*     | см.Т. Т. 4   |
| код4622В/4                            | НАКОНЕЧНИКИ ДЛЯ СЕЧ.2х0.75ММ2 ДЛЯ ЧСТ-ВА СИРИУС | 503/2                             | 50шт.  |  |
|                                       | кабель экранированный                           | КАБЕЛЬ КИПЭВиз-LS 2X2X0.6         | 20м    |  |

**ОГК.712.994 ПЭ**

Изм. Лист N документа Подпись Дата

| Позиционное обозначение | Наименование  | Тип и техническая харак-тика                                    | Код-во           | Примечание |
|-------------------------|---|---|------------------|------------|
|                         | Дверь - заготовка                                   | 8ПК.320.304-04  | -                |            |
|                         | Схема разметки отверстий двери                      | 0ПК.304.832   | 1                |            |
|                         | Лист - заготовка                                    | 8ПК.348.864   | -                |            |
|                         | Схема разметки отверстий                            | 0ПК.348.488   | 1                |            |
|                         | Крепление и установка на двери рел. шкафа.          | 6ПК.013.021-24  | 1                |            |
|                         | Рейка   | 8ПК.194.123-24  | 2                |            |
|                         | Крепление и установка на панели рел. шк.            | 6ПК.013.001-01  | 1                |            |
|                         | Перечень комплектующих для бесперебойных соединений | ОКИ.392.100П<br>ОКИ.392.101В<br>ОКИ.392.100В<br>ОКИ.392.010-02В | 1<br>1<br>1<br>1 |            |

**Технические требования:**

- Схема выполнена на основании черт. ВИСР.9652299.005.33.ПЗ ЗАО МПОТК "Технокомплект" г.Дубна
- Данный перечень для шкафа лишь включает аппаратуру только для постоянных цепей управления, автоматики и сигнализации.  
Схемы:  
ОГК.355.046.Сх - схема подключения штепсельных разъемов ЭВЛИС...  
ОГК.355.047...Сх - схема подключение тележки с "Эвэлис"  
ОГК.352.027-04Сх - схема ЗВЗ и освещения отсека ввода-вывода (крыша рел.шк)
- Указания о поставке устройства "Сирус-...-220..." розеток(вилки) к нему смотри опросный лист на заказ.
- Реле РДЗ-012МТ с комплектом фотодатчиков заказываются по опросному листу
- Схема выполнена с цепями ЭМБ на ВЗ и ЗР

| Обозначение   | Исполнение | Исполнение разоб | Схема разметки отверстий двери | Крепление и установка лопок на двери | Примечание |
|---------------|------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------|
| ОГК.712.994.. | Полностью  | Импортное        | ОГК.315...                     | ОГК.013...                           |            |

**ОГК.712.994 ПЭ**

Изм. Лист N документа Подпись Дата

## Приложение 7. Модуль «С». Техническое описание по реле РТ-40.

Раздел I. Общие сведения о реле РТ-40**2-22. МАКСИМАЛЬНОЕ РЕЛЕ ТОКА РТ-40**

Максимальные реле тока РТ-40 применяются в устройствах релейной защиты и противоаварийной автоматики в качестве органа, реагирующего на повышение тока в контролируемой цепи. Общий вид электромагнита реле представлен на рис. 2-39. Магнитная система реле состоит из П-образного шихтованного сердечника 1 и Г-образного якоря 2. В сердечнике электромагнита под кагушками имеются вырезы, предназначенные для снижения вибрации подвижной системы при больших и несинусоидальных токах. При пиках несинусоидального тока участки сердечника с уменьшенным сечением насыщаются и ограничивают величину магнитного потока.

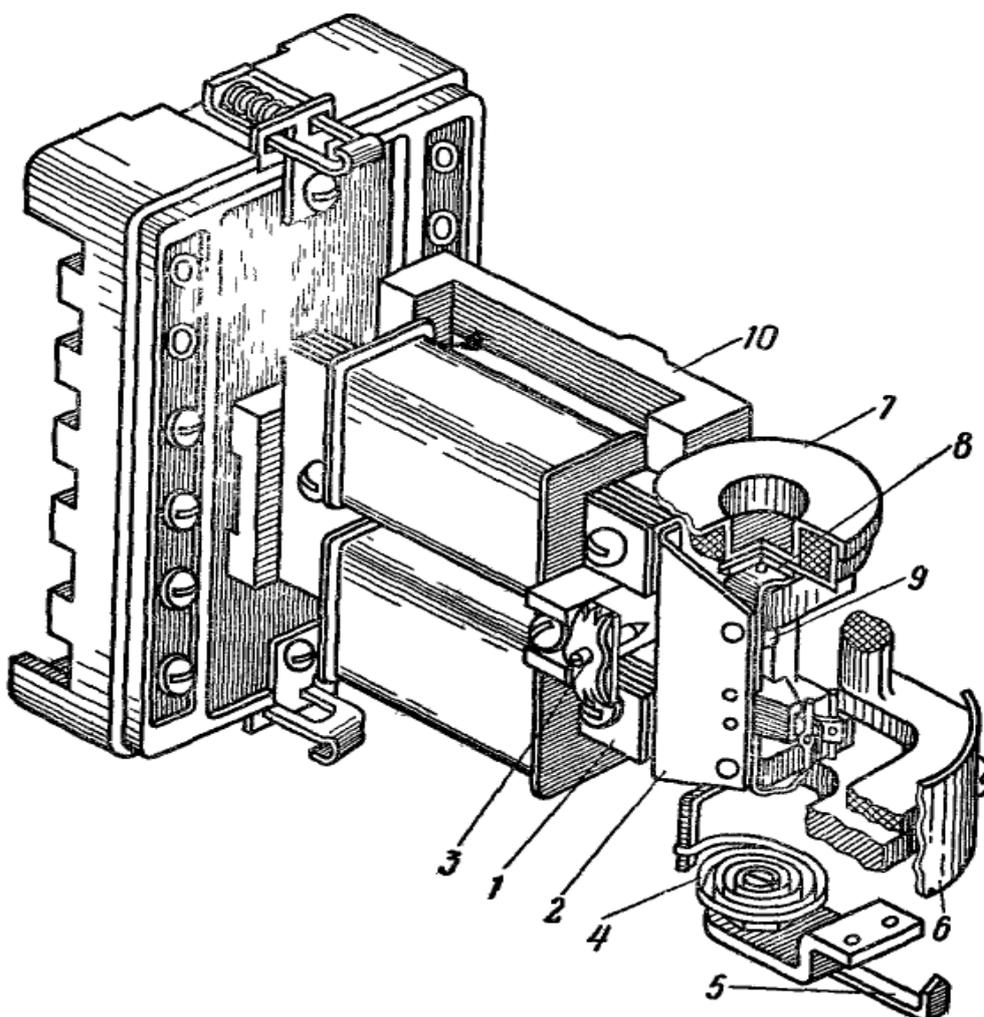


Рис 2-39 Общий вид электромагнита реле РТ-40

Положение якоря в начальном и конечном положениях фиксируется упорными винтами 3, закрепленными контргайками или пружинными пластинками для предохранения от самоотвинчивания. Якорь реле удерживается в начальном положении с помощью противодействующей

спиральной пружины 4, один конец которой связан с якорем, а другой — с указателем уставки 5. При повороте указателя уставки изменяется противодействующий момент пружины и соответственно ток срабатывания реле. Необходимое положение указателя определяется по делениям, нанесенным на шкале реле 6. Жесткость противодействующей пружины  $1,0 \text{ Н}\cdot\text{мм}/90^\circ$ , при повороте указателя от минимальной уставки до максимальной (угол поворота около  $90^\circ$ ) момент противодействующей пружины увеличивается в 4 раза (пропорционально квадрату тока). К якорю приклепаны опорная скоба и пластмассовая колодка с двумя подвижными мостиковыми контактами из серебра. К верхней части скобы приклепан полый барабанчик 7 с радиальными перегородками внутри, полость барабанчика заполнена хорошо просушенным кварцевым песком. При любом ускорении подвижной системы песчинки приходят в движение и часть сообщенной якорю энергии тратится на преодоление сил трения между песчинками. Последнее приводит к значительному снижению вибраций подвижной системы от переменной составляющей тяговой силы электромагнита и уменьшает вибрацию контактов при их соударении. Между барабанчиком и опорной скобой помещена шайба с узким центральным отверстием (соответствующее отверстие имеется и в скобе) и бронзовая пластинка 8, служащая опорной плоскостью для подвески подвижной системы реле. Подвижная система в верхней части опирается бронзовой пластинкой на штифт из нержавеющей стали со сферическим концом, укрепленный во вкладыше 9 на рамке-основании 10 и проходящий через отверстия в опорной скобе и шайбе. В нижней части перемещение оси подвижной системы в горизонтальной плоскости ограничивается таким же штифтом, проходящим через отверстие в нижней отогнутой части опорной скобы. Сама скоба ограничивает смещение подвижной системы вверх.

На сердечнике расположены две катушки, концы которых выведены на зажимы цоколя реле. Перестановкой перемычек на этих зажимах можно осуществлять параллельное и последовательное соединение катушек реле и соответственно изменять величину уставок в 2 раза. Цифры, нанесенные на шкале, соответствуют последовательному соединению обмоток. Схема внутренних соединений реле приведена на рис. 2-40.

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакт. Для более четкой работы контактов подвижные контакты выполнены свободно поворачивающимися. Неподвижные контакты 1 (см. рис. 2-43) приварены к плоским бронзовым пружинам 2, перемещение которых ограничивается гибкими наружными и жесткими внутренними упорами 3. Внутренние упоры выполнены из

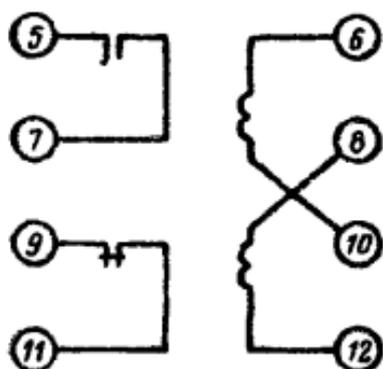


Рис. 2-40. Схема внутренних соединений реле РТ-40.

относительно толстой латуни и соединены замком с контактной пружиной. При регулировке контактные пружины подгибаются вместе с латунным внутренним упором, что уменьшает последующую разрегулировку контактов из-за уменьшения остаточной деформации.

Все узлы реле смонтированы на рамке-основании 2 из алюминиевого сплава (рис. 2-39), укрепленной на пластмассовом цоколе реле, и закрыты прозрачным полистирольным кожухом. Креп-

ление кожуха к цоколю производится пружинными замками. Отверстия в сердечнике реле для винтов, крепящих его к рамке, имеют увеличенный диаметр, что позволяет регулировать зазор между полюсами сердечника и якорем.

Реле выпускаются девяти исполнений с различными диапазонами уставок.

#### Технические данные

Диапазоны уставок, токи длительной и односекундной термической стойкости и величина потребляемой мощности при токе минимальной уставки для каждого исполнения реле приведены в табл. 2-28.

Диапазон рабочих температур от  $-20$  до  $+40$  °С.

Погрешность тока срабатывания реле по отношению к уставке не превышает  $\pm 5\%$ , разброс тока срабатывания не более  $4\%$  на любой уставке.

При изменении частоты от 45 до 60 Гц изменение тока срабатывания не превышает  $5\%$  значения тока срабатывания при частоте 50 Гц.

Коэффициент возврата реле не ниже 0,85 на первой уставке и не ниже 0,8 на остальных, за исключением реле РТ-40/50 и РТ-40/100, у которых коэффициент возврата не ниже 0,7 на всех уставках.

Время срабатывания реле не более 0,1 с при токе, равном  $1,2 I_{ср.аб.}$  и не более 0,03 с при токе  $3 I_{ср.аб.}$

Время возврата реле при скачкообразном уменьшении тока в обмотках реле 1,2 — 20-кратного значения тока срабатывания до  $0,7 I_{ср\text{аб}}$  (у реле РТ-40/50 и РТ-40/100 — до  $0,6 I_{ср\text{аб}}$ ) не более 0,035 с.

Таблица 2-28

| Реле       | Диапазон уставок, А | Соединение катушек  |                          |               |                     |                          |      | Потребляемая мощность при токе минимальной уставки, В.А |
|------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|------|---|
|            |                     | последовательное    |                          |               | параллельное        |                          |      |   |
|            |                     | Ток срабатывания, А | Термическая стойкость, А |               | Ток срабатывания, А | Термическая стойкость, А |      |   |
| длительное | в течение 1 с       |                     | длительное               | в течение 1 с |                     |                          |      |   |
| РТ-40/0,2  | 0,05—0,2            | 0,05—0,1            | 0,55                     | 15            | 0,1—0,2             | 1,1                      | 30   | 0,2   |
| РТ-40/0,6  | 0,15—0,6            | 0,15—0,3            | 1,75                     | 50            | 0,3—0,6             | 3,5                      | 100  | 0,2   |
| РТ 40/2    | 0,5—2               | 0,5—1               | 4,15                     | 100           | 1—2                 | 8,3                      | 200  | 0,2   |
| РТ 40/3    | 1,5—6               | 1,5—3               | 11                       | 300           | 3—6                 | 22                       | 600  | 0,5   |
| РТ-40/10   | 2,5—10              | 2,5—5               | 17                       | 400           | 5—10                | 34                       | 800  | 0,5   |
| РТ-40/20   | 5—20                | 5—10                | 19                       | 400           | 10—20               | 38                       | 800  | 0,5   |
| РТ 40/50   | 12,5—50             | 12,5—25             | 27                       | 500           | 25—50               | 54                       | 1000 | 0,8   |
| РТ-40/100  | 25—100              | 25—50               | 27                       | 500           | 50—100              | 54                       | 1000 | 1,8   |
| РТ 40/200  | 50—200              | 50—100              | 27                       | 500           | 100—200             | 54                       | 1000 | 8   |

Контакты реле средней мощности.

Габариты и установочные размеры реле приведены на рис. П1-7.

Масса реле не превышает 0,75 кг.

Обмоточные данные катушек реле приведены в табл. 2-29.

Таблица 2-29

| Реле      | Число витков в одной катушке | Провод     | Реле      | Число витков в одной катушке | Провод   |
|-----------|------------------------------|------------|-----------|------------------------------|----------|
| РТ-40/0,2 | 780                          | ПЭВ-2/0,44 | РТ-40/20  | 8                            | ПБД-2,26 |
| РТ-40/0,6 | 220                          | ПЭВ-2/0,8  | РТ-40/50  | 3                            | ПБД-2,63 |
| РТ-40/2   | 75                           | ПБД-1,16   | РТ-40/100 | 2                            | ПБД-2,63 |
| РТ-40/6   | 25                           | ПБД-2,02   | РТ-40/200 | 1                            | ПБД-2,63 |
| РТ-40/10  | 15                           | ПБД-2,26   |           |                              |          |

Реле предназначено для крепления к вертикальной плоскости. Отклонение от вертикального положения вследствие неуравновешенности подвижной системы реле приводит к дополнительной погрешности реле. Подвеска подвижной системы не рассчитана на длительное

пребывание при токе, превышающем ток срабатывания и вызывающем вибрацию якоря, поэтому использование реле в качестве реле минимального тока не рекомендуется. Зависимость полного сопротивления обмотки реле от тока, определенная при втянутом якоре по действующим токам и напряжениям на реле РТ-40/0,6 для первого диапазона уставок, приведена на рис. 2-41.

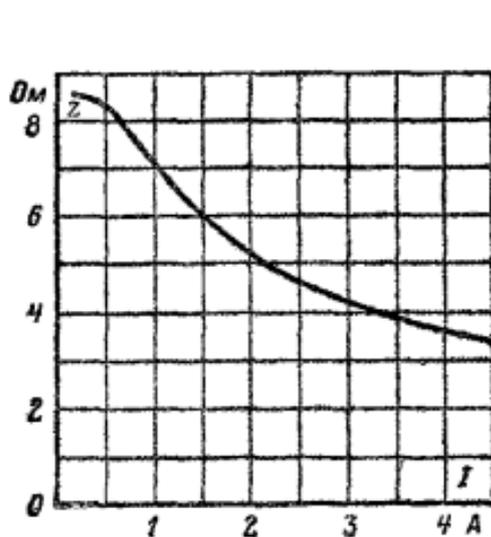


Рис. 2-41. Зависимость полного сопротивления реле РТ-40 от величины тока в обмотке.

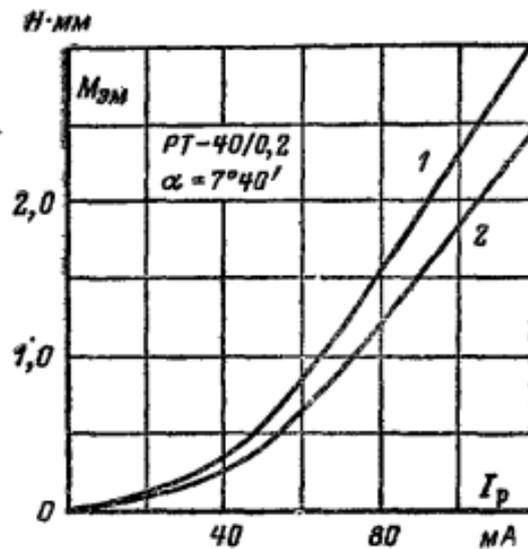


Рис. 2-42. Тяговые характеристики реле РТ-40/0,2 при зазорах 0,6 (1) и 0,7 мм (2).

Проверка регулировки реле и корректировка параметров реле производится в следующей последовательности.

1. Люфт по оси подвижной системы должен быть 0,2—0,3 мм. При якоре, повернутом таким образом, чтобы край его полки доходил до правой крайней пластины магнитопровода электромагнита, зазор между полкой якоря и полюсами сердечника должен быть в пределах 0,8—1 мм для реле РТ-40/100 и РТ-40/200, 0,7—0,9 мм для РТ-40/50 и 0,6—0,7 мм для остальных исполнений реле. Для изменения люфта необходимо ослабить винт крепления верхней цапфы, сместить последнюю до получения необходимого люфта и снова затянуть винт. Для изменения зазора необходимо ослабить три винта, крепящие магнитопровод, переместить магнитопровод в нужное положение и затянуть винты. От правильной установки зазора зависят все параметры реле. На рис. 2-42 приведены тяговые характеристики электромагнита реле для зазоров 0,6 и 0,7 мм, иллюстрирующие сказанное выше.

2. Мостики подвижных контактов должны свободно поворачиваться на своих осях, неподвижные контакты должны лежать в одной плоскости, а их оси — параллельны между собой. При замыкании контактов точка их первого касания должна находиться не менее чем в 1 мм от края неподвижных контактов; суммарный межконтактный зазор должен быть не менее 1,5 мм. Прогиб размыкающих контактов на первой уставке шкалы должен быть не менее

0,3 мм, совместный ход контактной пружины и гибкого упора замыкающих контактов при полном втягивании якоря (до упора) — 0—0,3 мм, скольжение мостика по серебру неподвижных контактов 0,6—1,5 мм. Такая регулировка контактов обеспечивает их четкую работу при больших несинусоидальных токах. При регулировке контактную колодку крепят в крайнем левом положении, угол встречи контактов должен быть около  $30^\circ$ . Угол поворота якоря должен обеспечивать невозможность одновременного замыкания мостиками замыкающего и размыкающего контактов; полка якоря при этом может заходить на полюсы электромагнита не более чем на  $\frac{2}{3}$  их ширины. Ограничение поворота якоря производится упорными винтами.

Совместный ход и провал контактов могут регулироваться подгибанием контактов в местах, указанных на рис. 2-43.

3 Проверка тока срабатывания, тока возврата и коэффициента возврата производится при плавном изменении тока в обмотках реле. При необходимости регулировки реле сначала устанавливается угол предварительного закручивания противодействующей пружины  $27\text{—}30^\circ$ . Для этого стрелка указателя уставки отводится влево от первой (минимальной) уставки на 14—15 мм, а разрезная

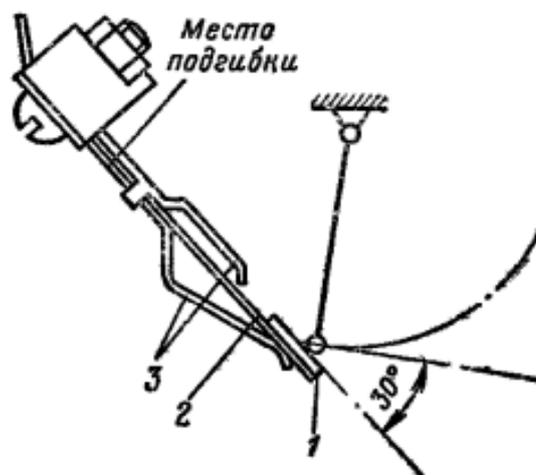


Рис. 2-43. Контакт реле РТ-40.

штулка противодействующей пружины поворачивается плоским гаечным ключом так, чтобы подвижные контакты заняли нейтральное положение между неподвижными контактами. Затем указатель ставится на первую уставку и определяется ток срабатывания реле. Если ток срабатывания больше уставки, то штулка пружины поворачивается немного по часовой стрелке, если меньше — то против. После этого указатель переводится на последнюю (максимальную) уставку и также проверяется ток срабатывания. Если ток срабатывания больше уставки, то его уменьшают завинчиванием левого упорного винта или отгибанием неподвижных замыкающих контактов влево, если меньше — левый упорный винт немного вывинчивают, а контакты подгибают вправо. Такая последовательность регулировки обусловлена тем, что на первой уставке прогиб контактов практически не влияет на ток срабатывания реле, при плавном увеличении тока реле срабатывает тогда, когда провал контактов почти полностью исчезает. На последней уставке срабатывание происходит при исчезновении прогиба гибкого упора, так как тяговые характеристики идут круче, чем суммарная характеристика контактной и противодействующей пружин (см. рис. 2-4). Контактные пружины при этом имеют еще значительный прогиб. При прогнутом контакте якорь отодвинут от полюсов несколько дальше, чем на первой уставке, что увеличивает ток срабатывания. Изменение положения якоря при этом сказывается на токе срабатывания в начале шкалы и оказывает значительное влияние на него в конце шкалы. Шкала реле програ-

дуирована с учетом этого влияния, поэтому при прогибе замыкающих контактов, большем рекомендуемого, может возникнуть значительное отклонение тока срабатывания от уставок в середине шкалы. Коэффициент возврата, как правило, на первой уставке шкалы выше, поэтому важно обеспечить его величину на последней уставке. Регулировка коэффициента возврата производится правым упорным винтом якоря и в крайнем случае изменением зазора между полкой якоря и полюсами электромагнита. Для увеличения коэффициента возврата следует правый упорный винт завинчивать, а зазор увеличивать. При слишком большом зазоре втягивание якоря на первой уставке будет нечетким (замедленным).

Замыкающие контакты проверяются подачей в обмотки реле тока от  $1,1$  до  $30 I_{ср.аб.}$ , размыкающие — скачкообразным снижением тока от  $1,2$  до  $0,6 I_{ср.аб.}$ . Отбросы контактов устраняются подбором положения упоров якоря и длины совместного хода пружин неподвижных контактов и гибких упоров.

## Раздел 2. Объем выполняемых работ при техническом обслуживании реле РТ-40:

1. Внешний и внутренний осмотр
2. Проверка сопротивления изоляции. Она включает в себя:
  - Измерение сопротивления изоляции.
  - Сопротивление изоляции обмоток, неподвижных и подвижных контактов относительно сердечника и между собой измеряется мегаомметром не менее чем на  $1000$  В при новом включении и при всех эксплуатационных проверках. Значение сопротивления изоляции должны быть не менее  $50$  мОм.
  - Во избежание пробоя диодов на реле с выпрямительными мостиками и стабилитронами в результате ошибки при подключении измерительных концов мегаомметра во время измерения сопротивления изоляции между обмотками рекомендуется диоды шунтировать тонкими (диаметром  $0,1-0,15$  мм) проводниками.
3. **Наладку и проверку регулировки механической части и состояния контактных поверхностей**

*а) Назначение, виды и объем проверок реле РТ-40.*

Для надежной работы устройств релейной защиты и электроавтоматики требуется тщательная регулировка реле как при новом включении устройства, так и периодически, в процессе эксплуатации.

В процессе эксплуатации происходит износ контактов и подпятников и их загрязнение. Пластмассовые детали реле со временем усыхают, отчего возможны нарушения контакта между токоведущими частями. Реле, находящиеся в эксплуатации, требуют периодической проверки.

Проверки подразделяются на следующие категории: проверка при новом

включении; профилактический контроль; профилактическое восстановление; опробование; внеочередная проверка; послеаварийная проверка. В рамках Чемпионата проводится полный объем проверки

*б) Внешний осмотр и оценка общего состояния реле*

- Перед вскрытием реле проверяются: целостность кожуха, плотность прилегания кожуха к цоколю реле, состояние уплотнений, обеспечивающих пыленепроницаемость реле.

- Производится очистка от пыли и грязи кожухов и цоколей реле, шпилек и пластин, посредством которых реле подключается к внешним цепям, наружной монтажной схемы, сборки контактных зажимов.

- Проверяется надежность крепления реле и изоляции его выводов от панели.

- При заднем присоединении на шпильки реле рекомендуется надевать изолирующие пластмассовые трубки. Ширина отверстий в панели должна быть минимум на 4-5 мм больше диаметра шпилек. При переднем монтаже на металлической панели под выводы реле должны быть подложены изолирующие прокладки. Зазор между металлической панелью и неизолированными токоведущими деталями должен быть не меньше 3-5 мм.

- У реле, в обмотки которого ток поступает через выпрямительный мостик, существенное снижение коэффициента возврата (по сравнению с предыдущей проверкой) может указывать на остаточное намагничивание магнитопровода и якоря реле.

- При полностью снятом со схемы напряжении проверяется надежность всех наружных контактных соединений, в том числе затяжка контргаек, фиксирующих шпильки заднего присоединения на цоколе реле.

- Затяжку и ослабление гаек, крепящих проводники наружного монтажа, следует производить двумя ключами - торцовым и плоским. Такой способ крепления монтажных проводов исключает опасность повреждения шпилек и ослабления контргаек, фиксирующих шпильки на цоколе реле.

*в) Внутренний осмотр, проверка и регулировка механической части реле РТ-40*

- Тщательная проверка и регулировка реле в значительной мере определяют устойчивость их характеристик, сокращают общее время, затрачиваемое на наладку, повышают надежность работы и удлиняют срок службы реле.

- Как при новом включении, так и при плановых и дополнительных проверках объем проверки механической части реле устанавливается по результатам внешнего осмотра и предварительного измерения тока (напряжения) срабатывания и возврата, отклонение которых от заданных значений указывает на наличие неисправностей в реле. Одновременно проверяется соответствие положения движка на шкале заданному току (напряжению) срабатывания.

- Если токи (напряжения) срабатывания и возврата реле отличаются от результатов предыдущей проверки или нового включения не более чем на  $\pm 3\%$  и

при осмотре реле не обнаружено явных неисправностей, то проверка и регулировка механической части производятся без разборки реле. При регулировке необходимо соблюдать осторожность, чтобы не сбить поводок с заданного положения на шкале.

- Проверка механической части без разборки реле. Проверка производится в следующем порядке и объеме. Все детали тщательно очищаются от пыли и грязи с помощью жестких щеточек и мягкой чистой ткани.

- Проверяется надежность затяжки винтов и гаек, крепящих проводники, спиральную пружину, контактный мостик, неподвижные контакты, подпятники и т. п. Тщательно осматриваются все пайки, проверяется их надежность. Необходимо обязательно проверить надежность контактов между проводниками внутреннего монтажа и проходными втулками. Если шпильки для заднего присоединения (или винты, крепящие пластины переднего присоединения) ввернуты слишком глубоко, то винты, крепящие проводники с внутренней стороны реле, могут упираться в торцы этих шпилек или винтов. При этом надежного контакта между внутренними проводниками и наружной монтажной схемой не будет, хотя винты внутренней стороны цоколя подтяжке уже не поддаются.

- Установка шпилек должна производиться на снятом с панели реле в следующей последовательности. С внутренней стороны цоколя под винты устанавливаются кольца или наконечники проводников внутреннего монтажа с необходимыми плоскими и пружинящими шайбами. Винты до предела ввинчиваются в проходные втулки цоколя. Затем с наружной стороны цоколя до упора ввинчиваются шпильки с ослабленными контргайками, делается 1,5—2 оборота назад и в этом положении шпильки закрепляются контргайками (рис. 28,б).

- Проверяется надежность паек проводников к неподвижным контактам и наконечникам. Проверяется надежное крепление упоров в стойке. Для определения надежной фиксации левого упора запоминают положение шлица, после чего, медленно вращая винт по часовой стрелке на 1-2 оборота, а затем против часовой стрелки, определяют достаточность трения, с которым упор поворачивается в резьбе. После такой проверки упор устанавливается в прежнее положение. В случае свободного вращения в резьбе (без трения) упор вывертывается, снимается бронзовая пружинящая пластинка. Придав необходимый изгиб бронзовой пластинке и прижав ее к своему основанию так, чтобы она прогнулась, ввертывают упор. Правильную установку левого упора определяют по току срабатывания на конечной уставке реле при электрической проверке.

- При проверке фиксации правого упора подтяжку контргайки производят с одновременным придерживанием упора отверткой.

- Проверяют осевой люфт подвижной системы, который должен быть в пределах 0,2-0,3 мм. Якорь должен поворачиваться на верхней полуоси без трения. При необходимости подрегулировки продольного люфта ослабляют винт, крепящий верхнюю полуось, и аккуратно пинцетом поднимают ее, при этом люфт уменьшается, либо опускают - люфт увеличивается.

- При опускании верхней полуоси необходимо следить за зазором между

стойкой и П-образной скобой. Этот зазор не должен быть меньше 1 мм. Поперечный люфт подвижной системы не регулируется и составляет 0,1-0,15 мм.

- Проверяется наличие равномерного зазора между плоскостью полки якоря и полюсов магнитопровода. При втянутом якоре зазор должен быть в пределах 0,6-0,7 мм. Равномерность зазора определяется положением магнитопровода и правильным изгибом полки якоря.

- Проверяется состояние спиральной пружины. Пружина не должна иметь следов окисления, плоскость пружины должна быть параллельна плоскости стойки, между витками должен сохраняться равномерный зазор при изменении уставки от начальной до конечной.

- Параллельность плоскостей пружины и стойки достигается правильной припайкой внешнего конца пружины к хвостовику якоря. Равномерность зазора между витками достигается изгибом внешнего конца пружины у места его крепления к хвостовику. Регулировку пружины нужно делать осторожно, с помощью пинцета.

- Проверяется надежность затяжки гайки, обеспечивающей необходимое трение при перемещении указателя по шкале.

- Производится осмотр и подрегулировка контактов. Неподвижные контакты должны быть закреплены в контактной колодочке таким образом, чтобы бронзовая контактная пластинка с наваренной серебряной полоской касалась переднего упора. Передний жесткий упор, ограничивающий вибрацию неподвижного контакта, не должен создавать предварительного натяжения контактной пластинки.

- При разомкнутых контактах, когда подвижный мостик не создает давления на неподвижные контакты, контактные пластинки должны касаться передних упоров без давления.

- Отсутствие давления проверяется незначительным отводом на 1-2 мм переднего упора от контактной пластинки, которая должна остаться неподвижной. В случае давления контактной пластинки на упор ее следует исправить изгибом в месте обжимки всего контактного узла.

- Зазор между контактной пластинкой и задним гибким упором должен составлять 0,1-0,2 мм.

- Неподвижные контакты должны лежать в одной плоскости.

- Если серебряные полосы неподвижных контактов покрыты незначительным налетом окисла и не имеют подгаров и выбоин, то их достаточно почистить плоской деревянной чуркой нехвойных пород, придерживая контактную пластинку с тыльной стороны лезвием часовой отвертки. Подгоревшие и имеющие выбоины контакты зачищаются и полируются воронилом. Воронило представляет собой стальную пластинку со слаборифленной, почти гладкой поверхностью. Пользоваться для чистки контактов надфилями нельзя, так как от них на поверхности серебряных полосок остаются глубокие царапины.

- Промывка контактов бензином, ацетоном недопустима, так как от них образуется плохо проводящий налет.

- Пластмассовая контактная колодочка должна быть установлена так, чтобы зазор в замыкающих контактах составлял не менее 1,5 мм, а прогиб в размыкающих контактах был бы не менее 0,5 мм на начальной установке шкалы.
- Расстояние между замыкающими контактами, совместный ход контактов, прогиб размыкающих контактов определяются упорами начального и конечного положений якоря и положением неподвижных контактов. При использовании начальной уставки во избежание отброса подвижной системы при возврате реле положение якоря должно определяться только правыми неподвижными контактами, т. е. между якорем и левым упором оставляют зазор, равный 0,2 - 0,3 мм.
- Угол поворота якоря должен быть таким, чтобы полка якоря заходила под полюса магнитопровода примерно на 2/3 их ширины для реле РН50 и до начала пластины, стягивающей сердечник, для реле РТ40, что соответствует  $\alpha_{кон} = 70/75^\circ$
- Несмотря на наличие гасителя колебаний при значительных токах в обмотке реле (кратность тока более 8) и сильно искаженной форме кривой тока вибрация подвижной системы реле все-таки имеет место.
- Для обеспечения надежной работы замыкающих контактов их совместный ход должен быть не менее 1,8-2 мм.
- Необходимо обращать внимание на недопустимость одновременного замыкания замыкающих и размыкающих контактов при втягивании якоря.
- Во избежание заклинивания подвижного контактного мостика за серебряные полоски контактной пластинки скольжение подвижного контакта допускается в пределах центральной части так, чтобы от начала и конца ее оставалось расстояние не менее 1 мм. Достигается это смещением неподвижных контактов в пазах контактной колодки.
- Поверхность серебряного мостика подвижного контакта зачищается и полируется воронилом.
- Серебряный мостик должен свободно поворачиваться на своей оси на угол 5-8°. Осевой люфт мостика должен быть в пределах 0,10-0,15 мм. Если нет осевого люфта, то при токах, незначительно превышающих ток срабатывания, и разной упругости пружин неподвижных контактов мостик может остановиться, коснувшись только одной пружины неподвижного контакта. Замыкания цепи на контактах реле при этом не произойдет.
- Если при предварительной проверке тока срабатывания и возврата обнаружены недопустимые отклонения от заданных уставок, необходимо разобрать реле и произвести ревизию, подвижной системы.

#### **4. Проверка и настройка электрических характеристик реле.**

Изменения тока и напряжения в сети при возникновении внезапного короткого замыкания происходят не плавно, а скачком. Однако при настройке реле изменение тока (напряжения) производится плавно.

Разница в значениях тока (напряжения) срабатывания и возврата при подаче и снятии тока (напряжения) толчком или плавно у исправного реле незначительна

и ею можно пренебречь. В то же время плавное изменение обеспечивает более точную настройку уставок, а наблюдение за характером движения якоря помогает оценить механическое состояние реле. У исправного реле якорь, начав движение, должен четко доходить до конечного положения при неизменном значении тока в реле.

Измерение тока (напряжения) срабатывания и возврата на каждой проверяемой уставке должно повторяться не менее 3 раз. Разброс параметров срабатывания и возврата у исправного реле не должен превышать 5% заданного значения.

Для предотвращения подгорания контактов настройка реле производится при отключенном оперативном токе. Проверка и регулировка размаха шкалы. Настройка реле начинается с регулировки размаха шкалы, т. е. с проверки тока (напряжения) срабатывания при положении указателя на крайних уставках шкалы. Размах шкалы должен быть двукратным, т. е. ток (напряжение) срабатывания в начале шкалы должен быть в 2 раза меньше, чем в конце ее. Двукратный размах шкалы и совпадение фактического тока (напряжения) срабатывания с уставками по шкале достигаются, во-первых, правильной регулировкой начального положения якоря и, во-вторых, соответствующей затяжкой пружины. При правильной регулировке реле конечная уставка шкалы соответствует повороту поводка на  $90^\circ$  относительно начальной.

Затяжка пружины при положении указателя на начальной уставке должна равняться примерно  $25-30^\circ$  и на конечной — соответственно  $115-120^\circ$ . Если при конечном положении указателя ток (напряжение) срабатывания совпадает с уставкой по шкале, а при начальном оказывается меньше уставки (кратность шкалы больше двух), то, следовательно, пружина ослаблена и ее нужно затянуть. Затяжка пружины производится поворотом шестигранной втулки с помощью плоского ключа. Указатель шкалы при этом удерживается в неподвижном положении.

Если же при начальном положении указателя ток (напряжение) срабатывания оказывается больше уставки (кратность меньше двух), то, следовательно, пружина чрезмерно затянута и ее нужно ослабить. В случае несовпадения тока (напряжения) срабатывания с уставкой в конце шкалы необходимо подрегулировать начальное положение якоря.

При токе (напряжении) срабатывания больше уставки необходимо ввести якорь под полюса, ввернув для этого левый упор на один-два оборота. В противном случае якорь выводится из-под полюсов вывертыванием левого упора. Начальное положение якоря у реле РТ40 и РН50 определяется левым упором. Но ток (напряжение) срабатывания зависит еще и от размера прогиба правых пружин неподвижных контактов. Увеличенный прогиб в размы- кающих контактах уменьшает ток (напряжение) срабатывания, а слишком малый прогиб увеличивает при неизменном положении левого упора.

После проверки размаха шкалы регулируется совпадение тока (напряжения) срабатывания с уставками на конечной и начальной точках шкалы. Регулировку реле следует производить в следующей последовательности.

Указатель устанавливается на конечную уставку по шкале, и подается ток (напряжение). При несовпадении тока (напряжения) срабатывания с уставкой регулируется начальное положение якоря.

Указатель устанавливается в начальную уставку по шкале, и изменением затяжки спиральной пружины или положением правых пружин неподвижных контактов регулируется соответствующий ток (напряжение) срабатывания.

Одновременно регулируется коэффициент возврата реле, который должен находиться в пределах 0,92 и 0,85, на начальной и конечной уставках соответственно (методика регулировки кв рассмотрена ниже).

После того как начальная уставка отрегулирована, необходимо подтянуть все винты и еще раз проверить ток (напряжение) срабатывания на начальной и конечной уставках шкалы. Как правило, после регулировки начальной уставки пружиной конечная уставка остается почти без изменения и возможные расхождения не превышают пределов точности измерительных приборов.

Проверяются токи (напряжения) срабатывания на промежуточных уставках шкалы. Если регулировка реле на крайних уставках выполнена правильно, то на всех средних точках шкалы ток или напряжение срабатывания должны примерно совпадать.

**Настройка реле на заданную уставку.** Проверка размаха шкалы и соответствия уставок шкалы действительному току (напряжению) срабатывания, а также проверка и регулировка коэффициента возврата на крайних и промежуточных точках шкалы являются предварительной регулировкой реле, облегчающей выполнение основной операции - настройку реле на заданную уставку.

При периодических и внеплановых проверках, когда разборка механизма реле не производилась, предварительная проверка шкалы не требуется. Перед настройкой заданной уставки обмотки реле соединяются между собой последовательно или параллельно (в зависимости от уставки). Затем указатель устанавливается на точку шкалы, соответствующую заданному току (напряжению) срабатывания, и плавно регулируется ток (напряжение) до срабатывания реле.

Замечается разница между током (напряжением) срабатывания и уставкой на шкале. Далее для определения коэффициента возврата измеряется ток (напряжение) возврата реле. Если коэффициент возврата в норме, а ток (напряжение) срабатывания немного не совпадает с уставкой по шкале, то соответствие между током (напряжением) срабатывания и шкалой достигается незначительным смещением указателя в нужную сторону.

Для совпадения тока (напряжения) срабатывания с соответствующей уставкой шкалы можно изменить на нужную величину затяжку спиральной пружины.

В случаях, когда коэффициент возврата отличается от нормы, его необходимо отрегулировать, руководствуясь указаниями, приведенными ниже, и после этого положением указателя или затяжкой пружины установить заданный ток (напряжение) срабатывания.

**Регулировка коэффициента возврата.** Номинальный коэффициент

возврата кв регулируемый заводом-изготовителем, для реле РТ40 равен 0,86 на первой уставке и не должен быть ниже 0,82 на конечной уставке. Для максимальных реле типа РН53 коэффициент возврата должен быть не ниже 0,82, а для минимальных реле - не выше 1,23. При таком коэффициенте возврата обеспечивается избыточный момент, достаточный для четкой, без искрения, работы контактной системы, надежного замыкания цепи и возврата реле после восстановления нормального режима в сети.

При действующих в настоящее время сроках между периодическими проверками постепенное загрязнение и подгорание контактов может привести к снижению кв ниже нормы. Поэтому при наладке и плановых проверках следует настраивать кв несколько выше номинального: у реле РТ40 - не ниже 0,85 на конечной уставке и не выше 0,92 на начальной; у максимальных реле напряжения - 0,86 и 0,92; соответственно у минимальных реле напряжения - 1,18 и 1,12. Настраивать кв выше рекомендованных цифр не следует, так как это обязательно приведет к ухудшению работы контактов.

Исключение составляют отдельные случаи, касающиеся схем защиты и автоматики, в которых требуются высокие кв.

Кроме трения в полюсах и механического состояния контактов кв зависит от размера воздушного зазора между полюсами и полкой подтянутого к правому упору якоря, от начального и конечного положений якоря, от упругости и угла встречи пружин неподвижных контактов с контактным мостиком.

Возможно некоторое загромождение находящегося длительно под током реле из-за загрязнения упоров и якоря испарениями от смол, выделяющихся из изоляции нагретых катушек.

В тех случаях, когда у реле предварительно отрегулированы размах шкалы и уставки тока (напряжения) срабатывания по шкале и нарушение их регулировки недопустимо (например, в схемах, где требуется частая перестройка реле указателем), кв рекомендуется регулировать изменением воздушного зазора путем перемещения сердечника с предварительным ослаблением винтов, крепящих сердечник к стойке.

В незначительных пределах кв регулируется конечным положением якоря путем изменения положения правого упора и правых неподвижных контактов. Для повышения кв воздушный зазор увеличивается, для снижения - уменьшается. В большинстве случаев, когда не требуется частая перестройка реле указателем, кв регулируется начальным положением якоря.

Если кв ниже допустимого, нужно изменить начальное положение якоря, приблизив его упором к полюсам. Уменьшение воздушного зазора между полюсами и находящимся в начальном положении якорем приводит к довольно резкому уменьшению тока (напряжения) срабатывания. В то же время ток (напряжение) возврата не изменяется, так как он зависит от конечного положения втянутого под полюса якоря.

Для снижения кв якорь следует выводить из-под полюсов. Изменяя упорами начальное и конечное положения якоря, нужно для сохранения правильной регулировки контактов корректировать положение мостика. Кроме того, получив

необходимый кв необходимо установить заданную уставку, переместив указатель по шкале.

Необходимо отметить, что при регулировке кв начальным положением якоря размах шкалы, а также начальная и конечная уставки на шкале могут не сохранить свое первоначальное значение.

**Приложение 8. Модуль «С». Задание по уставкам реле РТ-40 и РП-250.****1. Задание на реле РТ-40:**

Тип реле ***РТ-40/10***

Ток уставки №1  ***$I_{сз}=6,0 А$***

Ток уставки №2  ***$I_{сз}=9,0 А$***  (*уставка, выставляемая оперативным персоналом*).

Максимальный ток для проверки

надежности замыкания контактов  ***$I_{макс}=25,0 А$***

Коэффициент возврата ***0,82-0,92***.

**2. Задание на реле РП-250:**

Тип реле ***РП-256,  $U_{ном} \sim 220 В$***

Время возврата  ***$T_{вз}=0,95 сек.$***

Контакты ***1-2 (НЗ), 3-4 (НР), 5-6 (НЗ), 7-8 (НР), 9-10 (НР)***.

**Приложение 9. Модуль «С». Отчет - Протокол проверки РТ-40.**

. Тип реле **РТ-40**/\_\_\_\_\_

2. Заданные уставки реле:

2.1. Ток уставки №1  $I_{сз} = \underline{\hspace{2cm}}$  А;

2.2. Ток уставки №2  $I_{сз} = \underline{\hspace{2cm}}$  А (уставка, выставляемая оперативным персоналом).

2.3. Макс. ток для проверки надежности замыкания контактов  $I_{макс} = \underline{\hspace{2cm}}$  А.

3. Произведен внешний и внутренний осмотр реле, выполнена регулировка механической части реле:

3.1. целостность корпуса реле, кожуха, плотность прилегания кожуха к цоколю реле: \_\_\_\_\_ (норма - трещины, сколы, налеты окисления и ржавчины, следы перегрева, сажи - отсутствуют);

3.2. состояние и надежность затяжки винтов и гаек, крепящих проводники, спиральную пружину, контактный мостик, неподвижные контакты, подпятники и др.: \_\_\_\_\_ (норма/не удовл.);

3.3. состояние и надежность пайки проводников к неподвижным контактам и наконечникам: \_\_\_\_\_ (норма – пайка выполнена качественно и надежно);

3.4. надежность контактов между проводниками внутреннего монтажа и проходными втулками в корпусе реле: \_\_\_\_\_ (норма – без люфтов);

3.5. осевой люфт подвижной системы: \_\_\_\_\_ мм (норма 0,2-0,3 мм);

3.6. зазор между стойкой и П-образной скобой: \_\_\_\_\_ мм (норма – не менее 1,0 мм);

3.7. равномерность зазора между плоскостью полки якоря и полюсами магнитопровода (для втянутого положения якоря): \_\_\_\_\_ мм (норма – не менее 0,6 -0,7 мм);

3.8. следы окисления пружина: \_\_\_\_\_ (норма – отсутствует);

3.9. параллельность плоскости пружины и плоскости стойки при изменении уставки от начальной до конечной: \_\_\_\_\_ (норма – плоскости параллельны);

3.10. равномерность зазора между витками при изменении уставки от начальной до конечной: \_\_\_\_\_ (норма – зазор равномерный);

3.11. надежность затяжки гайки, обеспечивающей необходимое трение при перемещении указателя по шкале: \_\_\_\_\_ (норма – затяжка гайки надежная);

3.12. крепление неподвижных контактов в контактной колодочке выполнено так, чтобы бронзовая контактная пластинка с наваренной серебряной полоской касалась \_\_\_\_\_ переднего \_\_\_\_\_ упора:

\_\_\_\_\_ (норма – контактные пластины касаются передних упоров);

3.13. передний жесткий упор, ограничивающий вибрацию неподвижного контакта,

не должен создавать предварительного натяжения контактной пластинки.

\_\_\_\_\_ (норма – *передние жесткие упоры не создают предварительного натяжения контактной пластины*);

3.14. касание контактных пластинок передних упоров: \_\_\_\_\_ (норма – *без давления*);

3.15. зазор между контактной пластинкой и задним гибким упором: \_\_\_\_\_ мм (норма *0,1-0,2 мм*);

3.16. соблюдение плоскости неподвижных контактов:

\_\_\_\_\_ (норма – *контакты одной плоскости*);

3.17. состояние серебряных полосок неподвижных контактов:

\_\_\_\_\_ (норма - *налеты окисла, следы подгарания и выбоин отсутствуют*);

3.18. состояние зазора в замыкающих контактах: \_\_\_\_\_ мм (норма - *не менее 1,5 мм*);

3.19. прогиб в размыкающих контактах на начальной установке шкалы: \_\_\_\_\_ (норма - *не менее 0,5 мм*);

3.20. зазор между якорем и левым упором: \_\_\_\_\_ мм (норма *0,2 -0,3 мм*);

3.21. угол поворота якоря (заход полки якоря под полюса магнитопровода примерно на 2/3 их ширины для реле РН50 и до начала пластины, стягивающей сердечник, для реле РТ40): \_\_\_\_\_ град. (норма  $\alpha_{кон} = 70/75^\circ$ );

3.22. совместный ход замыкающих контактов: \_\_\_\_\_ мм (норма *не менее 1,8-2 мм*);

3.23. одновременность замыкания замыкающих и размыкающих контактов при втягивании якоря: \_\_\_\_\_ (норма – *отсутствует*);

3.24. расстояние подвижного контакта от концов серебряных полосок на неподвижных контактах при крайних положениях якоря: \_\_\_\_\_ мм (норма *не менее 1 мм*);

3.25. угол поворота серебряного мостика подвижных контактов на своей оси: \_\_\_\_\_ град. (норма *угла 5-8°*);

3.26. серебряный мостик подвижных контактов вращается на своей оси: \_\_\_\_\_ (норма *свободно, без заеданий*);

3.27. Осевой люфт серебряного мостика подвижных контактов: \_\_\_\_\_ мм (норма *0,10-0,15 мм*).

По результатам осмотра и регулировки состояние механической части реле \_\_\_\_\_ (норма – *удовлетворительное*).

4. Проверка срабатывания и возврата реле на рабочей уставке.

$I_{ср} = \underline{\hspace{1cm}}$  А  $I_{вз} = \underline{\hspace{1cm}}$  А  $K_{вз} = \underline{\hspace{1cm}}$ .

$I_{ср} = \underline{\hspace{1cm}}$  А  $I_{вз} = \underline{\hspace{1cm}}$  А  $K_{вз} = \underline{\hspace{1cm}}$ .

5. Проверка срабатывания и возврата реле на всех делениях шкалы.



РП-250.

Раздел I. Общие сведения о реле серии РП-250**2-6. РЕЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ РП-251**

Промежуточное реле РП-251 предназначено для применения в цепях постоянного тока схем защиты и автоматики в тех случаях, когда требуется замедление при

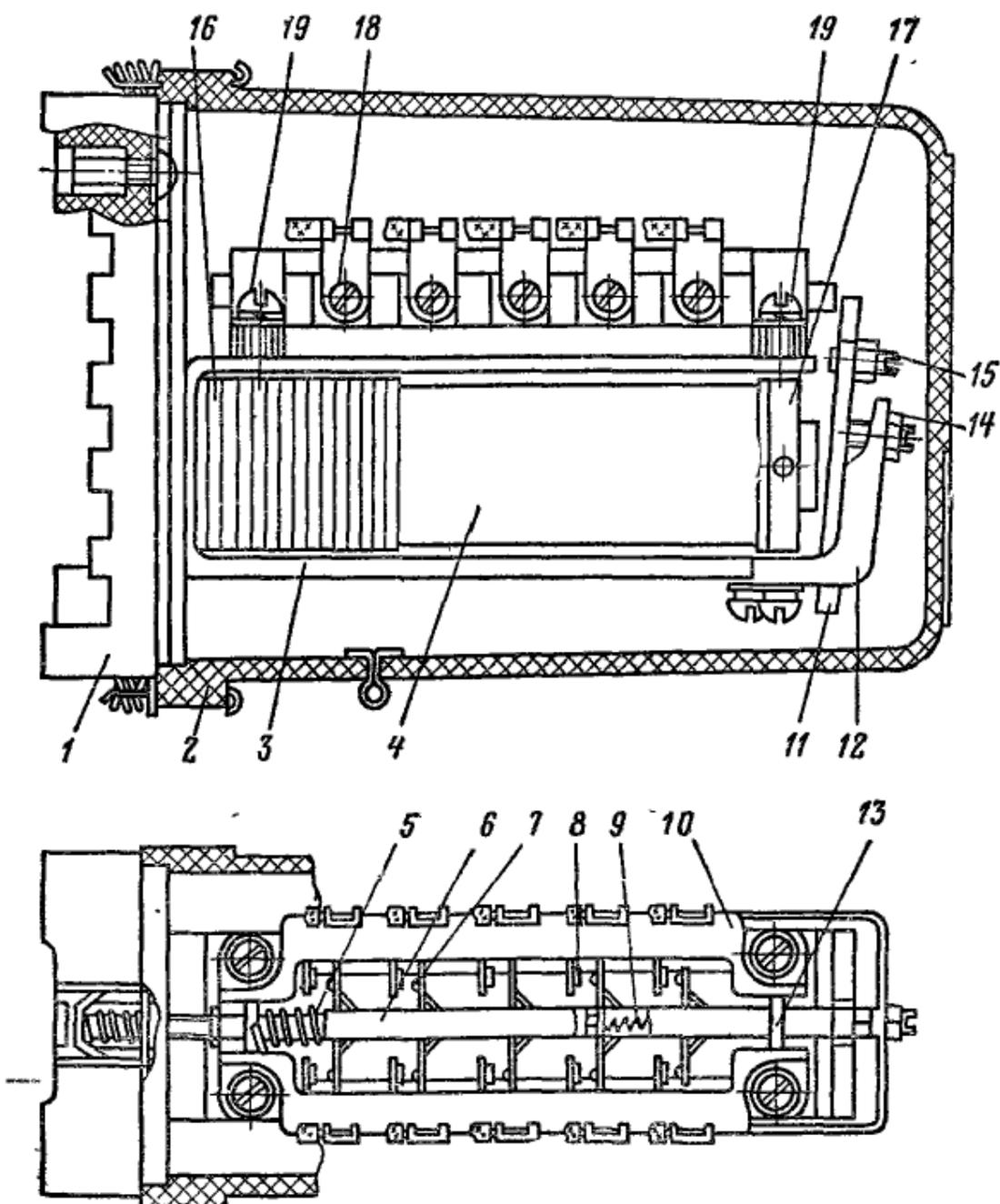


Рис. 2-18. Общий вид промежуточного реле РП-250.

срабатывании. Общий вид реле приведен на рис. 2-18, схема внутренних соединений — на рис. 2-19.

Электромагнит реле состоит из скобы 3 с приклепанным цилиндрическим сердечником и якоря 11. На сердечнике со стороны рабочего зазора размещена рабочая катушка 4 на пластмассовом каркасе. Ближе к цоколю

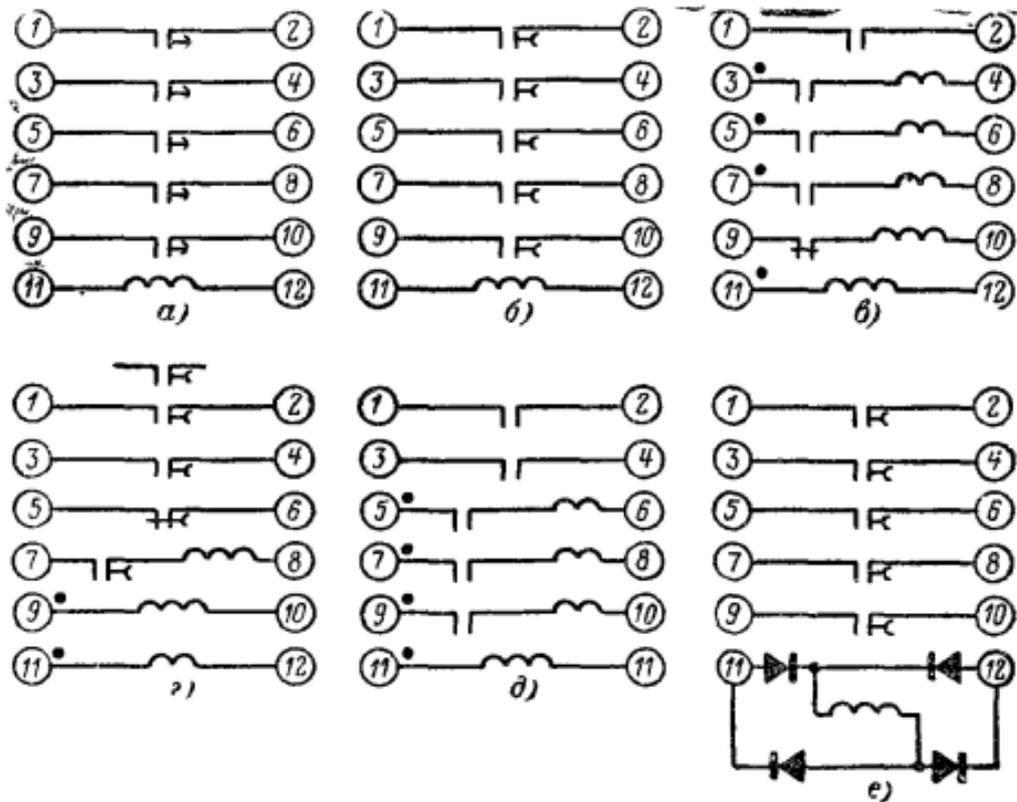


Рис. 2-19. Схемы внутренних соединений реле серии РП-250.

а — реле РП-251; б — РП-252; в — РП-253; г — РП-254; д — РП-255; е — РП-256.

реле размещены медные демпфирующие шайбы 16, обеспечивающие замедление реле при срабатывании. Катушка и шайбы удерживаются на сердечнике кольцом 17 со стопорными винтами. Якорь крепится к скобе с помощью угольника 12. Ход якоря регулируется винтами 14 и 15, положение винтов фиксируется контргайками. Винтами 19 к верхней части скобы крепятся колодки 10 контактной системы. Неподвижные контакты приварены к контактным угольникам 8, прикрепленным к контактным колодкам винтами 18. Эти же винты служат для присоединения внутренних монтажных проводов. Подвижные контактные пластины 7 смонтированы на траверсе 6, их положение фиксируется контактными пружинами 9,

обеспечивающими провал контактов. Концы траверсы скользят в отверстиях направляющих пластин 13. На задний конец траверсы надета возвратная пружина 5, упирающаяся в направляющую пластину и выступ на траверсе; на передний конец траверсы непосредственно воздействует якорь электромагнита. Электромагнит вместе с контактной системой крепится с помощью стального угольника к цоколю 1 и закрывается пластмассовым кожухом 2. Конструкция реле позволяет снимать его с цоколя и использовать в качестве элемента различных комплектных устройств.

Реле выпускаются с пятью замыкающими контактами; перестановкой контактных угольников и пружин любой контакт из замыкающего можно превратить в размыкающий.

#### Технические данные

Реле выпускается на номинальное напряжение 24, 48, 110 или 220 В.

Диапазон рабочих температур составляет  $-20 \div +40^\circ \text{C}$ .

Напряжение срабатывания реле не превышает  $70\% U_{\text{ном}}$ , напряжение возврата — не менее  $5\% U_{\text{ном}}$ .

Время срабатывания при номинальном напряжении может регулироваться изменением количества демпферных шайб в пределах от 0,07 с до  $0,11 \pm 0,03$  с. Время от момента размыкания цепи обмотки до размыкания замыкающего контакта около 0,1 с.

Мощность, потребляемая реле при номинальном напряжении 220 В, не превышает 8 Вт, в остальных случаях — 6 Вт.

Обмотка реле длительно выдерживает напряжение  $110\% U_{\text{ном}}$ .

При изменении температуры окружающей среды от  $-20$  до  $+40^\circ \text{C}$  отклонение напряжения срабатывания и возврата может находиться в пределах  $\pm 35\%$ , а отклонение времени срабатывания — в пределах от  $-25$  до  $+35\%$  значения, измеренного при температуре  $20^\circ \text{C}$ .

Реле имеет контакты средней мощности.

Механизм реле выдерживает без отказа в работе 5000 срабатываний, контакты — 1000 срабатываний с предельной электрической нагрузкой

Габариты реле приведены на рис. П1-1.

Масса реле не более 1,5 кг.

Таблица 2-12

| Номинальное напряжение, В | Число витков | Диаметр провода, мм | Сопротивление, Ом |
|---------------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| 24                        | 3400         | 0,23                | 105               |
| 48                        | 7000         | 0,17                | 415               |
| 110                       | 16 000       | 0,11                | 2200              |
| 220                       | 28 000       | 0,08                | 7650              |

Обмотки реле намотаны проводом ПЭВ-2, обмоточные данные реле приведены в табл. 2-12.

Проверка и регулировка реле производится следующим образом: зазор между каждым подвижным и неподвижным контактом должен быть не менее 2,5 мм, провал контактных мостиков — не менее 0,5 мм, что соответствует нажатию около 0,15 Н на каждый контакт и начальному зазору между якорем и скобой электромагнита около 3 мм. Регулировка межконтактного зазора производится перемещением и подгибанием контактных угольников;

при регулировке времени срабатывания подбором числа демпфирующих шайб катушка должна каждый раз устанавливаться около рабочего зазора, демпфирующие шайбы должны находиться сзади катушки и прижиматься к ней кольцом 17. Такое расположение шайб уменьшает время возврата, так как магнитный поток, наводимый токами самоиндукции в шайбах при отключении реле, частично замыкается через пути рассеяния, не доходя до рабочего зазора. При установке шайб у рабочего зазора время возврата резко увеличится. Время срабатывания уменьшается при уменьшении начального рабочего зазора, увеличении числа размыкающих контактов и увеличении их провала.

Напряжение срабатывания регулируется изменением начального воздушного зазора упорным винтом 14;

напряжение (а также и время) возврата регулируются изменением конечного рабочего зазора упорным винтом 15. Конечный зазор между якорем и скобой электромагнита должен быть около 0,2 мм. Определение напряжения возврата производится при плавном снижении напряжения;

для замены замыкающего контакта на размыкающий (или наоборот) нужно ослабить задние и вывернуть передние винты 19, крепящие контактные колодки 10. Раздвинув передние концы колодок, приподнять и вытащить траверсу 6 вместе с возвратной пружиной 5 и передней направляющей пластинкой 13. Тонкой отверткой сжать и удалить пружину нужного подвижного контакта, перевернуть контакт и вставить пружину с другой стороны. Затем поставить траверсу с возвратной пружиной и направляющей пластинкой на место, сдвинуть вместе передние концы колодок и завернуть все винты. После этого повернуть на 180° соответствующие контактные угольники и отрегулировать реле, как указано выше.

## 2-7. РЕЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ РП-252

Промежуточное реле РП-252 предназначено для применения в цепях постоянного тока схем защиты и автоматики в тех случаях, когда требуется замедление реле при возврате. Конструкция и схема внутренних соединений такие же, как у реле РП-251.

В отличие от реле РП-251 демпфирующие шайбы помещены на сердечнике рядом с рабочим зазором (рис. 2-18); магнитный поток, наводимый токами самоиндукции в шайбах в момент отключения обмотки реле, при протянутом якоре почти целиком проходит через рабочий зазор. Катушка электромагнита имеет сплош-

ной медный каркас, создающий дополнительное замедление возврата, и расположена у основания сердечника. Выдержка времени регулируется в основном изменением конечного рабочего зазора, поэтому кольца со стопорными винтами отсутствуют. Катушка и шайбы удерживаются от перемещения специальным выступом на угольнике, крепящем якорь. При номинальном напряжении и притяннутом якоре сердечник электромагнита сильно насыщен (индукция у рабочего зазора достигает 1,6 Т), что уменьшает зависимость времени возврата от напряжения.

### Технические данные

Реле выпускается на номинальное напряжение 24, 48, 110 или 220 В.

Время от момента снятия с обмотки реле номинального напряжения до размыкания замыкающего контакта может регулироваться в пределах от 0,5 с до  $1,1 \pm 0,3$  с.

Напряжение возврата зависит от замедления при возврате (при регулировке его изменением конечного зазора) и составляет не менее 1%  $U_{ном}$  при замедлении  $1,1 \pm 0,3$  с, не менее 3%  $U_{ном}$  при замедлении 0,8 с и не менее 5%  $U_{ном}$  при замедлении 0,5 с.

Время срабатывания реле при номинальном напряжении около 0,25 с.

Мощность, потребляемая обмоткой реле при номинальном напряжении, не превышает 7 Вт.

Катушки реле наматываются проводом ПЭВ-2, их обмоточные данные приведены в табл. 2-13.

Таблица 2-13

| Номинальное напряжение, В | Число витков  | Диаметр провода, мм | Сопротивление, Ом |
|---------------------------|---------------|---------------------|-------------------|
| 24                        | 2750          | 0,23                | 85                |
| 48                        | 5500          | 0,17                | 340               |
| 110                       | 12 500        | 0,11                | 1800              |
| 220                       | 14 800+10 200 | 0,07<br>0,09        | 7200              |

При регулировке реле следует иметь в виду, что конечный воздушный зазор между якорем и скобой электромагнита должен быть не менее 0,05 мм. При меньших зазорах возникает опасность залипания якоря реле из-за остаточного намагничивания сердечника. При регулировке замедления изменением воздушного зазора одновременно изменяется провал замыкающих контактов, величину которого следует восстановить перемещением контактных угольников. При регулировке замедления количеством демпферных шайб крепление катушки и шайб со стороны цоколя производится кольцом со

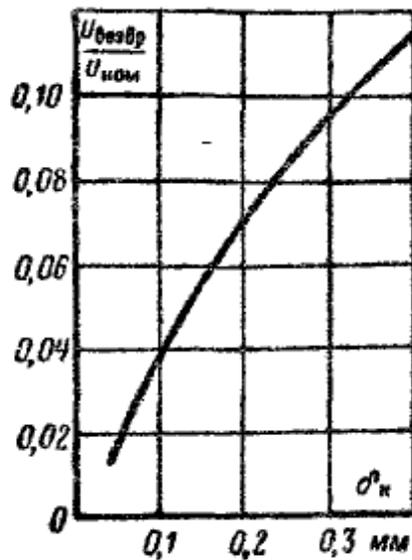


Рис. 2-20. Зависимость напряжения возврата реле РП-252 от конечного зазора.

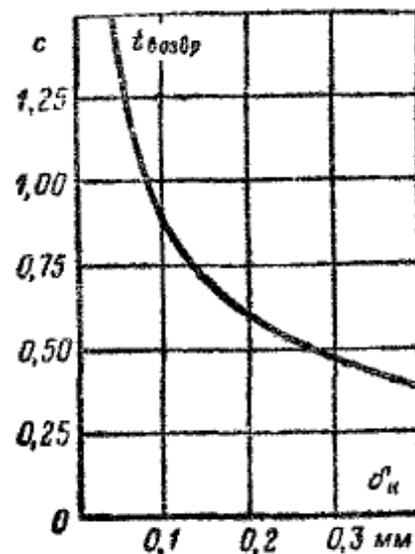


Рис. 2-21. Зависимость времени возврата реле РП-252 от конечного зазора.

стопорными винтами, вкладываемым в пакет с деталями присоединения.

Зависимость замедления и напряжения возврата от зазора приведена на рис. 2-20 и 2-21. Во всем остальном реле РП-252 идентично реле РП-251.

**2-11. РЕЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ РП-256**

Промежуточное реле РП-256 применяются в цепях переменного тока схем защиты и автоматики в случаях, когда от реле требуется замедление при возврате. Реле выпускается на номинальные напряжения 100, 127 и 220 В. По конструкции и всем техническим данным реле РП-256 аналогично реле РП-252 и отличается от него обмоточными данными катушек на номинальное напряжение 100 и 127 В (табл. 2-16) и наличием двухполупери-

Таблица 2-16

| Номинальное напряжение, В | Число витков | Диаметр провода, мм | Сопротивление, Ом |
|---------------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| 100                       | 8350 и 5050  | 0,1 и 0,12          | 1990              |
| 127                       | 14 500       | 0,1                 | 2440              |

одного выпрямительного моста. В качестве выпрямителей использованы кремниевые диоды Д211 или, в последних выпусках, выпрямительные мосты КЦ402Ж. Схема внутренних соединений приведена на рис. 2-19. В реле не предусмотрена защита диодов выпрямительного моста от внешних коммутационных перенапряжений. При наличии в сети источника коммутационных перенапряжений, опасных для диодов, следует принимать меры по устранению последних путем установки соответствующих фильтров или разрядников. При отключении реле накопленная в его электромагните энергия магнитного поля расходуется в демпферных шайбах и в рабочей обмотке, зашунтированной для токов переходного процесса прямым сопротивлением диодов выпрямительного моста, поэтому перенапряжений на обмотке самого реле практически не возникает.

## Раздел 2. Объем выполняемых работ при техническом обслуживании реле РП-256:

### **1. Внешний и внутренний осмотр.**

#### **2. Проверку сопротивления изоляции.**

- Сопротивление изоляции обмотки, неподвижных и подвижных контактов относительно сердечника и между собой измеряется мегаомметром не менее чем на 1000 В при новом включении и при всех эксплуатационных проверках. Значение сопротивления изоляции должны быть не менее 50 мОм.

- Во избежание пробоя диодов на реле с выпрямительными мостиками и стабилитронами в результате ошибки при подключении измерительных концов мегаомметра во время измерения сопротивления изоляции между обмотками рекомендуется диоды шунтировать тонкими (диаметром 0,1-0,15 мм) проводниками.

#### **3. Проверку и регулировку механической части реле РП-256**

- проверка и регулировка реле производится следующим образом: зазор между каждым подвижным и неподвижным контактом должен быть не менее 2,5 мм, провал контактных мостиков — не менее 0,5 мм, что соответствует нажатию около 0,15 Н на каждый контакт и начальному зазору между якорем и скобой электромагнита около 3 мм.

- регулировка межконтактного зазора производится перемещением и подгибанием контактных угольников;

- при регулировке времени срабатывания подбором числа демпфирующих шайб катушка должна каждый раз устанавливаться около рабочего зазора, демпфирующие шайбы должны находиться сзади катушки и прижиматься к ней кольцом 17. Такое расположение шайб уменьшает время возврата, так как магнитный поток, наводимый токами самоиндукции в шайбах при отключении реле, частично замыкается через пути рассеяния, не доходя до рабочего зазора. При установке шайб у рабочего зазора время возврата резко увеличится. Время срабатывания уменьшается при уменьшении начального рабочего зазора, увеличении числа размыкающих контактов и увеличении их провала;

- напряжение срабатывания регулируется изменением начального воздушного зазора упорным винтом 14;

- напряжение (а также и время) возврата регулируются изменением конечного рабочего зазора упорным винтом 15. Конечный зазор между якорем и скобой электромагнита должен быть около 0,2 мм. Определение напряжения возврата производится при плавном снижении напряжения;

- для замены замыкающего контакта на размыкающий (или наоборот) нужно ослабить задние и вывернуть передние пинты 19, крепящие контактные колодки 10. Раздвинув передние концы колодок, приподнять и вытащить траверсу 6 вместе с возвратной пружиной 5 и передней направляющей пластинкой 13. Тонкой отверткой сжать и удалить пружину нужного подвижного контакта,

перевернуть контакт и вставить пружину с другой стороны. Затем поставить траверсу с возвратной пружиной и направляющей пластинкой на место, сдвинуть вместе передние концы колодок и завернуть все винты. После этого повернуть на  $180^\circ$  соответствующие контактные угольники и отрегулировать реле, как указано выше.

#### **4. Проверку и регулировку электрических характеристик**

- Реле должно четко срабатывать при  $0,7 U_n$ .
- Подвижная система реле четко возвращаться в исходное положение при снижении напряжения до величины не менее  $0,05 U_n$ .
- Время возврата реле (время с момента снятия с обмотки реле номинального напряжения до момента размыкания размыкающего контакта) находится в пределах от 0,5 до 1,1 сек. Напряжение отпадания реле составляет не менее  $0,05 U_B$  (при времени возврата 0,5 сек),  $0,03 U_n$  (при времени возврата 0,8 сек) и  $0,02 U_B$  (при времени возврата 1,1 сек).

## Приложение 11. Отчет - Протокол проверки РП-250.

**ПРОТОКОЛ**  
**проверки промежуточного реле РП-256**

1. Тип реле \_\_\_\_\_
2. Заданные уставки реле: время возврата  $T_{вз} =$  \_\_\_\_\_ сек.
3. Произведен внешний и внутренний осмотр реле, выполнена регулировка механической части реле:

**3.1.** целостность корпуса реле, кожуха, плотность прилегания кожуха к цоколю реле: \_\_\_\_\_ (*норма - трещины, сколы, налеты окисления и ржавчины, следы перегрева, сажи - отсутствуют*);

**3.2.** состояние и надежность затяжки винтов и гаек, крепящих проводники, контактный мостик, неподвижные контакты, и др.: \_\_\_\_\_ (*норма/неудовл.*);

**3.3.** состояние и надежность пайки проводников к неподвижным контактам и наконечникам: \_\_\_\_\_ (*норма – пайка выполнена качественно и надежно*);

**3.4.** надежность контактов между проводниками внутреннего монтажа и проходными втулками в корпусе реле: \_\_\_\_\_ (*норма – без люфтов*);

**3.5.** зазоры между подвижными и неподвижными контактами (*норма - не менее 2,5 мм*):

контакт 1-2: \_\_\_\_\_ ;

контакт 3-4: \_\_\_\_\_ ;

контакт 5-6: \_\_\_\_\_ ;

контакт 7-8: \_\_\_\_\_ ;

контакт 9-10: \_\_\_\_\_.

**3.6.** провал контактных мостиков (*норма - не менее 0,5 мм*):

контакт 1-2: \_\_\_\_\_ ;

контакт 3-4: \_\_\_\_\_ ;

контакт 5-6: \_\_\_\_\_ ;

контакт 7-8: \_\_\_\_\_ ;

контакт 9-10: \_\_\_\_\_.

**3.7.** конечный зазор между якорем и скобой электромагнита: \_\_\_\_\_ (*норма не менее 0,2 мм*);

**3.9.** По результатам осмотра и регулировки состояние механической части реле: \_\_\_\_\_ (*норма – удовлетворительное*).

**4.** Проверка электрических характеристик реле:

| Дата проверки | Обозначение на схеме | Место установки | Тип реле | Ном. напряжение (ток), В (А) | Напряжение (ток), В |          |           | Время, с     |          | Однополярные зажимы обмотки к реле |
|---------------|----------------------|-----------------|----------|------------------------------|---------------------|----------|-----------|--------------|----------|------------------------------------|
|               |                      |                 |          |                              | срабатывания        | возврата | удержания | срабатывания | возврата |                                    |
|               |                      |                 |          |                              |                     |          |           |              |          |                                    |

| Дата проверки | Обозначение на схеме | Место установки | Тип реле | Ном. напряжение (ток), В (А) | Напряжение (ток), В (А) |          |             | Время, с     |          | Однополярные зажимы обмотки реле |
|---------------|----------------------|-----------------|----------|------------------------------|-------------------------|----------|-------------|--------------|----------|----------------------------------|
|               |                      |                 |          |                              | срабатывания            | возврата | удерживания | срабатывания | возврата |                                  |
|               |                      |                 |          |                              |                         |          |             |              |          |                                  |
|               |                      |                 |          |                              |                         |          |             |              |          |                                  |

• Реле четко срабатывает при подаче напряжения: \_\_\_\_\_ Ун (*норма – не более 0,7 Ун*).

**Заключение.** \_\_\_\_\_

### 11. Неисправности и замечания выявленные в ходе эксплуатации.

| Дата | Описание неисправности и дата устранения |
|------|--|
|      |  |
|      |  |
|      |  |
|      |  |

Проверку произвел \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.  
 Подпись                      Ф.И.О.

**Приложение 12. Формат итоговой справки по работе устройства РЗА.****Уставки защит – в соответствии с картой уставок**

|   | Аварийный режим 1 | Аварийный режим 2 | Аварийный режим 3 | Аварийный режим .... |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| Определение вида (фазы) повреждения (указать поврежденные фазы)   |                   |                   |                   |                      |
| Определение величины токов КЗ (указать величины токов КЗ пофазно)   |                   |                   |                   |                      |
| Определение длительности аварийного режима (сек)  |                   |                   |                   |                      |
| Анализ правильности срабатывания защиты по току   |                   |                   |                   |                      |
| Анализ правильности срабатывания защиты по времени  |                   |                   |                   |                      |
| Анализ условий для пуска УРОВ   |                   |                   |                   |                      |
| Анализ работы АПВ (успешное, неуспешное)  |                   |                   |                   |                      |
| Анализ работы ускорения при неуспешном АПВ  |                   |                   |                   |                      |
| Заключение о работе защиты и выключателя на отключение (выявление затяжки в работе)   |                   |                   |                   |                      |
| Заключение о работе защиты, автоматики и выключателя на включение (выявление затяжки во включении автоматики или выключателя) |                   |                   |                   |                      |

