

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине
ОСНОВЫ СУДОВЫХ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
для студентов направления

0922 – ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

всех форм обучения

Севастополь
2006

УДК 629.12.03(07)
М545

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы судовых электроэнергетических систем» для студентов направления подготовки 0922 «Электромеханика» всех форм обучения / Разраб. С.А. Конева, А.В. Конев. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. - 32 с.

Цель методических указаний: оказать помощь студентам всех форм обучения при выполнении **лабораторных работ** по дисциплине «**Основы судовых электроэнергетических систем**».

Методические указания утверждены на заседании кафедры «Судовые и промышленные электромеханические системы», протокол № 7 от 17 марта 2006 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Шоцкий А.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Лабораторная работа №1 Испытание судовых предохранителей	5
2. Лабораторная работа №2 Испытание судовых автоматических выключателей	11
3. Лабораторная работа №3 Исследование реле времени	18
4. Лабораторная работа №4 Исследование реле защиты	24
Библиографический список	30

ВВЕДЕНИЕ

Методическое указание предназначено в качестве учебного пособия для выполнения лабораторных работ по курсу «Основы судовых электроэнергетических систем».

Целью лабораторных работ является изучение устройств и элементов защитной и коммутационной аппаратуры.

Выполнение лабораторных работ должно закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, развить навыки экспериментального исследования, дать представления о методах наладки и эксплуатации элементов оборудования судовой электростанции

Лабораторные работы выполняются бригадой студентов не более 3-4 человек. До выполнения лабораторных работ проводится контрольная проверка подготовки студентов с использованием технических средств обучения. Задание на лабораторную работу включает, помимо вопросов, входящих в обязательную программу, вопросы, связанные с проведением самостоятельного исследования отдельных режимов работы электрооборудования СЭС. По окончании каждой лабораторной работы оформляется отчет в виде протокола, в котором должно быть отражено следующее:

1. Основные технические данные используемого электрооборудования и измерительных приборов.
2. Принципиальные схемы, по которым проводились исследования.
3. Результаты исследования (графики, таблицы исследований и т.п.) и анализ полученных результатов.
4. Расчеты отдельных режимов и сопоставление их с результатами испытаний.
5. Общие выводы по лабораторной работе.
6. Библиографический список.

Защита лабораторных работ производится бригадой, выполнявшей работы, с индивидуальным опросом каждого студента.

До начала выполнения лабораторных работ, каждый студент обязан пройти инструктаж по технике безопасности с учетом особенностей электрооборудования лаборатории судовых электроэнергетических систем.

1. Лабораторная работа №1

ИСПЫТАНИЕ СУДОВЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является ознакомление с устройством предохранителей типа ПР-2, ПДС и экспериментальное определение токовременных характеристик плавких предохранителей.

2. Теоретическая часть

Плавкие предохранители в судовых электроэнергетических системах обычно применяются для защиты электрических цепей от длительных перегрузок и токов короткого замыкания. Судовые предохранители просты по устройству, малогабаритны и обладают относительно большой отключающей способностью. Однако нестабильность токовременных характеристик предохранителей ограничивает область их применения. В настоящее время, как правило, применяются следующие серии судовых предохранителей:

- серия ПР-2- трубчатые предохранители без наполнителя. Они изготавливаются на токи от 15 до 1000А, а плавкие вставки от 6 до 1000А. ПР-2 предназначены для установки в сетях постоянного тока напряжением до 350В и в сетях переменного тока напряжением до 500В.

- серия ПН-2 - предохранители с закрытым патроном и наполнителем, рассчитанным на токи 100, 250, 400, 600А. Выпускаются на напряжения постоянного тока до 440В и переменного тока - до 500В.

- серия ПД, ПДС – пробочные предохранители, предназначены для защиты цепей постоянного тока напряжением до 350В и переменного тока до 380В вы-

пускаются на токи от 6 до 600А.

На рисунке 1.1 представлена схема испытания судовых предохранителей, включающая силовую цепь и цепь управления. Силовая цепь обеспечивает требуемые значения токов при исследовании предохранителей и содержит блок источника тока, выполненного на базе трансформатора тока ТА, работающего в режиме источника тока и ручного регулятора напряжения ЛАТР, пакетные выключатели 1ПВ и 2ПВ, силовые контакторы К1-К5. Ток в цепи фиксируется амперметром со шкалой от 0 до 100А, включенным через измерительный трансформатор тока, а о наличии напряжения на стенде свидетельствует свечение лампы Ст-7. Посредством кнопок 1КнВ - 3КнВ в цепи управления, осуществляется набор соответствующей схемы испытания. Напряжение подается автоматическим выключателем А. Набранный вариант исследования, отражается на мнемосхеме сигнальными лампами Л1-Л5.

Схема испытания предусматривает различные варианты исследования предохранителей. Выбор схемы исследования типов предохранителей осуществляется выключателями 1ПВ и 2ПВ, выбор режима работы для данных типов предохранителей осуществляется выключателем 3ПВ, а выбор варианта исследования производится кнопками 1КнВ-3КнВ. Измерение временных параметров производится секундомером С.

3. Программа работы

- 1) Ознакомление с устройством предохранителей типа ПР-2, ПДС и испытательной установкой.
- 2) Экспериментальное определение токовременных характеристик плавких предохранителей.

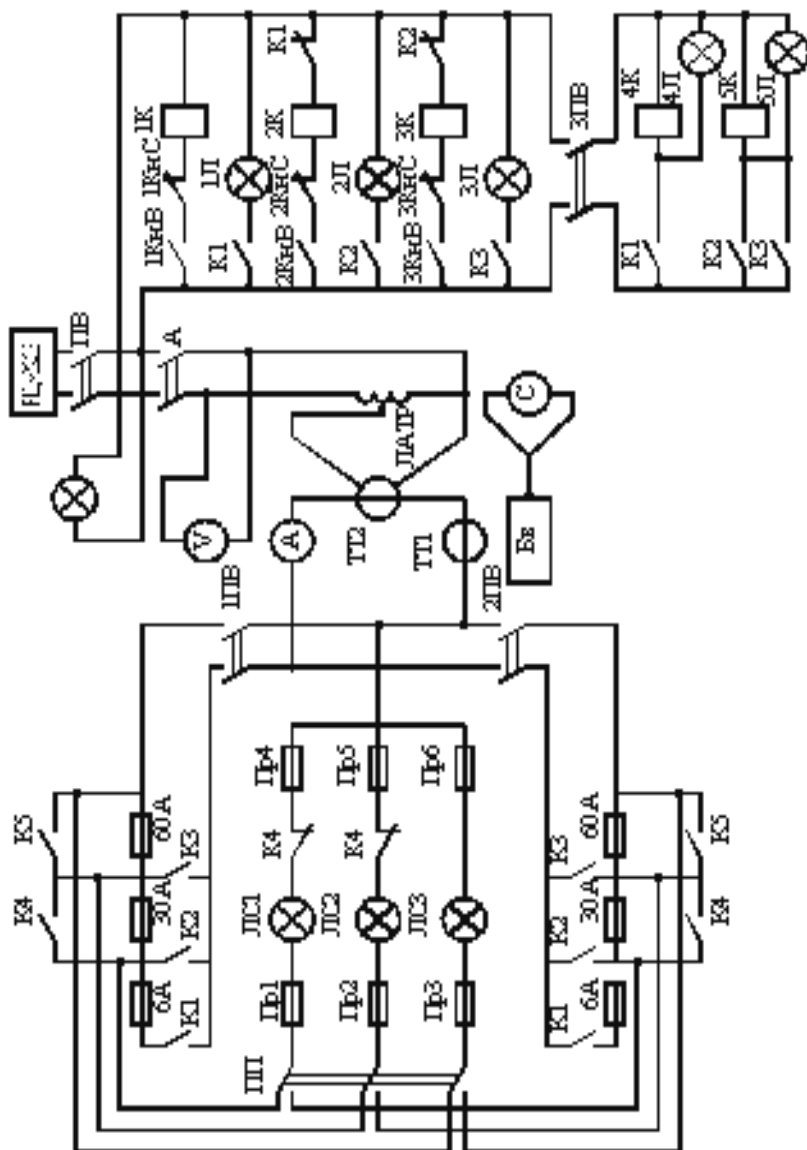


Рисунок 1.1 – Схема испытания судовых предохранителей

- 3) Проверка селективной работы предохранителей.
- 4) Обработка результатов испытаний.

4. Порядок выполнения работы

1) Ознакомиться с установкой и работой ее основных элементов. Изучить конструкцию испытываемых предохранителей.

2) Снять токовременную характеристику предохранителей ПР-2, для чего:

а) подготовить установку к работе, для этого:

- установить 3ПВ и 2ПВ в положение "ВКЛ";
- 1ПВ - "ОТКЛ.", переключатель ПП – в положение "ПР";
- рукоятку регулятора напряжения установить в крайнее левое положение ($U_{\text{вых}}=0$) и включить автомат А.

б) включить кнопку 1КнВ "Пуск" (на мнемосхеме горят лампы Л1,Л4,Л5), цепь замкнута через предохранитель первой величины.

Рукояткой регулятора напряжения установить необходимое значение тока от 100 % до 200 % и определить время сгорания плавкой вставки для каждого тока. После каждого сгорания плавкой вставки, схема приводится в исходное положение кнопкой 1КнВ ("Стоп") и обесточивается выключателем автомата А. После этого осуществляется замена плавкой вставки.

в) нажатием кнопки 2КнВ "Пуск" (на мнемосхеме горят лампы Л2,Л5), исследуется предохранитель ПР-2 второй величины. Аналогично пункту 2б производится установка тока и замер времени срабатывания предохранителя. Кнопкой 2КнС "Стоп" схема приводится в исходное положение;

г) включением кнопки 3КнВ "Пуск" (на мнемосхеме горит лампа Л3), цепь замыкается через предохранитель третьей величины. Рукояткой ЛАТР ус-

тановить нужные значения тока в цепи и определить время сгорания плавкой вставки. Нажатием на кнопку 3КнС "Стоп" схема приводится в исходное состояние.

Результаты исследования по выполнению пунктов 2б, 2в, 2г заносятся в таблицу 1.

3) Для проверки селективной работы предохранителей ПР-2 трех величин, схема подготавливается к работе согласно пункту 2а за исключением выключателя 3ПВ, который устанавливается в положение "Откл.". Включением кнопки 1КнВ "Пуск" (на мнемосхеме горит лампа Л1), цепь замкнута через предохранители I, II, III величин. Устанавливается необходимый ток и фиксируется, какой предохранитель сгорает и его время срабатывания.

4) Исследование токовых временных характеристик предохранителей типа ПДС трех величин осуществляется в том же порядке, как и для предохранителей ПР-2 в соответствии с пунктом 2, только в этом случае, выключатель 2ПВ – отключен, 1ПВ – включен. Результаты заносятся в таблицу 1.

5) Проверка селективной работы предохранителей ПДС трех величин осуществляется согласно пункту 3.

Внимание – Замена плавких вставок осуществляется только при выключенном положении автомата А. После сгорания плавкой вставки, рукоятка регулятора напряжения ЛАТР выводится влево до упора.

5. Обработка результатов испытаний

Результаты испытаний приводится в отчете, который должен содержать:

1. Принципиальную схему испытания предохранителей.
2. Параметры испытываемых аппаратов.

3. Данные опытов и построенные по ним токовые характеристики предохранителей.

4. Выводы по результатам испытаний.

Таблица 1 - Результаты исследований предохранителей

Тип предохранителя	Величина предохранителя	Ток ПВ, А	Параметры	Нагрузка в %			
				100	150	175	200
ПР- 2	1		I, А				
			t, с				
	2		I, А				
			t, с				
	3		I, А				
ПДС			t, с				
	1		I, А				
			t, с				
	2		I, А				
			t, с				
	3		I, А				
			t, с				

Выполнение и оформление результатов лабораторной работы рассчитано на 2 часа.

2. Лабораторная работа №2

ИСПЫТАНИЕ СУДОВЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

1. Цель работы

Ознакомиться с устройством судовых автоматических выключателей, экспериментально определить токовые характеристики и проверить селективную работу установочных автоматов А-3100Р и АК-50.

2. Теоретическая часть

Судовые автоматические выключатели (автоматы) – это защитно-коммутационные электрические аппараты с большой коммутационной способностью, предназначенные для нечастых коммутаций электрических цепей в нормальных режимах работы и их автоматического отключения в аномальных режимах: перегрузки, короткие замыкания, провалы напряжений.

По характеру выполняемой защиты, автоматические выключатели делятся на максимальные автоматы, минимальные автоматы, автоматы обратного тока.

Первые осуществляют защиту от максимального тока, вторые – от пониженного напряжения, третьи – от обратного тока (обратной мощности). Для выполнения этих функций в автоматы встраивают реле, которые обычно называют расцепителями. В ряде случаев реле устанавливают вне автоматов.

На рисунке 2.1 представлены схемы устройств и токовые характеристики максимальных автоматов, применяемых в настоящее время. На рисунке 2.1, а приведена схема автомата с максимальным расцепителем без выдержки времени и его токовая характеристика. Принцип действия автомата в следующем.

При достижении током максимально допустимой

величины, электромагнит 1, преодолевая усилие пружины 2, притягивает якорь 3. Последний, поворачиваясь на оси 4, освобождает рычаг 5, и автомат под действием пружины 6, размыкая свои контакты, отключается. Минимальный ток, при котором расцепитель срабатывает, называется током срабатывания $I_{\text{ср}}$. Изменяя натяжение пружины 2, регулируют величину тока срабатывания.

При токах $I = I_{\text{ср}}$, время срабатывания автомата практически неизменно и, в зависимости от типа автомата, составляет 0,02-0,25 с. В автоматах с замедлителем, время срабатывания может увеличиться. Характеристика автомата показывает, что с изменением тока в расцепителе, время срабатывания автомата остается неизменным. Такую характеристику автоматического выключателя принято называть независимой.

На рисунке 2.1,б представлены схема устройства и характеристика максимального автомата с ограниченно-зависимой характеристикой. Работает автомат следующим образом. Когда ток в цепи превысит ток срабатывания электромагнита 1, якорь 3 расцепителя начинает поворачиваться на оси 4, и усилие через пружину 5, исполняющую роль жесткой связи, передается пружине 2 и механизму реле времени РВ. В качестве последнего, используют часовой механизм, а иногда гидравлический замедлитель. Чем больше ток в обмотке электромагнита, тем больше его электромагнитная сила и тем быстрее срабатывает автомат. Начиная с момента, когда $I = I_{\text{отс}}$ и $I_{\text{отс}} > I_{\text{ср}}$, пружина 5, растягиваясь, позволяет якорю расцепителя сбросить защелку автомата еще до того, как растянется пружина 2 и сработает реле времени.

Часть характеристики автомата, зависящая от тока, используется для защиты элементов цепи от токов перегрузки, а независимая часть характеристики – от

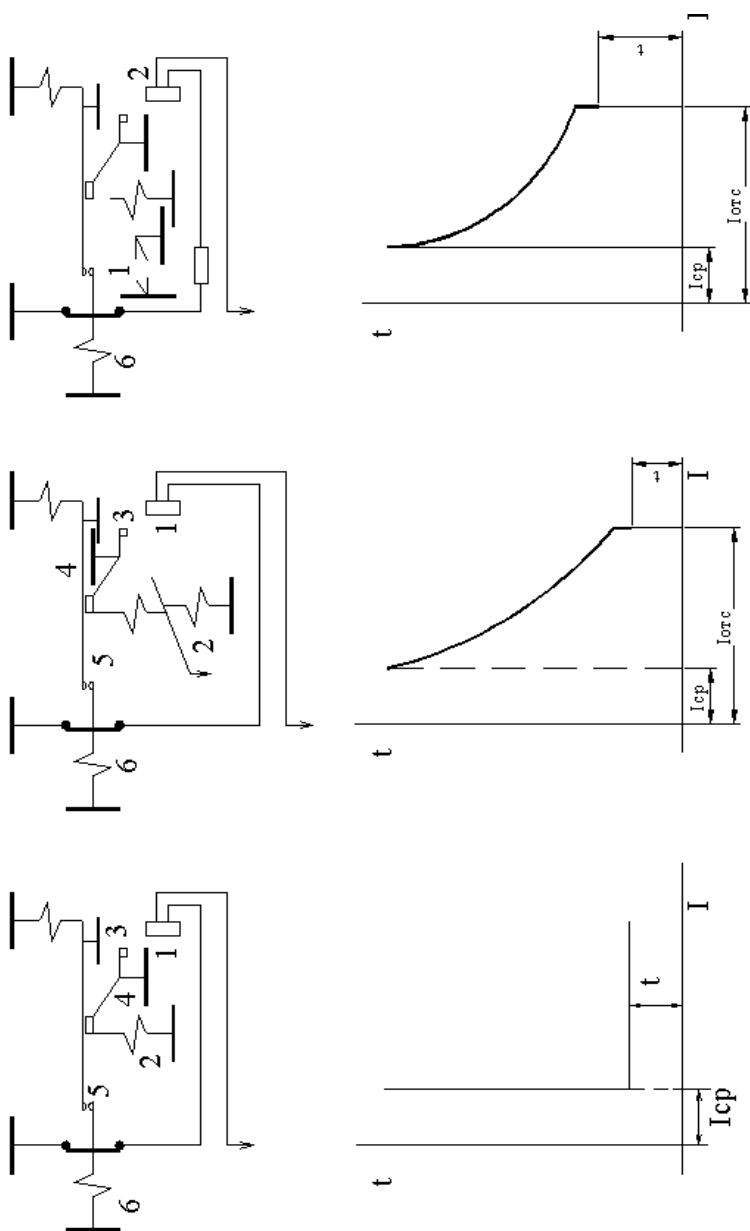


Рисунок 2. 1 – Схемы устройства и характеристики автоматических выключателей

токов короткого замыкания. Величину $I_{\text{СР}}$ регулируют натяжением пружины 2, ток отсечки автомата $I_{\text{ОТС}}$ регулируют натяжением пружины 5.

На рисунке 2.1, в изображены схемы устройства и характеристика автомата с комбинированными расцепителями - тепловым 1 и электромагнитным 2. При токах нагрузки в пределах от $I_{\text{СР}}$ до $I_{\text{ОТС}}$ работает только тепловой расцепитель. Электромагнитный расцепитель начинает работать при $I = I_{\text{ОТС}}$, при этом он срабатывает быстрее теплового расцепителя. При $I > I_{\text{ОТС}}$, время срабатывания автоматов практически не зависит от величины тока. Автоматы, устанавливаемые на судовых распределительных устройствах, делятся на установочные, универсальные и, разновидность последних, селективные.

В настоящее время на судах применяются установочные автоматы серий А-3100Р и АК-50. Первые выполняются с электромагнитным максимальным расцепителем или с комбинированным (электромагнитный и тепловой), вторые – только с электромагнитным расцепителем максимального тока.

Автоматы серии А-3100Р изготавливаются на токи от 15 до 600А при напряжении 320В постоянного тока и 400В переменного тока. Коммутационная способность $I_y = 4-5 \text{ кА}$, а время срабатывания $t = 0,01 \dots 0,04 \text{ с}$. А-3100Р могут выпускаться и без расцепителя, что отмечается цифрой 7Р в знаменателе обозначения.

Автоматы серии АК-50 изготавливаются на токи 50А, а расцепители от 0,6 до 50А. С гидравлическим замедлителем типа АК-50-2МГ, АК-50-3МГ и без замедлителя АК-50-2М, АК-50-3М. Время срабатывания $t = 0,02 \dots 0,04 \text{ с}$.

Установочные автоматы имеют ручное управление со свободным расцепителем, моментным замыканием и размыканием контактов.

Селективные автоматы выпускаются в основном следующих серий:

а) АМ – на токи 800, 1500, 2500, 3000 и 3500 А с расцепителями на токи от 130 до 5500 А. Время срабатывания $t = 0,18, 0,38, 0,63, 1,0$ с обеспечивается анкерным механизмом, коммутационная способность которого на постоянном токе $I_y = 50 - 80$ кА и на переменном токе $I_y = 30 - 120$ кА;

б) серии АВ – на токи от 400 до 2000А, а расцепители на токи от 100 до 2000А; время срабатывания $t = 0,25; 0,4$ или $0,4; 0,6$ с;

в) серии А-3500, А-3600 и А-3700 с полупроводниковыми расцепителями различных параметров.

Схема испытания автоматов представлена на рисунке 2.2. Блок источника тока позволяет плавно регулировать ток нагрузки в заданном диапазоне.

Набор схемы испытания автоматов А1-А4 производится при помощи пакетных выключателей 1ПВ-8ПВ. Измерение тока нагрузки и установка его величины выполняется с помощью амперметра, включенного через трансформатор тока. Блок времени БВ, в комплекте с электрическим секундомером, служит для отсчета времени прохождения тока нагрузки через автомат.

3. Программа работы

1. Ознакомление с устройством установочных автоматов и испытательной установкой.

2. Экспериментальное определение токовременных характеристик установочных автоматов с комбинированным расцепителем типа А-3100Р и мгновенного действия типа АК-50.

3. Проверка селективной работы автоматов.

4. Обработка результатов оформление отчета.

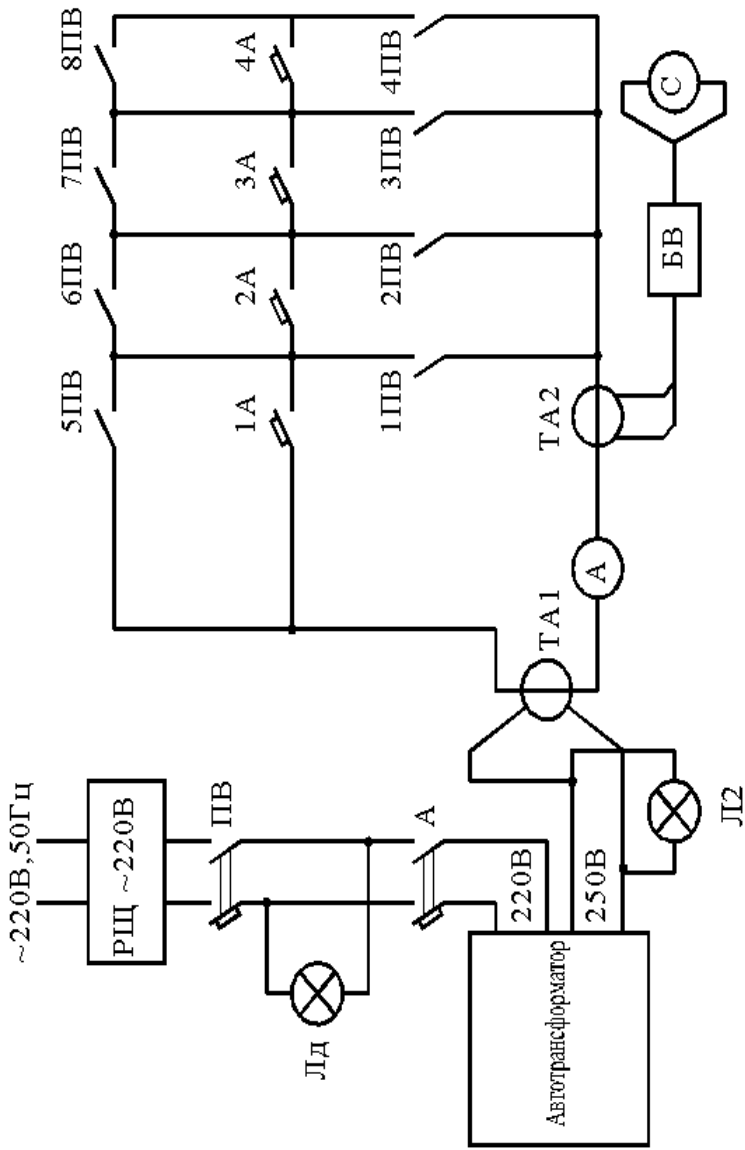


Рисунок 2. 2 – Схема испытания автоматических выключателей

4. Порядок выполнения работы

1) Ознакомиться с испытательной установкой и работой основных ее элементов. Изучить конструкцию установочных автоматов.

2) Снять токовременные характеристики автоматов. При испытании автомата АК-50 изменять ток в цепи от I_n до $I_{ср.}$, а при испытании автомата А-3100Р с комбинированным расцепителем – от 1 до $10I_n$ (номинального тока уставки теплового расцепителя), чтобы охватить зону срабатывания электромагнитного расцепителя.

Опыт повторить несколько раз, с целью определения разброса характеристик автомата.

Примечание - После каждого сбрасывания автомата, необходимо в течение 10 – 15 минут охлаждать тепловой расцепитель.

3) Проверяется селективность работы между различными установочными автоматами, путем установки тока срабатывания на соответствующих участках цепи испытания. Токи срабатывания и время срабатывания автоматов фиксируются.

5. Обработка результатов испытаний

Обработка результатов испытаний приводится в отчете, который должен содержать:

- 1) Принципиальную схему испытаний установочных автоматов.
- 2) Параметры испытываемых автоматов.
- 3) Данные опытов и построенные по ним токовременные характеристики автоматов.
- 4) Выводы по результатам испытаний.

Выполнение и оформление результатов лабораторной работы рассчитано на 4 часа.

3. Лабораторная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

1. Цель работы

Ознакомление с устройством и принципом действия электромагнитных реле времени постоянного и переменного тока, пневматического и программного реле.

2. Теоретическая часть

В качестве реле времени в СЭЭС, в частности, в автоматизированных системах, широко применяются электромагнитные реле различных конструкций. Эти реле работают автономно или в комплекте с другими аппаратами, а иногда они в них встроены. Основная функция этих реле - создание выдержки времени срабатывания и отпуща.

Выдержка времени в электромагнитных реле может быть обусловлена индуктивностью катушки или применением медной демпферной гильзы, надетой на сердечник. В первом случае, основной магнитный поток поддерживается магнитным потоком самоиндукции, так как катушка в этом случае отключается от сети и замыкается накоротко.

При срабатывании реле (т.е. отключении катушки от питающей сети), в демпферной гильзе наводятся вихревые токи, которые своим магнитным потоком препятствуют исчезновению основного магнитного потока катушки, чем и достигается выдержка времени.

Время срабатывания реле, регулируют с помощью магнитной прокладки между сердечником и якорем, а также пружиной. Оно зависит от степени нагрева катушки и колебаний напряжения сети.

В реле с механическим замедлением (с выдержкой времени порядка 15-20 с), в качестве замедляющего (демпфирующего) органа, широко применяется анкерный механизм, пневматический, гидравлический и магнитный замедлители.

Для создания больших выдержек времени (до десятка минут), в качестве промежуточного механизма используется небольшой двигатель постоянного или переменного тока с соответствующей редукцией.

Время срабатывания электромагнитного реле состоит из двух составляющих – времени трогания, обусловленного нарастанием потока (тока), и времени движения якоря реле. Первое, определяется как время, прошедшее с момента подачи напряжения на обмотку реле и момента начала движения якоря до его остановки. Время отпускания электромагнитного реле постоянного тока, состоит также из двух слагающих: времени спада потока и времени движения якоря.

В работе исследуются электромагнитные реле времени постоянного тока с магнитным демпфированием типа РЭ-583 и РЭМ-225, реле времени с часовым механизмом и приводным электромагнитом переменного тока типа ЭВ-225, пневматическое реле типа РВП-2 с втягивающим электромагнитом переменного тока. Проверяется работа программного реле типа ВС-26-31.

Для реле РЭ-583 и РЭМ-225, с целью изменения выдержки времени производится:

а) плавная регулировка, которая осуществляется изменением величины сжатия отключающей пружины в пределах, указанных заводом-изготовителем;

б) ступенчатая регулировка, которая производится изменением толщины немагнитной (латунной) прокладки (0,05–0,5 мм). Регулировка выдержки времени пневматического реле РВП-2, как правило, осуществляется изменением отверстия в диафрагме камеры с помощью специальной иглы. Настройку реле можно производить путем изменения величины сжатия отключающей пружины.

Схема стенда (рисунок 3.1) включает в себя исследуемые реле, сигнальные лампы 1Л–4Л, автоматы 1А–2А, универсальные переключатели 1УП–2УП, служащие для набора необходимой схемы исследования, секундомер С, сигнальное табло переменного тока и вольтметр постоянного тока для контроля напряжения.

3. Программа работы

1. Ознакомление с устройством реле и элементами стенда.

2. Исследование работы электромагнитных реле времени постоянного тока и определение их параметров.

3. Исследование работы пневматического реле времени и определение его параметров.

4. Исследование работы электромагнитного реле времени переменного тока и определение его параметров.

5. Проверка работы программного реле.

6. Обработка результатов исследования и оформление отчета.

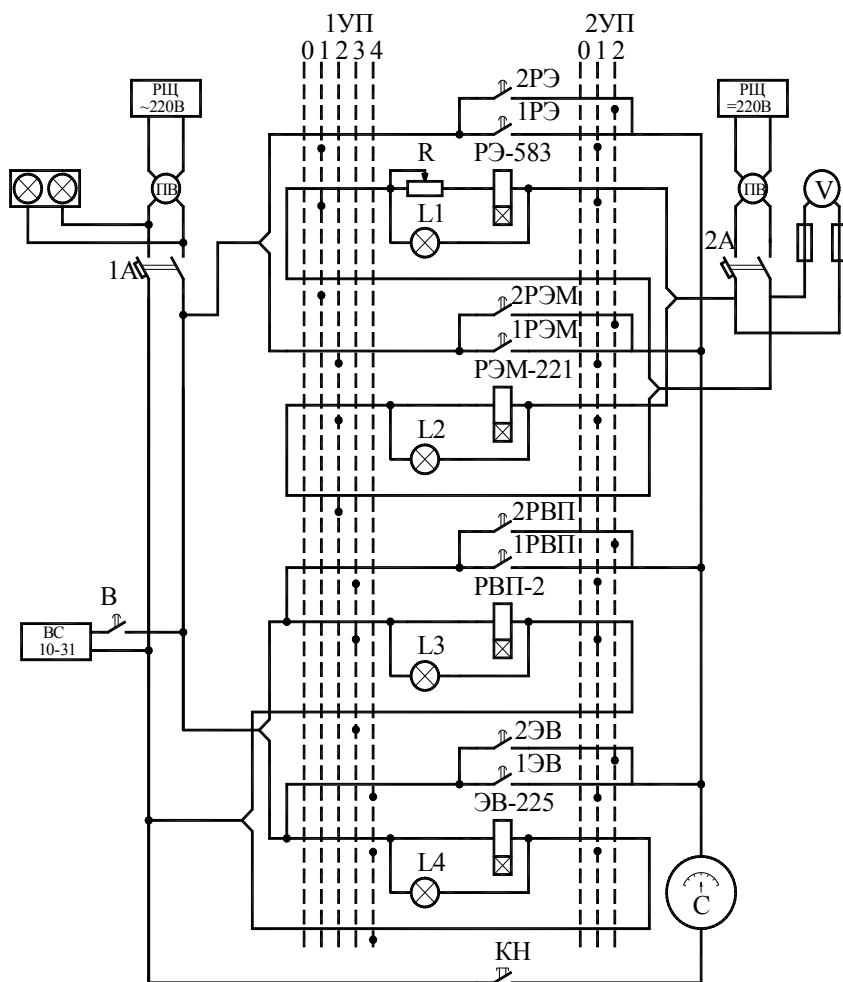


Рисунок 3.1 – Схема стенда исследования реле времени

4. Порядок выполнения работы

1) Ознакомиться со стендом, его схемой и компоновкой, изучить конструкцию исследуемых реле.

2) Исследование реле РЭ-583:

а) определить время срабатывания реле $t_{ср}$ в зависимости от натяга противодействующей пружины $F_{пр}$ (тяг пружины изменяется путем уменьшения или увеличения числа оборотов гайки), при неизменном напряжении питания на катушке $U_H=220В$ и фиксированном воздушном зазоре. При выполнении настоящего пункта переключатель 1УП устанавливается в положение 1, переключатель 2УП - в положение 1, загорается лампа 1Л и осуществляется запуск секундомера.

По полученным данным, построить характеристику $t_{ср} = f(F_{пр})$. Натяжение противодействующей пружины изменяется в пределах, при которых реле надежно срабатывает и отпускает;

б) определить время отпускания реле, в зависимости от натяга противодействующей пружины при $U_H=220 В$. При этом сначала необходимо зарядить реле, поставить переключатели 1УП и 2УП в положение 1, затем поставить 2УП в положение 2 и фиксировать время. В остальном, порядок выполнения аналогичен пункту а);

в) определить время спадания магнитного потока для двух значений величины натяжения противодействующей пружины $F_{пр.мах}$ и $F_{пр.мин}$ при $U=220В$ и трех значениях воздушного зазора; зазор между якорем и сердечником изменяется с помощью латунных прокладок.

По полученным данным построить зависимости:

$$t_{CP} = f(\delta) \text{ при } F_{пр. max}; \quad t_{CP} = f(\delta) \text{ при } F_{пр. min}.$$

3) Исследование реле РЭМ-221 производится так же, как и реле РЭ-583, только переключатель 1УП устанавливается в положение 2. В этом случае работает сигнальная лампа 2Л.

4) При исследовании пневматического реле РПВ-2 определить время срабатывания и отпускания реле и осуществить регулировку ВВ с помощью иглы, фиксируя при этом время. В этом эксперименте переключатель 1УП ставится в положение 3, а переключатель 2УП в положение 1 при определении t_{CP} и в положение 2 при определении $t_{отп.}$. Контроль работы выполняет лампа 3Л.

5) Для реле ЭВ-225 снять зависимости времени срабатывания от уставки по времени. В этом случае переключатель 1УП в положение 4, а переключатель 2УП – в положение 1 и 2 соответственно. Все коммутации выполняются только на стороне переменного тока. Лампа 4Л осуществляет контроль работы схемы.

6) Проверить работу программного реле ВС-10-31.

5. Обработка результатов исследований

Обработка результатов исследований приводится в отчете, который должен содержать:

- 1) Программу работы.
- 2) Принципиальную схему исследований реле
- 3) Краткую характеристику исследуемых реле
- 4) Таблицы и графики результатов исследований.
- 5) Выводы по результатам исследований.

Выполнение лабораторной работы и оформление отчета 4 часа.

4. Лабораторная работа №4

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ

1. Цель работы

Ознакомиться с конструкцией и принципом действия реле защиты РТ 40/10, ЭН 524/200, РТ 81/1, ИМ-149.

2. Теоретическая часть

В качестве реле защиты в СЭЭС чаще всего применяются реле обратного тока типа ДТ, реле обратной мощности типа ИМ-149 и реле напряжения серий РЭМ-20 и РЭМ-200. Реле типа РЭМ-20 также используются в качестве грузового (РЭМ-24), промежуточного и обрыва поля (РЭМ-25). Реле ДТ и ИМ-149 применяются соответственно для защиты ГПТ и СГ от перехода их в режим электродвигателя, т.е. выполняют направленную защиту ГА. В работе исследуются два электромагнитных реле - реле тока типа РТ 40/10 и реле напряжения ЭН 524/200, индукционные реле - реле тока РТ 81/1 и реле обратной мощности типа ИМ-149.

Электромагнитные реле тока и напряжения одинаковы по устройству. Разница только в числе витков их обмоток - реле тока имеет мало витков, а реле напряжения - много витков. Оба реле работают дискретно. Величина тока срабатывания устанавливается изменением натяжения противодействующей пружины.

Индукционное реле тока типа РТ 81/1м представляет собой комбинацию индукционной и электромагнитной систем. Реле имеют ограниченно-зависимую токовременную характеристику с отсеч-

кой. Уставки индукционной системы по времени можно регулировать изменением положения зубчатого сектора с помощью винта, а уставку по току отсечки электромагнитной системы – изменением воздушного зазора, путем вращения упорного винта.

Реле обратной мощности ИМ-149 чисто индукционное с бегущим магнитным полем. Оно имеет две магнитные системы - верхнюю и нижнюю. На верхней системе расположена токовая катушка, а на нижней - две катушки напряжения, соединенные последовательно. Подвижная система реле представляет собой алюминиевый диск, который насажен на ось, на которой расположена шестерня, связанная с другой шестерней. На последней установлен подвижной контакт реле, а на оси этой шестерни закреплена противодействующая спиральная пружина. Для торможения диска применены постоянные магниты, которые создают реле зависимую $t = f(P)$ характеристику. Потоки магнитных систем, пересекая диск, вызывают его вращение.

Когда СГ работает нормально и отдает мощность в сеть, развиваемый момент на диске действует согласно с моментом противодействующей пружины. Наоборот, при изменении направления мощности момент диска, преодолевая момент пружины, действует в сторону замыкания контактов реле и оно, срабатывая непосредственно или через автомат, отключает СГ. Токовая катушка обесточивается и реле возвращается в исходное положение под действием спиральной пружины.

Уставку реле ИМ-149 на мощность срабатывания можно регулировать путем изменения числа витков токовой катушки реле, отпайки от которых выведены на мостик. Мостик имеет три рабочих гнезда 1, 2 и 3, соответствующих 6,4; 9,6 и 12,8 % номинальной

мощности реле при номинальном напряжении. Для уставки на заданную мощность срабатывания нужно ввинтить штифт в соответствующее гнездо мостика.

Величина обратной мощности срабатывания $P_{ср}$, Вт определяется по выражению

$$P_{ср} = P \frac{I_{нр} \sqrt{3} U_{нг} K_T}{P_{нг}},$$

где $P_{ср}$ - обратная мощность, при которой реле срабатывает, % от $P_{нг}$; $P_{нг}$ - номинальная мощность генератора, Вт; P - уставка реле на мощность срабатывания, % от $P_{н}$ реле; $I_{нр}$ - номинальный ток реле, 5А; $U_{нг}$ - номинальное напряжение СГ, В; K_T - коэффициент трансформации трансформатора тока, служащий для расширения пределов нагрузок реле.

Уставка реле на время срабатывания осуществляется изменением положения упора подвижного контакта. Рычаг упора снабжен стрелкой, передвигающейся по шкале, градуированной в секундах - 2, 3; 5; 7; 9 и 12 с. Это выдержки времени срабатывания.

На рисунке 4.1 изображена принципиальная схема стенда исследования реле защиты. В состав стенда входят: регулятор напряжения РОН, переключатели УП1 и УП2, трансформатор тока ТА, работающий в режиме источника тока, фазорегулятор ФР, служащий для изменения $\cos\varphi$ нагрузки, нагрузка $P_{н}$, реостат $R_{н}$, автоматы А1 и А2, четыре реле РН, РТ, ИР и РОМ, измерительные приборы и источник питания.

3. Программа работы

1. Ознакомление с испытательным стендом, конструкцией и принципом действия реле РТ 40/10,

ЭН 524/200, РТ 81/1, ИМ-149.

2. Экспериментальное исследование реле защиты.
3. Обработка результатов и оформление отчета.

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со стендом и реле, составить схему и изучить порядок оперативных коммутаций для набора схем испытаний.

2. При испытании реле напряжения ЭН 524/200 снять показания напряжения срабатывания $U_{\text{ср.}}$ и напряжения отпущения $U_{\text{отп.}}$. В зависимости от уставки по напряжению.

Опыт повторить 2-3 раза, изменяя уставку путем изменения натяжения противодействующей пружины.

По полученным данным определить коэффициент возврата $K_{\text{воз.}} = U_{\text{отп.}} / U_{\text{ср.}}$ в зависимости от уставки и построить статическую характеристику реле.

3. При испытании реле тока РТ 40/10, снять значения величины тока срабатывания $I_{\text{ср.}}$ и тока отпущения $I_{\text{отп.}}$ в зависимости от уставки по току. Опыт повторить 2-3 раза, меняя уставку величиной натяжения спиральной пружины. По данным опыта определить коэффициент возврата $K_{\text{в}} = I_{\text{отп.}} / I_{\text{ср.}}$ и построить статическую характеристику.

4. При испытании индукционного реле тока типа РТ-81/1:

а) определить коэффициент возврата для двух значений уставки по току $I_1 = 4\text{А}$ и $I_2 = 8\text{А}$;

б) определить ток отсечки для положения регулировочного винта электромагнитной системы при минимальной уставке и токе $I = 8\text{А}$;

в) снять показания и построить зависимость времени срабатывания от тока в катушке реле $t_{\text{ср}} = f(I)$ при постоянной уставке по току 8А и двух значений

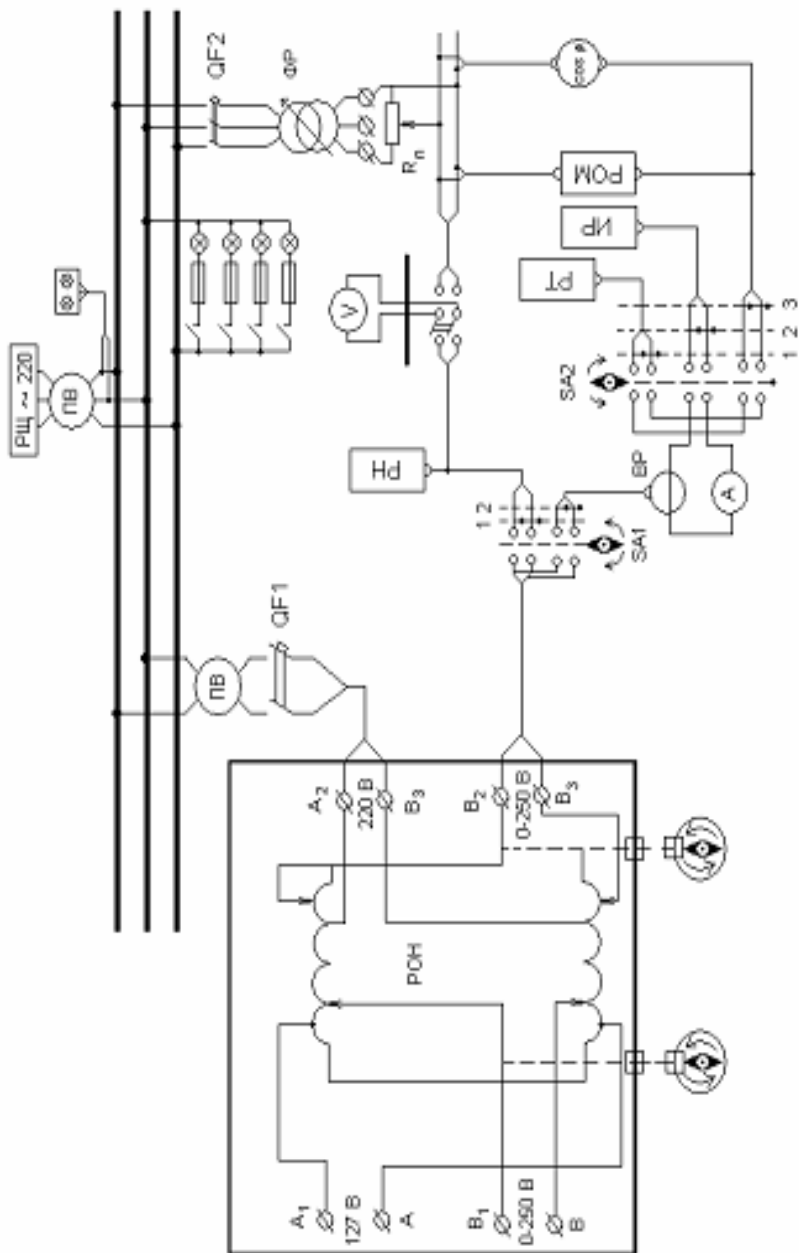


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема стенда исследования реле защиты

уставки по времени $t = 0,5$ и 4 с. Зависимость построить для 5 значений тока нагрузки.

5. При испытании реле ИРН-49 снять временную характеристику при уставке $6,4\%$ от номинальной мощности реле

$$P_{CP} = P \frac{6,4I_{HP} \sqrt{3} U_H K_T}{P_H \cos \varphi_H}$$

и двух значениях $\cos \varphi_H = 0,1$ и $0,9$ ($0,8$) нагрузки. Для этого установить нагрузку P_H , Вт

$$P_H = \sqrt{3} U_H I_H \cos \varphi_H = \sqrt{3} \cdot 5 \cdot 230 \cdot 1,0 = 1989,5$$

и, изменяя уставку времени $2, 3, 5, 7, 9$ и 12 с, фиксировать срабатывание реле. То же сделать при $\cos \varphi_H = 0,9$ ($0,8$), который изменять с помощью фазорегулятора.

5. Обработка результатов испытаний

Обработка результатов испытаний производится в отчете, который должен содержать:

1. Принципиальную схему испытательного стенда.
2. Параметры испытываемых реле защиты и аппаратуры испытательного стенда.
3. Данные опытов и построенные по ним характеристики.
4. Выводы по проделанной работе - сравнительная оценка параметров и характеристик реле защиты.

Выполнение и оформление результатов лабораторной работы рассчитано на 4 часа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с.

2. Воскобович В.Ю. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств / В.Ю. Воскобович, Т.Н. Корнилова, В.А. Павлова. – СПб.: «Элмор», 2001.–384 с.

3. Константинов В.Н. Системы и устройства автоматизации судовых электроэнергетических установок / В.Н. Константинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 312 с.

4. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах/ Ю.А. Куликов. – М.: Мир, 2003. - 283 с.

5. Никифоровский Н.Н. Судовые электрические станции /Н.Н. Никифоровский, Б.И. Норневский – М.: Транспорт, 1984. – 431 с.

6. Правила классификации и постройки морских судов. Морской Регистр судоходства.– СПб.: Регистр РФ, 2001. – 843 с.

Заказ № _____ от « ____ » _____ 2006_ Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ