**Аннотация**

В данном дипломном проекте был разработан лабораторный стенд для испытания устройств защиты судовых генераторов, а именно: устройства распределения мощности, устройства включения резерва, устройства токовой защиты, реле мощности РМ-53, реле обратного тока РОТ-53,устройства разгрузки генератора.

Была разработана электрическая принципиальная схема стенда на основе анализа работы устройств защиты. Расчет и выбор элементов произведен в соответствии с принципиальной схемой.

Так же была разработана конструкция стенда на основе наиболее удобного пользования приборами при проведении испытаний, составлены алгоритмы проведения испытаний.

В разделе “ экономическое обоснование проекта” рассчитана стоимость стенда, обоснована целесообразность использования данного стенда в учебном процессе.

В разделе “ Безопасность и экологичность проекта” ,произведен анализ соответствия данного стенда критериям экологичности и безопасности, дана инструкция по безопасной эксплуатации стенда.

**The summary**

In the given degree project the laboratory stand for test of devices of protection of ship generators namely was developed: devices of distribution of capacity, device of inclusion of a reserve, device токовой of protection, relay of capacity RS-53, relay of a return current RRC-53, device of unloading of the generator.

The electrical basic circuit of the stand was developed on the basis of the analysis of work of devices of protection. The account and choice of elements is made according to the basic circuit.

As the design of the stand on a basis of the most convenient usage by devices was developed at realization of tests, the algorithms of realization of tests are made.

In section “ an economic substantiation of the project ” cost of the stand is designed, the expediency of use of the given stand in educational process is reasonable.

In section “ Safety and ecology of the project ”, the analysis of conformity of the given stand to criteria ecology and safety is made, the instruction on safe operation of the stand is given.

**Содержание**

1. Обоснование дипломного проекта

1.1. Описание лабораторного стенда для испытания устройств защиты судовых генераторов

1.2. Описание и технические данные устройств зашиты судовых генераторов

1.3. Разработка функциональной схемы стенда

1.4. Разработка принципиальной электрической схемы стенда

2. Расчет и выбор электрооборудования стенда для испытания устройств защиты судовых генераторов

2.1. Требования правил Регистра к выбору электрооборудования

2.2. Расчет и выбор элементов блока изменения напряжения

2.3. Расчет и выбор элементов блока изменения тока

2.4. Выбор блока питания U – 24 В

2.5. Расчет и выбор элементов релейно-индикационного блока

2.6. Расчет и выбор элементов блока индикации питания стенда

2.7. Расчет надежности

2.8. Разработка конструкции стенда

2.9. Тепловой расчет

2.10. Инструкция по эксплуатации

3. Разработка алгоритмов проведения испытаний устройств защиты судовых генераторов

3.1. Введение

3.2 Алгоритмы проведения испытаний устройств защиты судовых генераторов

3.3.Заключение

4. Безопасность и экологичность проекта

4.1. Введение

4.2. Анализ на соответствие требованиям безопасности и экологичности

4.3. Указания для разработки требований к проектируемому объекту для повышения ею устойчивости

4.4. Защита от вредных, опасных и аварийных факторов

4.5. Обеспечение экологической безопасности

4.6. Обеспечение повышенной устойчивости проектируемого объекта

4.7. Ответственность за нарушение инструкции

4.8. Заключение

4.9. Список литературы

5. Экономическое обоснование проекта

5.1. Введение

5.2. Определение оптовой цены испытательного стенда

5.3. Заключение

6. Порядок контроля и приемки

6.1. Подача питания

6.2. Проведение испытания стенда

6.3. Составление акта о приемке

7. Заключение

8. Список использованных источников

9. Приложения

**1.1. Описание лабораторного стенда для испытания устройств защиты судовых генераторов**

Создание судов транспортного и промыслового флотов различных модификаций с широкой электрификацией технических средств привело к созданию ряда унифицированных функциональных систем и средств автоматизации электроэнергетических установок. Речь идет о системах и устройствах, предназначенных для распределения реактивных и активных нагрузок, программирования загрузки судовой электростанции, контроля и сигнализации. Внедрение новых средств автоматизации влечет за собой надобность в специалистах, имеющих обслуживать эти средства. Подготовкой специалистов эксплуатационников занимается кафедра «Электрооборудования и автоматики судов». Поэтому необходимо повышать качество обучения студентов внедрением учебной программы, включающую в себя изучение новых средств автоматизации, расширить лабораторную базу кафедры. С этой целью и был разработан лабораторный стенд для испытания устройств защиты судовых генераторов.

Стенд представляет из себя устройство, позволяющее имитировать различные режимы работы судовых генераторов при повышении, понижении нагрузки исчезновению напряжения и т.д.

На стенде имеется контрольно-измерительная аппаратура, позволяющая контролировать ток нагрузки, и напряжение генератора и косинус угла между током и напряжением генератора.

В частности, лабораторный стенд был разработан для испытания УРГ – устройства разгрузки генератора, УРМ – устройства распределения мощности, УТЗ – устройства токовой защиты, РМ-53 - реле мощности, РОТ-53 – реле обратного тока, УВР - устройства включения резерва.

Стенд обеспечивает устройства необходимым для работы питанием, позволяет контролировать время срабатывания устройств при появлении запредельных параметров генератора. Конструкция стенда (см. Сборочный чертеж) разработана из условия наиболее удобного проведения испытания. У стенда имеется полка, на которую можно установить испытуемые приборы, клеммники с помощью которых можно подсоединить испытуемый прибор. Около каждого элемента имеются пояснительные таблички, позволяющие легко ориентировать в приборах.

# 1.2. Описание и технические данные устройств защиты судовых генераторов

**1.2.1 Устройство распределения активной мощности типа УРМ-35**

Устройство типа УРМ-35 предназначено для автоматического пропорционального распределения активной нагрузки между параллельно работающими синхронными генераторами судовых электроэнергетических установок переменного тока частотой 50 Гц. Устройство предназначено для работы в помещениях электростанций. Использование устройства УРМ-35 в составе электроэнергетической установки обеспечивает в статистических режимах точность распределения активных нагрузок между параллельно работающими генераторами в пределах 5 % при изменении суммарной нагрузки системы от 20 до 110% номинальной и изменении коэффициента мощности в пределах от 1,0 до 0,7.

Необходимым условием применения устройства УРМ-35 является возможность параллельного перемещения скоростных характеристик агрегата путем перестройки регуляторов частоты первичного двигателя с помощью серводвигателя в пределах от ± 10 % номинального значения. Соотношения мощностей параллельно работающих генераторов при использовании устройств УРМ-35 не должно быть более чем 1: 5. устройство содержит следующие блоки: датчик активного тока УРМ-35Д, формирователь импульсов УРМ-35Ф, усилитель УРМ-35У.

Блоки УРМ-35У имеют пять модификаций и предназначены для работы со следующими типами серводвигателей: УРМ-35У1 – с серводвигателем постоянного тока последовательного возбуждения напряжением 24В и током до 10А; УРМ-35У2 – с серводвигателем постоянного тока последовательного возбуждения напряжением 110В и током до 10А; УРМ-35У3 - с серводвигателем постоянного тока независимого возбуждения напряжением 27В и током до 2, 5А; УРМ-35У4 - с серводвигателем постоянного тока независимого возбуждения напряжением 110В и током до 2, 5А; УРМ-35У5 – с двухфазными и трехфазными асинхронными двигателями напряжением 127В и током до 2, 5А.

Конструктивно функциональные блоки устройства размещены в двух корпусах. В одном корпусе (индекс УРМ-35Д) находится датчик активного тока в другом (индекс УРМ-35ФУ) – формирователь и усилитель. Функциональный блок – усилитель – выполнен сменным, что позволяет применять тот или иной тип усилителя в зависимости от типа принятого серводвигателя.

Количество датчиков и усилителей, а также типы усилителей определяются составом оборудования, схемой генерирования и распределения электроэнергии судовой установки.

Датчик подключается к генератору через типовой измерительный трехфазный трансформатор напряжения со вторичным напряжением 1127В, частотой 50 Гц и через типовой измерительный трансформатор ток с номинальным вторичным током 5А.

Питание усилителей и преобразователя осуществляется от сети однофазного переменного тока напряжением 127В, частотой 50Гц.

На рис. 1.1 представлена функциональная схема устройства УРМ-35 для системы, состоящей из двух генераторов с воздействием только на один серводвигатель. Выходы датчиков соединены по дифференциальной схеме, в которую включен вход формирователя. Формирователь импульсов собран по схеме двухтактного широтно-импульсного модулятора и вместе с датчиком активного тока полностью определяет статистические и динамические характеристики всего устройства УРМ-35. поэтому для получения необходимых характеристик он должен иметь определенную крутизну и достаточно высокую линейность переходной характеристики.

Частота следования импульсам находится в пределах от 0,2 до 0,4 Гц; импульс наименьшей длительности, соответствующий наибольшему входящему напряжению, не превышает величины, определяемой по формуле tmax=1/ (2fH).

Сигнал дифференциальной цепи, обуславливаемый разностью активных нагрузок ∆Р генераторов, поступает на входы полупроводниковых реле «больше», «меньше» КБ и КМ. На эти же входы реле подается «запирающее» напряжение от генератора пилообразного напряжения ГПН.

При разности активных нагрузок на генераторах, превышающей 5 %,на входы реле КБ и КМ кроме пилообразного напряжения с генератора ГПН поступит постоянный сигнал из дифференциальной цепи датчиков, достаточный для срабатывания одного из реле в зависимости от полярного сигнала дифференциальной цепи в момент уменьшения пилообразного напряжения. Этот сигнал усиливается вначале усилителем УМ или УБ, а затем выходным усилителем ВУБ или ВУМ. С выходного усилителя импульсное напряжение поступает на серводвигатель генераторного агрегата, воздействуя на первичный двигатель генератора таким образом, чтобы активные нагрузки генераторов выравнивались. При равенстве нагрузок генераторов ток в дифференциальной цепи уменьшится до нуля и формирователь прекратит выдавать импульсы напряжения. Длительность импульсов зависит от величины рассогласования нагрузок. На рис. 1.2. приведена схема включения устройства УРМ-35 для электростанции с тремя генераторами. На шины каждого генератора устанавливается датчик активного тока. Выходы датчиков соединяются по дифференциальной схеме. Коммутация дифференциальной цепи для случая параллельной работы двух или более генераторов производится контактами автоматов генераторов. Так как выходы датчиков соединены между собой встречно, то при равенстве нагрузок на генераторах напряжение на входах блоков УРМ-35ФУ равно нулю и напряжение на их выходах тоже равно нулю. При неравенстве нагрузок генераторов датчики дают разный по величине выходной сигнал, что обусловливает на входах блоков УРМ-35ФУ напряжение. На выходах последних появляется сигнал, подаваемый на серводвигатели, которые воздействуют на регуляторы первичных двигателей таким образом, что выравнивает нагрузки на параллельно работающих генераторах.

Датчик активного тока. Этот датчик представляет собой вектормерное устройство, позволяющее получить на выходе сигнал, пропорциональный активной мощности генератора.

Основными элементами датчика являются (рис. 1.4 ): тороидальный трансформатор напряжения TV, тороидальный согласующий трансформатор TLI, тороидальные промежуточные трансформаторы TL2, TL3, выпрямительные мосты, балластные сопротивления.

Трансформатор TV, соединенный по схеме (рис. 1.3 , а), позволяет получить во вторичных обмотках напряжения, ориентированные, как показано на рис. 1.4, б.

В режиме холостого хода генератора, когда ток нагрузки равен нулю, напряжения на вторичных обмотках трансформатора TV равны и приложены к первичным обмоткам одинаковых трансформаторов TL2 и TL3 (см. рис. 1.3). при этом сигнал на выходе датчика равен нулю

При активной нагрузке генератора в соответствие с рис. 1.5, а напряжение UR2 на резисторе R2, поступающее с вторичной обмотки трансформатора TL1, совпадает с напряжением U1, одной вторичной обмотки трансформатора TV и находится в противофазе с напряжением U2 другой. В результате на первичной обмотке одного трансформатора напряжение увеличивается, а на первичной обмотке другого уменьшается. При чисто реактивной нагрузке генератора (рис. 1.5, б) напряжение UR2 сдвинуто относительно напряжений U1 и U2 вторичных обмоток трансформатора TL2 и TL3 на 900.

Напряжение UTL2 UTL3 оказываются равными и выход датчика в этом случае равен нулю. Таким образом, датчик, подключенный к шинам генератора трехфазного тока частотой 50 Гц, будет иметь на выходе сигнал постоянного напряжения, пропорциональный активной нагрузке генератора.

Формирователь импульсов УРМ-35Ф. Формирователь представляет собой полупроводниковое устройство, преобразующее сигнал постоянного тока в импульсный, с изменяющимися длительностями импульса и паузы в зависимости от величины входного сигнала. Он собран по схеме двухтактного широтно-импульсного модулятора и разделяется на две одинаковые части, аналогичные по своему построению (рис. 1.5).

В состав элементов формирования выходного импульса входят: несимметричный триггер на транзисторах VTI, VT3, (VT2, VT4), эммитерный повторитель на транзисторе VT5 (VT6), стабилитрон VT7 (VT8), триодный тиристор VS11 (VS12), выпрямительный мост VD14…VD17 (VD18…VD21). При поступлении на вход формирователя сигнала отрицательной полярности, большего, чем уровень срабатывания триггера, последний срабатывает и через эммитерный повторитель выдается сигнал на управляющий электрод тиристора VS11 (VS12). Тиристор открывается, замыкает выходную цепь формирователя и на усилитель поступает управляющий сигнал напряжением 25В, частотой 50 Гц.

Генератор пилообразного напряжения построен на основе симметричного триггера на транзисторах VT9,VT10. При подаче питания один из транзисторов триггера переходит в режим насыщения, а другой – в режим отсечки. В момент, когда напряжение на конденсаторе С9 достигает напряжения пробоя стабилитрон VD10 пробивается и на базу транзистора VT9 поступает импульс отрицательной полярности. Триггер VT9, VT10 срабатывает, VT9 переходит в режим насыщения, VT10 – в режим отсечки. Конденсатор С9 мгновенно разряжается через открывшийся транзистор VT9, а конденсатор С10 начинает заряжаться и по аналогичной схеме после пробоя стабилитрона VD13 триггер переходит в первоначальное состояние.

При одной полярности входного сигнала к базе одного из триггеров прикладывается минус, а к базе другого – плюс, а при другой полярности знаки изменяются.

Срабатывание того или другого триггера, а следовательно и появление сигнала на выходе формирователя, будет определяться суммарным действием на вход триггеров напряжения входного сигнала из дифференциальной цепи и пилообразного напряжения.

В зависимости от величины входного сигнала соотношение между длительностью импульса и паузой выходного сигнала формирователя меняется. Длительность импульса регулируется резистором R\*29, а длительность паузы формирователем R\*24.

Усилитель УРМ-35У. Схема каждого усилителя УРМ-35У1,УРМ-35У2, УРМ-35У3, УРМ-35У4, УРМ-35У5 (рис. 1.6, 1.6) включает в себя два переключающихся плеча на тиристорах с трансформаторами, выпрямителями, конденсаторами и резисторами. Усилитель предназначен для усиления сигналов, поступающих на его вход от формирователя.

При отсутствии входного сигнала на обоих входах усилителя тиристоры закрыты и напряжение на выходе схемы равно нулю. При подаче импульса на один из входов усилителя вентили одного плеча открываются и усилитель выдает импульс на выходе. Переключение импульса на другой вход вызывает изменение полярности или фазы выходного импульса.

Тиристоры зашунтированы резисторами для выравнивания напряжения на них и диодами для защиты от перенапряжения, обусловленного наличием против ЭДС якоря серводвигателя.

Питание схемы осуществляется двухполупериодным выпрямленным напряжением без сглаживания пульсаций.

**1.2.2. Устройство автоматического включения резерва типа УВР**

Данное устройство автоматического управления резервом предназначено для подачи импульса: на запуск резервного генераторного агрегата при повышении нагрузки сверх заданной; остановку резервного генераторного агрегата (или сигнал при уменьшении нагрузки ниже заданной); отключение генераторного автомата работающего агрегата и запуск резервного агрегата при длительном снижении или исчезновении напряжения.

Рассматриваемое устройство подключается к генератору трехфазного переменного тока через типовые измерительные трансформаторы напряжения с вторичным напряжением 127 В, частотой 50 Гц и через трансформатор тока на 5 А. питание устройства УВР осуществляется от постороннего источника переменного тока напряжением 127 В, частотой 50 Гц или постоянного тока напряжением 24 В.

Мощность, потребляемая устройством, составляет не более 10 и 15 ВА соответственно от трансформаторов напряжения и тока со стороны генератора и не более 25 ВА со стороны постороннего источника. Для включения резервного полного генераторного агрегата устройство выполняется для работы по полному или активному току нагрузки и настраивается на полный ток срабатывания в пределах 1,8…4,0 А. Отключение резервного генераторного агрегата возможно по полному току срабатывания в пределах 1…2,8 А.

Точность срабатывания устройства находится в пределах ± 5% значения тока уставки (для устройств, работающих по активному току, при изменении cos φ от 0,6 до 1,0). Срабатывание происходит также при снижении напряжения генератора до 80 ± 5% номинального и ни же с выдержкой времени 5…8 с. Коэффициент возврата находится в пределах 0,95…1,0. Допускаются следующие перегрузки устройства по току генератора: 10% в течение 2 ч; 25% в течение 30 мин и 50% в течение 5 мин.

В качестве выходных реле устройства использованы реле типа РМ-4.

Устройство УВР выполняется следующих четырех типов:

1. УВР-1А1 для работы по активному току с напряжением питания от постороннего источника переменного тока 127 В, частотой 50 Гц (рис.1.8);
2. УВР-1А2 для работы по активному току с напряжением питания от постороннего источника постоянного тока 24В;
3. УВР-1П1 для работы по полному току с напряжением питания от постороннего источника переменного тока В, частотой 50 Гц (рис.1.9);
4. для работы по полному току с напряжением питания от постороннего тока постоянного тока 24В.

Схемы устройств УВР-1А2 и УВР-1П2 отличаются от схемы устройств УВР-1А1 и УВР-1П1 тем, что питание от постороннего источника осуществляется не через трансформатор, а непосредственно от цепи постоянного тока напряжением 24 В, поэтому схемы здесь не приводятся.

Каждая из указанных модификаций устройства УВР состоит из блоков: контроля повышения нагрузки (I); контроля понижения нагрузки (II) и контроля напряжения (III).

Блок контроля повышения нагрузки I содержит согласующий трансформатор TL1, измеритель активного тока ИАТ (или полного тока ИПТ), триггер на транзисторах VT7, VT2 и реле времени на транзисторах VT3, VT4 и VT5 с выходным реле К1.

Блок контроля снижения нагрузки II состоит из согласующего трансформатора TL2, измерителя полного тока ИПТ, триггера на транзисторах VT6, VT7 и реле времени на транзисторах VT8, VT9 и VT10 с выходным реле К2.

Блок контроля напряжения III включает в себя измеритель напряжения ИН и реле времени на транзисторах VT11, V12 и VT13 с выходным реле К3 в цепи триггера VT14, VT15.

Трансформаторы TL1 и TL2 служат для согласования цепей измерителя активного или полного тока и типового измерительного трансформатора тока.

Измеритель ИАТ или ИПТ преобразует либо полный ток нагрузки, либо его активную составляющую в постоянное напряжение. Триггеры обеспечивают усиление сигнала измерителя и четкое срабатывание устройства при заданной величине уставки. Реле времени служит для создания выдержки и времени срабатывания.

Измеритель ИАТ устройств типов УВР-1А1 (см. рис. 1.8) и УВР-1А2 представляет собой мост на резисторах R47-R50 с диодами VD4 и VD5. Два резистора R45 и R46, включенные в фазы В и С, и мост R47…R50 образуют искусственную нулевую точку трехфазной системы. Если сопротивления резисторов R45 и R46 равны, то на диагональ моста подается напряжение, совпадающее по фазе с напряжением фазы А генератора (рис. 1.10).

Сопротивление моста одновременно обтекаются током от трансформатора тока, включенного в фазу А генераторов через согласующий трансформатор. С другой диагонали моста снимается выпрямленное выходное напряжение измерителя, равное разности потенциалов точек а и b (см. рис. 1.8), т.е. разности падений напряжений на резисторах R49 и R50:

Ua b= U4 9 – U50

При холостом ходе генератора мост сбалансирован и напряжение на его выходе равно нулю:

UH 4 9= UH 50; Ua b х UH 4 9 - UH 50=0.

При нагруженном генераторе ток трансформатора тока нарушает баланс моста. Этот ток, протекая в один полупериод через резистор R49, а в другой – через резистор R50, в цепях этих резисторов сдвигается по фазе на угол 1800.

Токи, протекающие через указанные резисторы, создают падение напряжения UT 49= IT 49R49; UT 50= IT 50R50, которые складываются с напряжениями UH49 и UH50, создавая разность потенциалов Ua b=U49- U50.

На рис. 3.4. приведена векторная диаграмма напряжений на выходе измерителя.

Учитывая, что R49= R50= R, IT 49= IT 50= IT; UH49= UH50= UH, из треугольников OUHUH49 и UH50, получим

U4 9=



U50=



Прибавляя и вычитая , получим



U4 9=



U50=.



Так как UT < UH, то разностью можем пренебречь. Тогда



; ;



,



т.е. напряжение на выходе измерителя приблизительно пропорционально активной составляющей тока генератора.

Если напряжение генератора считать неизменным, то напряжение Ua b (см. рис. 1.8) пропорционально активной мощности генератора.

Конденсатор С4 служит для сглаживания пульсаций напряжения между точками a и b. С помощью потенциометра R1 производится настройка устройства на заданную величину уставки.

Погрешность схемы измерителя активного тока ИАТ частично компенсируется при настройке путем изменения величины сопротивления резистора R48.

С измерителя полного тока ИПТ снимается выпрямленное напряжение от вторичной обмотки согласующего трансформатора, замкнутой на резисторе R1. Это напряжение пропорционально полной силе тока нагрузки генератора.

Выходное напряжение измерителя активного тока (см. рис. 1.8) или полного тока (см. рис 1.9) блока I контроля повышения нагрузки подается через стабилитрон VD1 на триггер VT1, VT2. Последний представляет собой двухкаскадный усилитель постоянного тока с положительной обратной связь, осуществляемой включением общего резистора R8 в цепь эмиттеров транзисторов VT1 и VT2, благодаря которой создается релейный эффект.

При отсутствии перегрузки генератора транзистор VT1 закрыт, так как ток через его переход эмиттер – база возникает только под действием выходного напряжения измерителя, когда оно становится больше напряжения пробоя стабилитрона, т.е. более 7,5…8,5В. При закрытом транзисторе VT1 база транзистора VT2 получает отрицательный потенциал с его коллектора по отношению к эммитеру, т.е. через переход эммитер – база транзистора течет ток. Сопротивления резисторов выбираются так, чтобы этот транзистор был полностью открыт. Падение напряжения на резисторе обратной связи R8 является закрывающим для транзистора VT1.

По мере увеличения напряжения на выходе измерителя выше величины пробоя стабилитрона закрывающий ток в цепи базы транзистора VT1 уменьшается, а коллекторный ток увеличивается. Напряжение коллектора этого транзистора уменьшается, следовательно, коллекторный ток транзистора VT2 также уменьшается, что, в свою очередь, приводит к уменьшению напряжения обратной связи, вычитаемого из напряжения сигнала, открывающего транзистор VT1.

Уменьшение напряжения обратной связи при увеличении напряжения сигнала приводит к тому, что схема лавинообразно переходит во второе состояние, когда транзистор VT1 полностью открыт. Напряжение в его цепи эммитер – коллектор составляет десятые доли вольта, следовательно, напряжение на переходе эммитер – база транзистора недостаточно для его открывания и коллекторный ток практически равен нулю. При уменьшении напряжения сигнала стабилитрон VD1 закрывается, и схема переходит в первое состояние с открытым транзистором VT2.

При малых нагрузках генераторов конденсатор С1 реле времени зашунтирован транзистором VT2 и небольшим сопротивлением обратной связи резистора R8. Поэтому напряжение на его зажимах мало. Стабилитрон VD2 не пропускает ток через переход эммитер – база транзистора VT3. Следовательно, на переход эммитер – база транзистора VT4 напряжение достаточно для его открывания. При этом транзистор VT5 закрыт и ток, проходящий через выходное реле К1, практически равен нулю.

При достижении током нагрузки генератора значения, соответствующего напряжения пробоя стабилитрона VD1 на выходе моста, триггер VT1, VT2 срабатывает, транзистор VT2 закрывается. Конденсатор С1 начинает заряжаться через резисторы R9 и R10, обеспечивая выдержку времени. При достижении на конденсаторе С1 напряжения, равного пробивному напряжению стабилитрона VD2 (8,5…9,5 В), транзистор VT3 открывается, шунтируя переход эммитер – база транзистора VT4. транзистор VT5 также открывается, и реле К1 срабатывает. С уменьшением нагрузки генератора все транзисторы перебрасываются в исходное положение в том же порядке, что и при включении.

Выходное напряжение измерителя полного тока блока контроля снижения нагрузки подается через стабилитрон VD3 на триггер VD6, VD7. Последний аналогичен триггеру VT1, VT2, т.е. при нагрузках генератора ниже величины, соответствующей уставке устройства при отключении резервного генератора, транзистор VT6 закрыт, а транзистор VT7 полностью открыт. Конденсатор С2 реле времени зашунтирован транзистором VT7 и небольшим сопротивлением обратной связи резистора R25. Напряжение на его зажимах отсутствует, следовательно, транзистор VT8 закрыт, коллекторный ток его практически равен нулю, и на базу транзистора VT9 подается отрицательный потенциал политическое отношению к его эммитеру. Таким образом, транзистор VT9 будет открыт, а транзистор VT10 закрыт. Стабилитрон VD4 служит для надежного закрывания транзистора VT8.

Политическое мере увеличения напряжения на выходе измерителя выше величины пробоя стабилитрона VD3 (т.е. выше 8, 5…9, 5В), триггер срабатывает, транзистор VT7 закрывается, а конденсатор С2 заряжается. С незначительной выдержкой времени открывается транзистор VT8, срабатывает триггер VT9,VT10, транзистор VT10 открывается и реле К2 срабатывает. В таком положении эти элементы блока контроля находятся до тех пор, пока нагрузка генератора превышает заданную установку срабатывания.

Если нагрузка падает ниже величины уставки, стабилитрон VD3 закрывается, транзистор VT7 открывается, его напряжение эммитер – коллектор уменьшается почти до нуля и конденсатор С2 начинает разряжаться, поддерживая еще некоторое время ток через переход эммитер – база транзистора VT8. Через 5…8 с, когда конденсатор разрядится, транзистор VT8 закрывается, триггер VT9, VT10 переходит в начальное состояние и реле К2 обесточивается. Его нормально замкнутые контакты выдают импульс на остановку резервного генератора.

Измеритель блока контроля напряжения в устройствах УВР-1А1 (см. рис. 1.8.) и УВР-1А2 представляет собой трансформатор напряжения TV1 или в устройствах УВР-1П1 (см. рис. 1.10) и УВР-1П2 – делитель напряжения на резисторах R60, R61, R62 и выпрямитель VD9…VD12 с фильтрующим конденсатором С6. Напряжение на выходе измерителя, пропорциональное напряжению генератора, подается на реле времени, аналогичное реле времени блоков контроля повышения и контроля снижения нагрузки.

При номинальном напряжении на генераторе стабилитрон VD6 пробит, конденсатор С3 заряжен, транзисторы VT11 и VT13 открыты и реле К3 находится под напряжением. При снижении напряжения ниже 80 ±5% номинального закрывается стабилитрон VD6, конденсатор С3 разряжается, обеспечивая заданную выдержку времени, после чего транзистор VT11 закрывается, триггер VT12, VT13 срабатывает, реле К3 лишается питания и устройство выдает импульс на отключение генератора и запуск резервного агрегата.

Конструктивно устройство типа УВР выполнено в корпусе брызгозащищенного исполнения. Все элементы его схемы смонтированы в выдвигающемся блоке, причем расположение элементов обеспечивает открытый доступ к ним и облегчает условия монтажа, а также обслуживания устройства.

**1.2.3 Устройство автоматической разгрузки типа УРГ**

Устройство данного типа применяется с целью отключения части потребителей при перегрузке генераторных агрегатов и рассчитано для работы политическое активному или полному току.

Подключение устройства к генератору трехфазного переменного тока выполняется через типовые измерительные трансформаторы напряжения с вторичным напряжением 127В, частотой 50 Гц и через трансформатор тока с вторичным током 5 А.

Устройство УРГ обеспечивает надежную работу в условиях длительных колебаний в пределах ±3%, при кратковременных колебаниях напряжения от -25 до 13% и частоты от -6 до 4%. Мощность, потребляемая устройством, составляет не более 10 и 5 ВА соответственно от трансформаторов напряжения и тока, питающих датчик тока, и не более 40 ВА от трансформатора напряжения, питающего релейный блок.

Предусмотрена возможность настройки на уставки срабатывания в пределах 3…5 А по полному току с точностью срабатывания по уставкам ±5% тока уставки при изменении cos φ от 0,7 до 1,0. Коэффициент возврата устройства обеспечивается в пределах 0, 85…1, 0.

Схема устройства УРГ обеспечивает три последовательные ступени срабатывания с выдержкой времени между ступенями 4…8 с и допускает перегрузки по току генераторов, также как и устройство УВР.

В качестве выходного реле датчика тока использовано реле типа РМ-4 с коммутационной способностью контактов на длительное протекание: постоянного тока 1 А напряжением 30 В; постоянного тока 0, 1 А напряжением 300 В; переменного тока 1 А напряжением 115 В и частотой до 400 Гц.

В качестве выходных реле релейного блока использованы реле РМ-4 с коммутационной способностью контактов: на длительное протекание переменного тока 5 А напряжением 380 В; включение 10 А и отключение 5 А переменного тока напряжением 380 В с коэффициентом мощности не менее 0, 6 и частотой от 50 до 400 Гц; включение 7 А и отключение 0, 6 А постоянного тока напряжением 110 В и индуктивностью, соответствующей индуктивности двух катушек контактора постоянного тока типа КМ2333; безотказную коммутацию постоянного тока 50 мА при напряжении 20 В.

Устройство УРГ состоит из двух отдельных блоков: датчика активного тока УРГ-1ДА (рис.1.13) или датчика полного тока типа УРГ-1ДП (рис. 1.14) и релейного блока УРГ-1Р (рис. 1.15).

Датчик активного тока и датчик полного тока обеспечивают срабатывание с выдержкой времени первой ступени устройства при повышении соответственно активной и полной нагрузки до заданной уставки. Релейный блок выдает сигнал на отключение потребителей электроэнергии с выдержкой времени между первой, второй и третьей ступенями срабатывания устройства.

Каждый датчик тока содержит следующие основные части (см. рис. 1.13, 1.14): измеритель активного тока ИАТ или полного тока ИПТ, с помощью которого полный ток нагрузки или его активная составляющая преобразуется в постоянное напряжение; триггер, выполненный на транзисторах VT1,VT2, обеспечивающий срабатывание устройства при заданной величине уставки; реле времени, выполненное на транзисторах VT3,VT4,VT5, для создания выдержки времени срабатывания и получения достаточно мощного выхода блока; питающий блок, состоящий из трансформатора TV и выпрямителя VD5…VD8 с фильтрующим конденсатором С3.

Датчик активного тока ИАТ (см. рис. 1.13) выполнен в виде моста на транзисторах R21…R24 с диодами VD2 и VD3. два резистора R\*19 и R20 включенные в фазы В и С, и мост образуют искусственную нулевую точку трехфазной системы. Если сопротивление обоих резисторов равны, тока на диагональ моста подается напряжение, совпадающее по фазе с напряжением фазы А генератора. Построение датчика устройства УРГ аналогично измерителю устройства УВР.

Погрешности схемы измерителя активного тока частично компенсируется при настройке путем изменения сопротивления резистора R\*19.

При работе устройства по полному току м измерителя снимается выпрямленное напряжение вторичной обмотки согласующего трансформатора TL, замкнутой на резистор R1 (см. рис. 1.14). это напряжение пропорционально полному току нагрузки генератора. Выходное напряжение измерителя активного или полного тока подается через стабилитрон VD1 на триггер VT1,VT2.

Триггер VT1, VT2 представляет собой, также как и в схеме устройства УВР, двухкаскадный усилитель постоянного тока, охваченный положительной обратной связью. последняя осуществляется включением общего резистора R7 в цепь эммитеров транзисторов, благодаря чему создается релейный эффект. При отсутствии перегрузки генератора транзистор закрыт, так как ток через его переход эммитер – база возникает только под действием выходного напряжения измерителя, когда оно становится больше напряжения пробоя стабилитрона, т.е. более 7, 5…8, 5 В. При открытом транзисторе VT1 база транзистора VT2 получает отрицательный потенциал с коллектора транзистора VT1 по отношению к своему эммитеру. Сопротивления резисторов выбираются так, чтобы транзистор VT2 был полностью открыт. При этом падение напряжения на резисторе обратной связи R7 является закрывающим для транзистора VT1.

По мере увеличения напряжения на выходе измерителя выше величины пробоя стабилитрона закрывающий ток в цепи базы транзистора VT1 уменьшается, а коллекторный ток увеличивается. Напряжение коллектора транзистора VT1 снижается, следовательно, уменьшается коллекторный ток транзистора VT2 и напряжение обратной связи, вычитающееся из напряжения сигнала, открывающего транзистора VT1.уменьшение напряжения обратной связи при увеличении напряжения сигнала является положительной обратной связью. Поэтому схема лавинообразно переходит во второе состояние, когда первый транзистор полностью открыт.

При уменьшении напряжения сигнала стабилитрон VD1 закрывается и схема переходит в первое состояние с открытым транзистором VT2.

При малых нагрузках генератора конденсатор С2 реле времени зашунтирован транзистором VT2 и резисторами R7 и R9. Стабилитрон VD2 не пропускает ток через переход эммитер – база транзистора VT3.

Следовательно, на переходе эммитер – база транзистора VT4 напряжение достаточно для его открывания, а поскольку транзистор VT4 открыт, тока транзистор VT5 закрыт. При этом ток, проходящий через катушку реле К, практически равен нулю.

Когда ток нагрузки генератора достигнет значения, соответствующего напряжению пробоя стабилитрона VD1, на выходе измерителя, триггер VT1,VT2 срабатывает. конденсатор С2 начинает заряжаться через резисторы R8 и R9, обеспечивая необходимую выдержку времени. Когда напряжение на конденсаторе С2 станет больше величины пробивного напряжения стабилитрона VD2, т.е. не более 7, 5…8, 5 В, транзистор VT3 открывается, шунтируя переход эммитер – база транзистора VT4. Транзистор VT5 открывается и реле К срабатывает. С уменьшением нагрузки генератора все транзисторы переходят в исходное положение. После срабатывания реле К его контакт включает питание релейного блока.

Релейный блок (см. рис. 1.15) состоит из реле К1 и двух транзисторных реле времени, которые имеют одинаковые схемы, но разные параметры для получения различного времени срабатывания. При подаче питания реле К1 срабатывает, отключая первую ступень потребителей, после чего начинают заряжаться конденсаторы С2, С3 и С4, обеспечивая выдержки времени второй и третьей ступеней отключения потребителей.

Напряжение на конденсаторе С2 реле времени второй ступени растет быстрее, чем на конденсаторах С3 и С4 реле третьей ступени. По достижении напряжения величины пробоя стабилитрона VD1 транзистор VT1 открывается, транзисторные реле на транзисторах VT2 и VT3 срабатывают и реле К2 замыкает свои контакты. Аналогично срабатывает реле К3 третьей ступени. При уменьшении нагрузки генератора контакт реле К датчика тока отпадает и схема прекращает свою работу.

Конструктивно каждый из блоков устройства УРГ выполнен в типовом корпусе брызгозащищенного исполнения аналогично устройствам УВР. Принципиально релейный блок и датчики УРГ можно совместить в одном корпусе, однако разделение блоков позволяет при необходимости увеличить число ступеней (добавить релейный блок, используя один датчик).

**1.2.4 Устройство токовой защиты типа УТЗ-1М**

Техническое описание

1. Устройство токовой защиты типа УТЗ-1М предназначено для выдачи сигналов при перегрузке судовых генераторов переменного тока частотой 50 Гц.

Устройство имеет две ступени выдачи сигналов. Первая ступень выдает сигнал с выдержкой времени, зависимой от тока нагрузки. Вторая ступень выдает сигнал с постоянной выдержкой времени после срабатывания первой ступени, а также независимо от первой ступени (отсечка) при превышении током нагрузки заданного максимального значения.

2. Устройство состоит из блока датчика активного тока УТЗ-ДА, предназначенного для выработки напряжения, пропорционального активному току генератора, и блока времени УТЗ-БВ, предназначенного для выдачи сигналов при повышении тока нагрузки.

3. Блок УТЗ-ДА устройства подключается к генератору трехфазного переменного тока через типовые измерительные трансформаторы напряжения с вторичным напряжением 133В, частотой 50 Гц и трансформатор тока с вторичным током 5 А.

Блок УТЗ-БВ устройства питается от однофазной сети переменного тока напряжением 133В, частотой 50 Гц.

4. Мощность, потребляемая:

а) блоком УТЗ-ДА – не более 5 ВА;

б) блоком УТЗ-БВ – не более 50 ВА.

5. Устройство обеспечивает надежную работу при условиях:

а) температуры окружающей среды от 00 до ±450 С;

б) относительной влажности до 98% при температуре + 400С;

в) корабельной качки с наклонами до 450 и периодом 7-9 с, а также при длительных наклонах в любую сторону до 450;

г) вибрации с частотой до 25 Гц и ускорения 5 м/с2;

д) ударных сотрясений с ускорением 15д в вертикальном направлении и 5д – в горизонтальном;

е) морского тумана;

ж) длительных колебаний напряжения питающей сети от +6% до -10% и частоты +5% от номинальных значений, а при кратковременных колебаниях напряжения от +15% до -30% от номинальных значений не более 1, 5 с и колебаниях частоты +10% от номинального значения не более 5 с и не дает ложных срабатываний.

6. Устройство предусматривает возможность изменения уставки по активному току в пределах 2, 4-4 А при изменении cos φ от 0, 7 до 1, 0 с точностью срабатывания по уставкам +5%, а при изменении cos φ от 0, 7 до 0, 6 точность срабатывания по уставкам +10%.

7. По отсечке устройства настраивается на ток не менее 110% тока уставки, при этом верхний предел уставки отсечки должен выбираться с учетом допустимых перегрузок, оговоренных в п.12 настоящего ТО. Точность срабатывания при cos φ от 1, 0 до 0, 7 – +5%,а при cos φ от 0, 7 до 0, 6 +10%.

8. Первая ступень выдает сигнал при токе уставки с выдержкой времени, настраиваемой в пределах от 10 до 1, 5 с. Заданное время при нормальных климатических условиях (НКУ) должно находится в зоне допуска на уставку по току. В остальных условиях, оговоренных в ТУ, изменение выдержки времени не должно превышать +20%. При токах, больших тока уставки, время выдержки уменьшается.

9. При сохранении перегрузки после срабатывания первой ступени, вторая ступень выдает сигнал с постоянной выдержкой времени, настраиваемой в пределах (2-6) с +20%.

10. Вторая ступень выдает сигнал также независимо от первой ступени (отсечка) с нерегулируемой выдержкой времени не превышающей 1 сек при превышении током нагрузки заданного максимального значения.

11. Коэффициент возврата устройства, определяемый отношением тока отпускания к току срабатывания, должен быть не менее 0, 85.

12. Блок УТЗ-ДА устройства допускает следующие перегрузки по полному току:

а) в течение двух часов – 5, 5 а;

б) в течение 30 мин. – 6, 225 а;

в) в течение 5 мин. – 7, 5 а.

13. В качестве выходных элементов первой и второй ступеням блока УТЗ-БВ устройства использованы электромеханические реле.

14. Сопротивление электрической изоляции токоведущих частей относительно корпуса:

а) при температуре окружающей среды +250 до +100С и относительной влажности 95+3% - не менее 20 Мом;

б) при температуре окружающей среды +400+20С и относительной влажности 95+3% - не менее 1 Мом.

15. Иллюстрационные чертежи блоков устройства приведены в приложениях 1 и 2 (л ).

16. Исполнение блоков устройства – брызгозащищенное.

17. Рабочее положение блоков устройства – вертикальное.

18. Устройство рассчитано на непрерывную работу в течение 5000 час. Общий срок службы устройства 25000 час, но не более пяти лет с момента дачи устройства заказчику. Между периодами непрерывной работы допускается подрегулировка устройства и замена вышедших из строя блоков.

Описание общее и основных узлов.

Устройство осуществляет непрерывный контроль по активному току и выдает сигнал при достижении контролируемой величины тока уставки.

Блок датчика тока устройства (рис. 1.16 ) состоит из:

а) тороидального трансформатора напряжения Тр1 с двумя первичными обмотками, каждая из которых намотана на отдельный сердечник, и четырьмя вторичными, охватывающими оба сердечника;

б) тороидального согласующего трансформатора Тр2, первичная обмотка которого подключена к выходной обмотке трансформатора тока фазы; вторичная имеет вывод от средней точки;

в) четырех транзисторов ПП1…ПП4, выполняющих роль ключей.

При нагруженном генераторе и cos φ=1 (при активной нагрузке) напряжения на вторичных обмотках трансформатора напряжения Тр1 (Uф) совпадают по фазе с напряжением на вторичной обмотке согласующего трансформатора Тр2 (U=Iф).

Допустим, что в данный момент (участок Ов рис. 1.16) на концах вторичных обмоток 12 и 14 трансформатора Тр1 имеется отрицательный потенциал. В этом случае транзисторы ПП1 и ПП2 открыты, т.к. отрицательные напряжения приложены к их базам. Транзисторы ПП3 и ПП4 при этом закрыты – к их базам приложен положительный потенциал.

При наличии напряжения на вторичной обмотке согласующего трансформатора Тр2 по цепи 5 Тр2 («+») – диодный мост Д5…Д8 – 2в (2П2) – «+4ОВ» - нагрузка датчика – «- 40В» - Iв (IП2) – резистор R9 – 6 Тр2 («-») потечет ток прямого направления.

В цепи полуобмотки 6-7 Тр2 тока не будет т.к. транзисторы ПП3 и ПП4 закрыты.

В следующий полупериод (участок вс рис.1.16) откроются транзисторы ПП3 и ПП4 (7 и 9 Тр1 – отрицательный потенциал), а транзисторы ПП1 и ПП2 закроются.

В этом случае со вторичной обмотки трансформатора Тр2 потечет ток по цепи: 7 Тр2 («+») - диодный мост Д9…Д12 – транзисторы ПП3 и ПП4 – диодный мост Д9…Д12 – 2в (2П2) – «+4ОВ» - нагрузка датчика – «-4ОВ» - Iв (1П2) – резистор R9 – 6 Тр2 («-») также в прямом направлении.

При активной нагрузке (cos φ=1) напряжение на нагрузке (Uвых) датчика имеет форму двухполупериодной пульсации (рис.1.16).

Среднее значение напряжения на нагрузке равно:

При cos y<1 напряжения на вторичных обмотках трансформатора напряжения Тр1 (Uф) не совпадают по фазе с напряжением на вторичной обмотке согласующего трансформатора Тр2 (U=Iф).

На участке od (рис. 1.17 и 1.18) ток и напряжение находятся в противофазе. На концах вторичных обмоток 12 и 14 трансформатора Тр1 имеется отрицательный потенциал – транзисторы ПП1 и ПП2 открыты.

В этом случае (для участка od) ток со вторичной обмотки Тр2 потечет по цепи: 6 Тр2 («+») – резистор R9 – Iв (1П2) – «-» - нагрузка датчика – «+» - 2в (2П2) – диодный мост Д5…Д8 – 5 Тр2 («-») в обратном направлении.

На участке dв ток и напряжение находятся в фазе. Транзисторы ПП1 и ПП2 открыты.

Ток со вторичной обмотки Тр2 потечет по цепи: 5 Тр2 («+») – диодный мост Д5…Д8 – транзисторы ПП1 и ПП2 – диодный мост Д5…Д8 – 2в (2П2) – «+» - нагрузка датчика – «-» - Iв (1П2) – резистор R29 – 6 Тр2 («-») в прямом направлении.

Аналогично для участков ве и ес, но только при этом открыты транзисторы ПП3 и ПП4.

Для участка ве: 6 Тр2 («+») – резистор R9 – Iв (1П2) – «-» - нагрузка датчика – «+» - 2в (2П2) - диодный мост Д9…Д12 - транзисторы ПП3 и ПП4 - диодный мост Д9…Д12 – 7 Тр2 («-») – ток обратного направления.

При cos y<1 среднее значение напряжения на нагрузке датчика (Uвых датчика) будет меньше, чем при cos y=1 (рис. 1.17 и 1.18)

Таким образом, напряжение на нагрузке датчика пропорционально активному току.

Характеристика выхода датчика приведена на рис.1.19

Блок времени УТЗ-БВ (рис 1.20) состоит из:

а) трансформатора питания с тремя выпрямителями стабилизированного источника питания;

б) четырех эммитерных повторителей;

в) трех триггеров Шмита;

г) двух формирователей выдержки времени;

д) двух выходных триодных тиристоров;

е) двух электромеханических реле;

ж) магнитного усилителя.

Магнитный усилитель служит для разделения входов и усиления сигнала, поступающего в формирователь выдержки времени.

Магнитный усилитель УМ является однокаскадным, одноконтактным усилителем с выходом на постоянного токе, с внешней отрицательной обратной связью (обмотка обратной связи WI-2).

При отсутствии тока в обмотке управления W3-4, поле, создаваемое обмоткой смещения W5-6, запирает магнитный усилитель. При появлении тока управления магнитный усилитель открывается и выдает сигнал на первый формирователь выдержки времени.

Характеристика выхода магнитного усилителя приведена на рис. 1.19

Величину минимального тока, при котором срабатывает УТЗ-1М, и начальную выдержку времени можно изменять. Эти параметры устанавливаются перед включением устройства в работу.. величина минимального тока срабатывания устанавливается потенциометром R1, начальная выдержка времени при этом токе – потенциометр R3, а минимальный ток отсечки – потенциометром R7.

При достижении выходным напряжением блока УТЗ-ДА величины, достаточной для пробоя стабилитрона Д22, последний пробивается и на вход первого триггера Шмита (на базу транзистора ПП2) через первый эммитерный повторитель (транзистор ПП1) поступает сигнал. Триггер изменяет свое состояние (транзистор ПП2 открывается, а транзистор ПП3 закрывается) и с выхода его поступает сигнал на второй эммитерный повторитель (транзистор ПП4).

Отрицательный потенциал, снимаемый с эммитерного повторителя (с резистора R19), запирает диод Д7; таким образом, заряд конденсатора С4 и С5 проходит по цепи первого формирователя выдержки времени под действием суммы напряжения UI, снимаемого с потенциометра R3, и напряжения U2, снимаемого с резистора R19, через стабилитрон Д5, Д6, конденсатор С4 или С5, резистор R4.

Конденсатор С4 или С5 стремится зарядиться до напряжения, равного сумме напряжений UI и U2, с постоянной времени:

Т=С4(R19+R4+RД5+RД6)

Но при достижении на конденсаторе величины напряжения, равной напряжению U2, диод Д7 открывается и заряд конденсатора прекращается. Таким образом, конденсатор заряжается по начальному участку экспоненты до напряжения выхода второго эммитерного повторителя.

При изменении величины тока нагрузки генератора изменяется напряжение UI, при этом время заряда конденсатора С4 или С5 до постоянного напряжения U2 тока изменяется (рис. 1.21).

Чем больше ток нагрузки генератора, а, следовательно, больше и напряжение UI, тем меньше выдержка времени устройства (рис.1.21).

Стабилитроны Д5 и Д6 включены в схему для смещения характеристики выдержки времени устройства по оси токов.

Зависимость выдержки времени срабатывания первой ступени от тока нагрузки показана на рис. 1.22, где сплошными линиями показаны характеристики при максимальной постоянной времени

RC=[R\*4+R19+RзавII (R2+Rзас)] (C4+C5),

R\*4=20ком; R19=5, 6ком; R2=510ом,

Rзав, Rзас – величина, зависимая от положения движка потенциометра R3, С4=50 мкф, С5=100 мкф (приложение 6), а пунктирными – характеристики при минимальной постоянной времени

RC=[R\*4+R19+RзавII (R2+Rзас)] C4

R\*4=7, 5ком

Параметром характеристик является положение движка потенциометра R3.

Для задания наклона рабочей характеристики поступают следующим образом: из точки уставки по активному току (Iуст, tуст) проводятся кривые характеристики (пользуясь методом интерполяции) при максимальной и минимальной постоянной времени. Между построенными характеристиками можно задать вторую точку рабочей характеристики при токе большем тока уставки.

Примеры

1.Уставка по активному току Iуст= 3, 2а, выдержка времени срабатывания первой ступени при токе уставки 3, 2а – tуст=6 сек (точка I).

При токе -3, 6а выдержка времени срабатывания первой ступени может быть задана в пределах от 2, 9 (точка 2) до 5, 45 сек (точка 3).

2. Уставка по активному току Iуст=2, 8а, выдержка времени срабатывания первой ступени при токе уставки 2, 8а – tуст=3, 5 сек (точка 4).

При токе -3, 1а выдержка времени срабатывания первой ступени может быть задана в пределах от 2, 225 (точка 5) до 3 сек (точка 6).

При достижении напряжением на конденсаторе С4 или С5 величины, достаточной для пробоя стабилитрона Д23, последний пробивается, и на вход триггера Шмитта (на базу транзистора ПП6) через эммитерный повторитель (транзистор ПП5) поступает сигнал. назначение эммитерного повторителя – увеличение входного сопротивления следующего за ними триггера Шмитта с целью исключения его влияния на заряд конденсатора С4 или С5. Триггер изменяет свое состояние (транзистор ПП6 открывается, а транзистор ПП7 закрывается), в результате чего по цепи управления триодного тиристора Д116 течет ток через резистор R27 и стабилитрон Д20. Триодный тиристор открывается и замыкает цепь питания катушки реле Р1.

Цепь питания реле Р1 состоит из выпрямителя на диодах Д8, Д9 и триодного тиристора Д16.

При срабатывании реле Р1 контакт последнего подключает цепочку второго формирователя выдержки времени: R29, С6 – к питающему напряжению.

Конденсатор С6 заряжается с постоянной выдержкой времени, равной: Т=R29хС6 до напряжения пробоя стабилитрона Д25. При этом сигнал поступает на вход триггера Шмитта (транзистор ПП9). Транзистор ПП9 открывается, транзистор ПП10 закрывается. С триггера Шмитта сигнал поступает в цепь управления триодного тиристора Д17. Триодный тиристор открывается, замыкая цепь питания катушки реле Р2.

Цепь питания реле Р2 состоит из выпрямителя на диодах Д10, Д11 и триодного тиристора Д17.

Кроме того, в устройстве предусмотрено срабатывание второй ступени с нерегулируемой выдержкой времени и независимо от первой ступени при превышении током нагрузки заданного максимального значения (отсечка R7).

Схема устройства питается постоянным напряжением 24В, получаемом от стабилизированного источника.

Стабилизированный источник состоит из выпрямителя на диодах Д12, Д13, баластного резистора R9 и стабилитронов Д18, Д19.

Описание конструкции

Конструктивно каждый блок устройства состоит из корпуса и выдвижного блока (I), вдвигаемого в корпус по направляющим (приложения 1, 2 л ).

Фиксация выдвижного блока осуществляется при помощи четырех винтов М8 (3), а электрическое соединение выдвижного блока с корпусом посредством разъема РП14.

В корпусе расположены клеемные платы для подсоединения внешнего кабеля и гнездная часть разъема РП14.

Выдвижной блок состоит из шасси, на котором установлены трансформаторы, платы и другие элементы схемы, а также ножевая часть разъема РП14.

Блоки устройства выполнены в брызгозащищенном исполнении с вводом кабеля снизу через отверстие в корпусе.

Конструкция корпуса и выдвижного блока сварная, из немагнитного алюминиево-магниевого сплава АМГ-5М.

2. Инструкция по эксплуатации

А. Общее наблюдение и уход.

В период эксплуатации устройства для содержания его в исправности и чистоте должен осуществляться уход за его элементами в соответствие с действующими правилами эксплуатации судового оборудования.

К обслуживанию устройства допускается подготовленный личный состав - электрики, хорошо знающие работу устройства и системы, в которой оно применяется.

При работе с устройством соблюдать правила техники безопасности.

Б. Подготовка к действию.

Подготовку к действию производить одновременно с подготовкой системы, в которой оно применяется.

При этом необходимо выполнить следующие операции:

- убедиться в отсутствии напряжения на блоках устройства;

- вскрыть каждый блок устройства, произвести внешний осмотр и убедиться в отсутствии механических повреждений, пыли, грязи и посторонних предметов;

- проверить надежность резьбовых соединений, деталей, качество паек, крепление монтажных проводов к клеммным платам, исправность штепсельного разъема и исправность в микровыключателе в блоке УТЗ-ДА, закорачивающего цепь трансформатора тока;

- замерить сопротивление изоляции блоков устройства мегомметром на рабочее напряжение 500В приложением испытательного напряжения между контактом в3 и всеми остальными контактами штепсельного разъема в блоке УТЗ-ДА, между контактом и всеми остальными контактами штепсельного разъема в блоке УТЗ-БВ. Величина сопротивления изоляции в нормальных условиях должна быть не менее 20 МОм;

- вставить выдвижные блоки в корпуса, затянуть невыпадающие винты.

В. Включение, обслуживание во время работы и отключение.

Устройство включается в работу на длительное время одновременно с включением в работу генераторов и осуществляет непрерывный контроль нагрузки генератора.

Во время работы элементы устройства не требуют обслуживания.

Отключение устройства производится снятием напряжения питания.

Периодическая проверка устройства производится через 5000 часов работы устройства, но не реже одного раза в 12 месяцев в объеме, предусмотренном в разделе Б.

Г. Обслуживание во время длительного бездействия.

Во время длительного бездействия устройства необходимо:

- содержать блоки его сухими и чистыми с подтянутыми крепежными и контактными соединениями;

- при обнаружении коррозии на наружных частях блоков немедленно удалить ее;

- подкрашивать места с поврежденной краской;

- периодически замерять величину сопротивления изоляции, которая должна быть не менее 20 Мом в нормальных условиях (не реже одного раза в 12 месяцев).

Д. Обслуживание во время ППО и ППР.

Во время длительного, ежедневного и ежемесячного осмотра необходимо убедиться в отсутствии повреждений внешнего монтажа и корпусов блоков устройства.

Паспорт блока датчика активного тока УТЗ-ДА.

Основные характеристики.

8. Индекс – УТЗ-ДА.

9. Подключение блока через типовой измерительный трансформатор напряжения с вторичным напряжением 133В и трансформатор тока с вторичным током 5А к генератору трехфазного тока частотой 50 Гц.

10. Режим работы – длительный.

11. Мощность, потребляемая от измерительного трансформатора напряжения блоком УТЗ-ДА – не более 5 ВА.

12. Выходная характеристика блока датчика активного тока УТЗ-ДА представлена на рис.1.

13. Условия эксплуатации:

а) температура окружающей среды от 0 до +45 С;

б) относительная влажность воздуха до 98% при температуре до +40 С;

в) длительное колебание напряжения питающей сети от+6% до -10% и частоты ±5% от номинальных значений.

Кратковременные колебания напряжения от +15% до -30% от номинального значения не более 1, 5 сек и колебания частоты ±10% от номинального значения не более 5 сек.

14. Сопротивление электрической изоляции токоведущих частей относительного корпуса:

а) при температуре окружающей среды +250С ±100С и относительной влажности 65±15% - менее 20 Мом;

б) при температуре окружающей среды +40±20С и относительной влажности 95±3№ - не менее 1, 0 Мом.

15. Исполнение блока – брызгозащищенное.

16. Габаритные размеры: высота – 265 мм, ширина – 270 мм, глубина – 220 мм.

17. Масса – 7, 5 кг±10%.

18. Гарантийный срок устанавливается два года со дня сдачи объекта в эксплуатацию. Срок хранения блока без переконсервации – три года.

19. Блок рассчитан на непрерывную работу в течение 5000 часов. Общий срок службы блока 25000 час, но не более 5 лет с момента сдачи блока заказчику. Между периодами непрерывной работы допускается подрегулировка и замена вышедшего из строя блока.

20. Перечень примененных драгоценных материалов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Масса г (чистоты) | Номер акта на изъятии |
| Золото | 0, 0261 |  |
| Серебро | 0, 0455 |  |

Паспорт 222.020 II. Блок времени УТЗ-БВ

устройства токовой защиты типа УТЗ=1М.

Основные характеристики.

8. Индекс – УТЗ-БВ.

9. Питание блока одноразовой сети переменного тока напряжением 133 В, частотой 50 Гц.

10. Режим работы – длительный.

11. Мощность, потребляемая от измерительного трансформатора напряжения блоком УТЗ-БВ – не более 5 ВА.

12. Блок УТЗ-БВ совместно с блоком УТЗ-ДА настроен на активный ток 3, 4А с точностью срабатывания ±5% при изменении cos φ от 1 до 0, 7 и с точность срабатывания ±10% при изменении cos φ от 0, 7 до 0, 6.

13. Коэффициент возврата не менее 0, 85.

14. Первая ступень выдает сигнал с выдержкой времени, зависимой от тока нагрузки (см. график на рис.1).

15. Вторая ступень выдает сигнал с выдержкой времени после срабатывания первой ступени 2 сек ±20%.

16. Отсечка настроена на ток, равный 4, 16 а, с выдержкой времени, не превышающей одной секунды. Точность срабатывания при cos φ от 1 до 0, 7 - ±5%,при cos φ от 0, 7 до 0, 6 - ±10%.

17. Условия эксплуатации:

а) температура окружающей среды от 0 до +45 С;

б) относительная влажность воздуха до 98% при температуре до +40 С;

в) длительные колебания напряжения питающей сети от+6% до -10% и частоты ±5% от номинальных значений; кратковременные колебания напряжения от +15% до -30% от номинального значения не более 1, 5 сек и колебания частоты ±10% от номинального значения не более 5 сек.

18. Сопротивление электрической изоляции токоведущих частей относительного корпуса:

а) при температуре окружающей среды +250С ±100С и относительной влажности 65±15% - менее 20 МОм;

б) при температуре окружающей среды +40±20С и относительной влажности 95±3№ - не менее 1, 0 МОм.

19. Исполнение блока – брызгозащищенное.

20. Габаритные размеры: высота – 305 мм, ширина – 340 мм, глубина – 220 мм.

21. Вес – 12 кг±10%.

22. Гарантийный срок устанавливается два года со дня сдачи объекта в эксплуатацию. Срок хранения блока без переконсервации – три года.

23. Блок рассчитан на непрерывную работу в течение 5000 часов. Общий срок службы блока 25000 час. Между периодами непрерывной работы допускается подрегулировка и замена вышедшего из строя блока.

24. Перечень примененных драгоценных материалов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Масса г (чистоты) | Номер акта на изъятии |
| Золото | 0, 1727 |  |
| Серебро | 12, 5990 |  |

**1.2.5. Общие сведения об устройстве реле РОТ-53 и принципе работы**

1. Реле обратного активного тока типа РОТ-53 и РОТ-4О3 состоят из следующих функциональных частей (приложение 1):

а) датчика (Д)

б) замедляющей части (ЗЧ)

в) исполнительной части (ИЧ)

г) блока отсечки (БО)

д) блока питания (БП)

а)измерительная часть или датчик представляет собой кольцевую фазочувствительную схему, связанную с входными цепями тока и напряжения реле посредством промежуточных трансформаторов – трансформатора тока Тр1 и трансформатора Тр2 (рис 1.23 ).

Кольцевая фазочувствительная схема является датчиком активного тока и состоит из диодов Д10, Д11, Д14, Д15 и резисторов R3÷R8.

Стабилитроны Д12 и Д13 предотвращают насыщение трансформатора тока при больших кратностях первичного тока. При этом стабилизируется внутренний угол сдвига трансформатора тока и одновременного ограничивается напряжение на входе фазочувствительной схемы.

Диод Д18 шунтирует при прямом токе в контролируемой сети выход измерительного органа.

Фазосдвигающие конденсаторы С1 и С2 и резистор R1 создают требуемый угол максимальной чувствительности реле (-1500);

б) замедляющая часть представляет собой активно-емкостную интегрирующую цепочку R11 и С5, на которую через диод Д17 подается выходное напряжение датчика активного тока;

в) исполнительная часть реле представляет собой триггер, собранный по схеме с эммитерной обратной связью, нормально открытым входным транзистором Т2 и составным транзистором Т3-Т4.

Цепочка R22-Д23 предназначена для надежного запирания составного транзистора в нормальном режиме.

Диод Д22 предназначен для отвода большой части обратного тока коллекторного перехода транзистора Т4 и от управляющего перехода, что устраняет опасность самогрева транзистора и ложного включения тиристора его сквозным током.

Конденсаторы C11 и С12 предназначены для увеличения помехоустойчивости реле.

Триггер управляет тиристором Д25. Управляющий переход тиристора включен в коллекторну цепь транзистора Т4. Нагрузкой тиристора является обмотка отключающего расцепителя автомата.

Диод Д25 служит для защиты тиристора Д25 от обратного напряжения;

г) блок отсечки состоит из выпрямительного моста Д5-Д8, стабилитрона Д9, транзистора Т1 и управляет триггером, исключая элемент времени.

Диод Д16 разделяет цепи триггера и датчика тока;

д) блок питания состоит из выпрямительного моста Д1-Д4 и сглаживающей емкости С3.

2. Реле обратного активного тока (измеряемая величина) протекает через открытые диоды фазочувствительной схемы, резисторы R7 и R8 и конденсатора С4. Среднее значение создаваемого при этом на резисторах R7 и R8 падения напряжения пропорционально измеряемому току и косинусу угла сдвига между управляющим напряжением и измеряемым током, то есть активной составляющей измеряемого тока.

При прямом токе в контролируемой сети выход фазочувствительной схемы шунтируется диодом Д18.

При обратном токе сглаженное напряжение с конденсатора С4 подается на замедляющую часть. Время заряда емкостей С5-С6 до напряжения срабатывания триггера определяется уровнем выходного напряжения датчика активного тока и суммой подключенных емкостей.

Напряжение со стабилитрона Д20 – ограничителя Д20 – 18 прикладывается к делителю, состоящему из резисторов R13, R14, R15.

Напряжение, снимаемое с резисторов R14 – R18, вызывает протекание тока по цепи R12 – управляющий переход Т2 – R16. Выходное напряжение замедляющей части сравнивается с падением напряжения на резисторе R12. При их равенстве открывается диод Д19, ток транзистора Т2 уменьшается, в результате чего транзистор выходит из насыщения, начинает открываться выходной составной транзистор Т3-Т4, вступает в действие положительная обратная связь по току за счет резистора R16 и триггер опрокидывается. Через управляющий переход тиристора Д26 протекает ток, тиристор открывается и расцепитель срабатывает.

При больших кратностях тока действует блок отсечки. Когда амплитуда вторичного напряжения трансформатора тока превышает напряжение стабилизации стабилитрона Д9, через управляющий переход триода Т1 протекает ток и выходное напряжение фазочувствительной схемы через триод Т1, диод Д16 и резистор R10 сравнивается с напряжениями на резисторе R16. Если выходное напряжение фазочувствительной схемы превышает напряжение на R16, триггер опрокидывается и реле срабатывает.

3. Конструктивное реле выполнено в защитном корпусе, который состоит из пластмассового цоколя и металлического кожуха. Между кожухом и цоколем проложена уплотняющая прокладка, выполненная из негироскопического материала. На цоколе расположены два блока, несущие на себе все элементы электрической схемы реле.

На первом блоке расположены два трансформатора ТР1 и ТР2, датчик тока, блок отсечки. Все остальные элементы реле расположены на втором блоке. Каждый состоит из верхней колодки и двух боковых планок, охватывающих плату. Оба блока залиты компаундом.

Блоки соединяются между собой печатной монтажной платой, в которую впаиваются проволочные выводы блоков. Блоки крепятся к цоколю двумя винтами.

Технические данные реле обратного активного тока типа РОТ-53

ТУ16-523.427-80

Назначение: воздействие на отключающий расцепитель автоматических выключателей частоты 50 Гц в случае перехода генераторов переменного тока в двигательный режим или электродвигателей в генераторный режим.

1. 0сновные параметры реле:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряжение номинальное, В | Частота номинальная,Гц | Номинальный ток, А | Значение уставки по току срабатывания в долях Iн | Значение уставки,А | Значение уставки по времени срабатывания при Iобр=1,21 сраб и cosφс\*= -1,с | Потребляемая мощность, ВА |
| 230, 400 | 50 | 5 | 0,05 | 0,25 | 0,25; 0,70; 1,50; 2,80; 5,00 | 3 |
| 0,10 | 0,50 |
| 0,15 | 0,75 |

\* φс – угол между векторами тока и фазного напряжения контролируемой сети.

2. Нагрузкой реле должны быть катушка независимого расцепителя постоянного или переменного тока. Мощность нагрузки не более 400 Вт при напряжении до 400 В и токе 0,3-1 А, с постоянной времени не более 10 мс, временем срабатывания не более 0,1с. Напряжение нагрузки не должно превышать номинальное напряжение реле и может быть 230 и 400 В. Величина напряжения оговаривается при заказе.

3. Реле возвращается в исходное состояние без срабатывания, если ток, равный 1,2 I сраб. По истечении времени не более 0,9 минимально-допустимого времени срабатывания для данной уставки уменьшится до 0,8 I сраб.

4. Реле длительно выдерживает напряжение 1,05 Uн и ток 1,1 Iн

5. Режим работы реле – продолжительный.

6. Рабочее положение реле - любое.

7. Реле имеет степень защити JР40 по ГОСТ 14264-Ш за исключением выводов, для которых обеспечивается степень защиты JР20 при подсоединенных и проводниках.

8. Реле допускает совместную работу с реле типов РЧ-55, РМ-53 и РМ-54.

9.Реле соответствует действующим правилам Регистра РФ и одобрены им.

10. Срок службы реле - 12 лет.

11. В распределительных устройствах реле должно устанавливаться на расстоянии не менее 100 мм от силовых токоведущих частей аппаратов, шин и кабелей.

12. Изготовитель - предприятие п/я М-5739.

Пример записи при заказе

Реле обратного активного тока на номинальное напряжение 400 В, напряжение нагрузки 230 В, частоту 50 Гц, с уставками срабатывания 0,05 Iн, по времени срабатывания 0,25 с типа РМ-53 по ТУ16-523.427-80:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реле 400 В, нагрузка 230В; 50 Гц; 0,05 Iн; 0,25 с | РОТ-53 | ТУ16-523.427-80 |

**1.2.6 Общие сведения об устройстве реле РМ-53 и принципе работы**

1. Реле активной и реактивной мощности типов РМ-53, РМ-54, РМ-403, РМ-404 состоят из следующих функциональных частей (приложение 1): 1) датчика (Д), 2) реагирующей части (РЧ), 3) замедляющей части (ЗЧ), 4) исполнительной части (ИЧ), 5) блока питания (БП).

а) Датчик состоит из схемы суммирования, выполненной на трансформаторах Тр1 и Тр2, стабилитрона Д1-Д4, резисторах 1 и 2, двух квадратов на стабилитронах Д1-Д4 и резисторах 5 – 19. Датчик предназначен для измерения величины активной (реактивной) мощности генератора.

б) Реагирующая часть представляет собой триггер с коллекторной обратной связью, выполненный на транзисторах Т1 и Т2, триггер срабатывает при определенной величине напряжения, поступающей с выхода датчика и подается на замедляющую часть.

в) Замедляющая часть предназначена для задержания срабатывания реле на заданный период времени и состоит из последовательного включенных зарядных резисторов 24, 25 и конденсатора 7.

г) Исполнительная часть реле состоит из триггера на транзисторах Т3, Т4. разной проводимости со стабилитроном Д36 в цепи смешения, усилителя на транзисторе Т5. Триггер управляет тиристором Д39. управляющий переход тиристора включен в коллекторную цепь транзистора Т5. Нагрузкой тиристора является обмотка отключающего расцепителя автомата.

Диод Д40 служит для защиты тиристора от перенапряжения.

Цепочка 34, С9 служит для защиты тиристора Д39 от обратного напряжения.

д) Блок питания выполнен на трансформаторе Тр2, двух выпрямителей на диодах Д23-Д28, сглаживающих конденсаторах С2, С3 и стабилитронах Д31-Д33 и обеспечивает питание коллекторных цепей и цепей смешения транзисторов.

2. Реле работает следующим образом

2.1. Номинальный режим работы

Трансформаторы Тр2 и Тр1 преобразуют фазное напряжение сети (Uс) и фазный ток сети (Iс) (реле активной мощности) и напряжение Еi и Ev, а также создают два контура схемы сравнения с напряжениями на выходе, равными соответственно:

U1 = Eu + Ei U2 = Ev – Ei

Стабилитроны Д1-Д4 ограничивают амплитуду возможных перенапряжений во вторичной цепи трансформатора тока Тр1 при кратности тока в сети больше 2 Iн. Резисторы R1, R2 создают значительный размагничивающий ток во вторичной обмотке трансформатора Тр1, благодаря чему достигается высокая точность пропорциональности ЕI

Резисторы R3, R4 создают дополнительную нагрузку трансформатора Тр2.

Напряжения переменного тока Г1 и Г2 выпрямляются двумя диодами мостами (Д15-Д22) и подаются на квадраторы. Квадраторы – элементы с вольт – амперной характеристикой вида I=a U2 – выполнены на стабилитронах Д5-Д14 и резисторах R5-R10 и дают возможность реализовать кусочно-линейную аппроксимацию квадратичной характеристики.

В итоге, после возведения в квадрат суммы и разности мгновенных значений ЕU и ЕI и вычитания полученных результатов, на выходе квадраторов получается новая величина напряжения, пропорциональная их произведению:



Нагрузкой квадраторов служит резистор R15, конденсатор С1 служит для сглаживания пульсаций на выходе квадраторов. Диод Д34 предотвращает режим обратного тока.

Далее напряжение с выхода квадраторов подается на вход триггера. Триггер с коллекторной обратной связью (резистор R20) позволяет получить независимость уставок по мощности срабатывания при регулировке уставок по коэффициенту возврата.

Цепи смешения уменьшают влияние параметров транзисторов на характеристики срабатывания.

В номинальном режиме транзистор Тр1 триггера закрыт напряжением смешения. Снимаемым с делителя R16, R17, R18. Транзистор Т2 при этом открыт и насыщен. Конденсатор С7 замедляющей части не заряжен. Транзисторы Т3 и 4 триггера исполнительной части закрыты, закрыт и транзистор усилителя Т3. Транзистор Т3 закрыт напряжением, снимаемым с Д36, R27, Д38, а Т4 – напряжением, снимаемым с Д38, R27, Д36.

Ток через управляющий электрод тиристора Д39 равен нулю, тиристор закрыт.

2.2. Режим срабатывания при увеличении сигнала на входе реле до уставки срабатывания, а, следовательно, и сигнала, поступающего с выхода квадраторов, транзистор Т1 триггера реагирующей части открывается, его коллекторный ток увеличивается, а транзистор Т2 закрывается, его коллекторный ток уменьшается (триггер опрокидывается) и конденсатор С7 замедляющей части оказывается подключенным к коллекторному напряжению. Заряд конденсатора С7 осуществится через зарядные сопротивления R24, R25, в зависимости от уставки по времени.

Напряжение с конденсатора С7 подается на вход триггера исполнительной части. При достижении на конденсаторе С7 напряжения, разного напряжению стабилитрона Д36, происходит срабатывание триггера исполнительной части.

Одновременно открывается и транзистор Т5, работающий в ключевом режиме, через управляющий электрод выходного тиристора Д39 протекает ток, тиристор открывается и подается напряжение на обмотку независимого расцепителя, расцепитель срабатывает.

При уменьшении сигнала на входе реле триггер реагирующей части возвращается в исходное состояние, емкость замедляющей части разряжается и снижает сигнал с триггера исполнительной части.

Ток управления тиристора падает до нуля. Реле возвращается в исходное состояние.

3. Конструктивно реле выполнено в защитном корпусе, который состоит из пластмассового цоколя и металлического кожуха. Между кожухом и цоколем проложена уплотняющая прокладка, выполненная из негироскопического материала. На цоколе расположены три блока, несущие на себе все элементы электрической схемы. На первом блоке расположены блок питания и выходная часть реле.

Каждый блок состоит из верхней колодки и двух боковых планок, охватывающих печатную плату. Все три блока залиты компаундом. Блоки соединяются между собой печатной монтажной платой, в которую впаиваются проволочные выходы блоков. Блоки крепятся к цоколю двумя винтами.

Технические данные реле активной и реактивной мощности типа РМ-53 ТУ16-523,424-80

Назначение: для защиты от перезагрузки генераторов переменного тока частоты 50 Гц по активной и реактивной мощности.

Основные параметры реле:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальное напряжение, В | Номинальная частота Гц | Номинальный ток, А | Значение уставки по мощности срабатывания в долях от номинальной мощности | Значение уставки по времени срабатывания, с | Потребляемая мощность, ВА |
| 230, 400 | 50 | 5 | 0,64Рн; 0,88Рн; 0,96Рн;  1,12Рн; 1,2Рн | 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 | 5 |

Примечание: По согласованию с заводом-изготовителем допускается поставка реле откалиброванных на другие уставки по мощности, оговоренные при заказе, но в пределах (0,64Рн-1,2Рн) и (0,48-0,95)Qн.

1. Нагрузкой реле должна быть катушка независимого расцепителя постоянного и переменного тока.

2. Мощность нагрузки не более 400 Вт при напряжении до 400 В и токе 0,3-1,0А, с постоянной времени не более 10 мс, со временем срабатывания не более 0,1 с. Напряжение нагрузки оговаривается при заказе.

3. Реле возвращается в исходное состояние без срабатывания, если мощность, равная 1,2 Рсраб. по истечении времени не более 0,9 минимально-допустимого времени срабатывания для данной уставки уменьшится до следующих величин:

* 0,8 Рсраб на уставку по коэффициенту возврата 0,9;
* 0,7 Рсраб на уставку по коэффициенту возврата 0,8;
* 0,6 Рсраб на уставку по коэффициенту возврата 0,7;

4. Реле длительно выдерживает напряжение 1,05 Iн и ток 1,1 Iн.

5. Режим работы реле – продолжительный.

6. Рабочее положение реле – любое.

7. Реле имеет степень защиты JP40 по ГОСТ 14254-80 за исключением выводов, для которых обеспечивается степень защиты JP40 при присоединенных проводниках.

8. Реле допускает совместную работу с реле типов РОТ-53 и РЧ-52.

9. Реле соответствует действующим правилам Регистра РФ и одобрены им.

10. Срок службы реле – 12 лет.

11. В распределительных устройствах реле должно устанавливаться на расстоянии не менее 100 мм от силовых токоведущих частей аппаратов, шин и кабелей.

12. Изготовитель – предприятие п/я М-5739.

Пример записи при заказе.

Реле активной мощности на номинальное напряжение 400 В, напряжение нагрузки 230 В, с уставками по мощности срабатывания 0,64 Рн, по времени срабатывания 0,5 с, по коэффициенту возврата 0,9, типа РМ-53 по ТУ16-523.424-80.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реле 400 В, нагрузка 230В; 50 Гц; 0,64Рн; 0,5 с; 0,9 | РМ-53 | ТУ16-523.424-80 |

**1.3. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СТЕНДА**

Данный лабораторный стенд на основе анализа испытуемых устройств должен содержать следующие основные блоки:

1. Питание стенда – устройство, с помощью которого подводится питание на стенд трехфазное 220 В.

2. Блок индикации питания стенда - устройство с помощью которого можно визуально наблюдать о наличии напряжения на стенде.

3. Блок изменения напряжения – с помощью которого можно изменять и контролировать напряжение на всех трех фазах в пределах от 0 до 127 В.

4. Блок изменения тока – с помощью которого можно изменять и измерять ток в пределах от 0 до 6 А.

5. Релейно – индикационного блока – с помощью которого можно во-первых, визуально наблюдать срабатывание прибора в виде свечения светодиода и во-вторых, иметь нормально замкнутые и нормально разомкнутые контакты при срабатывании реле. А именно он должен представлять из себя реле, которое замыкает свои контакты при срабатывании прибора, что дает возможность управлять элементами стенда во время срабатывания.

6. Блок таймеров – для контроля времени между подачей запредельного параметра и срабатыванием прибора

7. Лицевая панель на которой должны располагаться все приборы в управление и сборе информации принимает участие человек

Функциональная схема стенда представлена на листе

ДП2406.1594, 1598.03.01.

# 1.4 Разработка принципиальной схемы системы управления

**1.4.1. На листе ДП2406.1594,1598.03.02 представлена принципиальная электрическая схема стенда, служащего для испытания устройств УВР, УРГ, УРМ, УТЗ, РМ-53 и РОТ-53**

Принципиальная схема была разработана исходя из условий, что для испытания вышеперечисленных устройств необходимо питание ≈ 127В, 24В, и иметь плавнорегулирующееся напряжение от 0 до ≈127В, ток от 0 до ≈ 6А, а также устройство, контролирующее время срабатывания испытуемых устройств и коммутационной аппаратуры.

Принципиальная схема состоит из следующих основных блоков:

1. блока подачи питания на стенд, служащий для подвода питания к элементам схемы, а также включения и отключения питания стенда,
2. блока индикации питания стенда, служащего для визуального наблюдения присутствия или отсутствия питания на стенде,
3. блока изменения напряжения, служащего для плавного изменения трехфазного напряжения от 0 до ≈127В и питания устройств напряжением 127В,
4. блока изменения тока, служащего для изменения тока от 0 до 6А, а также его фазы,
5. блока таймера, служащего для контролирования времени срабатывания,
6. релейно-индикационного блока, служащего для фиксации и визуального наблюдения сигнала, подаваемого с испытуемых устройств,
7. блока питания – 24В для питания релейно-индикационного блока и испытуемых устройств напряжением – 24В,
8. клеммного блока – для подключения испытуемых устройств к стенду.

**1.4.2. Блок подачи питания на стенд**

Данный блок состоит из четырех токопроводящих шин А, В, С, N и автоматического включателя QP1. на шины от сети подается трехфазное напряжение ≈220В 50 Гц QP1 служит для защиты сети от токов к.з. и рассчитан на ток срабатывания 5А.

**1.4.3 Блок индикации питания стенда**

Состоит из трех плавких предохранителей RV1…FV3, 220В, 1А, трех резисторов R5…R7, трех светодиодов VD1…VD3 и трех диодов VD4…VD6.

Протекающий через светодиоды ток вызывает их свечение, подавая визуальный сигнал о присутствии напряжения на шинах стенда. VD4…VD6 служат для защиты светодиодов от обратного напряжения.

**1.4.4 Блок изменения напряжения**

Состоит из автоматического выключателя QP2 с током срабатывания 2А, двух трансформаторов однофазного напряжения TV1 и TV2 100ВА, 220/127В, двух латоров TV3 и TV4, переключателей S1и S4, трех плавких предохранителей PV4…PV6, вольтметра PV1, автоматических выключателей S7 и S8.

В данном блоке вместо одного трехфазного трансформатора ≈220/127В применены два однофазных трансформатора. Объясняется это дороговизной и дефицитом трехфазных трансформаторов.

В первом положении переключателя S1 вольтметр PV1 будет показывать напряжение 127В для всех линейных напряжений. Проверить это можно переключателем S4 с помощью которого одним вольтметром можно измерять напряжение между всеми фазами выходного напряжения. Чтобы установить нужное значение вторичного напряжения от 0 до 127 В переключатель S1 устанавливаем в третье положение, рукоятками латров TV3, TV4 по вольтметру PV1 устанавливаем нужное напряжение. Таким образом, в процессе испытания мы можем иметь три режима, а именно ≈ U=127В переключатель S1 в первое положение, U≤≈127В переключателя S1 в третье положение, U=0 переключатель S1 во второе положение.

**1.4.5 Блок изменения тока**

Состоит из автоматического выключателя QF3 U = ≈220В, тер 2А, переключателя фазы тока S2, латра РА, резистора R1,R2 и переключателей S6 и S5.

Использование в данном случае для изменения фазы тока переключателя S2 намного дешевле, чем использование вращающегося трансформатора. Принцип действия изменения фазы при помощи S2 следующий: в первом положении переключателя S2 в цепи TV7-PW-PA-S6-R2-R1-TV7 появляется ток INA, совпадающий по фазе с UNA, таким образом между током и напряжением сети равен 00. Во втором положении в цепи образуется ток IСA, который сдвинут относительно напряжения UNA, на угол 300. Итак, переключая S2 можем получать в цепи токи INA, IAC, IСB, IСN, IB, IBA, IAN, которые сдвинуты по отношению к напряжению UNA на разные углы. Таким образом, мы получим ряд значений углов ϕ, соответственно и ряд cos ϕ.

Для того, чтобы пустить цепь в ток прибора, в исходном состоянии S6 с помощью латра TV6 и амперметра РА устанавливается нужное значение тока, который будет течь по цепи TV7-PW-PA-S6-R2-R1-TV7, затем переключая S6, можно пустить ток в цепь шунтируемого прибора. С помощью S5 можно изменять диапазон изменяемого тока, шунтируя регистр R2.

**1.4.6 Блок питания – 24 В**

В источнике питания используется последовательный компенсационный стабилизатор, структурная схема которого изображена на рис.1.26 , регулирующий элемент с управляющим входом включен между источником входного нестабилизированного напряжения и нагрузкой, подключенной к стабилизированному выходу. Стабилизатор содержит контур отрицательной обратной связи, представляющий собой усилитель рассогласования, один из входов которого подключен к выходу стабилизатора, второй связан с источником опорного напряжения. Выход усилителя непосредственно воздействует на управляющий вход регулирующего элемента. Усилитель рассогласования реагирует на разность между опорным напряжением и выходным напряжением стабилизатора (или его частью). Эту разность называют сигналом рассогласования. Усиленный усилителем сигнал рассогласования, подаваемый на управляющий вход регулирующего элемента, изменяет сопротивление последнего так, чтобы препятствовать любым изменениям выходного напряжения стабилизатора, какими бы причинами оно ни вызывалось. Усилитель и источник опорного напряжения образуют схему управления стабилизатора. В нашей схеме стабилизатора регулирующим элементом является транзистор VT1, а транзистор VT3 и соединенные с ним элементы образуют схему управления. Эммитер транзистора VT3 соединен со стабилизатором VD9 и резистором R1, которые здесь выполняют функции опорного напряжения. Управляющий электрод транзистора VT2 (база) соединен с движком потенциометра R4, который совместно с резисторами R6 и R7 образует делитель напряжения, подключенный параллельно нагрузке. Перемещение движка потенциометра вызывает изменение прямого смещения эммитерного перехода транзистора VT3, что в свою очередь, приводит к изменению коллекторного тока этого транзистора и напряжения на базе транзистора VT2 включенного по схеме эммитерного повторителя и на базе регулирующего транзистора VT1 являющимся вторым каскадом эммитерного повторителя. В результате этого изменяется проводимость транзистора VT1 и, следовательно, уровень исходного выходного напряжения.

При настройке стабилизатора потенциометр R4 устанавливается в такое положение, при котором достигается уровень выходного напряжения равный 24В.

Если абсолютное значение выходного напряжения по каким – либо причинам возросло, тока потенциал базы транзистора VT3 возрастет относительно потенциала эммитера, который зафиксирован опорным напряжением стабилитрона, и ток коллектора транзистора VT3 увеличится, как следствие уменьшится напряжение на его коллекторе. В результате уменьшится разность потенциалов между базой и эммитером транзисторов VT2 и VT1 включенных по схеме двухкаскадного эммитерного повторителя (транзистор VT2 служит для усиления сигнала со схемы управления, т.е. использования транзисторов с небольшим коэффициентом усиления тока), и, как следствие, уменьшится ток через транзистор VT1 и напряжение на нагрузке Vвых. Таким образом, компенсируется изменение Vвых. Если выходное напряжение изменяется в противоположную сторону, тока приращения всех рассмотренных величин носят обратный характер.

Через понижающий трансформатор Тр 220/25В переменное напряжение подается на выпрямитель VD1-VD6, где оно выпрямляется и сглаживается конденсатором С. После чего оно подается на стабилизатор, и является входным напряжением стабилизатора.

**1.4.7. Блок таймеров**

Состоит из переключателя S3 – служащего для подачи питания на таймеры, 3-х таймеров, 3-х позиционного переключателя S9 и контактов реле К1, К2, К3, К4 и контактов переключателей S6 и S7. Каждый таймер имеет три кнопки управления обозначенных условно слева направо А,В,С. А – переключение режимов (часы, секундомер, будильник), С – запуск секундомера, В – остановка таймера. При замыкании S6 в первом положении S9, S1 во втором положении S9 и размыкании S6 в третьем положении таймер все три начинают отсчет времени, что соответствует нажатию кнопки С. При замыкании контактов реле К1,К2,К3-К4 в первом и втором положении S9 таймер прекращает отсчет времени, что соответствует нажатию кнопки В на таймере. И при размыкании К1,К2,К3-К4 в третьем положении S9 таймер прекращает отсчет времени, что соответствует нажатию кнопки В.

Установка таймеров в нелувое положение осуществляется комбинацией нажатия кнопок ССВС.

**1.4.8 Релейно–индикационный блок**

Состоит из четырех реле К1-К4,девяти резисторов R8-R16,девяти диодов VD18-VD26,девяти светодиодов VD9-VD17, переключателей S10 и S2. блок питается через переключатели S10 и S2 от источника постоянного напряжения.

Рассмотрим работу схемы на примере испытания устройства УВР при повышенной нагрузки генератора.

Устройство УВР предназначено для подачи импульса на включение резервного генератора при повышении нагрузки.

Питание на шины стенда АВ,С,N подается от сети ~220 В через автоматический выключатель QP1. Наличие напряжения на шинах стенда индицируются с помощью светодиодов VD1-VD3. Операция подачи питания на стенд выполняется только после подключения устройства к клеммам стенда.

После того, как питание на стенде подано, включаются все выключатели, питающие блоки схемы, а именно QP2, QP3, QP4, S3, S10. переключатель S1 устанавливаем в первое положение, которое характеризуется наличием трехфазного напряжения ~127В на выходе клемм Х1-Х3. Затем с помощью амперметра РА и латра TV6 устанавливаем повышенный ток I=Iуст+0, 2 А, так как ток уставки срабатывания для этого прибора равен 8А, поворачивая рукоятку латра, устанавливаем ток 2А. Переключатель S9 переводим в первое положение, включаем S7. В данном состоянии схема готова к запуску.

Запуск производится включением переключателя S6. После включения переключателя S6, ток I=2А находящимися в цепи TV7-PW-PA-S6-S5-R1 потечет в цепь прибора через клеммы Х6, Х7, а в цепи А-К1-S6-S9-А блока таймера замыкается контакт S6 и таймеры А начинают отсчет времени. При срабатывании прибора УВР замкнутся контакты Х12 и Х13, что вызовет загорание светодиода VO10 и срабатывание реле К1. При срабатывании реле К1 его контакт в цепи А1-К1-А1 блока таймера замкнется и таймер перестанет считать время. Таким образом, на таймере будет высвечиваться время между подачей повышенного тока в цепи прибора (что имитирует повышение нагрузки) и срабатывания УВР. Для того, чтобы измерить данное время для более высокого тока нагрузки, нужно выключить S6, нажать кнопку сброса времени SН1, повысить ток, включить S6. Таким образом, измеряя время для различных значений тока нагрузки можно снять временные характеристики срабатывания прибора.

# 2.1. Требования правил Регистра к выбору электрооборудования

**2.1.1. Требования к электрическим аппаратам**

Номинальное напряжение к нагрузке и предельная температура при нормальных условиях работы электрических аппаратов не должны быть вне допустимых. Электрические аппараты должны выдерживать предусмотренные перезагрузки.

Номинальная разрывная способность электрических аппаратов, предназначенных для отключения тока короткого замыкания (т.к.з.), должна быть меньше, чем ток короткого замыкания.

Номинальная включающая способность включателей, которые могут быть подсоединены к цепи, замкнутой накоротко должна быть не меньше наибольшего ожидаемого тока в месте их установки при коротком замыкании. Номинальная динамическая и термическая стойкость выключателей должны соответствовать наибольшему ожидаемому току короткого замыкания и времени срабатывания селективной защиты.

Включение и выключение контактов всех полюсов выключателей должно происходить одновременно.

Все выключатели и разъединители должны быть снабжены механическими или индикаторами положения включения контактов.

Положение барабанов контроллеров и командоконтроллеров должны четко фиксироваться.

Автоматические выключатели должны иметь механизм свободного расцепления. Механизм привода выключателей должны обеспечивать удержание подвижных контактов в отключенном положении.

Исправление движения ручных органов управления коммутационных или пускорегулирующих органов должно быть мягким, чтобы вращение рукоятки (рычага) вверх или вперед соответственно включению аппарата, пуску двигателя, увеличению частоты вращения, повышению напряжения.

Цепи, отходящие от электрораспределительных щитов, должны быть повреждены от коротких замыканий, а потребители – ток перегрузки.

Защита от перегрузки предусматривается:

Не менее чем в одном насосе или фазе – при двухпроводной системе не менее чем в двух фазах – при изолированной трехпроводной системе трехфазного тока.

Защита от короткого замыкания предусматривается в каждом изолированном насосе или в каждой фазе. Уставка должна быть не менее 200% номинального тока. Для защиты кабелей и потребителей применяют одну и ту же защиту.

В цепи питания аварийного электрораспределительного щита от главного должна быть защита, позволяющая производить немедленное повторное включение после срабатывания ее. Аппараты защиты не должны устанавливаться в цепи уравнительного провода генераторов постоянного тока.

**2.1.2 Требования к электроизмерительным приборам**

Для каждого генератора постоянного тока на главном и аварийном электрораспределительных щитах должны устанавливаться по одному амперметру и вольтметру, а для генераторов переменного тока: амперметр с переключателем для измерения фазовых и линейных напряжений, частотометр, ваттметр.

В цепях ответственных потребителей рекомендуется устанавливать амперметр на главном электрораспределительном щите или у мостов управления.

Измерительные приборы следует применять с пределом не менее:

Вольтметры- 120% комплексного напряжения

Амперметры – для генераторов, работающих параллельно (-15 – 0 -130)% номинального

Ваттметры для генераторов не работающих параллельно – 130% номинальной мощности

Ваттметры для генераторов, работающих параллельно (-15 – 0 -130)% номинального

Амперметры для генераторов, работающих параллельно (-15 – 0 -130)% номинального.

**2.1.3 Выбор элементов принципиальной схемы**

При выборе элементов схемы необходимо руководствоваться данными, представленными заводом-изготовителем, который задает предельные параметры – тока, напряжения, частоты, температуры.

Эти значения, как правило, устанавливаются в сочетании друг с другом. Предельные значения параметров ни при каких условиях не должны быть превышены. Желательно иметь 20÷30 процентный запас для компенсации неучтенных обстоятельств – выбросов при переходных процессах, влияния помех и т.д.

Простейшими элементами цепей являются резистор, конденсаторы, катушки индуктивности. Это пассивные элементы. К ним также относят элементы с нелинейной характеристикой – диоды, стабилитроны. Активные компоненты - это элементы, которые способны регулировать протекающий через них ток, не только в функции приложенного напряжения, но и под действием управляющего сигнала.

При выборе элементов схемы в первую очередь определяют активные и функциональные элементы (стабилизаторы, усилители, микропроцессоры) и ведут расчет схем, определяющие отсюда требования к пассивным элементам. Далее выбирают их конкретный тип, соответствующий электромеханическим требованиям.

Выбор резисторов производится по трем основным группам параметров: конструктивным, электромеханическим, условиям эксплуатации. Основными руководящими параметрами резисторов являются: номинальное сопротивление, допустимое отклонение сопротивления, номинальная мощность рассеяния.

При выборе резисторов по электромеханическим параметрам особое внимание уделяется допустимой мощности рассеяния. Если этого не требуется, то не следует применять резисторы повышенной мощности и стабильности, так как это достигается повышением их стоимости и габаритов. Номинальное значение сопротивлений стандартизовано ГОСТ 2825-67, 10348-74.

Выбор конденсаторов производится также по электромеханическим, эксплуатационным и конструктивным параметрам. В любом устройстве удельный вес конденсаторов сказывается ощутимо. Конструкция конденсатора определяется видом его диэлектрика. Электромеханические параметры конденсаторов и их конструктивное исполнение и обозначения определяются ГОСТ 11076-69 и ГОСТ 2549-67. К основным электромеханическим параметрам конденсаторов относят: номинальную емкость, допустимое отклонение емкости от номинала, температурный коэффициент емкости, номинальное напряжение, рабочее напряжение, сопротивление изоляции.

Выбор диодов производится, руководствуясь современной классификацией и системой обозначений, которая регламентирована отраслевым стандартом ОСТ 11336.919-81. Обозначения диодов присваиваются в соответствие с ГОСТ 10862-72. Основными электромеханическими параметрами диодов являются: постоянное прямое напряжение, постоянный прямой ток, средний прямой ток, постоянное обратное напряжение, рабочая частота и температура окружающей среды. При выборе диодов сначала выбирают подходящую группу (подкласс) по назначению, затем тип прибора в этой группе. При выборе необходимо руководствоваться правилом – ни один параметр не должен превышать допустимых значений, что выбранный элемент отвечает требованиям по массе, сроку службы, стоимости.

Выбор светодиодов: светодиоды применяются для построения устройств сигнализации на пультах, в приборах. К основным параметрам, по которым производится выбор светодиодов, относятся: сила света, яркость, прямой ток, прямое падение напряжения и быстродействия.

Выбор автоматических выключателей: автоматические выключатели выбирают для защиты электрических цепей от различных аварийных режимах и для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы. Автоматические выключатели выбираются и настраиваются на защиту в зависимости от соответствующего контролирующего параметра (ток срабатывания, напряжение срабатывания). Автоматы комплектуются несколькими видами расцепителей: электромагнитными, тепловыми, комбинированными. Выбор производится в зависимости от параметров защищаемой сети и тока уставки.

Выбор переключателей: переключатели и выключатели – это аппараты ручного управления, состоящим из наборных секций, предназначены для включений, выключений и переключателей цепей постоянного и переменного тока. Выбор их производится в зависимости от количества полюсов (двух и трехполюсные) и коммутируемого тока. Основными параметрами являются: число полюсов, коммутационная способность, износостойкость, напряжение питания и вид в цепи, в которой он устанавливается (цепи управления и сигнализации, силовая цепь).

Выбор реле: производится в соответствие с величиной импульса, на которую оно предназначено реагировать, то есть величиной уставки, напряжением, на которое реле рассчитано. Параметры срабатывания реле это: напряжение втягивания, напряжение отпадания.

Выбор предохранителей: осуществляется в зависимости от предельной разрывной способности, защитной время-токовой характеристики, рода тока и величины напряжения.

Выбор неуправляемого выпрямителя и трансформатора: Основными элементами выпрямителя являются трансформатор и вентили, с помощью которых обеспечивается односторонне протекание тока в цепи нагрузки, в результате чего переменное напряжение преобразуется в импульсирующее. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения к выходным зажимам выпрямителя подключают сглаживающий фильтр. Для регулирования или стабилизации выпрямленного напряжения и тока потребителя к выходным зажимам его подключают стабилизатор или регулятор. Режим работы и параметры отдельных элементов выпрямителя, фильтра, регулятора и стабилизатора согласуются с заданными условиями заботы потребителя постоянного тока.

Основными величинами, характеризующими параметры выпрямителя, являются:

1. среднее значение выпрямленного напряжения и тока (Ucp; Icp)
2. коэффициент полезного действия η
3. коэффициент мощности cos φ
4. внешняя характеристика – зависимость напряжения от тока нагрузки Ucp=f (Icp)
5. коэффициент пульсаций Кп

с помощью трансформатора в выпрямительных устройствах производится преобразование величины входного напряжения, электрическое разделение отдельных цепей преобразователя, преобразование числа фаз системы напряжений, питающих выпрямитель. Непосредственно выбор производится в следующей последовательности:

1. Выбор схемы выпрямления.

2. Приближенное определение коэффициентов трансформатора.

3. Определение активного сопротивления фазы трансформатора.

4. Индуктивность рассеяния обмоток трансформатора.

5. Сопротивление фазы выпрямителя.

6. Определение расчетного коэффициента.

7. Определение соотношения между активными и реактивными сопротивлениями фазы выпрямителя.

8. По вычисленным коэффициентам определяются параметры трансформатора и вентилей.

9. Определяется емкость и тип конденсатора.

10. Определяется внутреннее сопротивление выпрямителя.

11. Определяется КПД выпрямителя.

**2.2. Расчет и выбор элементов блока изменения напряжения**

2.2.1. Мощность, потребляемая прибором со сторон генератора при U=127 В,50 Гц составляет Sпотр1=30ВА – из технических данных прибора.

2.2.2. Определяем потребляющий ток. Iпотр1=А.



2.2.3. Мощность, потребляемая прибором по сети с U=~127 В, 50 Гц. составляет Sпотр2=50ВА.

2.2.4. Определяем потребляющий ток: Iпотр2=



2.2.5. Определяем общий потребляющий ток Iоб=Iпотр1+Iпотр2=0, 136+0,394=0,530 А.

2.2.6. Определяем мощность лабораторного автотрансформатора Латра ТV4: Sтртv4=Iоб U Kат = 0,53 127 1,4=100ВА,

где Кат=1,4 – коэффициент автотрансформатора (из справочника).

Выбираем автотрансформатор ТV4 типа: латр 1-М

2.2.7.Трансформатор ТV2 – трансформатор напряжения (220/127В)

- расчетная мощность трансформатора TV2.



ηTV2≈0,91 – КПД трансформатора TV2 – определяется приблизительно из справочника.

Выбираем трансформатор TV2 типа: ОСМ 0,25-79ОМ5; Sном TV2=0,25ВА.

Η=0,954

2.2.8. Из соображения унификации выбираем трансформаторы TV1 и TV3 аналогично трансформаторам TV2 и TV4:

TV1: ОСМ 0,25-74ОМ5; Sном = 0,25 кВА; η = 0,954.

TV4:

2.2.9. Выбираем автоматический выключатель QF2:

Определяем ток выключателя I=



Выбираем автоматический выключатель QF2: АК63; Iпотр = 0,63А.

2.2.10. Предохранители FU1÷FU6

Токи: IFU=Iобщ=0,530 А.

Выбираем предохранители типа:

ВПБ 6-36; Iном=1А.

2.2.11. Выбираем переключатель S1: - двухсекционный переключатель Iпер=Iобщ=0,530А. Выбираем переключатель типа: ПМФ90+900- 00 – - 900 - положение рукоятки переключателя.

2.2.12. Выбираем переключатель S4: - двухсекционный переключатель Iном=0,503А. Из соображений унификации выбираем переключатель типа: ПМФ90+900- 00 – - 90 0.

2.2.13. Выбор переключателя S7: - двухсекционный трехполюсной выключатель.

Iрас=0,503А. Выбираем ПМФ 0-900.

2.2.14. Выбор переключателя S8: - однополюсной переключатель Iрасп=0,0394А. Выбираем переключатель типа ПМФ90+900- 00 – - 900.

U ном=127В; I ном=1А.

**2.3 Расчет и выбор элементов блока изменения тока**

2.3.1. Мощность, потребляемая прибором со стороны генератора в цепи I=0…6А, f=50Гц, составляет Sнапр=15ВА – из технических данных на прибор.

2.3.2. Определяем входное сопротивление цепи питания прибора:

Ом, где I=6А – максимальный ток цепи.



2.3.3. Определяем сопротивление R1: R1=3Rвх=1,26 Ом.

Мощность рассеяния PR1=I2 R1=62 1,26=45,36 Вт.

Выбираем резистор типа: МЛТ-63-1,2: Rном=1,2 Ом: РRном=63Вт.

2.3.4. Выбор транзистора TV7:

STV7=I2 Rоб=62 1,62=58,32 ВА=0,058 кВА.

U1=127В- напряжение первичной обмотки трансформатора.

U1= I Rоб=6 1,62=9,72В – расчетное напряжение вторичной обмотки трансформатора.

Выбираем резистор R2:

R2 = R|об - Rоб=9,72-1,62=8,4Ом, где

R|об = - сопротивление цепи при включенном переключателе S5.



I/ = 1А – ток в цепи при включенном переключателе S5.

Выбираем резистор МЛТ – 10-8,2, РR=10Вт; Iном=8,2 Ом.

2.3.6. Выбираем лабораторный автотрансформатор TV6:5

задаемся коэффициентом автотрансформатора КАТ=(1,2÷2)=1,5

STV6 = КАТ STV7=1,5 0,058=0,087 кВА – расчетная мощность автотрансформатора TV6.

Выбираем автотрансформатор типа:

2.3.7. Выбираем автотрансформатор TV5: - трансформатор напряжения 220/127В.

- расчетная мощность трансформатора TV5, где ηTV5=0,9 – КПД трансформатора TV5 – задаемся значением КПД из справочника.



Выбираем трансформатор TV5 типа: ОСМ 0,1-74 ОМ5; U1=220 В; U2=133 В; Sном=0,1кВА.

2.3.8. Переключатель S2: -трехполюсной переключатель на три положения

Iдон=6А; Uном=220В. Выбираем переключатель S2 типа: ПМФ90 00-900-1800

Φ=00, Φ=300, Φ=600

2.3.9. Переключатель S5 – односекционный однополюсной переключатель Iдон=6А; типа ПМФ90 00-900

2.3.10. Переключатель S6 – двухсекционный однополюсной переключатель. Iдон=6А. Из соображений унификации выбираем переключатель типа ПМФ 90 00-900

2.3.11. Выбираем автоматический выключатель QF3:

- расчетный ток выключателя.



Принимаем тип QF3: АК63; Iном=0,63А.

**2.4. Выбор блока питания U-24В**

Выбираем стандартный блок питания из журнала “Радио” за 1989 г.

Характеристики: Uвх=перемененное трехфазное напряжение 25 В, Uвых=-24 В Iвых=2 А

**2.5. Расчет и выбор элементов релейно-индикационного блока**

2.5.1. Напряжение питания блока U=24В.

Мощность, потребляемая релейным блоком Sрел=40ВА

Мощность, потребляемая прибором от цепи U=24В равна 50ВА.

2.5.2. Ток срабатывания реле К: Iреле=0,05А

Мощность реле: Рреле=U Iреле=24 0,05=1,2Вт

Суммарная мощность, потребляемая реле: ∑Рреле=4 1,2=4,8Вт

Выбранное реле К1÷К4 типа РП21-УХЛ4; U=24В; Iсраб=0,05А; Iотп=0,01А

2.5.3. Выбираем резисторы R8÷R16, диоды VD18-VD26, светодиоды VD9÷VD17:

а) зададимся значениями тока и напряжения диода:

Iдиода=(5÷20)тА, примем Iд=10тА=0,01А

Uдиода=(2÷3)В, примем Uд=2,5В

б) Определим мощность: Р=Uд Iд=2,5 0,01=0,025Вт

в) Определим суммарную мощность светодиодов и диодов VD9÷VD26:

∑РVD=18 0,025=0,45Вт

Выбираем светодиоды VD9÷VD17: KD103A; Iпрср=0,1А=100мА; Iпрср=1,2В

г) Выбираем резисторы: Rрез=U/Iрез=24/0,01=24000Ом=2,4кОм.

РR = I2 R=0,012 2400=0,24В – мощность рассеяния одного резистора

∑РR=9 0,24=2,16 Вт – суммарная мощность рассеяния резисторов R8÷R16

Тип резисторов: МЛТ - 0,25 - 2,4 кОм, РRном=0,25Вт; Rном=2,4 кОм.

2.5.4. Выбираем кнопку управления SH2:

Тип: КЭ; Iном=0,5А – рабочий ток коммутации не должен превышать 0,5А

**2.6. Выбор элементов блока индикации питания стенда**

2.6.1. Предварительно определяю параметры светодиодов и диодов IVD= (5-20) тА. Принимаем IVD =15мА; Uметакил = 220В.

Тогда R5=U метакил/IVD1=220/0,015=14666,6 Ом=14,7 кОм – расчетное сопротивление резистора.

РR = I2 R=0,0152 14666,6 Ом=3,299 Вт – расчетная мощность рассеяния резисторов R5÷R7

Выбираем резисторы R5÷R7 типа: МЛТ-4-15кОм.

Выбираем светодиоды: VD1÷VD3 типа АЛ112; I=15мА; △U=2,5В.

Выбираем диоды VD4÷VD6 типа: КД103А; Iпр=0,1А; △U=1В.

Выбираем предохранители FU1÷FU3 типа: ПК; Iном=0,15А.

Выбор защиты цепи питания U=220В и элементов таймеров:

1. Выбор QF1 – трехполюсной автоматический выключатель IQF1=IQF2p+IQF3p+IS10p+3ISрасч=0,5+0,44+0,143=1,09А

IQF2pешетки=0,5А; IQF3pасч=0,44А; IS10pасч=0,193А;

Принимаем QF1 типа: АК63, Iномрезистора=1,6А; трехполюсной.

2. Таймеры Т1, Т2, Т3 – напряжение питания 1,5В.

## 

## **2.7. Расчет надежности**

В настоящее время последним этапом любого расчета является оценка надежности проектируемой системы или конструкции. Надежность является важнейшим показателем качества проектируемого стенда, от которого значительной степень зависит эффективность использования установки. В связи с этим она должна быть проверена на надежность функционирования.

Основным содержанием расчета надежности является определение количественных показателей надежности системы по известным показателям надежности ее элементов, являющихся исходными расчетными данными. Расчет включает следующие этапы.

1. Формулировку содержания отказа системы. На данном этапе оговариваются условия, при которых нарушается работоспособность системы.
2. Сведение отказа системы к отказам элементов и составление структурной схемы для расчета надежности системы. На данном этапе выясняется, как влияет отказ каждого элемента на работоспособность системы, и на этой основе все элементы объединяются в последовательно-параллельные, или последовательные структурные цепочки.

Методика расчета надежности системы по расчетным формулам основывается на следующих допущениях:

1. Надежность однотипных элементов считается одинаковой;
2. Элементы применяются в режимах нагрузки и условиях работы, не превышающих номинальные значения, предусмотренные ТУ;
3. Интенсивности отказов элементов считаются постоянными в течение срока службы;
4. Отказы элементов являются событиями случайными и независимыми. При расчете надежности учитываются элементы, отказы которых приводят к отказу системы. Отказом в работе данного стенда является невозможность проведения испытания любого из испытуемых устройств. А именно невозможность изменения напряжения, тока, cos φ, подачи питания контроль этих параметров и времени срабатывания. Этот отказ может наступить при отказе любого из перечисленных в таблице 2.1. элементов схемы.

Таблица 2.1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы | Обозначения на схеме | Тип | Кол-во | λi 10-6 1/час | m λi 10-6 1/час |
| Трансформаторы  понижающие | TV1,TV2  TV5  TV7  TV8 | Осн 0,25-74ом5  Осн 0,1-74ом5  Освн 0,25-74ом5  Освн 0,25-74ом5 | 5 | 4 | 20 |
| Сопротивление непроволочное  композиционное | \*  R8 | СП | 1 | 6,9 | 6,9 |
| Сопротивление из сплава металла | R5- R7  R8- R16  R1- R | МЛТ | 22 | 2,9 | 63,8 |
| Реле | К1-К4 | РП-24УХЛ | 4 | 8,25 | 33 |
| Конденсаторы | С1\*-С3\* | К-50 | 3 | 0,3 | 0,9 |
| Диоды | VD4-VD6  VD18-D26  VD1\*-VD6  VD\*7 | КД1032  КД202Б  Д814Г  Д226 | 12  6  1 | 4  1,5  0,65 | 48  9  1,65 |
| Светодиоды | VD1-VD3  VD9-VD17 | АЛ112 |  |  |  |
| Транзисторы | VТ1\*-VТ2  VТ3 | КТ819,817  КТ203 | 2  1 | 19  28 | 38  28 |
| Амперметр | РА | Э378 | 1 | 7,82 | 7,82 |
| Вольтметр | PV1, PV2 | М330 | 2 | 7,82 | 7,82 |
| Ваттметр | PW | Д335 | 1 | 8,34 | 8,34 |
| Автоматические выключатели | QF1  QF2- QF3 | АП-50  АК-63 | 1  2 | 15  21 | 15  42 |
| Переключатели | S1  S2  S3  S4, S6  S5, S8  S7,S9 | ПМФ-90 | 1  1  1  2  2  2 | 68  10  2  10  3,6  5,2 | 68  10  2  20  72  10,4 |
| Кнопка | SН | КС | 1 | 0,68 | 0,68 |
| Клемник | К1-Х29 |  | 30 | 0,1 | 3 |
| Таймеры | А1-А3 |  | 3 | 2 | 6 |
| Итого |  |  |  |  | 435,11 |

Структурная схема для расчета надежности будет состоять из последовательного соединения этих элементов.

В таблице 2.1. представлены также характеристики надежности входящих в нее элементов – это показатель интенсивности отказов λ (1/час). Показателем надежности установки является вероятность безотказной работы за время, равное tp=170 час. Вероятность безотказной работы установки за время между последовательными регламентированными мероприятиями будет равно:

1/час



Вывод: Система является надежной при эксплуатации в течении 170 часов.

# 2.8. Разработка конструкции стенда

Конструкция стенда была разработана из условия получения наиболее высоких эргономических показателей качества. Эргономические показатели качества РЭА оцениваются по удобству обслуживания, его оперативности и безопасности. По ГОСТ 16456 – 70 используют четыре группы эргономических показателей: гигиенические (освещенность, вентилируемость, температура, напряженность электрического и магнитного полей, запыленность, радиация, токсичность, шум, вибрация), антропометрические (соответствие формы размерам тела человека и распределению его массы), физиологические и психофизиологические (соответствие силовым, скоростным и энергетическим возможностям человека и возможностям его зрительного, слухового и осязательного анализатора), психологические (соответствие закрепленным и вновь формируемым наукам человека и его возможностям по восприятию, переработке и выработке сигналов управления). Стенд имеет конструкцию показанную на рисунке.

Гигиенические показатели:

Для требуемой освещенности для щитов, имеющих в своем составе контрольно-измерительную аппаратуру 300 лм установлен светильник ОДР (см. раздел Безопасность и экологичность проекта). Крепится светильник на верхней крышке стенда с помощью изогнутой по профилю листовой стали (см. рис.2.1 ). Стенд выполнен вентилируемым с естественной вентиляцией, вентиляционные отверстия будут располагаться в крышках стенда, а именно в верхней и боковых крышках. Все контрольно- измерительные приборы будут располагаться вверху, так как угол зрения на них будет наименьший, что позволит с более высокой точностью определять величины измеряемых параметров и в месте наибольшей освещенности. Рукоятки латров и переключателей имеют размеры 30 и 45 мм соответственно, что дает возможность развить усилия поворота до 20 Н достаточного для управления этими приборами. Причем процесс управления производиться только указательным и большим пальцем, что дает возможность иметь больший угол наклона руки и соответственно более дальнего расположения приборов от тела человека (рис.2.1. ).

Латры и переключатели находятся в центре стенда примерно на расстоянии согнутой в локте руки (рис.2.1 ), что тоже удобно для управления объектом. Индикация срабатывания имеет красное, довольно – таки яркое свечение. К каждому прибору имеются свои информационные таблички, со шрифтом 5 мм достаточного для зрительного восприятия с расстояния 1 м и освещенность 300 лм.

Все приборы располагаются по группам. Первая группа элементов PV1, S4, TV3, TV4, S1,X1,X2,X3 располагаются с левой стороны стенда и являются прибором блока изменения напряжения. Причем с помощью латров изменятся напряжение, а вольтметр, контролирующий это напряжение, располагается над латром. Клеммы, через которые напряжение подается на прибор, располагаются под латром, ближе к полке, для удобства подключения прибора, устанавливающегося на полке к этим клеммам. Также по группам расположены приборы блока изменения тока, блока таймеров. В одной группе расположены все клеммы блока индикации, в одной группе переключатели для подачи напряжения и тока на прибор, и автоматические выключатели. Данное расположение помогает оператору лучше ориентироваться на стенде и соответственно значительно быстрее и качественнее проводить испытание. На сборищном чертеже указаны индексы приборных планок, надписи, размеры которых даны в перечне таблицы для надписей.

Основными элементами конструкции стенда являются: лицевая панель, опорная рама, полка стенда и каркас.

Каркас выполнен из стальных профилей квадратного сечения 25х25. Каркас служит для крепления лицевой панели, полки и опорной рамы стенда.

Монтаж: Соединение стальных профилей производить электрической сваркой. После чего каркас зачистить шкуркой и покрасить эмалью черного цвета или любой другой краской для металла.

Полка стенда служит для установки испытуемых приборов вблизи клемм для более удобного подключения приборов. Полка изготовляется из древесины лиственных пород дерева (липа, осина). Полка имеет размеры 1500х500х30.

Монтаж: на одной оси в полке и каркасе сверлятся отверстия. В полке отверстия диаметром 8 мм, в каркасе – 4 мм. Затем в каркасе в отверстиях нарезается резьба М-5 и болтовым соединением полка прикрепляется к каркасу. Количество болтовых соединений на одной стороне полки не менее 5.

Опорная рама служит для крепления элементов внутри стенда, то есть тех элементов, которые не крепятся на лицевой панели. Опорная рама состоит из трех частей. Первая часть представляет собой изогнутую пластину из листового металла толщиной 2 мм (рис.2.2. а ). На ней крепятся автоматические выключатели QF1, QF2,QF3, клеммник для подвода питания к стенду и двух печатных плат. Расположение этих элементов смотри на сборочном чертеже. Вторая часть – это тоже изогнутая пластина из листового металла толщиной 2 мм, служащая для крепления латоров. Лист металла обрезается по контуру ножовкой либо другим инструментов и загибается в тисках. Третья часть является продолжением полки во внутрь стенда. На ней устанавливаются трансформаторы, блок питания и плата с реле. Элементы крепятся к полке шурупами.

Монтаж: опорная рама крепится к каркасу болтовыми соединениями, для чего в каркасе и раме сверлят отверстие на одной оси, а в карасе нарезают резьбу. Диаметр отверстия на раме – 8 мм, на каркасе – 4 мм, резьба – М5. Монтировать и демонтировать приборы к опорной раме можно только со снятой лицевой панелью и задней крышкой. Элементы крепятся к опорной раме болтовыми соединениями.

Лицевая панель представляет собой две открывающиеся наружу дверцы, выполненных из листовой стали толщиной 2 мм. Лицевая панель служит для крепления контрольно-измерительных приборов, автоматических выключателей, рукояток латров и клееммников для подключения приборов к стенду с помощью гибких проводов. Размер панели – 740х700. Лицевая панель крепится к каркасу через петли болтовым соединением либо газовой сваркой.

Монтаж: большинство приборов крепящихся на лицевой панели, а именно PV1, PV2, KW, PA , все переключатели и клеммники имеют приспособление для крепления на вертикальной плоскости. Все таблички крепятся двумя болтами с гайками М2. Крепление таймеров смотри на рис. 2.3.

Кабельные трассы крепятся с помощью кабельных зажимов, которые, в свою очередь, крепятся к лицевой панели болтовым соединением с левой стороны стенда внизу к каркасу крепится болт-заземление. Расположение элементов стенда смотри на сборочном чертеже.

**2.9. Тепловой расчет**

**2.9.1. Определяем сечение проводов и кабелей стенда**

Сечение проводов и кабелей напряжение до 1000 В вырабатывается по условию нагрева в зависимости от длительно допустимой токовой нагрузки и механической прочности.

Так как длительная расчетная нагрузка во всех цепях схемы кроме цепи подключения приборов и генераторов 0…6 А не превышает 1 А, то для всех цепей выбираем провода сечением 0,5 мм2 и длительно допустимой нагрузкой 11 А типа РКРМ напряжением до 750 В постоянного тока и до 500 В переменного тока РКГМ – провод с медными жилами, резиновой изоляцией, в оплетке из стекловолокна пропитанный лаком.

На участке от TV6 до клемм Х6, Х7 выбираем провод РКГМ сечением жил 0,75 мм2 длительно допустимой нагрузкой 15 А, так как в этой цепи возможен допустимый ток I = 6А.

Из соображений унификации провода питания стенда выбираем тот же провод сечением 0,75 мм2 с допустимой нагрузкой 15А.

Проверяем цепи по условию допустимого перегрева

где



Iн.доп.- это длительно допустимый ток на провода и кабели для S=0,5 мм2,

Iн.доп = 11А; для S=0,75 мм2 Iн.доп = 15А,

IР – расчетный ток цепи (наибольший),

К1 – поправочный коэффициент на условии прокладки проводов и кабелей (К1=1,0)

К2 - поправочный коэффициент на число работающих кабелей лежащих рядом (К2 = 0,78 – для числа кабелей лежащих рядом N=5, а так как рядом возможна прокладка максимально пяти трасс кабелей:

1) U ≈ 127 В, 2) U ~ 127 В, 3) I = 0…6 А, 4) U – 24 В, 5) U – 24 В (питание релейного блока).

**2.9.1.1. Проверяем цепи U ≈ 127 В: S = 0,5 мм2,**

Iн.доп. = 11 А; IP = 0,503 А.

11 А > 0,644 А – условие соблюдается.



Окончательно выбираем:

1) На участке U2 ≈ 220В – QF2 провод РКГМ сечением 0,5 мм2; Iдоп =11 А.

2) На участке QF2-S1 провод РКГМ с сечением 0,5 мм2; Iдоп =11 А.

3) На участке S1 – X1, X2, X3 провод РКГМ сечением 0,5 мм2 I доп = 11А.

**2.9.1.2. Проверяем цепь U ~ 127 В: S = 0,5 мм2; I доп = 11А; Ip = 0,394A**

Iдоп ≥ Ip/K1\*K2; 11A≥0,394/1,0\*0,78; 11А > 0,505 А – условие выполняется.

Окончательно выбираем для цепи U~127В провод РКГМ сечением 0,5 мм2 I доп= 11 А.

2.9.1.3. Проверяем цепь I = 0…6A.

а) на участке U ≈ 220 В до TV6 , Iр = 0,44 А; S= 0,5 мм2 ; I доп = 11А.

Iдоп≥Ip/K1\*K2; 11А> 0,44/0,78; 11 А > 0,564А – условие выполняется.

Окончательно выбираем:

U≈220 В – QF3: РКГМ сечением 0,5 мм2 , Iдоп=11А.

Iдоп≥Ip/K1\*K2; 15А≥6/0,78; 15А≥7,69 А –условие выполняется.

Окончательно выбираем провод РКГМ сечением 0,75 мм2 ; Iдоп = 15А.

Проверяем цепь U=24 В, Ip=2,08А; S=0,5 мм2 , Iдоп= 11А.

Iдоп≥Ip/K1\*K2 ; 11А≥2,08/0,78, 11А>2.671F – условие выполняется.

Окончательно выбираем провод РКГМ сечением 0,5 мм2 , I доп = 11 А.

**2.9.1.5. Проверяем цепь питания релейного блока**

так как Iр = 0,01 А то для этой цепи можно использовать сечение S = 0,3 мм2 но из соображений механической прочности и унификации выбираем провод РКГМ сечением 0,5 мм2 , I доп = 11А.

**2.9.1.6. Проверка индикационного блока:**

Ip= 0,015 А, S = 0,5 мм2 , I доп = 11 А. Выбираем провод РКГМ сечением 0,5 мм2,Iдоп=11А.

2.9.1.7. Проверка блока таймеров: так как блок таймеров имеет очень небольшой ток и напряжение U=15 В, то для него так же находим выбранный ранее провод РКГМ сечением 0,5 мм2 , I доп = 11 А.

РКГМ – провод с медной жилой, с резиновой изоляцией и оплеткой из стекловолокна, пропитанного лаком.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цепь | Тип провода | Сечение, мм2 |
| 1. Питание U≈127 В | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 2. Питание U~127 В | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 3. Подключение I=0…6 А | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 4. Участок TV6 – X6, X7 | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 5. Питание U= - 24 В | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 6. Релейный блок | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 7. Индикационный блок | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 8. Блок таймеров | РКГМ | 0,5 мм2 |
| 9. Питание стенда | РКГМ | 0,75 мм2 |

**2.9.2 Определяем длины проводов и кабелей стенда**

Для удобства расчета длин проводов и кабелей, а также для создания небольшого запаса длины при монтаже элементов стенда принимаем расчетную длину от середины одного элемента, до середины другого элемента.

**2.9.2.1. Цепь индикации работы стенда:**

расстояния QF1 – VD1, 2, 3 = 10 см. Это расстояние принимается и для остальных элементов блока индикации работы стенда.

**2.9.2.2. Цепь питания U≈127 В, U~127 В**

QF1 – QF2 = 20 см, QF2 – TV4 = 165 см, QF2 – TV3 = 190 см, TV1, TV2 – TV3, TV4 = 50 см, TV3, TV4 – S1 = 20 см, S1 – S4 = 20 см, S1 – S7 = 90 см, S4 – S8 = 125 см, S1 – S8 = 105 см, S7 – X1, 2, 3 = 140 см, S8 – X4, 5 = 135 см.

Всего: 1100 см = 11 м.

**2.9.2.3. Цепь питания 0…6А.**

QF1 – QF3 = 40 см, QF3 – S2 =110 см, QF3 – TV5 = 105 см, S2 – TV6 = 35 см,

TV5 – TV6=30 см, TV6 – TV7 = 30 см, TV7 – PW=50 см, PW – S2 = 20 см, PW – РА =20 см, TV7 – S6 = 60 см, TV7 – S5=20 см, S6 – X6,7=75 см.

Всего: 595 см ≈ 600 см = 6 м.

**2.9.2.4. Цепь питания U-24 B и релейный блок**

QF1- S10 = 40 см, S10 - TV6 = 95 см, TV8- стабилизационный блок = 60 см, стабилизационный блок – Х8,9 = 75 см, Х8,9-VD7= 60 см, VD9 – VD17 = 60 см, К1 – К4 = 30 см, стабилизационный блок – SH2 = 80 см, Х10 – Х33 = 100 см.

Прочие соединения элементов в релейном блоке 100 см.

**2.9.2.5. Блок таймеров:**

Т1,2,3 – S9 = 90 см, S6 – S9 = 35 см, S6 – К1,2,3,4 = 120 см, S1 – S9 = 80 см, К4 – S1 = 60 см.

Прочие соединения – 100 см.

Всего: 485≈500см = 5м

**2.9.2.6. Общая длина провода составляет:**

L = 11+6+7+5=29 м.

**2.9.3. Определяем мощности рассеяния элементов стенда:**

**2.9.3.1. Мощности рассеяния трансформаторов**

TV1: PR = Sтр-ра \* (1 - ήтр) = 110 (1-0,91)=9,9 Вт.

TV2: PR = 9,9 Вт; TV3: PR = 2 Вт; TV4: PR = 2 Вт; TV5: PR = 96,6 \* (1-0,91)=9,7 Вт; TV6: PR = 2 Вт; TV7: PR = 58,32 (1 – 0,93) = 4,08 Вт.

∑Ртр-ров = 39,58 Вт.

**2.9.3.2. Мощности рассеяния полупроводниковых элементов:**

а) Мощности рассеивания диодов.

Для облегчения расчета принимаем средние значения падения напряжения на диодах и токи равными

I ср = 0,015 А, ∆U=1,2 В – из расчета.

Тогда мощность рассеяния одного диода равна

РR = ∆U \* I = 1,2 \* 0,015 = 0,018 Вт.

∑РR=12\*0,018=0,216 Вт = суммарная мощность рассеяния диодов схемы.

б) мощность рассеяния светодиодов:

I ср = 15 мА = 0,015 А, ∆Uср = 2,5 В.

РR = ∆U \* I= 2,5 \* 0,015 = 0,0375 Вт – мощность рассеяния одного светодиода.

∑РR = 14 \* 0,0375 = 0,525 Вт – суммарная мощность рассеяния всех светодиодов схемы.

в) мощность рассеяния всех полупроводниковых элементов схемы стенда:

∑Рпп = ∑РRдиодов + ∑РRсветодиодов = 0,216 + 0,525 = 0,741 Вт.

**2.9. 3. 3. Мощность рассеяния блока питания U=24 В**

∑РRБП = РRтр-ра + Рстабилизатора = 2+0,4=2,4 Вт.

РRтр-ра = 50 (1 – 0,96) = 2 Вт.

РRстаб = ∆U\* I= 4\*0,1 = 0,4 Вт.

Принимаем мощность рассеяния блоком питания с запасом равной РR = 10 Вт.

**2. 9. 3. 4. Мощности рассеяния проводов и кабелей стенда**

∑РR = ∑Ii \* Ri \* Li – общие потери мощности в проводах стенда, где

Ii - ток в i – ом проводе , I ср = 1,18 А

Ri - погонное сопротивление i – го провода, R = 28,8 мОм/м

Li – длина i-го провода.

а) Определяем суммарную длину по участкам

∑L1 = 2,9 м, ∑L2 = 25 м, ∑L3 = 1,1 м.

б) Определяем потери мощности по участкам

PR1 = 1.18 \*0.0288 \* 2.9 = 0.098 Вт.

PR2 = 1,18 \* 0,288 \* 25 = 0,849 Вт.

PR3 = 1,18\*0,288 \* 1,1 = 0,037 Вт.

в) ∑РR = PR1 + PR1+ PR3 = 0,098+0,849+0,037 = 0,984 Вт.

**2. 9. 3. 5. Мощность рассеяния в контактной аппаратории**

∑РR = ∑ (I2 \* R\*m) – суммарная мощность потерь в контактных соединениях, где

I - ток контактного соединения

R – сопротивление контактного соединения

m - число фаз контактного соединения.

а) Определяем мощность рассеяния в автоматических выключателях

PRQF1 = 1,62 \* 0,751 \* 3 = 5, 768 Вт.

PRQF2 = 0,562 \* 0,751 \* 3 = 0,563 Вт.

PRQF3 = 0,442 \* 0,751 \* 3 = 0,436 Вт.

∑РR = PRQF1 + PRQF2 + PRQF3 = 5,768 + 0,563 + 0,436 = 6,767 Вт.

б) Определяем потери мощности в переключателях

Переключатели S1 – S10 серии ПМФ – имеют сопротивление контакта соединения 10 mОм.

Потери в контактных соединениях считаются по формуле:

∑РR = ∑I2 \* R\* m, где

I – ток соединения

R – сопротивление контакта

m - число фаз соединения

PRS1 = 0, 01 \* 2 \* 0.5032 = 0,0051 Вт.

PRS2 = 0, 01 \* 2 \* 0,762 = 0,010 Вт.

PRS4 = 0, 01 \* 2 \* 0,5032 = 0,0051 Вт.

PRS5 = 0, 01 \* 2 \* 5,962 = 0,71 Вт.

PRS6 = 0, 01 \* 2 \* 5,962 = 0,71 Вт.

PRS7 = 0, 01 \* 3 \* 0,5032 = 0,0076 Вт.

PRS8 = 0, 01 \* 2 \* 0,3942 = 0,0031 Вт.

PRS9 = 0, 01 \* 2 \* 0,12 = 0,0002 Вт.

PRS10 = 0,01 \* 1 \* 0,2272 = 0,00052 Вт.

∑РR=∑РR1=0,0051+0,010+0,0051+0,71+0,71+0,0076+0,0031+0,0002+0,00052=1,456 Вт.

**2.9.3.6. Определяем потери мощности всех элементов стенда**

∑Рстенд = ∑РRтр-ров + ∑РRполупров. Элем. + ∑РRблок пит.+ ∑РR пров. и каб. + ∑РR перекл.

∑Рстенд = 39,58 + 0,741 + 0,4 +0,984 + 1,5 = 43,21 Вт.

**2.9.4. Тепловой расчет стенда**

1. Объем щита: V = L\*B\*H = 1,5 \* 0,3 \* 0,7 = 0,315 м3.

2. Габариты щита: L = 1,5 м – длина, В = 0,3 м – ширина, Н = 0,7м – высота.

3. Тепловая мощность рассеивания в щите: Ф = 43,21 Вт.

4. Коэффициент заполнения щита: Кзап = ∑Vэл / V, где

∑Vэл = 0,0027 + 0,00578 + 0,0144 +0,0035 + 0,0487 + 0,0002 + 0,00013 + 0,0016 + 0,001= 0,078 м3.

Определяем объемы основных наиболее габаритных элементов щита:

1. Автоматический выключатель V= (0,14\*0,8\*0,9)\*2 + (0,11\*0,75\*0,085) = 0,002016 + 0,000701 = 0,0027 м3.
2. Переключатель (0,068 \* 0,068 \* 0,125)\*10 = 0,00578 м3
3. Латры (0,2\*0,19\*0,1)\*3 = 0,0114 м3
4. приборы (0,15\*0,15\*0,045)\* 2 + (0,110\*0,110\*0,06)\*2 = 0,002 + 0,00145 = 0,00345 м3
5. трансформаторы.

ОСМ 0,25 L=117, B = 116, H=110 - 2 шт.

ОСВМ 0,25 L=269, B = 245, H=168 - 1 шт

ОСМ 0,1 L=117, B = 116, H=100 - 1 шт

ТСВМ 2,5 L=389, B = 364, H=237 - 1 шт

V = (0,017\*0,116\*0,1)\*2 + (0,269\*0,245\*0,168) + (0,117\*0,116\*0,1) + (0,389\*0,364\*0237) = 0,0027+0,011+0,00135+0,0335 = 0,0487 м3

6. Провода V=0.0002 м3.

7. Таймеры (0,0065\*0,045\*0,0015)\*3 = 0,00013 м3

8. блок питания (без трансформатора) V= 0,2\*0,1\*0,08=0,0016 м3.

9. Прочие элементы Vпр= 0,001 м3.

Кзап = ∑Vэл / V = 0,078/0,315=0,247 о.е.

5. Максимальная температура окружающей среды θ3 = 350 С или равно 3080 К.

6. Предельно допустимый перегрев рабочей зоны принимаем υв.доп= 15 К.

7. Определяем коэффициент формул К0= Н\*V-1/3 = 1,028, где Н – высота стенда, V – объем стенда.

8. Определяем площадь нагретой зоны

= 1,364 м2.



9. Определяем удельный тепловой поток нагретой зоны ρзоны – Ф/Sз = 43,21/1,364 = 31,678 Вт/м2.

10. По рисунку приложения (Л. ) определяем математическое ожидание нагрева щита с естественной конвекцией.

М (υ) = 50 К, υдоп= 150К.

Сравниваем значения М (υ) = 50 К и υдоп= 150К и проверяем условие М (υ)< υдоп.

50К < 150К – условие соблюдается.

Таким образом, для охлаждения стенда достаточно естественной конвекции и нет надобности в принудительной вентиляции.

**2.10 Инструкция по эксплуатации**

При эксплуатации стенда следует пользоваться «Инструкцией по безопасности эксплуатации стенда» изложенной в разделе «Безопасность и экологичность».

В процессе работы может возникнуть неисправность, которую необходимо обнаружить и устранить. Характерные неисправности, которые могут возникнуть, перечислены в таблице 1.

Таблица характерных неисправностей.

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Описание неисправности | Вероятная причина неисправности | Способ устранения |
| 1 | Автоматический выключатель QF1 включен, но светодиоды в блоке индикации не светится | а) нет питания на входе стенда  б) неисправен QF1 | Проверить наличие питания на шинах стенда, если его нет, проверить наличие напряжения на входе стенда, при отсутствии его проверить целостность кабеля, подводящего питания, при присутствии заметить QF1 |
| 2 | Не светится один или два светодиода в блоке индикации питания | а)сгорел светодиод  б) перегорел предохранитель соответствующего светодиода | а, б) проверить омметром светодиод (предохранитель). При неисправности заменить. |
| 3 | При испытании прибора в релейно индикационном блоке загорается светодиод, но таймер не начинает отсчёт времени | а) не исправен таймер  б) сгорела катушка соответствующего реле  г) нарушен один из контактов в цепи таймера | а) проверить правильность функционирования таймера с помощью установленных на нём кнопок, при неисправности заменить  б) с помощью омметра проверить катушку. При неисправности заменить  в) проверить исправность всех контактных элементов, а именно контактов принадлежащих цепи включения таймера омметром. При большом сопротивлении замкнутого контакта почистить или заменить контакт |
| 4 | Несимметричность напряжений в блоке изменения напряжения в первом положении S1 | Внутривитковое короткое замыкание одного из трансформаторов TV 3 или TV4 | Перемотать или заменить трансформатор |
| 5 | Повышенное напряжение на выходе стабилизатора напряжения | а) при повороте движка резистора не происходит изменение напряжение..  б) если при повороте движка резистора происходит изменение напряжения. | а)Проверить омметром VT3. При неисправности заменить.  б) Проверить омметром VT1 VT2. При неисправности заменить. |
| 6 | На выходе отсутствует напряжение | Отрыв транзистораVT 1 | Заменить транзистор, найти причину выхода его из строя |

.

**3.1. Введение**

Лабораторный стенд изготовляется с целью проведения испытаний устройств защиты судовых генераторов. Для этого студентами будут выполняться лабораторные работы, целью которых является снятие временных характеристик срабатывания приборов. Чтобы испытания производились точно и быстро, необходимо знать последовательность действий, проводимых при испытании. С этой целью составляется для каждого устройства защиты алгоритм проведения испытания, состоящий из всех последовательных действий, необходимых для выполнения работы с самого начала до конца. Алгоритм включает в себя исполнительные блоки, обозначенные буквой А, и блоки вывода Р. Исполнительный блок предписывает точные действия студента, выполняющего испытания, например, подключение прибора с содержанием конкретных подключаемых клем прибора к клеммам стенда, установки тока определенной величины и с помощью какого оборудования. Блок выбора имеет в своем составе два действия, одно из которых выполняется, если снятие находится в состоянии, указанном в блоке, а другое, если система не находится в этом состоянии. Правдивое и ложное состояние обозначаются соответственно Да и Нет. При подключении прибора нужно учесть, что клеммы прибора обозначаются кон, а клеммы стенда Х.

**3.2. Алгоритмы испытания устройств защиты судовых генераторов**

**3.2.1. Алгоритм испытания устройства УВР**

При составлении данного алгоритма использовались следующие обозначения:

1) Основная программа

А1 – подключение прибора УВР.

Соединительными проводами соединяют следующие клеммы прибора с клеммами стенда

кон 1 – Х6 кон 8 – Х12

кон 2 – Х7 кон 9 – Х13

кон 3 – Х1 кон 12– Х16

кон 4 – Х2 кон 13– Х12

кон 5 – Х3 кон 8 – Х17

кон 6 – Х4 кон 16– Х20

кон 7 – Х5 кон 17– Х21

2) Р1 – подать питание на стенд, условие включения автомата QF1, для его включения рычаг поднять вверх.

3) Р2 – условие включения QF2, подать питание на блок изменения напряжения, отключение (-)

4) Р3 – условие включения QF3 – автомат, подача питания на блок изменения тока (+), отключение (-)

5) Р4 – условие включения переключателя S3, подача питания на блок таймеров, отключение (-)

6) Р5 – условие включения переключателя S10 – подача питания на блок питания 24 В

7) А2 – подпрограмма повышения и понижения нагрузки в блоке

8) А3 – подпрограмма для снятия временных характеристик при понижени напряжения УВР

Подпрограмма повышения и понижения нагрузки

9) Р6 – условие нахождения переключателя S1 в первом положении перевести S1 – в первое положение установить на всех трех фазах напряжения 127 В

10) Р7 – условие включения пакетного выключателя S7 – включить S7 – подать напряжение на прибор

11) Р8 – условие включения S8 – подать однофазное напряжение 127В на прибор

12) Р9 – условие включения S6 – отключить блок изменения тока от прибора, замкнуть цепь внутри блока

13) Р10 – переключатель S9 в первое положение, реагирование системы на нормально разомкнутые контакты реле

14) А4 – путем поворота рукоятки латтра TV6 и по показаниям амперметра РА установить ток, равный 1,8 А

15) А5 – путем поворота рукоятки латтра TV6 и по показаниям амперметра РА увеличить ток относительно предыдущего значения на 0,2 А

16) Р11 – условие включения S6 – включить S6 подать питание, то есть ток на прибор

17) Р12 – блок задержки 5 с. Условие истечение 5 сек. С момента выполнения предыдущего блока

18) Р13 – условие загорания светодиода VD10, сигнализирующем о срабатывании прибора и замыкании клемм Х12-Х13

19) Р14 – условие нахождения переключателя S9 в третьем положении – перевести S9 в третье положение – реагирование системы на нормально замкнутые контакты реле

20) А6 – обнуление таймеров наблюдений нажатия кнопок на таймеры ССВС – если считать, что слева направо кнопки А,В и С соответственно.

21) А7 – процесс остановки отсчета времени таймеров

22) А8 – фиксация времени полученное время на таймере или таймероах являются временем срабатывания прибора или его ступеней. Данное время с током или напряжением дают точку на временной характеристике

23) Р15 – условие загорания светодиода VD12 – срабатывание прибора замыкание клемм Х16-Х17

24) Р16 – показание на амплитуде РА больше 4А условие

Подпрограмма понижения нагрузки

25) Р17 – условие переключатель S1 в третьем положении возможность изменять напряжение между фазами 0…127 В

26) Р18 – напряжение между фазами во всех трех положениях переключателя S4 опустимого ниже 50 В

27) Р19 – переключатель S9 во втором положении – напряжение на клеммах Х1, Х2, Х3 равно 0

28) Р20 – блок задержки времени условие истечения 10 сек с момента выполнения предыдущего блока

29) Р21 – загорание светодиода VD14 – срабатывание прибора

30) А9 – с помощью поворота рукоятки латтра TV6 по амперметру РА установить ток, равный 1А

31) А10 – установить поочередно между фазами А,В и С в блоке изменения напряжения путем поворота рукоятки латтров TV3 и TV4 и переключением переключателя S4 напряжение 110 В

32) А11 – снизить поочередно между фазами А,В и С в блоке изменения напряжения путем поворота рукоятки латтров TV3 и TV4 и переключением переключателя S4 напряжение на 10 В

33) А12 – отсоединить соединительные провода от прибора и стенда, убрать прибор с полки стенда.

**3.2.2. Алгоритм испытания устройства УРГ**

Используются те же обозначения, что и в алгоритме испытания УВР, кроме

1) А13 – подключение прибора УРГ к испытательному стенду.

Соединить проводами следующие клеммы прибора с клеммами стенда.

УРГ – ДА кон 1 – Х5 УРГ-1Р кон 5 – Х12

кон 2 – Х6 кон 6 – Х13

кон 3 – Х1 кон 9 – Х16

кон 4 – Х2 кон 10– Х17

кон 5 – Х3 кон 13– Х20

кон 14– Х21

2) А14 – поворотов рукоятки латтра TV6 по амперметру РА установить ток, равный 3А

3) А15 – по требованию преподавателя установить угол φ = 0, φ = 30 или φ = 600 переключением S2 в одно из положений

4) Р22 – ток по амперметру РА более 5А

**3.2.3. Алгоритм испытания РМ-53**

Используется те же обозначения, что и в алгоритме испытания УВР, а также:

1) А16 – подключение прибора РМ-53 к испытательному стенду. Соединить проводами следующие клеммы прибора с клеммами стенда

кон 1 – Х3

кон 2 – Х2

кон 3 – Х6

кон 5 – Х7

кон 4 – Х12

кон 6 – Х13

2) А18 – поворотом рукоятки латтра TV6 по амперметру РА установить ток, равный току уставки на приборе

3) А17 – установить на приборе РМ-53 ток уставки Iуст = 3,2 А

4) А19 – установить на приборе РМ-53 ток уставки Iуст = 4,4 А

5) А20 – установить на приборе РМ-53 ток уставки Iуст = 4,8 А

6) Р23 – ток, показываемый на амперметре РА увеличился более чем на 1 А относительно тока уставки прибора

7) Р24 – ток уставки на приборе равен 3,2 А – условие

8) Р25 – ток уставки на приборе равен 4,4 А

**3.2.4. Алгоритм испытания РОТ-53**

В алгоритме используются те же условные обозначения, что и в УВР, кроме:

1) А21 – подключение испытуемого прибора РОТ-52 к стенду:

Соединить проводами следующие клеммы прибора с клеммами стенда

кон 1 – Х1

кон 2 – Х2

кон 3 – Х3

кон 4 – Х6

кон 5 – Х7

кон 10– Х12

кон 11– Х13

2) А22 – установить на приборе ток уставки Iуст = 0,25 А

3) А23 – путем поворота рукоятки латтора TV6 и по показаниям амперметра РА увеличить ток относительно предыдущего значения на 0,04 А

4) А24 – установить на приборе Iуст = 0,5 А

5) А25 – увеличить на приборе Iуст = 0,75 А

6) Р26 – переключатель S5 во втором положении, ток изменяется от 0 до 1А

7) Р27 - ток, показываемый на амперметре РА увеличился более чем на 0,25 А относительно тока уставки

8) Р28 – ток уставки равен 0,25 А на приборе

9) Р29 – ток уставки на приборе равен 0,5 А

3.6. Алгоритм испытания устройства УТЗ

1)А26 – подключение прибора УТЗ к стенду

Блок УТЗ – ДА

П1 кон1 – Х1

П2 кон2 – Х2

П3 кон3 – Х3

П1 кон4 – Х6

П1 кон5 – Х7

Блок УТЗ – БВ

Пл 1 кон 1 – Х5

Пл 1 кон 2 – Х4

Пл 2 кон 1 – Х12

Пл 2 кон 2 – Х13

Пл 2 кон 3 – Х16

Пл 2 кон 4 – Х17

2) А27 – отключить от испытательного стенда клеммы Х16, Х17

3) А28 – подпрограмма отсечки испытания режима отсечки прибора УТЗ

4) РЗО – блок задержки времени условия истечения 10 сек с момента выполнения предыдущего блока

**3.3. Заключение**

В данном разделе были составлены алгоритмы испытания устройств УВР, УРГ, УРМ, УТЗ, РОТ-53, РМ-53, которые помогут студентам точно и быстро проводить испытания.

Алгоритмы представлены на ватманах см лист

Все условные обозначения расписаны в отдельности для каждого алгоритма, один и тот же блок с одинаковым функциональным значением дважды не расписывается (поясняется)

# 4.1. Введение

Данный лабораторный стенд будет использоваться в учебном процессе, в связи с этим к нему предъявляются особые требования, которые распространяются на электрооборудование.

При эксплуатации установки возможны случаи отклонения от установленных технологических процессов. Так при проведении лабораторных и исследовательских работ, из-за нарушения правил технической эксплуатации возможен травматизм.

Поэтому возникает необходимость выполнения раздела «Безопасность и экологичность».

**4.2. Анализ на соответствие требованиям безопасности и экологичности**

Разрабатываемый лабораторный стенд будет располагаться в лаборатории судовых электростанций, где имеется искусственное освещение лампами дневного света и естественное, за счет прохождения света через окна. В лаборатории нет принудительной вентиляции. Вентиляция происходит посредством открывания окон в аудитории. В лаборатории поддерживается нормальная температура порядка 250С в осенне-зимний период за счет наличия системы отопления. Полы аудитории имеют изолированный покров линолеум. В лаборатории имеется один вход. Расположение стенда в аудитории показано на рис.4.1

Анализ проектируемой установки в аудитории, в которой располагается стенд, указывает на существование следующих ВО ЭАФ:

**4.2.1. Вредные факторы:**

а) Магнитное излучение при работе отдельных элементов схемы, а именно понижающих туров и трансляторов. Говоря об этих факторах, можно утверждать, что они практически не сказываются, так как мощность всей установки не велика.

б) Чтобы проверить достаточная ли освещенность стенда, выполнен расчет освещения стенда, учитывая то, что стенд будет эксплуатироваться как в светлое так и в темное время суток .

Расчет освещенности.

Находим силу света светильника:



Из графика рис.2.23(л 1)

I Fλ=190 св



св



Горизонтальная освещенность (см. рис 4.2)



Вертикальная освещенность

Ев=μφЕГ



μ=1,3



Ев=1,3 0,69 29,27=26,25 лм.

Нормируемая освещенность стенда должна быть 300 лк. Следовательно, освещенность недостаточная.

Расчет освещенности показывает, что данный фактор существует и с ним надо бороться.

**4.2.2. Опасные факторы:**

а) При монтаже, а также черчения и пайки монтажных проводников и выводов элементов должны быть предусмотрены меры, предохраняющие работающих от ожогов, поражения электрическим током и отравления.

Ожоги, отравления и особенно поражения электрическим током могут иметь различный характер и различную степень тяжести вызываемых ими последствий от кратковременного болевого ощущения до необратимых изменений в организме пострадавшего человека, включая даже смертельный исход.

б) Существует опасность поражения электрическим током, что в свою очередь может привести к травматизму. Поражение электрическим током может произойти по следующим причинам:

1. Прикосновение человека к токоведущим частям стенда при включенном стенде.

2. Прикосновение к корпусу стенда при одновременном пробое изоляции и нарушении заземления.

3. Короткие замыкания внутри стенда.

4. Прикосновение к корпусу при случайном прикосновении фазного провода к корпусу.

Борьба с этими факторами должна выполняться конструктивно в стенде и инструктором по технике безопасности работающего персонала.

**4.2.3. Экологические факторы**

В качестве экологических факторов выступают отходы от контактных работ, а именно обрезом кабеля и проволоки, металлическая и древесная стружка, обрезки металла, кусочки припая, грязные протирочные ветоши. Поэтому надо избавляться от них.

**4.2.4.Аварийные факторы**:

При эксплуатации стенда может произойти короткое замыкание внутри стенда, которое в свою очередь может привести к возгоранию стенда.

Из-за наличия тепловых трасс существует вероятность прорыва трубы или радиаторов с горячей водой, находящейся под давлением. Так как стенд будет располагаться вблизи территории, то возможно, показание воды и пара на стенд и внутри стенда, так как стенд имеет класс защиты IP22, что приведет к значительному ущербу. Поэтому нужно принять меры к защите стенда в этой аварии.

**4.3. Указания для разработки требований к проектируемому объекту для повышения ею устойчивости**

В данном дипломном проекте нужно обеспечить устойчивость функционирования проектируемого объекта и его сохраняемость при авариях и чрезвычайных ситуациях для недопущения срыва учебной программы студентов специальности «Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов».

Проектируемый объект должен быть надежным и ремонтно пригодным, для возможности быстрого восстановления его работоспособности и участия в учебном процессе. На проектируемом стенде устанавливаются сигнальные лампы и контрольно-измерительные приборы, что дает возможность следить за правильностью функционирования прибора. Для того, чтобы начать работу со стендом, персонал должен быть обучен и аттестован по знаниям техники безопасности во избежание ВОЭАФ и поломки испытуемых приборов, а также стенда.

Стенд должен иметь сохраняемость при авариях и чрезвычайных ситуациях во избежание его поломки.

**4.4. Защита от ВОЭАФ**

**4.4.1. Защита в устройстве**

В данном лабораторном стенде предусматривается защита от коротких замыканий и защита от перегрузки трансформаторов напряжения. Защита от токов короткого замыкания производится путем включения в цепь предохранителей FV1…FV3 в блоке индикации питания стенда (см. чертеж принципиальной схемы) FV4…FV6 в блоке изменения напряжения, FV7…FV10 в блоке питания 24 В. защита от перегрузки выполняется автоматическими выключателями 2F1-QF3 на 3, 0,63, 0,63А в блоках индикации питания стенда, изменения напряжения и изменения тока соответственно. Для того, чтобы не было ошибок при подключении, все приборы и клемники на лицевой панели должны быть снабжены информационными табличками (см.общий вид), а наличие питания сигнализируется светодиодами. Корпус стенда имеет защитное заземление (см. монтажную схему). Все кабели должны соединяться через соединительные коробки автоматы имеют простое крепление многожильные кабели имеют оконцевание. Стенд имеет запущенное исполнение IP30. Для снижения пожарной опасности кабельных электропроводок необходимо осуществить удобную прокладку кабелей, которая будет способствовать быстрой локализации очагов пожара. Может быть применена прокладка кабельных покровов после укладки кабелей на кронштейны цементным молоком, смешанным с 5% бихромата калия. Следует по возможности сократить число кабелей в пуске при вертикальной прокладке. При возникновении пожара следует отключить питание установки, если это возможно, и тушить при помощи углекислого огнетушителя.

**4.4.2. Указания к безопасному монтажу стенда**

Поэтому при монтаже стенда необходимо строго и неукоснительно соблюдать перечисленные ниже правила безопасного выполнения монтажных работ.

4.4.2.1. Производить работу на исправном оборудовании, пользуясь исправным инструментом и приспособлениями, и применять их только по прямому назначению. Стержень паяльника не должен качаться, его ручка не должна иметь трещин, шнур не должен иметь нарушений изоляции.

4.4.2.2. Электрические провода, подводящие питание к рабочему месту, должны быть надежно изолированы и защищены от механических повреждений. Напряжение питания местного освещения, электропаяльника и лудильной ванны должно быть не выше 36 В, питание приспособлений для обжига изоляции — 6 В. В перерывах между пайками паяльник надо держать на металлической или огнестойкой подставке.

4.4.2.3. Припаиваемый провод нужно придерживать пинцетом. Во избежание образования брызг при пайке флюс наносить гонким слоем. Лишний припой со стержня паяльника удалять специально предназначенной для этого салфеткой, а не стряхивать излишки припоя с наконечника.

4.4.2.4. Пользуясь боковыми кусачками, откусывать провод от себя. Следить за тем, чтобы отлетающие частицы не попадали в окружающих.

4.4.2.5. Работу с проводами, имеющими изоляцию из стекловолокна, выполнять в хлопчатобумажных перчатках.

4.4.2.6. Места, где производятся работы с вредными веществами (флюсы, припои, стеклолента, фторопласт, компаунды и др.), должны быть оборудованы местными вытяжными устройствами, а все операции пайки и лужения - производиться при включенной вытяжной вентиляции.

4.4.2.7. Демонтаж радиоаппаратуры и отпайку проводов от контактных лепестков и электрических соединений производить в защитных очках.

4.4.2.8. Паяльные работы в стенде можно производить при полном снятии с них напряжения.

4.4.2.9. Не допускать попадания влаги в лудильную ванну, все детали перед лужением хорошо просушивать.

4.4.2.10. В помещениях, где производится пайка припоем, содержащим свинец, не допускать принятие пищи, воды, хранения личных вещей во избежание попадания свинца в организм человека. Личную одежду хранить в установленных местах, перед посещением столовой, буфета, медпункта снимать спецодежду. Перед приемом пищи и по окончании работы мыть руки с мылом.

4.4.2.11. Работающие с эпоксидными смолами, компаундами и их отвердителями должны иметь специальную одежду, резиновые перчатки и защитные очки. Попавшие на кожу брызги смолы, отвердителя или компаунда немедленно промыть теплой водой с мылом.

4.4.2.12. Поскольку при монтаже стенда используют бензин, ацетон и другие легковоспламеняющиеся жидкости, во всех производственных помещениях должны соблюдаться меры противопожарной безопасности:

а) на рабочем месте нельзя курить и пользоваться открытым огнем;

б) все производственные операции должны производиться с малым количеством легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей и в технологической таре;

в) технологическая тара должна быть металлической с резьбовыми пробками и иметь форму, исключающую ее опрокидывание;

г) на таре должен быть предупредительный знак «Огнеопасно».

4.4.2.13. Использованные промывочные жидкости должны собираться в специальные емкости и не должны сливаться в раковины и сточную канализацию общего назначения.

**4.4.3. Указания к безопасной эксплуатации**

4.4.3.1 К эксплуатации испытательного стенда допускаются люди, прошедшие соответствующую подготовку, инструктаж и изучившие настоящее техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

4.4.3.2. При работе должны быть закрыты передние и задние двери стенда.

4.4.3.3. Запрещается прикосновении к токоведущим частям стенда. Площадка перед лицевой и проход сзади стенда должны иметь проверенный изоляционный покров (резиновые коврики и т.д.).

4.4.3.4. Необходим периодический контроль состояния заземления стенда и его отдельных элементов.

4.4.3.5. Профилактические осмотры стенда и уход необходимо производить только при снятом напряжении.

4.4.3.6. Вблизи стенда запрещается хранить и производить работы с горючими, легко воспламеняющимися, пылеобразными, взрывоопасными и ядовитыми веществами.

4.4.3.7. Категорически запрещается отсоединять и присоединять испытуемые приборы к питающим клеммам стенда при наличии напряжения на стенде.

4.4.3.8. Запрещается производить испытания при неисправных контрольно измерительных приборов стенда, шунтировать предохранители.

4.4.3.9. Для снижения пожарной опасности кабельных электропроводок необходимо осуществить удобную прокладку кабелей, которая будет способствовать быстрой локализации очагов пожара. Может быть применена пропитка кабельных покровов после укладки кабелей на кронштейны цементным молоком, смешанным с 5% бихромата калия. следует, по возможности, сократить число кабелей в пучке при вертикальной прокладке. При возникновении пожара следует отключить питание установки, если это возможно, и тушить при помощи углекислого огнетушителя.

4.4.3.10. Подготовка к работе.

4.4.3.10.1. Испытательный стенд должен подвергаться периодическим осмотрам. При осмотре необходимо убедиться, что

а) в стенде отсутствуют посторонние предметы,

б) все детали исправны и не загрязнены,

в) отдельные проводники своими кабельными наконечниками не касаются друг друга и корпуса стенда,

г) расположение проводников не препятствует движению подвижных элементов аппаратов,

д) отсутствует ослабление крепежа отдельных элементов,

4.4.3.10.2. До подачи напряжения на стенд

а) произвести осмотр в соответствие с пунктом 2.1.

б) убедиться, что все выключатели отключены,

в) замерить величину сопротивления изоляции. После этого можно подать напряжение на стенд от трехфазной сети переменного напряжения.

г) подключить испытуемые приборы.

4.4.3.11. Обслуживание во время работы.

4.4.3.11.1. Лаборант лаборатории судовой электростанции обязан:

а) проводить включение и отключение выключателей,

б) следить за тем, чтобы студенты проводили испытания в соответствие с алгоритмами испытания приборов,

в) при обнаружении запах дыма или искрения немедленно отключить питание стенда и устранить причину его появления,

г) устранить неисправности при их возникновении,

д) следить за тем, чтобы студенты выполняли правила инструкции по эксплуатации,

е) испытуемые приборы должны устанавливаться только на полке стенда, и подключаться только предусмотренными кабелями.

ж) о состоянии системы нельзя судить по положению рукояток автоматических выключателей, о наличии питания на стенде и его элементах можно судить контрольно измерительной аппаратуры.

з) при временном прекращении работы, переключениях в схемах и монтажных работах, установка должна быть отключена от источника питания и на рубильнике вывешен плакат «НЕ ВКЛЮЧАТЬ, РАБОТАЮТ ЛЮДИ!»

и) не оставлять без наблюдения работающую установку.

4.4.3.11.2. Студентам при проведении работ:

а) не прикасаться к частям электрической установки, находящимся под напряжением.

б) не производить переключения в схемах, находящихся под напряжением.

в) не пользоваться приборами, если в них замечено искрение или замыкание под корпусом.

г) в случае поражения электрическим током немедленно выключить соответствующий выключатель для освобождения пострадавшего от электрического тока.

д) следить за показаниями измерительных приборов и соответственно на них реагировать.

е) о всех замечаниях и неисправностях и ненормальной работе установки немедленно сообщить лаборанту и сделать соответствующие записи в журнале эксплуатации приборов установки.

4.4.3.12. Действия персонала при пожаре

а) вызвать пожарную охрану

б) сообщить о пожаре администрации.

в) направить для встречи пожарных подразделений лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников.

г) организовать тушение первичными средствами пожаротушения.

д) принять меры по созданию безопасных условий работы для персонала и пожарных подразделений по тушению пожара (подготовить заземляющие устройства для пожарных стволов, пеногенераторов, пожарных машин, а также диэлектрические болты и перчатки), проверить качество заземления.

е) произвести необходимые операции по возможному отключению электрооборудования и кабелей в зоне воздействия пожара.

4.4.3.13. Оказание первой помощи при поражении электрическим током [14, 15.]

Сопротивление тела человека в зависимости от условии, в которых он находится, имеет различное значение. При наиболее неблагоприятных условиях сопротивление току может понизиться до 1000 Ом. Опасным для жизни человека считается переменный ток (при частоте 50—60 Гц) 0,1 А и постоянный ток 0,05 А. При контакте человека с электрической сетью сопротивление его тела сначала велико и через тело проходит малый ток, но он вызывает судороги мышц. Если человек в первые секунды не сумел освободиться от действия тока, сопротивление его тела начинает резко снижаться, проходящий ток возрастает и это приводит к остановке сердца и прекращению дыхания человека. Сеть, под действие тока которой попал человек, необходимо отключить, приняв меры предосторожности и оказать первую помощь пострадавшему.

Первая помощь пострадавшим от электрического тока.При оказании первой помощи пострадавшему необходимо помнить, что успех зависит от быстроты действия, находчивости и умения лица, оказывающего помощь.

Прежде всего, необходимо быстро отключить ту часть установки, которой касается пострадавший, обезопасив возможное падение пострадавшего. Если быстро отключить установку нельзя, необходимо оторвать пострадавшего от токоведущих частей.

Для отделения пострадавшего от токоведущих частей на низком напряжении можно воспользоваться сухой одеждой, сухой доской или другим сухим непроводником. Можно взяться за одежду пострадавшего, если она сухая и отстает от тела. Можно перерубить провода каждый в отдельности топором с сухой деревянной рукояткой.

Если пострадавший в сознании, его нужно направить к врачу для оказания первой помощи. Если пострадавший находится в обморочном состоянии, но работа сердца и дыхания не нарушена, то его надо уложить, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, создать приток свежего воздуха, давать нюхать нашатырный спирт, растирать и согревать тело до прихода врача.

Если пострадавший редко и судорожно дышит или совершенно отсутствуют признаки жизни (нет дыхания, пульса), то налицо электрический удар. Это состояние мнимой смерти нередко принимается за действительную смерть. Необходимо немедленно приступить к оживлению пострадавшего тут же, на месте, путем производства искусственного дыхания и делать его непрерывно до прибытия врача или до появления трупных пятен.

Когда пострадавший начнет дышать самостоятельно, продолжать искусственное дыхание вредно. Но если дыхание вновь начнет ослабевать или прекращаться, то следует немедленно возобновить искусственное дыхание.

Два способа производства искусственного дыхания.

Первый способ — искусственное дыхание производит один человек. Положить пострадавшего на живот, головой на одну согнутую руку. Другая рука вытянута вперед. Раскрыть и очистить (от слизи) рот, вытянуть язык, но держать его не нужно. Встать на колени над пострадавшим как бы верхом, лицом к его голове так, чтобы бедра пострадавшего были между коленями оказывающего помощь. Положить ладони на спину пострадавшего, на нижние ребра, охватив их с боков сложенными пальцами. Считая «раз», «два» и «три», постепенно наклонять свое тело вперед так, чтобы весом своего тела наваливать­ся на свои вытянутые руки и таким образом нажимать на нижние ребра пострадавшего (выдох). Не снимая рук со спины пострадавшего, откинуться назад (вдох). Сосчитав «четыре», «пять», «шесть», вновь постепенно наваливаться тяжестью своего тела на вытянутые руки, считая «раз», «два», «три» и т. д. Нажатия нужно производить не спеша, равномерно, 12—15 раз в минуту. При переломе ребер и при ожогах спины этот способ не применяется.

Второй способ — искусственное дыхание производят два или три человека. Положить пострадавшего на спину, подстелив что-либо теплое и подложив под лопатки сверток одежды, чтобы голова немного запрокинулась назад. Раскрыть и очистить рот. Вытянуть и удерживать язык, слегка подтягивая его к подбородку. Встать на колени над головой пострадавшего, захватить его руки у локтя и, считая «раз», «два» и «три», поднять руки пострадавшего и закинуть их за голову (вдох). Считая «четыре», «пять», «шесть», прижать руки к бокам (выдох) и т. д. При наличии двух помощников искусственное дыхание производят двое, каждый за одну руку, согласуя свои действия по счету, третий удерживает вытянутый язык. При переломе руки или ключицы второй способ не применяется.

При правильно выполняемом искусственном дыхании слышится звук (как бы стон) "от прохождения воздуха через дыхательные пути пострадавшего. Отсутствие звука указывает на то, что язык запал и мешает прохождению воздуха.

В последние годы распространен простои способ искусственного дыхания, так называемый «изо рта в рот», обеспечивающий поступление в легкие воздуха до 1 л и более. При этом, прежде всего необходимо обеспечить пораженному свободную проходимость верхних дыхательных путей. Затем, если нет специальной трубочки, на рот пострадавшего кладут платок и начинают вдувать воздух изо рта в рот. При этом необходимо следить за тем, чтобы в легкие пострадавшего попадало, возможно, больше воздуха. Выдох происходит самостоятельно, в результате спадания грудной клетки. Частота дыхания не должна превышать 12—16 раз/мин.

**4.4.4 Отключение стенда**

Для отключения стенда следует:

а) отключить выключатели блока питания, изменения напряжения и тока,

б) отключить питание стенда,

в) отсоединить испытуемые приборы,

г) убрать приборы и соединяющие кабели с полки стенда.

**4.4.5. Техническое обслуживание**

4.4.5.1. Кроме общего осмотра, как это описано выше, необходимо проверить состояние изоляции стенда.

4.4.5.2. Постоянно должны приниматься меры к тому, чтобы содержать все элементы сухими, предотвращать появление капель влаги на частя стенда. Необходимо следить за исправным состоянием защитных заземлений.

4.4.5.3. Стенд должен содержаться в чистоте. При замене элементов стенда необходимо предохранять от загрязнения и механических повреждений токоведущие части и контактные соединения.

4.4.5.4. Осмотры и ремонты можно производить только после снятия напряжения со всех элементов стенда. Если какому-либо элементу стенда необходим ремонт в мастерской или замена, он может быть демонтирован.

4.4.5.5. Уход за измерительными приборами, устройствами автоматики, селективными и установочными выключателями, универсальными переключателями, трансформаторами напряжения и другими аппаратами производить согласно указаниям соответствующих инструкций на данный аппарат или устройство.

4.4.5.6. По уходу за шинами, проводами, сигнальными лампами и предохранителями руководствоваться следующим:

а) уход за шинами и проводами.

Необходимо следить за состоянием шин и проводов. При обнаружении чрезмерных местных нагревов необходимо проверить затяжку гаек болтовых соединений. Если это не устранит нагрев, тока следует на месте нагрева разъединить шины или провода, хорошо вытереть контактные поверхности ветошью, увлажненной спиртом и залудить их. При необходимости напять новые наконечники.

б) уход за предохранителями.

Не рекомендуется пользоваться предохранителями в качестве разъединителей. Для перезарядки держателей необходимо пользоваться исключительно штатными предохранителями. Категорически запрещается замена предохранителей медной проволокой или лентой.

После перегорания предохранителя необходимо установить причину, вызвавшую перегорание предохранителя и только после ее устранения вставить новый предохранитель в держатель.

в) уход за сигнальными лампами.

Необходимо периодически контролировать состояние сигнальных ламп. Перегоревшую лампу и разбитую арматуру заменить новыми из запаса. После замены лампы, съемную часть арматуры установить на место и закрепить ее.

4.4.5.7. Проверку изоляции стенда перед включением в работу и после длительной стоянки необходимо производить совместно с присоединенной внешней схемой. Для этого необходимо включить все выключатели, напряжение при этом на стенде должно отсутствовать. Затем проверить, нет ли на поверхности изоляции стенда водяных пленок, образовавшихся вследствие конденсации паров воды. Такие пленки нужно удалять, протирая изоляцию сухой хлопчатобумажной тканью.

После этого можно измерять сопротивлении изоляции. Измерение сопротивления изоляции необходимо производить 500-вольтовым мегомметром. Сопротивление изоляции при этом должно быть не менее 0, 25 Мегом.

4.4.5.8. В случае получения низкой изоляции стенда при совместном замере необходимо измерение сопротивления изоляции щита производить отдельно от внешней схемы.

В этом случае, если окажется низкой изоляция стенда, тока его необходимо сушить.

4.4.5.9. Сушка щита производится нагретым воздухом, который вводится в стенд снизу.

Воздух нагревается до температуры 80-85 С, при помощи реостата или осветительных ламп. Если сушкой не удается довести сопротивление изоляции стенда до нормы, необходимо проверить изоляцию каждого отдельного участка электрической цепи.

4.4.5.10. После обнаружения участка или детали с поврежденной изоляцией необходимо устранить эффект или заменить деталь запасной, если невозможно ее отремонтировать.

**4.5. Обеспечение экологической безопасности**

В целом проектируемая установка является экологически чистой, и для нее не предъявляются особые требования по экологичности. Однако, все отходы, образующиеся в процессе монтажа, ремонта и эксплуатации системы необходимо складывать в специальные контейнеры. Рядом с установкой необходимо установить два контейнера для отходов: открытый и закрытый. Все отходы из контейнеров по мере накопления должны сдаваться на переработку и утилизацию.

**4.6. Обеспечение повышенной устойчивости проектируемого объекта**

При прорыве теплотрасс возможно попадание воды или пара на стенд и внутрь его. Поэтому стенд не имеет крепления с полом, и при возникновении этого фактора стенд нужно вынести из аудитории или в место аудитории недоступном для воды и пара, отсоединив предварительно силовую шину питания при снятом напряжении.

Для работы со стендом освещение не достаточно, поэтому установим дополнительно светильник ОДР с двумя лампами над стендом, как показано на рис. 4.3

Рассчитаем освещение в самой удаленной точке А ( рис 4.2 ).

Нахождение силы света:



из рис. 2.23 [Л 1 ]



св



Освещенность горизонтальная:



лм



Вертикальная освещенность



Из проведенного расчета видно, что освещенность в т.А равна 373 лм. Освещенность нормируемая должна быть 300 лм. Значит, освещенности достаточно.

**4.7. Ответственность за нарушение инструкции**

Лица, виновные в нарушении инструкции безопасного обслуживания экспериментальной установки, несут дисциплинарную ответственность. А если результат нарушения инструкции был тяжелым, то наступает уголовная ответственность.

**4.8. Заключение**

В этом разделе приведен анализ разрабатываемой установки с точки зрения безопасности и экологичности. Данная установка является экологически безопасной. Шум и вибрация, производимая установкой во время работы, сказываются в незначительной степени, из-за ее малой мощности.

В разделе также представлены инструкции по безопасности обслуживания электрооборудования стенда, призванные снизить электротравматизм. Рекомендуется проводить предварительный осмотр стенда при каждом его запуске, что позволит предупредить аварийные ситуации. Осуществлять периодический контроль сопротивления изоляции.

Применение разработанных в разделе защитных решений позволяет снизить в проектируемом стенде.

Расчетная величина снижения уровня опасности определяется по выражению:



∆L – снижение уровня опасности от ВОЭАФ в проектируемом объекте.

n – число ВОЭАФ учтенные в проектируемом объекте до выполнения раздела.

h – число ВОЭАФ учтенные в разделе.

t – время их действия на персонал.

Аварийные факторы: учтенные до выполнения раздела:

- зашита от коротких замыканий,

- защитное заземление,

- защита от перегрузки.

После выполнения раздела

- инструктаж эксплуатационников,

- защита от пожаров,

- защита от прорыва теплотрассы,

- защита от поражения электрическим током,

- защитные действия при монтаже,

- утилизация отходов,

- освещенность.



**4.9. Список литературы**

1. Крепак О.Ф. Судовая светотехника. Учебник. Л., «Судостроение», 1971, стр.176-179.

2. В.В.Мешков. Осветительные установки.М. – Л, Госэнергоиздат, 1972 г.

3. О.Е.Вершининин. Монтаж радио-электронной аппаратуры и приборов,стр. 22-23.

4. П.П.Селиванов. Ремонт и монтаж судового электрооборудования. Изд-во транспорт 1982, стр.186-187.

5. Справочник электрика (под ред.П.Ф.Шкарбанова). Саратовское книжное издательство 1963 г, стр.452-453.

6.Отчет по производственной плавательной практике за 4 курс. Выполнил: студент ДАЭ-42 Кузнецов Е.А.

7. Методические указания для выполнения раздела «Безопасность и экологичность проекта» в дипломных проектах студентов специальности 240600 «Эксплуатация электрооборудования и автономности судов» под. Ред. К.т.н.,доц. Соколовин В.М. АГТУ 1999

8. Правила классификации и постройки морских судов Морской ре­гистр судоходства Санкт-Петербург, 1999 г.

9. Гордон Г.Ю., Вайнштейн Л.И. Электротравматизм и его предупреждение. М: Энергоатомиздат, 1986.-256 с.: ил

10. Смелков Г.И., Кашолкин Б.И., Поединцев И.Ф. Справочник по пожарной безопасности электроустановок и электронагревательных приборов. М., Стройиздат, 1977. 192 с.

11. Кашолкин Б.И., Мешалкин Е.А. Тушение пожаров в электроустановках. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 112с. ил. - (Библиотека электромонтёра; Вып. 571)

12. Основы электробезопасности. – 5-е изд.,перераб и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинград.отд-ние, 1991.-480 с.:ил.

**5.1. Введение**

В лаборатории «Судовых электростанций кафедры «Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов» будет установлен лабораторный стенд для испытания устройств защиты судовых генераторов.

Использование данного стенда в учебном процессе дает преимущество проводить испытание устройств защиты не используя реальные судовые объекты. Габаритные размеры стенда намного меньше, чем размеры генератора и судовых сетей, и при его использовании требуется меньше энергозатраты на проведение эксперимента. Так же снижаются затраты на ремонт и обслуживание оборудования.

Оценить экономический расчет довольно трудно, так как лабораторный стенд будет использоваться только в учебных целях, для проведения студентами лабораторных работ. С использованием этого стенда предоставляется возможность детального изучения процессов протекающих в судовых устройствах защиты генераторов. В установке предусмотрено устройство, имитирующее перегрузку, снижение напряжения и скачки токов. При помощи этого устройства, можно будет моделировать условия, при которых работа реальных генераторов была бы невозможна, из-за высокой степени вероятности выхода их из строя и связанных с этим больших затрат на ремонт. На основе данных полученных при проведении экспериментов на данном стенде можно судить о работоспособности и правильности функционирования испытуемого устройства защиты.

Студенты при проведении лабораторных работ изучают эти устройства защиты более подробно, и имеют возможность наглядно наблюдать принципы работы данного устройства. Таким образом, студентами получаются более повышенные знания, и происходит подготовка более квалифицированных специалистов.

Таблица 5.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Кол-во | Цена 1 шт., руб. | Стоимость на 1 систему |
| Механическая часть |  |  |  |
| Листовое железо 2 мм | 2,5 | 150 | 375 |
| Профиль прямоугольный 25х25 стальной | 8 | 105 | 840 |
| Указательные таблички |  |  | 300 |
| Винт М2х20 с гайкой и шайбой | 50 | 0,5 | 25 |
| Винт М5х100 с гайкой | 20 | 2,5 | 50 |
| Полка деревянная 1,5х0,8х0,04 | 1 | 80 | 80 |
|  |  |  |  |
| Электрическая часть |  |  |  |
| Латр лабораторный | 3 | 400 | 1200 |
| Трансформатор напряжения 220/127 ОСМ 0,25-74 ОМ5 | 3 | 250 | 750 |
| Трансформатор напряжения  ОСМ 0,1-74 ОМ5 | 1 | 150 | 150 |
| Автоматический выключатель АК 63 ЗП | 3 | 160 | 480 |
| Амперметр Э378 | 1 | 120 |  |
| Вольтметр М330 | 2 | 120 |  |
| Ваттметр 335 | 1 | 120 |  |
| Переключатели ПМФ90  На 2 положения 1П  На 2 положения 3П  На 3 положения 1П  На 14 положений 1П  На 2 положения 2П | 2  2  3  1  2 | 15  40  20  110  30 | 30  80  40  110  60 |
| Реле РП-24 | 4 | 30 | 120 |
| Кабель | 10 | 18 | 180 |
| Провод | 29 | 2 | 58 |
| Предохранитель | 8 | 1 | 8 |
| Резистор постоянный | 22 | 1 | 22 |
| Переменный СП | 1 | 15 | 15 |
| Светодиоды АЛ 112 | 12 | 2,5 | 30 |
| Конденсатор К50 | 3 | 8 | 24 |
| Кнопка | 1 | 3 | 3 |
| Транзистор КТ 203 | 1 | 2 | 2 |
| Транзистор КТ 817 | 1 | 4 | 4 |
| Транзистор К 819 с резистором | 1 | 40 | 40 |
| Диод КД 203 Б | 6 | 8 | 48 |
| Диод КД 203 А | 13 | 4 | 52 |
| Клемник 1-хзажимный | 30 | 3 | 90 |
| Клемник 4-х зажимный | 1 | 15 | 15 |
| Таймер | 3 | 50 | 150 |
| Текстолит 250х200 | 1 | 50 | 50 |
| Припой | 1 | 3 | 3 |
| Светильник ОДР |  |  |  |

**5.2. Определение оптовой цены испытательного стенда**

Оптовая цена стенда определяется по выражению [Л ]:

Цопт = Соб + Стр + Сизг + П,

где Соб – расходы на приобретение оборудования, комплектующих изделий, материалов

Сизг – затраты, связанные с изготовлением, монтажом установки (оборудования)

П – прибыль

Расходы на приобретение оборудования Соб составляют 6136 руб.

Данные по стоимости комплектующих элементов взяты из информационного бюллетеня за последний квартал 2002 г., и приведены в таблице 1.

Расходы по доставке оборудования, изделий, деталей (Стр)можно определить по нормативу транспортных расходов по предприятию либо рассчитать по смете, исходя из дальности доставки, вида транспорта, количества сопровождающих груза, командировочных расходов.

Ориентировочно они могут быть приняты 10% от стоимости оборудования и составляют Стр= 6136 0,1=613 руб.

В затраты, связанные с изготовлением изделий (Сизг) согласно [Л ] входят следующие расходы:

* заработная плата Сз,
* отчисление на социальное страхование СЗСС,
* расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (Соб),
* общепроизводственные расходы Собщепроизв,
* общехозяйственные расходы Собщехоз,

Сизг= СЗ + СЗСС + Стр + Соб + Собщепроизв + Собщехоз + СЗПР

Сз = (Оклад÷24÷7) Т Z

Где Z – количество людей, принимающих участие в сборке. В монтаже механической части принимают участие один сварщик с окладом 800 руб., слесарь с окладом 1000 руб. В монтаже электрической части принимают участие два электрика с окладом 1000 руб. Монтаж механической части производится в течение времени Т=8 часов, электрической части Т=50 часов.

Сз = (800÷24÷7) 8 1 + (1000÷24÷7) 8 1 + (1000÷24÷7) 50 2 = 85,7 + 595,2 = 680,9 руб.

Премия за выполнение работы качественно и в срок (СЗПР) определяется в процентах от основной заработной платы (СЗосн). Норматив премиальных выплат не превышает 50%. Дополнительная заработная плата (СЗдоп) рассчитывается в соответствие с действующим на предприятии нормативом (Нз доп) от основной заработной платы включая премию.

,



где Нздоп = 20%



Отчисления на социальное страхование во внебюджетные фонды составляют: 35,6%.

СЗСС=(СЗосн +СЗПР + СЗдоп) 0,356

СЗСС=(680,9+340,45+204,27) 0,356=436,32 руб.

В статью «Расходы на содержание оборудования» (Соб)входят расходы на содержание, амортизацию, ремонт оборудования, износ инструментов, заработная плата рабочих, обслуживающих оборудование.

Размер этих расходов определяется по установленным на предприятии нормативам (Ноб) от суммы основной заработной платы (СЗосн)

Соб = СЗосн \* Ноб

Соб = 680,9 \* 0,20=136,2

В статье «Общепроизводственные расходы» отражаются по обслуживанию цехов и управлению ими. Размер их также устанавливается в соответствии с действующими на предприятии нормативами (Нобщепр) от суммы основной заработной платы (СЗосн).

Сцех = СЗосн Нобщепр

Сцех = 680,9 1,5=1021,35

К статье «Общехозяйственные расходы» относятся затраты, связанные с управлением предприятия, организацией, производства в целом. Эти расходы также как «содержание оборудования» и «общепроизводственные расходы» являются косвенными и рассчитываются по нормативам (Нобщехоз)от размера основной заработной платы (Сзосн)



Нобщехоз = 85%

Собщ = 680,9 0,85 = 578,76 руб.

Значение показателя прибыли можно определить исходя из среднего, скопившегося на предприятии уровня рентабельности продукции. Можно принять средний уровень накоплений в размере 20-30% орт себестоимости изделия (Сп).

Сп = Соб + Стр + Сизг

Сизг = 680,9+204,27+436,32+136,2+1021,3+578,76+340,45=3395,9 руб.

Сп = 6136+3395,9+613=10144,9 руб.

П = 10144,9 0,2=2028,98 руб.

Результаты вычислений сведены в таблицу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Усл. обозначение | Сумма, руб. |
| 1. Стоимость оборудования | Соб | 6136 |
| 2. Транспортные расходы | Стр | 613 |
| 3. Основная заработная плата | СЗосн | 680,9 |
| 4. Премия | СЗпр | 340,45 |
| 5. Дополнительная заработная плата | СЗдоп | 204,27 |
| 6. Отчисления на социальные нужды | СЗсс | 436,22 |
| 7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | Соб | 136,2 |
| 8. Общепроизводственные расходы | Собщепр | 1021,35 |
| 9. Общехозяйственные расходы | Собщехоз | 578,76 |
| 10. Полная себестоимость | СЗдоп | 3 395,9 |
| 11. Накопления | П | 2028,98 |
| 12. Оптовая цена | Цопт | 12172,9 |
| 13. Налог на добавленную стоимость | НДС | 2434,9 |
| 14. Оптовая цена с НДС | Цопт с НДС | 14607,48 |

**5.3. Заключение**

Оптовая цена стенда составила 14607,48 руб, однако, учитывая то, что основное дорогостоящее оборудование уже имеется на кафедре «Электрооборудования и автоматики судов» затраты на изготовление стенда будут гораздо меньше. Они включают в себя стоимость недостающих элементов и монтаж оборудования. Эти деньги пойдут из фонда университета на расширение и развитие лабораторной базы.

**6.1. Подача питания**

Прежде чем сдать стенд в эксплуатацию, необходимо произвести следующие действия:

До подачи питания на стенд нужно:

6.1.1. Произвести внешний осмотр, при осмотре необходимо убедиться, что

а) в стенде отсутствуют посторонние предметы,

б) все детали исправны и не загрязнены,

в) отдельные проводники своими кабельными наконечниками не касаются друг друга и корпуса стенда,

г) расположение проводников не препятствует движению подвижных элементов аппаратов,

д) отсутствует ослабление крепежа отдельных элементов аппаратов.

6.1.2. Проверить заземление, то есть проверить сопротивление измеряющего провода, оно должно быть не более 4 Ом.

6.1.3. Проверить сопротивление изоляции: до 220 В – 500 вольтовым мегоометром, в цепи с напряжением до 36 В тестером.

6.1.4. Убедиться, что все выключатели, переключатели установлены в нулевое положение.

**6.2. Проведение испытания стенда**

6.2.1. Подать питание на стенд от ГРЩ.

6.2.2. Включить QF1 – подать питание на шины стенда.

6.2.3. Включить QF2 – подать питание на блок изменения напряжения.

6.2.4. С помощью поворота рукояток латров TV3, TV4, переключателя S1, PV1, S4 убедиться в том, что напряжение изменяется от 0 до 127 В между всеми тремя фазами.

6.2.5. Включить QF1 – подать питание на блок изменения тока.

6.2.6. С помощью PA и TV6 убедиться в том, что ток изменяется от 0 до 6 А в первом положении переключателя S5 и от 0 до 1А во втором положении S5.

6.2.7. Замкнуть S7, S8 и S6 и тестером проверить наличие тока и напряжения нак клеммах Х1-Х7.

6.2.8. Включить S10 – подать питание на блок питания – 24 В.

6.2.9. Убедиться в наличии питания – 24 В на клеммах Х8, Х9.

6.2.10. Нажать SH2 и проверить свечение всех светодиодов.

6.2.11. Включением S9, S1 и S6 убедиться в том, что таймеры начинают отсчет времени (согласно алгоритму).

6.2.12. Замкнуть накоротко Х12, 13; Х16,17; Х20,21 и убедиться, что таймеры прекращают отсчет времени.

6.2.13. Оставляем в отключенном состоянии при максимальных значениях токов и напряжения стенд на один час. После этого стенд проверяем элементы на наличие перегрева.

**6.3. Составление акта о приемке**

Созывается комиссия АГТУ в составе заведующего кафедры «Электрооборудование и автоматика судов», заведующего лабораториями, инженера по технике безопасности, энергетика. Составляется акт о приеме стенда, в который заносятся результаты испытаний, после чего акт подписывается всеми членами комиссии.

В ходе дипломного проектирования было разработано электрооборудование и конструкция лабораторного стенда для испытания устройств защиты судовых генераторов.

Составлена:

1. Принципиальная электрическая схема установки

2. Произведен обоснованный расчет и выбор элементов схемы, а также представлена схема соединений

3. Разработана конструкция стенда

4. Разработаны алгоритмы проведения испытаний

Использование данного стенда позволит:

1. проводить испытания устройств защиты, не используя реальные судовые генераторы и сети, что в значительной степени снизит затраты на эксперименты, из-за малой мощности лабораторной установки. Затраты на обслуживание и ремонт стенда так же меньше по сравнению с судовыми генераторами.

2. Повысить качество обучения студентов за счет детального изучения устройств и наглядного принципа работы

3. При сертификации контрольно-измерительных приборов, проведение тестирования устройств защиты

Разработанное электрооборудование отвечает требованиям надежности и безопасности обслуживания.

Оптовая цена стенда составила 14607,48 руб, однако учитывая то, что основное дорогостоящее оборудование уже имеется, затраты на изготовление стенда будут гораздо меньше. Они будут включать в себя стоимость недостающих элементов и монтаж электрооборудования.

**Список использованных источников**

1. ГОСТ 2.001- 70 “ЕСКД. Виды изделий”.
2. ГОСТ 2.004- 88 Общие требования к выполнению конструкторских и технических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
3. ГОСТ 2.101- 68. “ЕСКД. Виды изделий”.
4. ГОСТ 2.102- 68. “ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов”.
5. ГОСТ 2.103- 68. Стадии разработки.
6. ГОСТ 2.104- 68. “ЕСКД. Основные подписи”.
7. ГОСТ 2.105- 95. “ЕСКД. Общие требования к тестовым документам”
8. ГОСТ 2.106- 68. “ЕСКД. Текстовые документы”.
9. ГОСТ 2.108- 68. “ЕСКД. Спецификации”.
10. ГОСТ 2.109- 73. “ЕСКД. Основные требования к чертежам”.
11. ГОСТ 2. 113- 70. “ЕСКД. Групповые и базовые конструкторские документы”.
12. ГОСТ 2. 301- 68. “ЕСКД. Форматы”.
13. ГОСТ 2. 302- 68. “ЕСКД. Масштабы”.
14. ГОСТ 2. 303- 68. “ЕСКД. Линии”.
15. ГОСТ 2. 304- 81. “ЕСКД. Шрифты”.
16. ГОСТ 2. 305- 68. “ЕСКД. Изображения, виды, разрезы, сечения”.
17. ГОСТ 2. 302- 68. “ЕСКД. Обозначение графических материалов и правилах нанесения на чертежах”.
18. ГОСТ 2. 307- 68. “ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отношений”.
19. ГОСТ 2. 308- 79. “ЕСКД. Указания на чертежах допусков, формы и расположение поверхности”.
20. ГОСТ 2. 309- 73. “ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей”.
21. ГОСТ 2. 310- 68. “ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки”.
22. ГОСТ 2. 311- 68. “ЕСКД. Обозначение резьб”.
23. ГОСТ 2. 312- 72. “ЕСКД. Условные обозначения и обозначение швов сварных соединений”.
24. ГОСТ 2. 316-68. “ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц”.
25. ГОСТ 2. 701- 84. “ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению”.
26. ГОСТ 2. 702- 75. “ЕСКД. Правила выполнения электрических схем”.
27. ГОСТ 2. 710- 81. “ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах”.
28. ГОСТ 2. 721- 74. “ЕСКД. Обозначения условные, графические в схемах. Обозначения общего применения”.
29. Китаенко Г. И. Справочник судового электротехника в 3- х т.; Л: Судостроение 80 г.
30. Константинов В. Н. Системы и устройства автоматизации судовых электроэнергетических установок; Л: Судостроение 80 г.
31. Круглянский М. С., Барц Е. Г. Справочник молодого электромонтажника. Изд. 2-е, перераб. И доп. М.: “Высшая школа”, 1974.- 191 с.
32. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справ. Пособие / Э.Т. Романычева, А.К. Иванова, А.С. Куликова, Т.П. Новикова. - М.: Радио и связь,- 1984.-256с., ил.
33. Методические указания к разработке дипломных проектов по специальности 2406000 “Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов” Астрахань, 1998г.
34. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова.-М.: Сов. радио, 1980.- 480 с., ил.
35. Магаршак Б.Г. Судовые электроизмерительные приборы. Справочник. Изд. 2-е, дополн. И перераб. Л., «Судостроение», 1796г. 352с.
36. Диоды: Справочник/ О.П. Григорьев, В.Я. Замятин, Б.В. Кондратьев, и др. - М.: Радио и.связь, 1990.-336с.: ил.-(Массовая радиобиблиотека. Вып. 1150)
37. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, диоды импульсные, оптоэлектронные приборы: Справочник/ А.Б. Гитце-вич, А.В. Зайцева, В.В. Мкряков и др.; Под ред. А.В. Голомедова.-М.: Радио и связь, 1989.-592с.: ил.
38. Крепак О.Ф. Судовая светотехника. Учебник. Л., «Судостроение», 1971, стр.176-179.
39. В.В.Мешков. Осветительные установки.М. – Л, Госэнергоиздат, 1972 г.
40. О.Е.Вершининин. Монтаж радио-электронной аппаратуры и приборов,стр. 22-23.
41. П.П.Селиванов. Ремонт и монтаж судового электрооборудования. Изд-во транспорт 1982, стр.186-187.
42. Справочник электрика (под ред.П.Ф.Шкарбанова). Саратовское книжное издательство 1963 г, стр.452-453.
43. Отчет по производственной плавательной практике за 4 курс. Выполнил: студент ДАЭ-42 Кузнецов Е.А.
44. Методические указания для выполнения раздела «Безопасность и экологичность проекта» в дипломных проектах студентов специальности 240600 «Эксплуатация электрооборудования и автономности судов» под. Ред. К.т.н.,доц. Соколовин В.М. АГТУ 1999
45. Правила классификации и постройки морских судов Морской регистр судоходства Санкт-Петербург, 1999 г.
46. Гордон Г.Ю., Вайнштейн Л.И. Электротравматизм и его предупреждение. М: Энергоатомиздат, 1986.-256 с.: ил
47. Смелков Г.И., Кашолкин Б.И., Поединцев И.Ф. Справочник по пожарной безопасности электроустановок и электронагревательных приборов. М., Стройиздат, 1977. 192 с.
48. Кашолкин Б.И., Мешалкин Е.А. Тушение пожаров в электроустановках. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 112с. ил. - (Библиотека электромонтёра; Вып. 571)/
49. Основы электробезопасности. – 5-е изд.,перераб и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинград.отд-ние, 1991.-480 с.:ил.
50. Методические указания для выполнения раздела «Экономическое обоснование проекта» для специальности 2406 «Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов». АГТУ.