

**“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АЖ**

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**



Химоя қилишга  
рухсат берилсин  
Кафедра мудир  
“31” 05 2016 й

“Электр транспорти ва юкори тезликдаги  
электр ҳаракат таркиби” кафедраси

**МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ**

Мавзу: «ЭХТ бошқарув куч занжирлардаги нисозликларини аниқлаш  
усулларини ишлаб чиқиш».

(«Разработка методов определения неисправностей в силовых цепях  
управления ЭПС»).

Муаллиф: Салихов Тимур Маратович

Раҳбар: Иксар Елена Владимировна

Маслаҳатчилар: Криворучко Б.В.

Расулова Г.Ф.

Тақризчи:

Бурханходжаев О.М.

# “ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” ДАТК

## ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

Электромеханика факультети «Электртранспорти ва юкори тезликдаги ЭХТ» кафедраси

5521700 – Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси йўналиши ЕМ 575 гурухи



У.А. «Тасдиқлайман»  
Каф.мудири  
2016-йил \_\_\_\_\_ сана

### МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба Салихов Т.

(фамилияси, исми, шарифи)

1. **Битирув ишининг** : мавзуси «**Разработка методов определения неисправностей в силовых цепях управления ЭПС.**».

2. **Битирув иши мавзуси қачон тасдиқланган:** Мавзу институтнинг 22.01.2016йилдаги № 32-У буйруги билан тасдиқлаган.

3. **Битирув ишини топшириш муддати** 1 июня 2016 г.

4. **Битирув ишини бажаришга доир бошланғич маълумотлар** \_\_\_\_\_  
Материалы завода “Узтемирйўлмаштаъмир”.

5. **Ҳисоблаш-тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)**

**Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)**

1. План отделения электроаппаратного цеха .

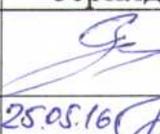
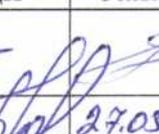
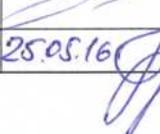
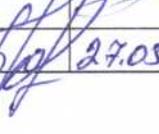
2. Стенд .

3. Технологическая карта поиска неисправностей в силовых цепях управления ЭПС.

4. Техничко-экономические расчёты.

5. Охрана труда и техника безопасности.

**Битирув иши бўйича маслаҳатчи (лар)**

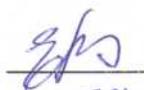
№	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топширик берилди	Топширик бажарилди
1	Мехнатни муҳофаза қилиш	Криворучко Б		
2	Иқтисодий қисм	Расулова Г.В.	25.05.16 	27.05.16 

**Битирув ишини бажариш режаси**

№	Битирув иши босқичларнинг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Введение		
2	Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей	2.03.16 - 12.03.16.	
3	Основные неисправности и оценка технического состояния электромагнитных и электропневматических аппаратов ЭПС	14.03.16 - 4.04.16.	
4	Разработка участка отделения аппаратного цеха. Методы контроля выявления неисправности электрических цепей	6.04.16 - 10.05.16.	
5	Разработка методов поиска неисправностей в электрических цепях	16.05.16 - 27.05.16.	
6	Технологический процесс определения неисправностей цепей управления и ремонта коммутирующих аппаратов силовой цепи управления ЭПС	27.06.16 - 2.06.16.	

Битирув иши раҳбари

Иксар Е.В.  
(Ф.И.Ш)


(имзо)

Топширикни бажаришга олдим Салихов Т.  
(Ф.И.Ш)

(имзо)

Топширик берилган сана 25.01.2016 йил

“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АЖ

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ



Химоя қилишга  
руҳсат берилсин  
Кафедра мудир  
“31” 05 2016 й

“Электр транспорти ва юкори тезликдаги  
электр ҳаракат таркиби” кафедраси

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Мавзу: «ЭХТ бошқарув куч занжирлардаги нисозликларини аниқлаш  
усулларини ишлаб чиқиш».

(«Разработка методов определения неисправностей в силовых цепях  
управления ЭПС»).

Муаллиф: Салихов Тимур Маратович

Раҳбар: Иксар Елена Владимировна

Маслаҳатчилар: Криворучко Б.В.

Расулова Г.Ф.

Тақризчи:

Бурханходжаев О.М.

Тошкент – 2016 й.

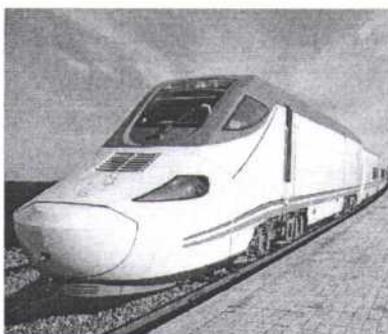
Н. Контр.				Реферат		ТашИИТ
Утвезд.	Бердыев У.Д.					

# “ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” ДАТК

## ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

Электромеханика факультети «Электртранспорти ва юкори тезликдаги ЭХТ» кафедраси

5521700 – Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси йўналиши ЕМ 575 гурухи



У.А. «Тасдиқлайман»  
Каф.мудири  
2016-йил \_\_\_\_\_ сана

### МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба Салихов Т.

(фамилияси, исми, шарифи)

**1. Битирув ишининг :** мавзуси «Разработка методов определения неисправностей в силовых цепях управления ЭПС.».

**2.Битирув иши мавзуси қачон тасдиқланган:** Мавзу институтнинг 22.01.2016йилдаги № 32-У буйруги билан тасдиқлаган.

**3. Битирув ишини топшириш муддати** 1 июня 2016 г.

**4. Битирув ишини бажаришга доир бошланғич маълумотлар** \_\_\_\_\_  
Материалы завода”Узтемирйўлмаштаъмир”.

**5. Ҳисоблаш-тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)**

**Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)**

1. План отделения электроаппаратного цеха .

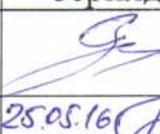
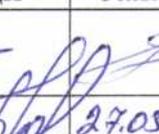
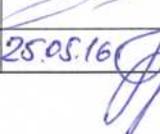
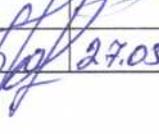
2. Стенд .

3. Технологическая карта поиска неисправностей в силовых цепях управления ЭПС.

4. Техничко-экономические расчёты.

5. Охрана труда и техника безопасности.

**Битирув иши бўйича маслаҳатчи (лар)**

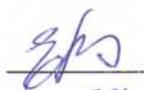
№	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топширик берилди	Топширик бажарилди
1	Мехнатни муҳофаза қилиш	Криворучко Б		
2	Иқтисодий қисм	Расулова Г.В.	25.05.16 	27.05.16 

**Битирув ишини бажариш режаси**

№	Битирув иши босқичларнинг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Введение		
2	Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей	2.03.16-12.03.16.	
3	Основные неисправности и оценка технического состояния электромагнитных и электропневматических аппаратов ЭПС	14.03.16.-4.04.16.	
4	Разработка участка отделения аппаратного цеха. Методы контроля выявления неисправности электрических цепей	6.04.16-10.05.16.	
5	Разработка методов поиска неисправностей в электрических цепях	16.05.16.-27.05.16.	
6	Технологический процесс определения неисправностей цепей управления и ремонта коммутирующих аппаратов силовой цепи управления ЭПС	27.06.16.-2.06.16.	

Битирув иши раҳбари

Иксар Е.В.  
(Ф.И.Ш)


(имзо)

Топширикни бажаришга олдим Салихов Т.  
(Ф.И.Ш)

(имзо)

Топширик берилган сана 25.01.2016 йил

## Реферат

Выпускная работа состоит из введения, 5 глав, списка использованной литературы и графической части, в т.ч. введение –1-я глава Силовые цепи ЭПС. Основные неисправности электрических аппаратов, их влияние на безопасность движения. Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей –, 2-я глава 2 Разработка участка отделения аппаратного цеха..Методы контроля выявления неисправности электрических цепей–3-я глава Технологический процесс определения неисправностей цепей управления и ремонта коммутирующих аппаратов силовой цепи управления ЭПС 4-глава Техничко - экономические показатели работы электроаппаратного цеха, 5-я глава Охрана труда и техника безопасности список . использованной литературы , графическая часть –\_чертежи в формате А1 в программе AUTOCAD, таблиц -5 , рисунков -10

Работа выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемая при проектировании выпускных квалификационных работ для бакалавров, чертежи соответствуют требованиям по ЕКД (единой конструкторской документации).

ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Салихов Т		
Провер.		Иксар Е		
Реценз.		Бурханходжаев		
Н. Контр.				
Утверд.		Бердыев У.Д.		
Реферат				
			Лит.	Лист
			1	1
ТашиИИТ				

## Содержание

Введение

Содержание

Реферат

Глава 1. Силовые цепи ЭПС. Основные неисправности

1.1. Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей

1.2. Силовые контакторы

1.3. Основные неисправности и оценка технического состояния электромагнитных и электропневматических аппаратов ЭПС

Глава 2 Разработка участка отделения аппаратного цеха

2.1. Методы контроля выявления неисправности электрических цепей

2.2. Поиск неисправностей электрических цепей

Глава 3. Технологический процесс определения неисправностей цепей управления и ремонта коммутирующих аппаратов силовой цепи управления ЭПС

3.1. Система контроля и диагностирования (СКД) силовой цепи ЭПС

4 Техничко - экономические показатели работы электроаппаратного цеха

4.1 Экономика производства

4.2. Расчет годовой программы цеха

4.3. Определение численности работников

4.4 Расчет производительности труда

4.5 Определение эксплуатационных (текущих) расходов

4.6 Расчет годового фонда оплаты труда

4.7 Определение отчислений на социальное страхование

4.8 Расчет расходов на материалы

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.12. ПЗ 2016					

4.9 Определение амортизационных отчислений

4.10 Определение прочих расходов

4.11 Расчет общей суммы эксплуатационных расходов

4.12 Определение себестоимости и расчетной цены продукции

4.13 Расчет доходов, прибыли и рентабельности цеха

## **Глава 5 . Охрана труда**

Изоляция -главнейшее средство электробезопасности

5.1. Свойства изоляции, используемой в качестве защитного средства

Заключение

Список использованной литературы.

					ВКР 5.310.700.12. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **Введение**

Железнодорожный транспорт страны полностью обеспечивает растущие потребности экономики в услугах по перевозкам пассажиров и грузов.

Увеличение объемов перевозок объективно требует увеличения пропускной и провозной способности железных дорог, модернизацию и обновление и технических средств.

Не менее важной задачей является обновление парка подвижного состава АЖК «Узбекистон темир йуллари». Кредитная линия Европейского Банка Реконструкции и Развития позволила обновить существующий парк электровозов и произвести работы по модернизации тепловозов. Так, по кредитной линии Азиатского банка развития в 2004-2006 г.г. было приобретено 12 грузопассажирских электровозов серии «O'zbekiston», в 2008-2010 г.г. 15 пассажирских электровозов серии «O'zbekiston-Yo'lovchi», в 2011г. 2 высокоскоростных электропоезда «Talgo-250» (Испания), в 2015 г. ожидается поставка ещё 11 грузопассажирских электровозов серии «O'z-EI».

При этом так же необходимо отметить, что руководством Республики Узбекистан принято решение организации туристических маршрутов на пииту Великого Шелкового Пути, т.е. организовать электрифицированное железнодорожное сообщение между столицей

нашего Государства и городами, имеющие культурное наследие и историческую ценность, такие как Бухара, Карши, Термез.

В этой связи до конца 2016 года планируется закупка ещё 2 электропоездов у испанской компании «Talgo», которые будут курсировать по маршруту Ташкент-Бухара-Ташкент с расчетным временем следования в пути не более 4 часов 10 минут. Это позволит поставить туризм Республики Узбекистан на новый и востребованный уровень.

Так же следует отметить, что предприятия АЖК «Узбекистон темир йуллари» наладили тесный контакт с железными дорогами государств Центральноазиатского региона. Так для железных дорог Казахстана и Таджикистана, Киргизстана ежегодно производится ремонт подвижного состава. Качество проведенных работ получило высокую оценку партнеров и усилило сотрудничество с железными дорогами региона, что позволяет с уверенностью говорить о развитии сотрудничества в данном направлении.

Трасса сети железных дорог в направлении Учкудук — Нукус, общей протяженностью 362 км, кратчайшим путем связывает северо-западную часть страны с центральной частью ее, минуя территории Туркменистана. В район тяготения новой линии входят территории Навоийской, Бухарской, Хорезмской областей и Республики Каракалпакстан, общей площадью 321,4 тыс. кв.км (71,8% от общей территории страны), где проживает свыше 4,7 млн. чел. (20,8% от общей численности населения республики).

Район тяготения железной дороги в целом относится к числу регионов, наименее обеспеченных сетью путей сообщения, что явилось одной из основных причин слабого развития его производительных силовой новой линии.

Железнодорожная линия Навои — Учкудук — Нукус стала составной частью Транскавказского транспортного коридора и играет

важную стратегическую роль для выхода Узбекистана в мировой рынок.

Железная дорога на направлении Гузар — Байсун — Кумкурган обеспечивает независимой сетью путей сообщений территории Южного региона страны и имеет исключительно важное значение для развития производительных сил Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей и осуществления внешнеэкономических связей Республики Узбекистан с Таджикистаном и Афганистаном.

Южный регион, особенно северная часть Сурхандарьинской области, слабо обеспечен железнодорожной сетью. Регион в целом занимает 49,2 тыс. кв. км территории (11% от общей территории страны), где проживает более 3,7 млн. чал. (16,1% от общей численности населения республики).

На территории региона имеются богатейшие запасы природного газа (Заварды, Алан, Уртабулак, Шуртан, Мубарек, Ляль-Мибар и др.), газ нового конденсата и нефти (Кокдумалак, Северный Уртабулак, Умид и др.), каменного угля (Байсун, Шаргунь), полиметаллы (Хадиза), целестина (Шерабад), редких и рассеянных элементов — молибдена, вольфрама, ванадия, селена, рения, серебра, бария, стронция, кобальта, иттрия, гелия и германия (Байсун), горючих сланцев (Байсунская группа месторождения). Регион также богат калийными и поваренными солями (Тюбегатан, Байбичекан, Ходжаикан), глауконитом (Кофрун), являющиеся стратегически важным сырьём на мировом рынке. Для транспортировки данного груза необходим железнодорожный транспорт.

По данной линии уже освоены транзитные перевозки назначением в Таджикистан и Афганистан и обратно. В перспективе при сооружения транспортных сообщений через Афганистан по этой линии могут следовать транзитные потоки грузов и пассажиров в Индию, Пакистан и в другие страны.

Таким образом, сооружение линии Гузар — Байсун — Кумкурган имеет важное народнохозяйственное значение для региона и страны в целом. Она обеспечивает экономическую и социальную безопасность страны, связывает независимой сетью путей сообщений южные территории, выход в Афганистан (с улучшением здесь социально-политической обстановки) и затем в перспективе — в Пакистан и Индию.

Ещё одним важным моментом в развитии экономики и железных дорог страны является начатое в июле 2013 года строительство электрифицированной железнодорожной линии Ангрэн — Пап, протяженностью 126 км, которая свяжет кратчайшим путем главный ход центрально-азиатской магистрали с железными дорогами Ферганской долины и будет являться альтернативным ходом направлению, проходящему через территории Таджикистана и Кыргызстана. Запуск движения в данном направлении ожидается во II квартале 2016 года.

В перспективе с постройкой линии Андижан — Ош — Кашгар новая линия может стать составной частью трансконтинентального коридора Европа — Центральная Азия — Китай, что даст сильный толчок развитию производительных сил республики. В целом с постройкой магистралей Учкудук — Нукус, Гузар — Байсун — Кумкурган и Ангрэн — Пап в основном завершилось формирование первого этапа единой сети путей сообщений Республики Узбекистан, обеспечивающей транспортные связи с сопредельными странами — членами Организации Экономического Содружества и другими странами ближнего и дальнего зарубежья.

Немаловажное место в развитии экономики страны занимает и проект электрификации железных дорог Республики Узбекистан. Так электрификация новой железнодорожной линии Ташгузар-Бойсун-Кумкурган должна завершиться в 2018 году, а участок Мароканд-

Карши на сегодняшний день, как и Мараканд-Бухара, находится на стадии активной электрификации. Электрификация железнодорожных линий позволит в значительной мере сэкономить на затраты на покупку горюче-смазывающие материалы и улучшить экологическую обстановку в масштабах не только региона, но страны в целом.

Динамика роста объемов перевозок, результаты проводимых работ по модернизации железнодорожной линии и подвижного транспорта показывают, что ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» остается надежным и стабильным партнером, как в регионе Центральной Азии, так и за его пределами.

В данной выпускной квалификационной работе представлен технологический процесс ремонта тяговых электровозов, в частности для электровозов серии ВЛ. При этом представляется варианты испытаний ТЭД после выполненного ремонта ТЭД.

## **Глава1. Силовые цепи ЭПС. Основные неисправности электрических аппаратов, их влияние на безопасность движения.**

### **1.1. Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей**

Электрические аппараты на тяговом подвижном составе относятся к узлам низкой надёжности, поэтому необходимость в их диагностировании является важной задачей при разработке и внедрении систем диагностирования. Следует отметить, что многие электрические аппараты обладают низкой контроле пригодностью, особенно для встроенных средств контроля, в связи с этим они требуют большого количества разнотипных датчиков и преобразователей. Поскольку

	на локомотивах, а особенно на электровозах, имеется большое количество						
Изм.	Лист	Контрольных аппаратов	Дата	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016			
Разраб.	Салихов Т			Глава1. Силовые цепи ЭПС			
Провер.	Иксар Е	узлов и тестовых		Основных неисправности			
Реценз.				электрических аппаратов, их			
Н. Контр.				влияние на безопасность			
Утверд.	Бердыев У.Д.			Лит. Лист Листов			
				ТашИИТ			

Для диагностирования электрических аппаратов применяют переносные, бортовые и стационарные средства. Часть аппаратов, например, таких, как аппараты защиты, предпочтительнее диагностировать в процессе испытания и настройки, а коммутационные аппараты – при техническом обслуживании, прибегая к стационарным средствам. Большую достоверность диагностирования следует ожидать от встроенных средств, так как с любого аппарата в процессе работы можно снять самую объективную информацию, учитывающую влияние всех факторов. Поэтому сочетание встроенных и стационарных средств контроля является наиболее оптимальным вариантом при разработке систем технического контроля. Особенно важное значение имеет наличие на локомотиве постоянных средств контроля за состоянием цепей управления, обеспечивающих безотказную работу локомотива в условиях эксплуатации.

Это даёт возможность быстро отыскать отказ в схеме локомотива и освободить перегон. Если на обычном локомотиве без средств технического контроля возникает неисправность в цепях управления, то для её отыскания необходимо иметь простейшие средства, т.е. как лампочка-прозвонка или омметр, а у работника должен быть психологический фактор уверенности. Поэтому для быстрого обнаружения места отказа необходимо на локомотивах применять быстродействующие автоматизированные средства технического контроля. Электрические аппараты можно подразделить на аппараты, подлежащие диагностированию стационарными средствами контроля, и на аппараты, которые необходимо диагностировать встроенными средствами. Электрические аппараты на локомотиве, несмотря на их большое разнообразие, имеют много общих параметров, которые легко поддаются измерению и способствуют внедрению автоматизированных средств контроля. К таким параметрам относятся: сопротивление

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электрической изоляции, качество электрического контакта, активные сопротивления обмоток, контактное нажатие и др. При выборе диагностических параметров необходимо выполнить исследовательские работы, эксплуатационные испытания и расчёт надёжности. Основу таких исследований составляет изучение условий эксплуатации и закономерностей развития отказов. На основе теории вероятности и математической статистики выбирают систему диагностических параметров, методику диагностирования и разрабатывают средства диагностирования по группе аппаратуры силовых цепей. Ключевой задачей является разработка и выбор датчиков для снятия информационных сигналов и преобразования их в форму, удобную для передачи на средства обработки полученной информации. Датчики должны обеспечивать точность измерений, иметь небольшие размеры, высокую помехоустойчивость и надёжность. Такими свойствами обладают датчики, построенные на основе полупроводниковых элементов.

**1.2.Силовые контакторы.** В процессе эксплуатации силовые контакторы подвергаются воздействию сил вибрации, колебаниям температуры и влажности окружающей среды, а также процессу гашения электрической дуги при размыкании контакта. Экспериментами установлено, что во время гашения электрической дуги износ контактов с некоторыми допусками можно определить по формуле

$$\delta = (C_1 + C_2) / n,$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  – коэффициенты пропорциональности износа контактов при включении и выключении контактора соответственно;  $n$  – число включений контактора.

					ВКР 5.310.700.06. 07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необходимо отметить, что износ контактов при выключении контактора происходит значительно интенсивнее, чем при включении. К тому

же при определении предельного износа необходимо учитывать мате-

риал контактов, их форму, особенности системы дугогашения, параметры кинематической системы, динамику его работы и электрические параметры.

Всё это позволяет выбрать наиболее информативный параметр, каким является переходное сопротивление в зоне контакта  $R_{пер}$ .

Со снижением качества контакта увеличивается переходное сопротивление, а следовательно, и падение напряжения на контакте при боль-

шом токе. При этом происходит рост температуры в зоне контакта с последующим его перегревом и оплавлением. В этом случае возникает

другой диагностический параметр, который определяет качество контакта и метод его определения. Нагревание зоны контакта сопровождается

выделением инфракрасных лучей, которые можно улавливать специальными приборами, называемыми балометрами.

Любой силовой коммутационный аппарат имеет систему приводов,

которая со временем теряет свои первоначальные параметры и приводит к нарушению нормального функционирования контактора. Это проявляется в снижении контактного нажатия, времени срабатывания, а

также в нарушении очерёдности замыкания групповых контакторов

Полупроводниковые выпрямительные блоки

Наличие большого количество полупроводниковых диодов и тиристоров на подвижном составе требует более объективно и с высокой

						Лист
					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

степенью достоверности обеспечивать их эксплуатационную надёжность, используя методы и средств технической диагностики. К наиболее характерным эксплуатационным причинам, влияющим на надёжную

работу выпрямителей, относятся: повышенная запылённость (до 5 мг/м);

поперечная вибрация (до 1,6 Гц); продольная вибрация (до 0,7 Гц);

вертикальная вибрация (до 0,6 Гц); колебания температуры охлаждающего

воздуха (от  $-50^{\circ}$  до  $+60^{\circ}$  °С); повышенная влажность (до 90 %); переменные

нагрузки по току и напряжению; повышенные электромагнитные помехи, приводящие к неисправностям в схемах защиты и управления.

Рассматривая возможные повреждения, следует разделить их на две подгруппы :первая — повреждения,

выявляемые при выполнении в депо технического обслуживания и текущих ремонтов, т. е. в стационарных условиях, и вторая — повреждения, возникшие в процессе эксплуатации и выявляемые локомотивными бригадами.

Повреждения первой подгруппы находят с помощью различных приборов, приспособлений, контрольно- измерительных устройств, а также визуально, при частичной разборке сборочных единиц (например, при снятых дугогасительных камерах у контакторов, снятых крышек реле, кожухов контроллеров и т. п.).

Повреждения второй подгруппы выявляются локомотивными бригадами обычно визуально и лишь иногда с помощью простейших приспособлений контрольной лампы}.

Обнаруженное повреждение локомотивные бригады по возможности устраняют своими силами или же отключают электрический аппарат,; во многих случаях применяют частичное восстановление электрической цепи; Неисправности электрооборудования можно разделить на несколько

	разновидностей,	из которых	наиболее распространены короткие замыкания		Лист
			ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

токоведущих частей (к.з.), обрывы электрической проводки, нарушение коммутации электрических машин постоянного тока. Разновидностью короткого замыкания следует считать межвитковые замыкания катушек полюсов электрических машин, катушек приводов аппаратов, катушек систем дугогашения коммутационных и защитных электрических аппаратов; одна из разновидностей повреждений электрооборудования — плохая работа приводов вследствие пониженного напряжения цепи управления, недостаточного давления воздуха в магистрали управления или же механического заедания деталей.

Характер всех этих повреждений совершенно различен, соответственно и последствия их очень несхожи, что существенно облегчает уточнение вида и места повреждения.

Основные неисправности в коммутирующих аппаратах и в элементах электрических цепей подразделяются на дефекты в виде: — межвиткового замыкания полюсных обмоток и нарушения качества пайки обмотки якоря к петушкам коллекторных пластин

и качества контактных соединений; нарушения переходного сопротивления контакта щетка-коллектор; межвиткового замыкания или обрыва катушечных обмоток коммутирующих аппаратов; нарушения переходного сопротивления силовых и блокировочных контактов; отклонения времени срабатывания и отключения аппаратов; отклонения сопротивления резисторов, индуктивных шунтов и т. д. от номинальных значений. Электрические аппараты электроподвижного состава во время движения испытывают воздействие различных по своим значениям сил как со стороны рельсового пути (толчки, удары), так и со стороны электрического воздействия напряжения и тока, значения которых могут резко изменяться по несколько раз в течение одной поездки. Немаловажное значение играют и температурные режимы, которые изменяются в пределах более  $\pm 40$  °С. Кроме того, существенное влияние на качественную работу оказывают техническое состояние аппаратов и место

						Лист
					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

их расположения на электровозах и МВПС. Так, аппараты, расположенные на крыше или под кузовом, более подвержены воздействию окружающей среды. На них больше скапливается грязи, пыли и влаги по сравнению с аппаратами, расположенными в кузове. Условия, в которых приходится работать электрическим аппаратам в различных цепях, весьма тяжелы, поэтому требуется повышенное внимание при выполнении всех видов ТО и ремонтов. В результате частых отключений и включений аппаратов в их узлах возникают дополнительные нагревы, оплавления, подгары, выработка в шарнирных соединениях и т.п. Помимо этого, возможны нарушения контактных поверхностей, пробой изоляции, уменьшение сечения или обрыв соединительных проводов и гибких шунтов. В аппаратах с пневматическими приводами, кроме перечисленных выше неисправностей, возможны повышенные износы в деталях электропневматических вентилях, износы поршней, цилиндров, образование трещин и возникновение утечек воздуха в различных местах соединений и по уплотнениям. Нарушение технологии изготовления деталей, сборки и испытаний электрических аппаратов также приводит к преждевременному их износу и возможным неисправностям оборудования электровоза или МВПС. Вместе с тем электрические аппараты должны обеспечивать четкую, надежную и безотказную работу при минимальном давлении воздуха в пневмопроводе (до 0,35 МПа) и минимальном напряжении в цепях управления (испытательное напряжение до 30 В). Кроме того, аппараты (или их кронштейны, ящики) должны иметь надежное крепление относительно кузова, защиту от проникновения пыли, влаги и грязи, а также достаточное сопротивление изоляции. К аппаратам защиты (быстродействующим или главным выключателям, реле перегрузки и дифференциальным реле) предъявляют более высокие требования, так как от их реагирования на недопустимые отклонения в работе другого оборудования зависит исправность ЭПС в целом. Для уменьшения механических воздействий при изготовлении новых деталей необходимо применять качественные

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016					

материалы с повышенной механической и электрической прочностью, а также регулярно производить смазку шарнирных соединений в соответствии с требованиями завода-изготовителя. Помимо этого, в процессе эксплуатации и при деповских осмотрах и ремонтах нужно регулярно контролировать крепление аппаратов, состояние всевозможных амортизаторов, уплотнителей и клиньев. Провода должны быть укреплены специальными скобами, ленточными бандажами и иметь исправную изоляцию, способную выдерживать установленные испытательные напряжения.

Для обеспечения четкой работы аппаратов оплавленные силовые контакты следует опиливать и зачищать, восстанавливая их профиль и площадь соприкосновения. Подгоревшие поверхности блокировочных контактов зачищают мелкой стеклянной бумагой, а медные контактные сегменты после очистки дополнительно смазывают тонким слоем технического вазелина. рические дуги.

Возникновение дуги может вызвать резкое возрастание температуры, выгорание деталей аппаратов и преждевременное старение изоляции и, как следствие, пробой или перебросы. Поэтому при приемке, сдаче, в эксплуатации, на различных плановых осмотрах и ремонтах необходимо контролировать состояние стенок, перегородок, а также крепление дугогасительных камер. Особое внимание следует уделять возможному перекосу камеры после установки на аппараты, так как это может привести к замедленному его срабатыванию. Аппараты защиты регулируют на требуемые токи уставки. Плавкие предохранители (или вставки) должны соответствовать указанному в схеме значению тока. Значение номинального тока предохранителя указывают краской на патроне или выбивают на самой вставке.

Для контроля за работой электрических цепей и отдельных аппаратов применяют различные измерительные приборы и бортовые (встроенные) или

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

стационарные устройства диагностики, которые в установленные сроки подвергают плановым осмотрам, ревизиям и поверкам.

Перед постановкой ЭПС на позиции технического осмотра или ремонта электрические аппараты высоковольтных камер, машинных отделений, кабин (или постов) управления, пусковые резисторы, крышное и подкузовное оборудование продувают сжатым воздухом, а в доступных местах очищают от загрязнений салфетками. Чтобы обеспечить осмотр всего оборудования и узлов электрических аппаратов, а также очистку вентиляционной системы охлаждающего воздуха, в цехах депо с электропдвижного состава снимают крышу кузова, открывают специальные боковые люки и крышки ящиков подкузовного оборудования.

Состояние аппаратов электровозов и МВПС сначала определяют по заключению устройств диагностики. Затем производят наружный осмотр для выявления возможных неисправностей аппаратов.

При этом проверяют надежность крепления; убеждаются в отсутствии заеданий в шарнирных соединениях, утечки воздуха в пневматических приводах; контролируют работу контактов, механических блокировок, а также состояние дугогасительных устройств, изоляции проводов и кабелей; измеряют нажатие контактов, их растворы и провалы. Электрические аппараты, разрывающие цепи под напряжением с большими токами, должны иметь исправные дугогасительные камеры и катушки, чтобы своевременно гасить возникающие допустимым токам, неисправные предохранители (или вставки) заменяют.

После визуального осмотра выявленные дефекты регистрируют в журнале ремонта, сравнивают с заключением, полученным приборами диагностики, и делают выводы о необходимости производства ремонта. Согласно Правилам ремонта при технических осмотрах и ремонтах большую часть аппаратов ремонтируют непосредственно на локомотиве, если не требуется их

						Лист
					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

разборка.

При выполнении среднего ремонта ЭПС обязательному демонтажу с последующей проверкой основных параметров на стендах или испытательных площадках подвергаются токоприемники; электропневматические разъединители и заземлители; электропневматические контакторы; подлежащая регулировке защитная аппаратура; пусковые резисторы; выпрямительные установки; переключатель ступеней тягового трансформатора; панель (блоки) управления стабилизатора напряжения; аккумуляторные батареи; контроллеры машиниста. Ремонт аппаратов в зависимости от их технического состояния разрешается производить с частичной или полной разборкой согласно Правилам ремонта и технологическим инструкциям.

Кроме того, ремонтируют ящики, защитные кожуха аппаратов и их

крышки, имеющие вмятины, вогнутости, трещины, надрывы, прожоги и повреждения деталей крепления. Замки ящиков и кожухов, а также войлочные или резиновые уплотнения, имеющие повреждения, ремонтируют или заменяют.

Перед снятием аппаратов или отсоединением от них проводов необходимо проверить и восстановить соответствующую маркировку, предусмотренную электрической схемой электроподвижного состава. Не допускается снятие аппаратов, проводов и контактов без восстановления маркировки. Провода с поврежденными жилами перепаяивают по здоровому сечению, если длина провода позволяет изъять поврежденный участок. При наличии натянутых или поврежденных низковольтных проводов их наращивают проводом той же марки и того же сечения с применением горячей пайки.

Такие электрические аппараты, как контакторы, реле, контроллеры,

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06.07.. ПЗ 2016				

кнопочные переключатели и т.д., установленные в одних и тех же цепях, во многом схожи по конструкции, характеру работы и имеют однотипные элементы

### **1.3. Основные неисправности и оценка технического состояния электромагнитных и электропневматических аппаратов ЭПС**

В электрических цепях электровоза для осуществления процессов коммутации применяются контакторы, реле, реверсоры, контроллеры и другие аппараты, которые в зависимости от типа привода разделяются на электропневматические и электромагнитные. Аппараты, включенные в силовую цепь непосредственно или через добавочные резисторы, условно называют высоковольтными, а аппараты, работающие в цепях управления и освещения, напряжение которых 50 В, – низковольтными. По назначению электрические аппараты можно разделить на аппараты управления, автоматического регулирования и защиты.

В процессе эксплуатации электрические аппараты подвергаются динамическим и электродинамическим воздействиям, влиянию температурных колебаний окружающей среды. Кроме того, работоспособность аппаратов зависит от степени их увлажнения и загрязнения. Вследствие действия указанных факторов в узлах и элементах аппаратов возникают неисправности в виде подгара и оплавления контактов и медных шунтов, повреждения катушек, снижения изоляционных свойств, пропуска воздуха в узлах привода и т. д. Для содержания аппаратов в исправном и надежном состоянии в условиях эксплуатации и при технических обслуживаниях регулярно производят очистку узлов и элементов, подтяжку резьбовых соединений, смазку соответствующих узлов, контроль состояния изоляции и четкость срабатывания аппаратов.

Состояние изоляции определяют по сопротивлению, которое между корпусом и силовой цепью должно быть не менее 0,5 МОм, между корпусом и вспомогательной цепью – 0,25 МОм, между вспомогательной и силовой цепями – 0,5 МОм. Ослабленные зажимы и болтовые контактные крепления

					ВКР 5.310.700 06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

перед затягиванием осматривают со снятием гаек и болтов. Состояние сопротивлений открытого типа определяют внешним осмотром, а закрытого – по состоянию глазури. Осматривая рубильники, проверяют состояние контактных пластин и контактов, надежность крепления рукоятки и деталей на панели. В пакетных выключателях контролируют четкую фиксацию положений, в предохранителях .

*Силовые и блокировочные контакты.* Изменение цвета детали в результате перегрева, ослабление креплений, наличие капель припоя свидетельствуют о ненадежном соединении. Электрическая дуга при разрыве подвижных контактов оплавляет поверхности, которые требуют зачистки. Серебряные и металлокерамические контакты при нагарах протирают салфеткой, смоченной в бензине или ацетоне. Контакты заменяют при износе на половину их толщины, при этом провал, начальное и конечное нажатия должны быть в пределах допускаемых правилами ремонта величин.

При замене силовых или блокировочных контактов обеспечивают касание их поверхностей практически по всей площади, но не менее 75 % от общей. Изношенные контакты разрешается восстанавливать путем напайки на их поверхности медных пластин марки М1. При этом контактные поверхности после напайки опиливают по соответствующему профилю контакта, который контролируют по шаблону.

*Гибкие соединения.* При обрыве более 10 % жил, следах нагревания и выплавления наконечника гибкие соединения заменяют на новые. Наконечники гибких соединений изготавливают из медных трубок и вместе с проводом формуют в штампе. Затем сверлят отверстие и пропаивают наконечник припоем ПОС-40. При пайке наконечник опускают в припой до середины отверстия во избежание пропайки жил за пределами наконечника. В противном случае гибкое соединение становится жестким и ломается. Контактные детали лудят гальваническим способом или в электротиглях припоем ПОС-18.

					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

*Катушки.* К основным неисправностям катушек электрических аппаратов относятся: снижение сопротивления изоляции между витками, а также межвитковое замыкание, ослабление крепления выводных клемм, обрыв обмотки и нарушение качества пайки обмотки к клеммам.

Неисправные катушки обычно заменяют на новые или восстанавливают путем их перемотки. При перемотке необходимо выбрать намоточный провод в соответствии с паспортными данными, в которых приводится марка провода, его диаметр, число витков и сопротивление при 20 °С. Активное сопротивление катушки после ее перемотки не должно отличаться от номинального более  $\pm 6$  %. После перемотки катушку изолируют лакотканью в 2 – 3 слоя, покрывают киперной лентой и банджируют суровыми нитками. При этом для повышения механической прочности под нитки закладывают в один слой электрокартон толщиной 0,5 мм. После этого катушку окрашивают масляно-асфальтовым лаком БТ-99 и сушат на воздухе в течение 3 – 4 ч. При ремонте катушек практикуют применение эпоксидной изоляции, которая хорошо предохраняет от увлажнения и возможных механических воздействий.

*Пневматические приводы.* В условиях эксплуатации по четкости срабатывания и по пропуску воздуха в уплотнительных соединениях определяют исправность соответствующего пневмопривода. Возможные неплотности устраняют добавкой незамерзающей смазки в объеме 1 – 6 см<sup>3</sup> и подтяжкой болтов или сменой уплотнительных прокладок.

При ремонте пневмоприводы разбирают и после их очистки производят обмер основных деталей и узлов, визуально контролируют состояние поверхностей, выявляют возможные трещины в корпусе цилиндра и проверяют пружины на остаточную деформацию.

Рабочую поверхность цилиндра при наличии рисок шлифуют, а при износе по диаметру более 0,5 мм заменяют или восстанавливают гальваническим способом. Поврежденные резиновые манжеты заменяют на новые, а кожаные манжеты восстанавливают прожировкой в термостате при

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

температуре 60 °С в течение 3 – 4 ч. Трещины или раковины в корпусе цилиндра устраняют заваркой латунными электродами. Допускается устранение мелких дефектов клеем БФ-2 или эпоксидным составом. Подшипники рычагов и кронштейнов заменяют на новые, если их износ превышает более 0,2 мм. Перед сборкой внутреннюю поверхность цилиндров смазывают маслом ПВП и после сборки приводы проверяют на герметичность, выход штока и четкость работы. Ремонт пневмоприводов диафрагменного типа, в основном, сводится к замене прорезиненной диафрагмы.

*Дугогасительные устройства.* Асбестоцементные стойки и перегородки дугогасительной камеры, имеющие сколы, трещины и прогары, заменяют на новые. Допускается восстановление наружных стенок камер, имеющих прогары не более 20 мм или отколы не более 40 мм. Для восстановления мест прогаров применяют специальный состав, приготовленный из равных частей гипсового порошка и асбестового волокна, тщательно перемешанных между собой и разбавленных в спиртовом лаке до получения тестообразной массы.

Электрокатушку дугогасительной камеры осматривают и при нарушении пайки выводов перепаяивают или приваривают медью. Катушки, имеющие оплавление витков более 30 % площади сечения, восстанавливают наплавкой медью.

*Изоляционные детали электроаппаратов.* Панели, прокладки, блокировочные стойки и кронштейны при трещинах, изломах и подгарах заменяют. Новые детали изготовляют из асбоцемента, текстолита, гетинакса, стеклотекстолита, прессшпана и другого изоляционного материала, обеспечивающего надлежащую механическую прочность, теплостойкость и сопротивление. Для повышения влагостойкости детали из асбоцемента пропитывают в мазуте, а затем в битуме; из дерева, прессшпана и фибры – в льняном масле или натуральной олифе.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016					

Изоляционные свойства окрашенных панелей проверяют мегомметром по сопротивлению, измеряемому между поверхностью отверстий для крепления аппаратов и отдельными точками, отстоящими на расстоянии 12 – 15 мм от них. Сопротивление допускают не менее 200 МОм. Затем испытывают панель на возможность поверхностного перекрытия переменным током напряжением 3000 В заостренными электродами, установленными на расстоянии 12 мм друг от друга на лицевой поверхности панели (допускается небольшое искрение).

*Реверсор.* При осмотрах и ремонтах проверяют износ, прилегание и нажатие силовых и блокировочных пальцев; состояние сегментов, кулачков, изоляции, валов и стоек, крепление проводов и кабелей; исправность пневматического привода и работу реверсора. При включении электропневматического привода реверсор должен поворачиваться быстро и четко до упора. При текущем ремонте ТР-2 реверсор разбирают, заменяют дефектные диафрагмы и ремонтируют другие его детали. Во время текущего ремонта ТР-3 изношенные силовые пальцы по трущейся поверхности (на половину толщины) заменяют или восстанавливают наплавкой медью с последующей обработкой дробью для создания наклепа. Перед установкой на аппарат силовых пальцев линию контакта обрабатывают личным или полубархатным напильником. Касание пальцев (контактов) на всю ширину доводят непосредственно по сегментам или неподвижным контактам, т. е. после сборки. Сегменты реверсора типа ПР, имеющие раковины, наплавления или износ более 3 мм, снимают с вала; наплавляют латунью ЛК-70, обтачивают до диаметра по чертежу, притирают пальцы и регулируют их нажатие  $(5 - 6) \cdot 10^5$  Па.

Поврежденную изоляцию стоек восстанавливают лакированной, асбестовой бумагой или формовочным миканитом на бакелитовом лаке с последующей опрессовкой давлением  $150 \cdot 10^5$  Па и запеканием при температуре 180 – 200 °С. Мелкие поверхностные повреждения (расслоение, отколы) изоляции заделывают изоляционной лентой. После ремонта

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016				

изоляционных покрытий, для увеличения влагостойкости, поверхность покрывают двумя слоями эмали ГФ-92-ХК или ГФ-92-КС. Втулки подшипников при зазоре на масло более 2 мм или потере натяга заменяют новыми.

Правильность положения кулачковых шайб реверсора ППК-8601 определяют относительно оси соответствующих роликов контакто держателя (смещение допускается не более 2,5 мм). В случае превышения зазора между валом и шайбой более 0,15 мм

уплотняют соединение постановкой металлических прокладок. Выкрашивание кулачковых шайб требует их замены. Замыкание блокировочных контактов регулируют отгибанием скобы так, чтобы в крайнем положении привода шток блок-контактов имел запас хода 2 – 3 мм. При регулировке силовых контактов необходимо обращать внимание на одновременность замыкания и размыкания контактов, обеспечивая зазоры между контактами в разомкнутом положении (не менее 10 мм), нажатие (250 – 300 Н) и притирание (провал 3 – 5 мм).

*Контроллер машиниста.* При обслуживании и ремонтах проверяют легкость хода подвижных частей, состояние подвижных и неподвижных контактов, четкость фиксации позиций, плотность контакта, притирания, нажатия и последовательность включения по развертке контроллера. Детали передаточного и фиксирующего механизмов, имеющие износ и не обеспечивающие четкость фиксации, заменяют или восстанавливают наплавкой латунью с последующей обработкой по шаблону. Пружины, потерявшие упругость заменяют новыми. Изношенные кулачковые шайбы и втулки подшипников заменяют. В процессе ремонта проверяют качество прилегания контактов и порядок замыкания их в соответствии с разверткой. Нажатие контактов должно быть начальное  $(9 - 10) \cdot 10^3$  Па и конечное 34 – 45 Па.

					ВКР 5.310.700.. 06.07 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Глава 2    Разработка участка отделения аппаратного цеха .**  
**2.1.Методы контроля выявления неисправности электрических цепей**

					<b>ВКР 5.310.700.06. 07 ПЗ 1016</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Салихов Т</i>			Глава 2    Разработка участка отделения аппаратного цеха	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Иксар Е</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>ТашиИИТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Бердыев У.Д.</i>						

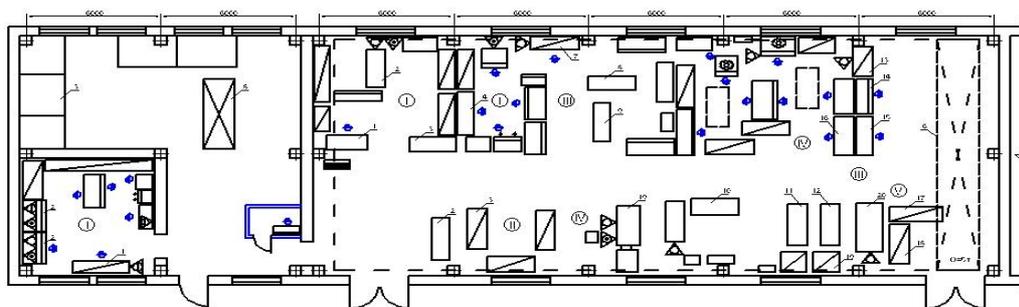


Рис.2.1. План аппаратного цеха

В технологическом процессе ремонта электрических аппаратов силовой цепи используется следующее оборудование:

**Стенд для испытания и регулировки аппаратов электровозов.**

Технические характеристики:

Напряжение питания -3 фазы 380/220 В

Установленная мощность 3.5 к ВА

Потребляемая мощность с учетом многоамперного агрегата 43.5

Габаритные размеры 1011x639x1215.

**Стенд для испытания электрической изоляции аппаратов**

Напряжение питания 220В

Технические характеристики:

Установленная мощность 10 к ВА

Цепь переменного тока 50 Гц , напряжение кВ 17.5 ток 1 А

Цепь переменного тока 50 Гц. ток 1 мА

Цепь постоянного тока, напряжение ,кВ 4.%. ток 1,2

Цепь переменного , импульсное напряжение кВ 4.5 ток 1,2 А

Габаритные размеры 2280 x1760 x 2250.

**стенд для проверки импульсного напряжения между обмоткаи**

Технические характеристики:

Напряжение питания -3 фазы 380/220 В

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016				

Установленная мощность 3.5 кВА

Потребляемая мощность с учетом многоамперного агрегата 43.5

Габаритные размеры 1011x639x1215.

### **Стенд для испытания электровозов переменного тока.**

Технические характеристики:

#### **Напряжение питания -3 фазы 380/220 В**

Установленная мощность 3.5 кВА

Потребляемая мощность с учетом многоамперного агрегата 43.5

Габаритные размеры 1011x639x1215.

### **2.1 Описание работы стенда испытания и регулировки аппаратов цепи управления.**

Испытание реле производится на универсальном стенде. В своей конструкции стенд имеет однофазный понижающий трансформатор ВН 380 В, понижающий трансформатор НН совместно с выпрямителем для питания катушек аппаратов 50В, амперметры постоянного тока 0-50А, 0-30А. типа М358, выпрямители селеновые типа П210, выключатели управления пакетные, вольтметры постоянного тока типа М 386, вольтметры переменного тока, сигнальные лампы, штепсельные разъёмы для подключения соответствующих аппаратов.

Технические характеристики стенда :

Напряжение питания -3 фазы 380/220 В

Установленная мощность 3.5 кВА

Потребляемая мощность с учетом многоамперного агрегата 43.5

Габаритные размеры 1011x639x1215.

Электрические цепи электровозов условно подразделяются на цепи управления, электропередачи (силовые цепи), вспомогательных устройств, освещения, защиты и сигнализации.

В процессе эксплуатации локомотивов часто возникают неисправности в виде нарушения контакта в разъёмных соединениях, нарушения пайки и обрыва жил в наконечниках, замыкания на корпус, замыкания проводов

между собой или через корпус, обрыва цепи из-за ослабления контактных соединений или явного обрыва проводки, механических повреждений изоляции и т. д.

Для выявления неисправностей в электрических цепях, в основном, используют измерительные приборы – ампервольтметры (тестеры) или мегомметры.

Для контроля исправности электрических цепей применяются следующие методы: внешнего визуального осмотра, сравнения, замены, последовательного перебора и универсальный.

*Внешний визуальный осмотр* позволяет обнаруживать видимые механические повреждения, следы оплавления, прогара и т. д., которые составляют незначительную часть дефектов.

*Метод сравнения* заключается в том, что неисправности выявляются сопоставлением неисправного узла с заведомо исправным. На основании такого метода устанавливают признаки характерных неисправностей, т. е. для обнаружения дефекта требуется сопоставление целого ряда внешних признаков, в том числе, показаний приборов и результатов проверок.

*Метод замены* в ремонтной практике получил широкое применение и, особенно, при наличии блочной аппаратуры. Этот метод заключается в том, что без всяких дополнительных измерений и проверок обнаруживается неисправность в виде «Да» или «Нет».

*Метод последовательного перебора* заключается в последовательной проверке наличия потенциала (напряжения), измеряемого тестером или вольтметром, от начала цепи (на плюсовых клеммах) до конца цепи (на минусовых клеммах).

*Универсальный метод* проверки предусматривает строгий систематический порядок поиска неисправности (алгоритм) на основе логических связей всех цепей и оборудования тепловоза, исключая лишние операции, что гарантирует обнаружение дефекта за сравнительно короткое

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

время.

В процесс поиска неисправности электрических цепей входят последовательные этапы: определение неисправности взаимосвязанного комплекса оборудования; нахождение неисправности некоторой конкретной цепи общего комплекса и поиск отказавшего узла, блока или аппарата.

I этап. Электрическая схема электровоза состоит из следующих отдельных взаимосвязанных цепей: цепи управления и силовой цепи. Функционирование каждой из этих систем характеризуется определенными

внешними признаками, по которым устанавливают исправность или отказ. Внешние признаки обычно устанавливают или визуально, или при помощи контрольно-измерительных приборов по характерным процессам при включении и отключении коммутирующей аппаратуры (секвенция). Например, по звуку и скорости включения поездного контактора можно определять качество функционирования пневмопривода.

II этап. Систематизированный (упорядоченный) поиск неисправной цепи выполняется по заранее разработанным алгоритмам, показывающим наглядную связь между отдельными электрическими цепями локомотива.

Логическая блок-схема выполняется подобно принципиально-монтажной, при этом стрелки на линиях связи должны указывать на подачу сигнала от одного узла к другому, в частности, от входа (+) до выхода (-). Кроме того, узлы располагают сверху и далее вниз, в зависимости от очередности их срабатывания.

III этап. После выполнения двух этапов производят «прозвонку» цепей и контроль наличия потенциалов (+ или -) конкретного узла или аппарата. Такой поиск осуществляют с использованием контрольной лампы или прибора – ампервольтметра (тестера). В частности, один провод контрольной лампы подключают к минусу аккумуляторной батареи, а второй – последовательно по схеме. Например, контроль цепи управления проводят

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016					

в таком порядке:

Снижение сопротивления изоляции и ее пробой на корпус зависят от многих факторов: старения изоляции, механических повреждений, увлажнения, образования инея (росы) на поверхностях узлов электрических машин и др. Контроль изоляции проводят путем измерения сопротивления цепей, аппаратов и узлов относительно корпуса локомотива. При этом для эффективности контроля используют мегомметры типа М1101М на 500 или 1000 В. *Методика контроля изоляции* состоит из подготовительной работы и процесса поиска мест пробоя.

В процессе подготовительной работы переводят реверсор в положение «Вперед» или «Назад»,

Процесс поиска пробоя изоляции выполняется исходя из логической взаимосвязи блоков и узлов силовых цепей и систем управления аппаратами. Такая связь в упрощенном виде показана на рис. 1.1. Поиск пробоя изоляции в силовой цепи необходимо производить в следующем порядке:

- 1) отсоединить провода реле боксования и реле переходов (РП1 и РП2);
- 2) отсоединить минусовые кабели от шунта килоамперметра;
- 3) «прозвонить» цепи тягового генератора и тяговых электродвигателей;
- 4) изолировать цепи якорей от обмоток полюсов с помощью изоляционных проставок или подъема щеток и произвести «прозвонку» данных узлов;
- 5) окончательно установить, в каком узле наблюдается пробой изоляции.

Поиск пробоя изоляции в цепях и аппаратах управления является наиболее сложным и его рекомендуется производить в следующем порядке:

- 1) визуально в доступных местах осмотреть состояние проводки, катушек электрических аппаратов, колодок вспомогательных электрических машин и сборочных коробок на касание проводки на корпус;
- 2) отсоединить минусовые провода с клеммных реек и «прозвонить»

отдельные участки цепей управления;

3) по результатам «прозвонки» цепей управления установить, на каком участке и в каком узле наблюдается пробой изоляции.

Провода, не показывающие пробоя изоляции, условно называют «чистыми», и их после «прозвонки» в соответствии с маркировкой вновь устанавливают на прежние клеммы. Допустимые нормы сопротивления изоляции электрооборудования тепловоза при температуре 20 °С приведены в табл. 1.1.

Таблица 1. Допустимые и предельные нормы сопротивления изоляции

Цепи электровоза	Сопротивление изоляции, Мом	
	допустимое после ремонта	предельное в эксплуатации
Высоковольтная цепь относительно низковольтной	1,5	0,75
Высоковольтная цепь относительно корпуса	1,0	0,5
Цепь возбуждения тягового двигателя относительно корпуса	1,0	0,5
Низковольтная цепь относительно корпуса	0,5	0,25



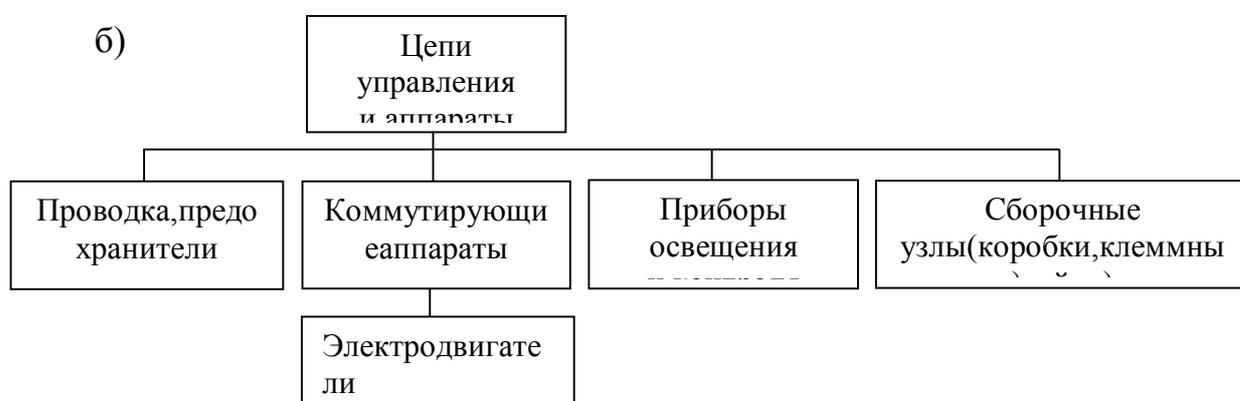


Рис. 2.2. Логическая блок-схема связей цепей локомотива:

а – связи в силовой цепи; б – связи в цепи управления

### Поиск неисправностей электрических цепей

Надежная работа локомотива во многом зависит от исправного состояния цепей управления. Известно, что большое количество неисправностей приходится на электрические аппараты и цепи управления тягового подвижного состава. В процессе эксплуатации в основном проявляются такие отказы, как отсутствие контакта, пробой изоляции, оплавление контактов и их перегрев, нарушение целостности электрических цепей, обрыв проводов. Наиболее информативными диагностическими параметрами цепей управления будут параметры, характеризующие наличие целостности цепи, качество контакта и отсутствие короткого замыкания

*Диагностирование цепей управления* выполняют с помощью мик- роЭВМ

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(рис. 2.3). Переносной блок УСДН-148 состоит из программируемого микроконтроллера, контроллера накопления электронных паспортов (НЭП), клавиатуры и индикатора, который находится в кабине машиниста и подключается к локомотиву через разъемы кабелем. На локомотиве должна быть бортовая система для диагностирования цепей управления, которая позволит машинисту в критических ситуациях отыскать место дефекта.

К средствам технического диагностирования цепей управления локомотивов предъявляются следующие требования:

- надежность работы в условиях эксплуатации и при ремонте;
- приемлемая скорость диагностирования и достоверность результатов;
- обеспечение связи с внешними и внутренними системами диагностирования.

Алгоритм диагностирования цепей управления локомотива предусматривает разбивку схемы на отдельные функциональные блоки. Для каждого блока разрабатывается логическая схема, в которой выбирают контрольные точки и присваивают им соответствующий номер. Порядок нумерации определяется очередностью срабатывания электрических аппаратов и замыканием блокировочных контактов. Каждая контрольная точка должна иметь выход на узел стыковки с устройством диагностирования.

В настоящее время на тяговом подвижном составе используют несколько вариантов устройств диагностирования цепей управления.

В условиях депо наиболее простым и общедоступным устройством обнаружения дефекта в цепях управления является лампочка (или пробник), с помощью которой достаточно быстро можно определить неисправность (лампочка загорается при наличии контакта и наоборот). Такой способ определения дефекта в цепях управления.

					ВКР 5.310.700.12. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

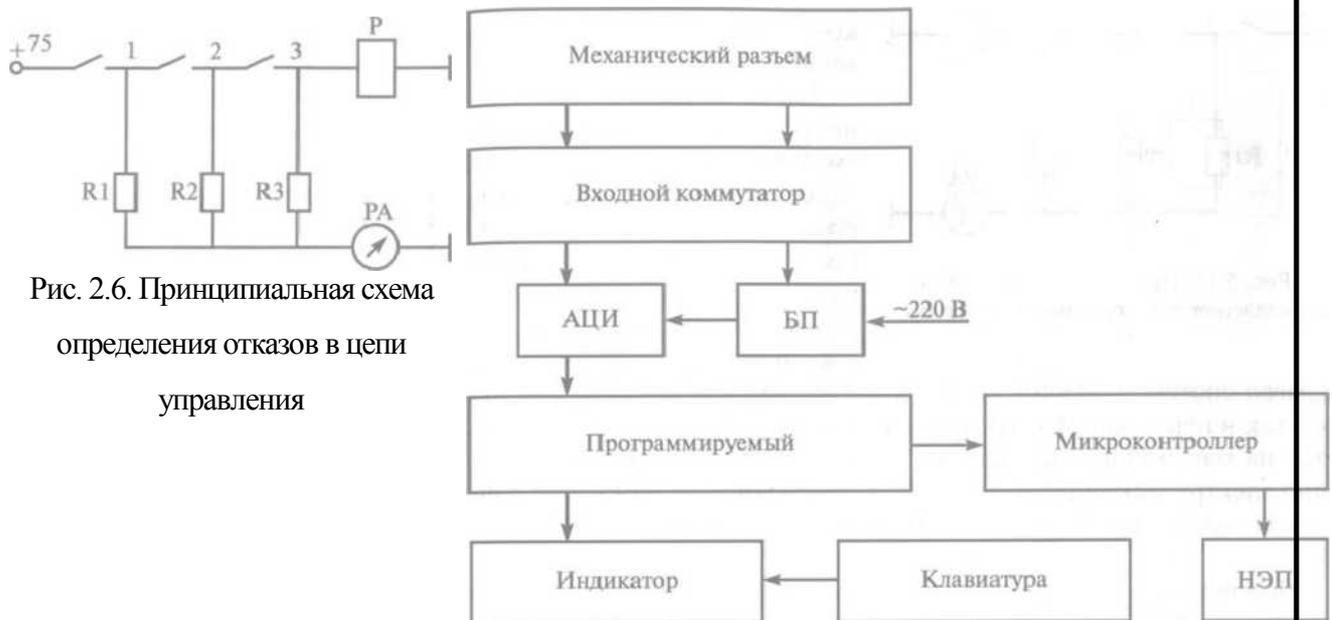


Рис. 2.6. Принципиальная схема определения отказов в цепи управления

Рис. 2.5. Структурная схема диагностирования цепей управления локомотива с помощью микро и ЭВМ: НЭП — накопитель на электронных платах

равления позволяет за короткое время проверить всю схему локомотива. Схема устройства для диагностирования с использованием резисторов, количество которых зависит от числа контрольных точек,

Схема устройства для диагностирования с использованием резисторов, количество которых зависит от числа контрольных точек, приведена на рис. 2.6. Резисторы подключаются к контрольным точкам и измерительному прибору, на шкале которого обозначены номера соответствующих контактов. При замыкании всех контактов ток в цепи реле (P) максимальный и стрелка прибора отклоняется на максимальный угол, что соответствует исправному состоянию электрической цепи. В случае несрабатывания одного из контактов стрелка прибора остановится в точке незамкнувшегося контакта.

При ремонте в условиях депо используются устройства для диагностирования с элементами памяти на тиристорах (рис. 2. 6, а) и на светодиодах (рис. 2.6, б). В первом случае при отсутствии отказа в электрической цепи локомотива светодиоды не светятся. В случае наличия

отказа в одной из точек светодиод светится. При снятии напряжения в рабочей цепи элемент памяти (тиристор) запоминает контрольную точку в месте отказа. Во втором случае в процессе диагностирования высвечивается вся электрическая цепь локомотива после нажатия кнопки SB. В случае нарушения целостности диагностируемой электрической цепи или утечки тока на корпус светодиод о состоянии контрольной точки не сигнализирует (не светится). Недостатком этого устройства является возможность выхода из строя светодиода, что приводит к ложной сигнализации и невозможности

использования для совместной работы с микропроцессорными устройствами. Для каждого блока разрабатывается логическая схема, в которой выбирают контрольные точки и присваивают им соответствующий номер. Порядок нумерации определяется очередностью срабатывания электрических аппаратов и замыканием блокировочных контактов. Каждая контрольная точка должна иметь выход на узел стыковки с устройством диагностирования.

В настоящее время на тяговом подвижном составе используют несколько вариантов устройств диагностирования цепей управления.

В условиях депо наиболее простым и общедоступным устройством обнаружения дефекта в цепях управления является лампочка (или пробник), с помощью которой достаточно быстро можно определить неисправность (лампочка загорается при наличии контакта и наоборот).

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

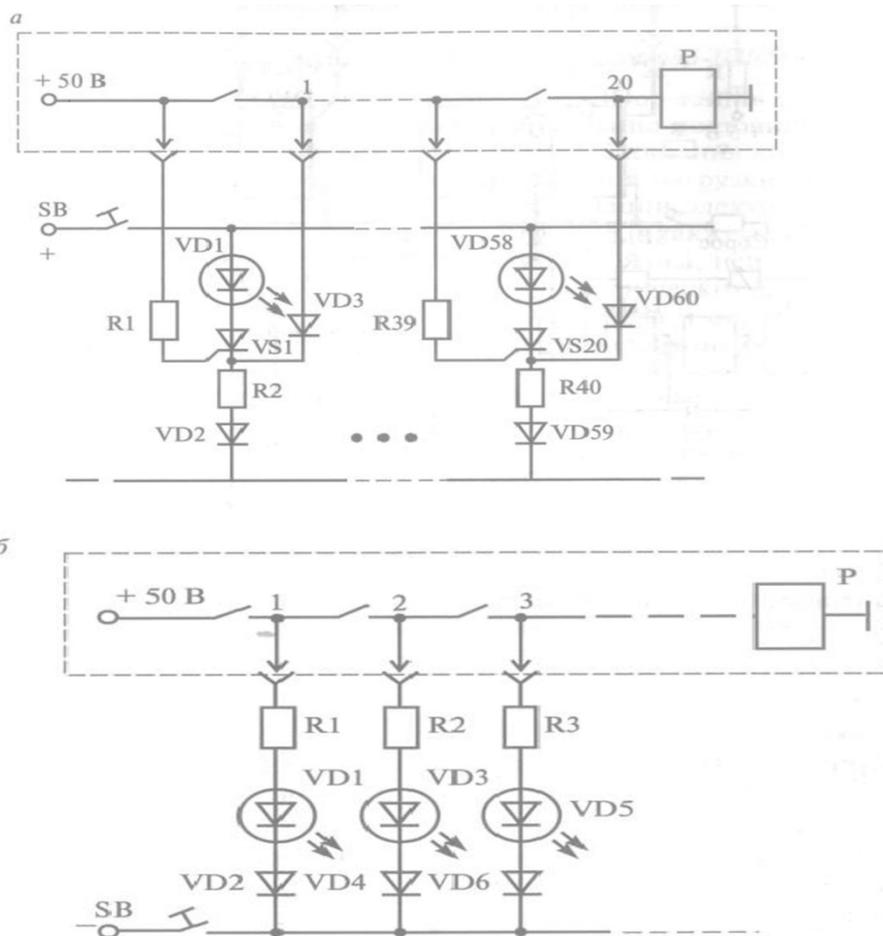


Рис 2.7. Принципиальная схема устройства диагностирования цепи управления электровоза с памятью на тиристорах (а) и светодиодах (б)

которых сигнал с выхода  $Q$  запускает генератор тактовых импульсов D11 и цифровой индикатор (D13—D15). Отсутствие электрического контакта проверяемой цепи определяется по показанию индикатора (номер контрольной точки). При обнаружении в проверяемой цепи нескольких отказов поступают следующим образом: устраняют первый отказ, устройство возвращают в исходную позицию, нажимают кнопку «Пуск», в результате чего осуществляется повторный обход контрольных точек до отыскания следующего отказа. После завершения контрольных проверок оценивается качество устранения первого и последующих отказов.

Данное устройство с контрольными точками диагностируемой цепи соединяется с помощью штепсельных разъемов, что дает возможность определить качество изоляции электрических проводов.

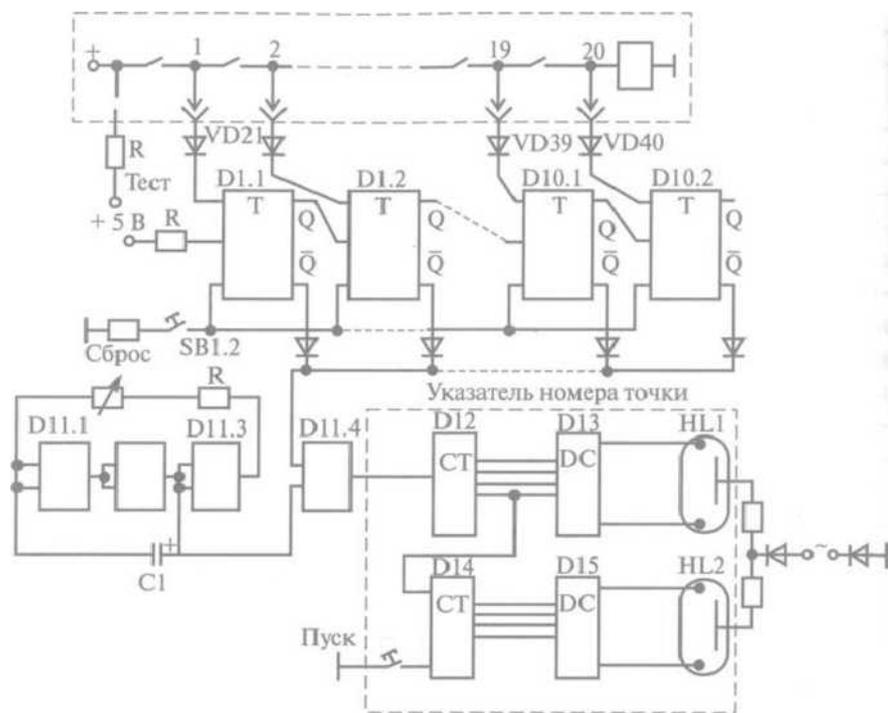


Рис. 2.8. Принципиальная схема прибора диагностирования цепей управления **ЛОКОМОТИВА** на интегральных микросхемах

Табл .2.2. НОРМЫ ДОПУСКОВ И ИЗНОСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Наименование аппаратов, деталей и размеров (величин)	Типы аппаратов	Допускаемый размер при выпуске из ремонта КВР	Браковочный размер в эксплуатации
1	2	4	5
1. Общая часть			
1.1. Толщина медных контактных сегментов и пластин в цепях управления, мм	Все	3-4,5 4-5,5 5-6,5	Менее 2 Менее 2,5 Менее 3
1.2. Толщина стального вспомогательного блокировочного контакта в рабочей части, мм	Все	1-1,3	Менее 0,5
1.3. Наименьшее расстояние от вспомогательного линейного контакта до края сегмента во включенном или выключенном положении, мм	Все	3,5	Менее 2
1.4. Допускаемое уменьшение от номинальных размеров валиков и осей при диаметрах, мм:	Все		
от 5 до 10 включительно		0,015-0,15	Более 0,5

свыше 10, до 18 включительно		0,02-0,18	Более 1,1
свыше 18, до 30 включительно		0,025-0,21	Более 1,3
свыше 30, до 50 включительно		0,032-0,25	Более 1,6
1.5. Допускаемое увеличение от номинальных размеров отверстий под валики и оси при диаметрах, мм:	Все		
от 5 до 10 включительно		0,1	Более 0,5
свыше 10, до 18 включительно		0,12	Более 1,1
свыше 18, до 30 включительно		0,14	Более 1,3
свыше 30, до 50 включительно		0,17	Более 1,6
1.6. Допускаемые зазоры в шарнирах при диаметрах отверстий, мм:	Все		
от 5 до 10 включительно		0,015-0,25	Более 1
свыше 10, до 18 включительно		0,02-0,3	Более 2,2
свыше 18, до 30 включительно		0,025-0,35	Более 2,6
свыше 30, до 50 включительно		0,032-0,42	Более 3,2

2.11. То же по кривой профиля кулачковых шайб, мм, не более	Все	1	Более 2
2.12. Отклонение развёртки кулачковых валов, град	Все	$\pm 1$	Более $\pm 3$
<b>3. Реле</b>			
3.1. Толщина серебряных и металлокерамических контактов, мм	Все	0,8-1,2	Менее 0,1
3.2. Наибольшее поперечное смещение контактов относительно друг друга во включённом состоянии, мм	Все	1	Более 1,5
3.3. Раствор контактов, мм	РО-33, РЭВ-295, РЭВ-296, РЭВ-298, РЭВ-312, РЭВ-560, РЭВ-623, РКН-586, РЗЮ-580	2,5-3	Менее 2,5, более 6
	РЭВ-292, РЭВ-294, РЭВ-299, РЭВ-300, РЭВ-573	3-4	Менее 3, более 5

### Глава3.Технологический процесс определения неисправностей цепей управления и ремонта коммутирующих аппаратов силовой цепи управленияЭПС

В процессе эксплуатации электрические аппараты подвергаются динамическим и электродинамическим воздействиям, влиянию температурных колебаний окружающей среды. Кроме того, работоспособность аппаратов зависит от степени их увлажнения и загрязнения. Вследствие действия указанных факторов в узлах и элементах аппаратов возникают неисправности в виде подгара и оплавления контактов и медных шунтов, повреждения катушек, снижения изоляционных свойств, пропуска воздуха в узлах привода и т.д. Для содержания аппаратов в исправном и надежном состоянии в условиях эксплуатации и при технических обслуживаниях регулярно производят очистку узлов и элементов, подтяжку резьбовых соединений, смазку соответствующих узлов, контроль состояния изоляции и четкости срабатывания аппаратов. К основным аппаратам автоматизации процессов управления можно отнести реле ускорения и торможения, реле рекуперации, реле контроля оборотов и регуляторы напряжения.

*Реле ускорения (Р-40)* применяют на моторных вагонах электропоездов для автоматического управления работой реостатного или группового контроллера во время разгона поезда, поэтому оно реагирует на пусковой ток тяговых двигателей. Реле торможения также применяют на моторных вагонах, если они оборудованы электрическим тормозом. Данное реле реагирует на величину генераторного тока при электрическом торможении и регулирует скорость выведения групповым контроллером тормозных резисторов.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Салихов Т			Глава3.Технологический процесс определения неисправностей цепей	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Иксар Е						
Реценз.						<i>ТашИИТ</i>		
Н. Контр.								
Утверд.		Бердыев У.Д.						

*Реле рекуперации (РР-4)* предназначено для автоматизации перехода на рекуперативное торможение, которое срабатывает под действием разности напряжений на ТЭД и в контактной сети. *Реле контроля оборотов* применяют для предотвращения от разноса якорей в случае обрыва их цепей независимого возбуждения (на электровозах постоянного тока с рекуперативным торможением) и управления электромагнитными контакторами, осуществляющими пускпередачи сигналов от одной цепи управления в другую.

Конструкция и принцип работы всех электромагнитных реле одинаковы, а отличие заключается лишь в их назначении, т.е. в какой момент необходимо запитать токовую катушку с такой силой тока, чтобы обеспечить своевременную и надежную работу реле.

*Регуляторы напряжения* предназначены для автоматического регулирования напряжения в цепях управления. Их подразделяют на контактные (СРН-7, СРН-8А, ТРН-1, СРН-2) и бесконтактные (БРН-10, РН-43, БРН-3, РНТ-6).

Повреждения и износы данных аппаратов чаще всего возникают при воздействии на них тормозных сил и сил тяги, передаваемых от ходовых частей, работа которых в определенной мере зависит от технического состояния и регулировки самих реле. В случаях нарушения технологии ремонта или регулировки автоматических аппаратов управления, а также разрегулировки их в процессе эксплуатации, происходят серьезные отклонения в работе электроподвижного состава, которые могут повлечь за собой выход из строя (в том числе и возгорание) тяговых электродвигателей

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

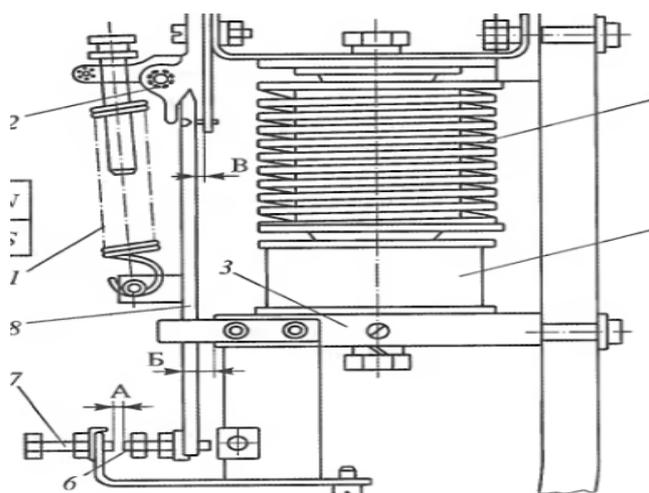
и другого оборудования.

К неисправностям регуляторов напряжения относятся следующие: повышенный зазор в контактах (вследствие его разрегулировки); ослабление крепления деталей; подгары или выработка

угольных контактов; замыкание или пробой подвижной катушки; износ призматического упора подвижного контакта; выход из строя биметаллических пластин. После демонтажа и передачи реле ускорения Р-40В в аппаратный цех его разбирают, детали очищают и осматривают. Включающую (силовую) 4 и подъемную (подмагничивающую) 5 катушки (рис. ) при необходимости ремонтируют. Изоляционную панель, имеющую трещины или сильные прожоги, заменяют. Осматривая призму 2 якоря, обращают внимание на состояние ее грани, которая должна иметь ровную, хорошо отшлифованную закаленную поверхность. Посадочную поверхность под призму упорного кронштейна промывают бензином. Пружину 7 регулировочного винта точной настройки проверяют на соответствие характеристике, не выдержавшую испытание — заменяют. Кроме того, убеждаются в надежности крепления неподвижной шпильки 6 и винта грубой регулировки 7, у которых толщина серебряных контактов должна быть не менее 1,0 мм.

Во время сборки реле контролируют положение призмы якоря относительно выточки упорного кронштейна при включенном и отключенном положениях.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Рис. 3.1. Реле ускорения и торможения Р-40В:**

**1 — регулировочная пружина; 2 — призма якоря; 3 — магнитопровод; 4 — силовая катушка; 5 — подмагничивающая катушка; 6 — шпилька подвижного контакта (неподвижная шпилька); 7 — регулирующий винт (упорная шпилька неподвижного контакта); 8 — якорь**

Сборка считается правильной, если между призмой и кронштейном в любом положении якоря имеется равномерный зазор, а сам якорь перемещается без заеданий, не касаясь ограничивающих планок. При этом зазор В должен быть в пределах 0,4—0,6 мм с учетом того, что между отверстием в якоря и штифтом промежуточной планки по всей окружности также существует зазор не менее 1 мм. Затем выставляют раствор контактов, равный 1,5—2,0 мм с нажатием 1,5 Н. Во включенном положении между якорем и рамой маг- нитопровода необходимо установить зазор Б в пределах 5—6 мм.

С помощью постоянного магнита проверяют согласованное действие силовой и подъемной катушек реле. Для этой цели через катушки соответствующей полярности пропускают ток, и при правильном подключении северный полюс магнита должен указывать вверх.

При регулировке реле ускорения и торможения сначала подают ток от

многоамперного источника постоянного тока на зажимы включающей катушки (с соблюдением полярности). Затем его плавно увеличивают, контролируя нагрузку по амперметру до тех пор, пока реле не включится. Производя регулировку на том же стенде, но в обратной последовательности, добиваются отключения реле. Винтом точной регулировки, т.е. натяжением пружины устанавливают ток включения и отпадания. Ниже приведены основные показатели реле ускорения типа Р-40 (табл3.1).

Таблица 3.1. основные характеристики реле ускорения типа Р-40

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Показатели	Тип реле		
	P-40,1	P-40,4	P-40B
Номинальное напряжение, В	3000	3000	3000
Напряжение цепи управления, В	50	110	110
Силовая (включающая) катушка			
Длительный ток, А	150	250	250
Ток включения, А	215	425—450	425—450
Ток отпадания, А	175—5	365 ±10	365 ±10
Количество витков	8	6	6
Подъемная (подмагничивающая) катушка			
Длительный ток, А	0,5	0,11	0,11
Диаметр провода, мм	0,35	0,2	0,2
Количество витков	1650	5900	5900
Сопротивление, Ом	44,2	440	440
Масса реле, кг	2,6	2,6	2,6

Для проверки величины тока на отпадание силовой катушки реле, происходящего в момент буксования и при пониженном ускорении электропоезда, в цепь подъемной катушки поочередно включают резисторы с активным сопротивлением 100, а затем 300 Ом. В первом случае ток уставки на отпадание при буксовании должен быть не более 75 А, а во втором случае — 120—130 А.

После проверки и установки всех необходимых величин тока уставки регулировочные болты законтривают гайками, наносят контрольные риски красной эмалью по резьбе, регулировочную пружину пломбируют. На электропоезде ЭР2Р реле P-40B применяют также в качестве реле моторного тока (PMT) и реле обратного тока преобразователя (POT).

При выполнении среднего ремонта СР реле оборотов P0-60, P0-33

и PКО-28 снимают с локомотивов, разбирают, детали промывают в осветительном керосине. Во время дефектации реле особое

						Лист
ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

внимание уделяют состоянию и толщине рычагов центробежного механизма, состоянию регулировочной пружины и его предельному срабатыванию.

Обнаруженные трещины в корпусе, а также отверстия в рычагах с повышенным износом заваривают газовой сваркой с последующей механической обработкой до чертежных размеров. Рычаги центробежного механизма при толщине менее 6,5 мм восстанавливают методом наплавки. Руководствуясь Инструкцией по техническому обслуживанию и ремонту узлов с подшипниками качения локомотивов и моторвагонного подвижного состава (ЦТ-330), подшипники с явными дефектами и с радиальными зазорами свыше 0,2 мм заменяют. Проверяют характеристики регулировочных пружин, которые не должны отличаться от установленных норм более чем на  $\pm 8\%$ . Дефектные пружины заменяют. Серебряные контакты реле зачищают стальными пластинами без нарушения профиля. Трущиеся поверхности реле покрывают смазкой ЦИАТИМ-201. После сборки и проверки работы реле и механизмов переключателя от руки реле Р0-60 (или другие) устанавливают на специальный стенд для дальнейшей регулировки. Сначала у реле контролируют и выставляют основные электрические параметры контактов и цепи, а затем регулируют номинальную частоту вращения, уставку по частоте вращения и частоту вращения при возврате реле в исходное положение.

						Лист
					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Система контроля и диагностирования (СКД) силовой цепи ЭПС

Система контроля и диагностирования (СКД) типа «Доктор-030М» (рис. 2..) предназначена для измерения напряжения постоянного и переменного токов, сопротивлений резисторов, индуктивности, временных интервалов, а также для выдачи соответственного напряжения, используемого для

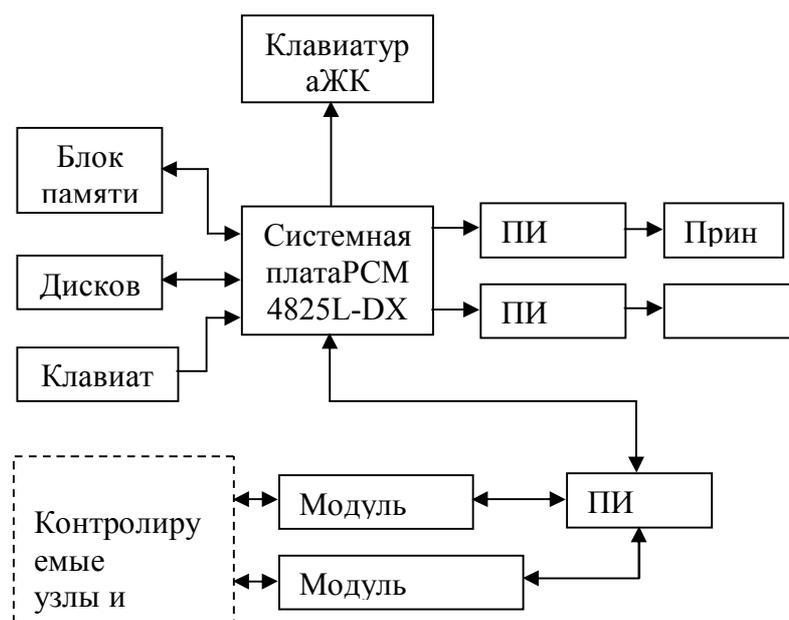


Рис. 3. 2. Структурная схема системы контроля и диагностирования прибором типа «Доктор-030М»

диагностирования и настройки электрических цепей локомотива, и для прогнозирования возможных отказов коммутирующей аппаратуры и узлов электрических машин постоянного тока. Система позволяет измерять параметры электрических аппаратов, производить обработку полученной информации и вывод результатов на встроенный дисплей или печатающее устройство, а также накапливать статистические данные о параметрах для дальнейшей обработки и прогнозирования состояния электрооборудования локомотива. Питание прибора типа «Доктор-030М» осуществляется от источника переменного тока напряжением 36–60 В или от источника постоянного тока 75 либо 110 В. СКД «Доктор-030М»

позволяет оценить общее состояние силовых цепей, цепей управления и вспомогательных цепей локомотива с помощью метода экспресс-контроля. Метод экспресс-контроля позволяет вовремя определить предотказное состояние или конкретную неисправность оборудования. Он основан на сравнении паспортных данных (установочных значений), зафиксированных после прохождения ремонтов ТР-3, КР-1 или КР-2, и полученных после текущих измерений показателей.

Во время проведения экспресс-диагностирования контролируются:

- наличие межвиткового замыкания катушек реле, контакторов и индуктивных шунтов;
- время включения и отключения реле и контакторов;
- переходные сопротивления контакторов и якорной цепи электрических машин.

Контролируются также секвенции включения аппаратов от контроллера машиниста, сопротивления регулировочных и пусковых резисторов и т. д.

Вся информация, полученная при проведении диагностирования методом экспресс-контроля, хранится на диске СКД в каталоге «C:\DIAG030\ [тип объекта]» и в директории «C:\DIAG030\», в файлах table\_exp.dbf, buffer1.dbf.

Для проведения диагностирования методом экспресс-контроля необходимо:

- включить СКД (после окончания внутреннего тестирования прибор готов к работе);
- в главном меню выбрать пункт «Диагностика»;
- выбрать тип локомотива, номер локомотива и указать, что измерения производятся «до» или «после» ремонта;
- в следующем меню выбрать пункт «Экспресс».

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат							

Перед тем как выполнять диагностирование, необходимо создать уставки – эталонные значения на каждый отдельно взятый локомотив, т. е. для каждого диагностируемого локомотива должны быть созданы свои уставочные значения. Уставочные измерения для экспресс-диагностирования выполняются активизацией режима «Создать уставки». В дальнейшем уставочное измерение сравнивается с текущим и на основании результата сравнения выдается рекомендация ремонтному персоналу. Перемещая рукоятку контроллера машиниста по позициям либо выполняя последовательность других сборок электрической схемы, оператор должен выбирать параметры измерения на данной позиции, предложенные программой экспресс-диагностирования.

*Определение межвиткового замыкания в катушках электромагнитных систем (рис. 3.2).*

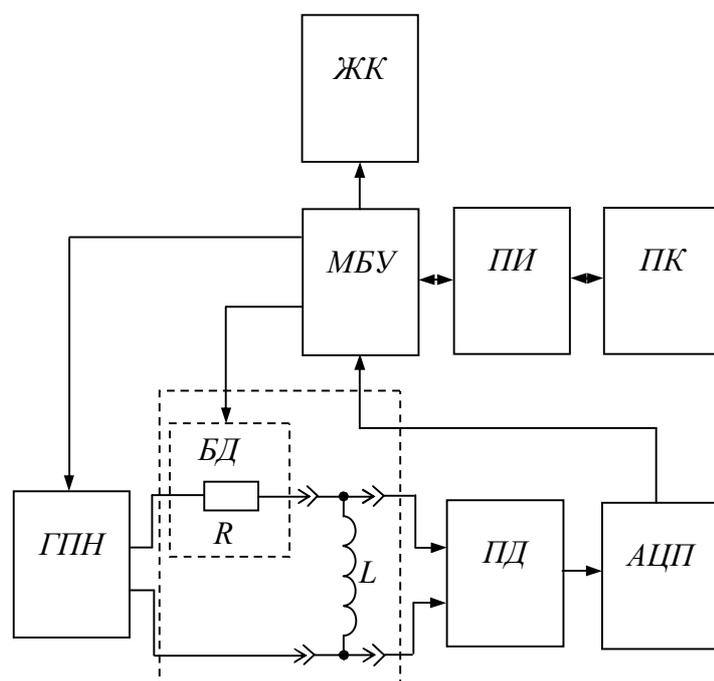


Рис. 3.3. Структурная схема процесса контроля межвиткового замыкания в катушках: ПК – персональный компьютер; ПИ – преобразователь интерфейсов; МБУ – микропроцессорный блок управления; ЖКИ – жидкокристаллический дисплей; ГПН – генератор иллообразного напряжения; БДС – блок добавочных сопротивлений; ПД – пиковый детектор; АЦП – аналогово-ифровой

Известно, что любая катушка электромагнитной системы обладает индуктивностью, которая при прочих равных условиях и исправном состоянии катушки является постоянной величиной для соответствующей катушки. В случае межвиткового замыкания индуктивность катушки будет отличаться от начальной индуктивности, на чем и основан метод определения такого дефекта. При контроле состояния индуктивной катушки собирают схему, состоящую из последовательно подключенных к генератору пилообразного напряжения подборочного резистора  $R_d$  и контролируемой индуктивной катушки  $L_x$ . При межвитковом замыкании падение амплитудного напряжения на контролируемой катушке будет меньше, чем на исправной катушке, что и указывает на наличие в катушке дефекта. подается постоянное напряжение 75 или 110 В и одновременно запускается цифровой таймер. В моменты замыкания или отключения обесточивается катушка аппарата, посредством цифрового таймера фиксируется время его включения или отключения, и одновременно результаты измерения фиксируются в блоке памяти прибора «Доктор-030М».

*Контроль переходного сопротивления в цепи силовых контактов аппаратов или в соединительных контактах узлов электрических машин (рис. 3.3).*

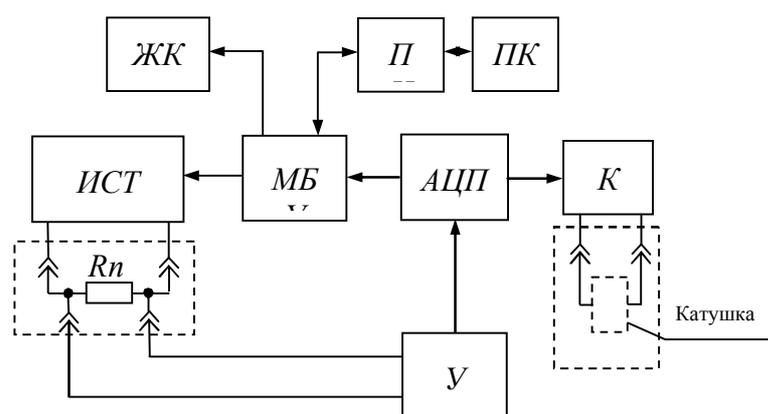


Рис. 3.3 Структурная схема контроля переходного сопротивления: ПК – персональный компьютер; ПИ – преобразователь интерфейсов; МБУ – микропроцессорный блок управления; ЖК – жидкокристаллический дисплей; ИСТ

Этот метод контроля основан на законе Ома. При контроле переходных сопротивлений от источника тока модуля «URL» через контролируемое контактное соединение пропускается стабилизированный ток и по падению напряжения оценивается величина переходного сопротивления. Результаты измерения автоматически записываются в блок памяти прибора «Доктор-030М». Аналогично изложенной технологии производится контроль номиналов любых резисторов в силовых или цепях уается переходное сопротивление, а следовательно, и падение напряжения на контакте при большом токе.

При этом происходит рост температуры в зоне контакта с последующим его перегревом и оплавлением. Из сказанного следует, что в этом случае необходимо использовать диагностический параметр, который оценивает качество контакта, и метод его определения. В зоне повышенной температуры контактов наблюдается инфракрасное излучение, которое можно зафиксировать специальными приборами (болометрами) [63].

В процессе эксплуатации система приводов коммутационных аппаратов изменяет свои первоначальные параметры, приводящие к нарушению правильного функционирования контакторов, что проявляется снижением контактного нажатия, времени срабатывания, нарушением очередности секвенции (порядка включения электроаппаратов) групповых контакторов. При диагностировании электромагнитных и электропневматических контакторов используется стенд, состоящий из стационарного измерительно-регистрационного устройства (рис. 5.10, а) или переносных устройств, подключаемых к контрольным точкам. Стенд имеет четыре поста, к которым подключается переносное устройство. Процесс измерений электрических аппаратов одной секции локомотива длится несколько минут.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

При этом с пульта управляют работой стабилизатора (рис. 5.10, б), аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), масштабизатора и печатающего устройства (ЦПУЛ Компенсатор служит для компенсации влияния соединительных проводов, переходных сопротивлений, а также для формирования выходного сигнала, пропорционального измеряемому сопротивлению. Схема разбивается на небольшие участки. Процесс проверки начинается с исходной точки и заканчивается записью результатов измерения всех параметров.

Применение средств технического диагностирования при ремонте локомотивов позволяет предупредить отказы силовых цепей.

Скрытые дефекты в электрических проводах, в местах силового контакта можно обнаружить с помощью специальных устройств, исследуя состояние каждого электрического соединения и контакта.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **4 Техничко - экономические показатели работы**

### **электроаппаратного цеха**

#### **4.1 Экономика производства**

В условиях рыночной экономики возрастают требования к наиболее экономному расходованию трудовых, материальных, топливно-энергетических и денежных ресурсов, повышению эффективности использования технического потенциала.

В связи с этим необходимо добиваться обоснованных решений по оптимизации технико-экономических показателей работы проектируемого или реконструируемого объекта. В этих целях осуществляются расчеты основных технико-экономических показателей конкретного объекта, сравнение их величин с базисными в целях реализации оптимального проектного решения.

В экономической части выпускной квалификационной работы рассчитываются следующие технико - экономические показатели электромашинного цеха:

1. Штат работников
2. Производительность труда
3. Эксплуатационные (текущие) расходы.

Данные приведены по состоянию на 01.02.2016г.

#### **4.2 Расчет годовой программы цеха**

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Годовая программа цеха (участка) принимается в объеме **650** условных единиц.

### 4.3 Определение численности работников

Контингент производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{яв}}^{\text{раб}} = \frac{T}{H_{\text{пл}} \cdot 12 \cdot K_{\text{по}}}, \text{ чел}$$

где  $R_{\text{яв}}^{\text{раб}}$  - явочная численность производственных рабочих, чел.

$T$  – общая трудоемкость работ, чел – час.

$H_{\text{п}}$  - месячная норма рабочих часов **168 ч.**

$K_{\text{по}}$  – коэффициент учитывающий рост производительности труда, **1,1.**

Общая трудоемкость выполняемых работ определяется умножением трудоемкости единицы ремонта на объем работы (программу ремонта цеха или участка) по формуле:

$$T = T_{\text{ед}} * N_{\text{г}} = 211,5 * 650 = 137\,491,2 \quad \text{чел-час.}$$

где  $T_{\text{ед}}$  – трудоемкость единицы ремонта **211,5** чел – час.

$N_{\text{г}}$  – годовая программа цеха  $N_{\text{г}} = 650$  единиц.

Тогда контингент производственных рабочих составит:

$$R_{\text{яв}} = \frac{137491,2}{168 \cdot 12 \cdot 1,1} = \frac{137491,2}{2217,6} = 62 \text{ чел}$$

Рассчитанный контингент рабочих распределяется по профессиям и квалификационному признаку. Дополнительно рассчитывается штат работников по обслуживанию производства и его управлению. Контингент работников по обслуживанию производства и его управлению составляет причина 20% от производственного штата.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_{\text{яв}}^{\text{oy}} = 0,2 * 62 = 12 \text{ чел}$$

#### 4.4 Расчет производительности труда

Производительность труда работников цеха рассчитывается умножением годового объема ремонтных работ в единицах на списочную численность работников:  $P_{\text{т}} =$

$$\frac{N_2}{R_{\text{яв}}^{\text{раб}} \cdot K_{\text{рам}} + R_{\text{яв}}^{\text{oy}}}, \text{ ед/чел.}$$

где  $K_{\text{рам}}$  – коэффициент учитывающий дополнительную потребность производственных рабочих для замещения больных и т.д.  $K_{\text{рам}} = 1,09$ .

$R_{\text{яв}}^{\text{oy}}$  – штат работников по обслуживанию производства и его управления.

$$P_{\text{т}} = \frac{650}{61 \cdot 1,09 + 12} = \frac{650}{78,49} = 8,3, \text{ ед/чел}$$

#### 4.5 Определение эксплуатационных (текущих) расходов

Эксплуатационные расходы рассчитываются по элементам затрат в соответствии с номенклатурой расходов по основной деятельности железной дороги. В состав текущих расходов входит: затраты на оплату труда, отчисления на социальное страхования, затраты на материалы, электроэнергию, амортизационные отчисления и прочие расходы.

#### 4.6 Расчет годового фонда оплаты труда

Годовой фонд оплаты труда (Сфот) определяется умножением среднемесячной заработной платы работника на их штат и величину планового периода (12 месяцев). В состав среднемесячной заработной платы включаются тарифная ставка, премии, надбавки и доплаты. Расчет фонда оплаты труда по цеху определяется в табличной форме.

Таблица 4.1

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование профессии	Штат рабочих	Разряд	Тарифная ставка, сум	Доплата и надбавки, прочие выплаты, сум	Среднемесячная заработная плата одного работника	Годовой фонд оплаты труда по специальностям, сум
Начальник цеха (Р <sub>яв</sub> <sup>оу</sup> )	1	-	1 288 956 оклад	232 012	152 091 8	18 251 101
Заместитель начальника цеха (Р <sub>яв</sub> <sup>оу</sup> )	1	-	1 150 742 оклад	207 133	1357 875	162 945 00
Мастер Участка (Р <sub>яв</sub> <sup>оу</sup> )	4	-	982 860 оклад	176 914	1159774	55669152
Слесарь – электрик	10	IV	933710	168067	1101777	132213336
Испытатель КИС	2	V	831731	149711	981442	23554608
Технолог (Р <sub>яв</sub> <sup>оу</sup> )	1	-	646 800 оклад	116424	763224	9158688
Нормировщик с совмещ работ табельщика (Р <sub>яв</sub> <sup>оу</sup> )	1	-	789 600 оклад	142128	931728	11180736
<b>Итого, С<sub>фот</sub></b>	<b>20</b>					<b>147 330 121</b>

**С<sub>фот</sub> = 147 330 121**

#### 4.7 Определение отчислений на социальное страхование

Отчисления на социальное страхование рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{отч}} = C_{\text{фот}} * 0,25 = 147\,330\,121 * 0,25 = 36\,832\,530 \text{ т.сум}$$

где  $C_{\text{фот}}$  – общий фонд оплата труда, 0,25 – доля отчислений средств на социальное страхование

#### 4.8 Расчет расходов на материалы

Затраты денежных средств на материальные ресурсы определяется умножением удельной нормы расходы материалов в стоимостном выражении ( $C_m$ ) на объем продукции ( $N_r$ )

$C_m = 480\,000,0$  т.сум – затраты на приобретение материалов на одну единицу ремонта ТЭД

$$C_{\text{мат}} = C_m * N_r = 480\,000,0 * 650 = 312\,000\,000,0 \text{ т.сум}$$

Расчет расходов на электроэнергию

Расходы на электроэнергию определяется по формуле:

$$C_3 = C_3 \cdot A_3 \cdot N_r, \text{ тыс. сум}$$

где  $C_3$  – цена 1 кВт-часа электроэнергии, 155 сум (15.05.15г);

$A_3$  – норма расхода электроэнергии на единицу ремонта, 142 кВт

$N_r$  – годовая программа цеха, единиц

$$C_3 = 155 * 142 * 650 = 13\,318\,890 \text{ сум} = 14\,306,5 \text{ т.сум}$$

#### 4.9 Определение амортизационных отчислений ( $C_a$ )

Расходы от амортизацию основных фондов рассчитывается в зависимости от их балансовой стоимости и норм отчислений на возобновление основных фондов. Общая балансовая стоимость

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016				

оборудования цеха составляет **14 820 566,00 т.сум.**  $C_a=4\ 820\ 566,00$   
 $*0,072=1\ 067\ 080,752$  т.сум

#### 4.10 Определение прочих расходов

Прочие расходы по цеху (участку) рассчитывается в соответствии с номенклатурой расходов по видам работ. Прочие расходы приняты в размере 2% от ФОТ производственных рабочих.

$$C_{\text{пр}}=C_{\text{фот}}*0,02=935\ 231,9*0,02=18\ 704,64 \text{ т.сум}$$

#### 4.11 Расчет общей суммы эксплуатационных расходов

Указанные расходы определяются по формуле:

$$C_0=C_{\text{фот}}+C_{\text{отч}}+C_{\text{мат}}+C_3+C_a+C_{\text{пр}}, \text{ т.сум}$$

$$C_0=635231,9+233807,97+312000000,0+14306,5+1067080,752+18704,64=$$
$$322\ 561\ 325,26 \text{ т.сум}$$

#### 4.12 Определение себестоимости и расчетной цены продукции

Себестоимость единицы ремонта (С) рассчитывается делением суммы годовых текущих расходов  $C_0$  по объем годовой программа ( $N_T$ ):

$$C=C_0/N_T=328\ 561\ 325,26 /650=505\ 478,96 \text{ т.сум}$$

Расчетная цена учитывает кроме полной себестоимости и удельную прибыль (П), величина которой берется в размере 20% от себестоимости:

$$П=0,2*C=505\ 478,96 *0,2=101\ 095,8 \text{ тыс.сум}$$

Таким образом расчетная цена составит

$$P_{\text{ц}}=C+П=505\ 478,96 + 101\ 095,8 =606\ 574,76 \text{ тыс. сум}$$

#### 4.13 Расчет доходов, прибыли и рентабельности цеха

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Величина доходов цеха определяется умножением расчетной цены ( $P_{ц}$ ) на годовую программу ( $N_r$ )

$$D = P_{ц} * N_r = 606\,574,76 * 650 = 394\,273\,594,0 \text{ т. сум}$$

Расчетная прибыль ( $Pr$ ) вычисляется по формуле:

$$Pr = D - C_0 = 394\,273\,594,0 - 328\,561\,325,26 = 65\,712\,268,7 \text{ т. сум}$$

Рентабельность участка по текущим расходам определяется следующим образом, %:

$$P_c = \frac{Pr * 100}{C_0} = 65\,712\,268,7 * 100 / 328\,561\,325,26 = 20\%$$

Полученные результаты выше произведенных расчетов свидетельствуют о том, что электроаппаратный цех работает прибыльно и рентабельно. Следовательно, можно прийти к выводу, что запланированное мероприятие является эффективным.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Глава 5 . Охрана труда

### Изоляция -главнейшее средство электробезопасности

#### 5.1. Свойства изоляции, используемой в качестве защитного средства

Физическая сущность изоляции как средства защиты состоит в исключении возможности перемещения зарядоносителей по телу человека путем создания между ним и токоведущими частями или проводами, находящимися под напряжением, среды, обладающей надежно связанными зарядоносителями. Иными словами, это средство защиты либо исключает возможность создания последовательного соединения с телом человека элементов, обладающих любой проводимостью, либо ограничивает эту проводимость значением, при котором возникающее движение зарядоносителей — электрический ток — не превышает значений, опасных для человека.

Чтобы охарактеризовать в плане электробезопасности диэлектрик как «изоляцию», надо знать следующие основные его параметры: значение диэлектрической проницаемости материала, из которого он изготовлен; тангенс угла потерь, обусловленный значением сквозного тока проводимости; толщину и площадь поверхности покрытия токоведущих частей или проводов.

Опыт показал, что надежность работы электрического оборудования зависит прежде всего от состояния изоляции токоведущих частей. Повреждение ее является основной причиной многих несчастных случаев. Обеспечение надежности изоляции достигается: а) правильным выбором ее материала и геометрии (толщина, форма), обусловленной в первую очередь значением рабочего напряжения и конструкцией оборудования; б) правильной оценкой условий эксплуатации; в) надежной профилактикой в процессе работы.

					<b>ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	электротехнических установок средой, изолирующей		
Разраб.	Салихов Т				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Крмворучко						
Реценз.					Охрана труда Изоляция-главнейшее средство электробезопасности		
Н. Контр.	Иксап				ТашИИТ		
Утверд.	Бердыев У.Д.						

человека от токоведущих частей оборудования, является воздух. К таким элементам относятся: распределительные устройства, кабельные вводы, провода воздушных линий и т. д. Здесь безопасность обеспечивается организационными и техническими мероприятиями, препятствующими приближению человека к токоведущим частям на опасные для него расстояния.

В качестве дополнительных средств изоляции в данном случае используются перчатки, полы и т. п. Из всех областей практической электротехники изоляционная техника, сформировавшаяся в самостоятельную отрасль техники, развивается, пожалуй, наиболее высокими темпами. Еще сравнительно недавно перечень материалов, применяемых для изоляции, ограничивался десятком наименований, а сейчас им посвящается обширная справочная литература. Одним из лучших является справочник П. Е. Гетмана, В. Б. Березина, А. М. Хайкина. Ниже приводятся лишь те сведения об изоляции, которые необходимы для общей оценки возможности изоляционной техники обеспечить электробезопасность путем ограничения возможного тока, протекающего через тело человека, до значения порядка 100 мкА.

Характерной особенностью выпуска электрооборудования конца 70-х — начала 80-х годов является широкое внедрение новых видов изоляционных материалов. Это привело к значительному сокращению числа электротравм, происходящих в результате непродуманного применения изоляционных материалов или их неправильного конструктивного воплощения. Резко снизились, например, поражения, вызванные использованием для установочных материалов пластмасс с низкой эксплуатационной надежностью. Однако еще имеются большие возможности для дальнейшего повышения надежности эксплуатации электрооборудования путем улучшения качества изоляции. Об этом свидетельствуют хотя бы сведения о параметрах изоляции. Начнем с пластмассовых материалов. Вообще говоря, их качество, их физико-химические и

					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

механические характеристики непрерывно улучшаются. Но вот применение фторопластовых элементов оборудования приводит к выделению токсичных аэрозолей. Перспективно использование для изоляции материала с упорядоченной структурой веществ, в частности керамических. Практически во всех конструктивных элементах электрооборудования, особенно массового применения, где требуется электрическая, механическая и термическая надежность, могут найти применение материалы, заменяющие металл, в том числе комбинированные, с покрытиями из химически стойких и безвредных красителей. Проблема создания в установках напряжением ниже 1000 В изоляции, уменьшающей ток через тело человека до десятых долей миллиампера, крайне важна. В неблагоприятных условиях окружающей среды такая изоляция может стать надежнейшим средством борьбы с электротравматизмом. Начнем с пластмассовых материалов. Вообще говоря, их качество, их вообще говоря, их качество, их физико-химические и механические характеристики непрерывно улучшаются. Но вот применение фторопластовых элементов оборудования приводит к выделению токсичных аэрозолей. Перспективно использование для изоляции материалe с упорядоченной структурой веществ, в частности керамических. Практически во всех конструктивных элементах электрооборудования, особенно массового применения, где требуется электрическая, механическая и термическая надежность, могут найти применение материалы, заменяющие металл, в том числе комбинированные, с покрытиями из химически стойких и безвредных красителей. Проблема создания в установках напряжением ниже 1 000 В изоляции, уменьшающей ток через тело человека до десятых долей миллиампера, крайне важна. В неблагоприятных условиях окружающей среды такая изоляция может стать надежнейшим средством борьбы с электротравматизмом. Но изоляция деталей оборудования — это не единственный вид изоляции, которую можно использовать в качестве защитного средства. С конца 50-х годов в целях электробезопасности начинается использование изолирующих свойств окраски. Изоляционную окраску

					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

металлических частей оборудования, нормально не находящихся, но могущих оказаться под напряжением вследствие повреждения основной изоляции, целесообразно назвать «защитной изоляцией». Как правило, функцию защитной изоляции должна выполнять окраска оборудования, необходимая для предохранения металлических частей от коррозии. Своевременность этого мероприятия обусловлена тем, что в качестве материалов для корпусов аппаратов, приборов и даже двигателей вместо металлов все шире начинают применять, их заменители, а следовательно, заземление доступных для прикосновения корпусов оборудования так или иначе теряет универсальность. Целям защитной изоляции лучше всего отвечают лаки, смолы, электроизолирующие пленки и, наконец, обычные эмалевые краски. Выбор пригодных для этой цели веществ, не создающих токсичной пыли, как видим, довольно велик.

Для защитной изоляции пригодна и обычная масляная краска, если она надежно покрывает все металлические части оборудования, в первую очередь доступные для прикосновения. Конечно, ее электрические характеристики хуже характеристик специальных изоляционных покрытий, а именно электрическая прочность 10—15 кВ/мм, удельное объемное сопротивление  $10^4$ — $10^6$  Ом-м; Ниже и поверхностное сопротивление. Однако если учесть, что основное назначение масляной краски — служить антикоррозионным покрытием, а электрозащитные свойства являются ее попутной, дополнительной функцией, то значения приведенных параметров можно считать для нее вполне достаточными. Несколько слов об изоляции проводов и кабелей. Отошли в область истории провода и кабели с каучуковой изоляцией. Значительно сократилось применение хлопчатобумажной изоляции. На смену ей пришла изоляция из синтетических материалов. Пробивное напряжение проводов при выпуске с завода в 10—15 и более раз превышает значения рабочих напряжений. Слабым местом, как и ранее, являются муфты, разделки соединения. Но и здесь имеется значительный

						Лист
ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прогресс, объясняемый внедрением новых изоляционных материалов. Современное развитие синтетических материалов, внедрение их в электротехническую промышленность позволяют выпускать электрооборудование повышенной изоляционной надежности, вполне обеспечивающей требования электробезопасности. Конечно, заменой металлических деталей и конструкций изоляционными материалами все недостатки оборудования с точки зрения электробезопасности не устраняются. Однако, несомненно, эта замена является одним из основных путей изжития электротравматизма

#### .Качество изоляции и методы профилактических ее испытаний

Требования к изоляции. Изоляционные качества материала могут быть отличными, но неграмотное использование его в той или иной конструкции или детали оборудования может снизить надежность изоляции аппарата (прибора) в целом. К тому же результату нередко приводит и неудовлетворительная эксплуатация оборудования. Это *вызвало* необходимость сформулировать конструктивные (заводские) и эксплуатационные требования к изоляции. Они нашли свое выражение в нормировании параметров, характеризующих свойства изоляции применительно к технологии изготовления и к различным условиям эксплуатации, Требования приведены в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ), в «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ), в государственных стандартах и других нормативных документах

Сопротивление изоляции, согласно ПТЭ, должно составлять 10 МОм для цепей релейной защиты постоянного тока, 6 МОм для цепей релейной защиты переменного тока, 2 МОм для вторичных обмоток измерительных трансформаторов, 25 МОм для релейных аппаратов и 1 МОм для цепей

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	

автоматического электропривода. Активное сопротивление изоляции силовых трансформаторов не нормируется. Значение сопротивления изоляции пускорегулирующих аппаратов, контакторов, магнитных пускателей и автоматов, связанных с пусковыми схемами электродвигателей, также не нормируется. Но качество изоляции подлежит, согласно требованиям ПУЭ и ПТЭ, регулярной проверке. Критерием для суждения о том, допустима или не допустима эксплуатация изоляции при данном ее состоянии, служит сравнение значений сопротивления изоляции, измеренных в процессе эксплуатации, с первоначальными значениями, полученными перед вводом оборудования в действие. Сопротивление считается недостаточным, если налицо резкое снижение сопротивления изоляции по отношению к первоначальным значениям — на 30% и больше. К сожалению, совсем не нормируется или нормируется без достаточного обоснования сопротивление изоляции того оборудования, на котором наблюдается наиболее значительное число электротравм; сюда относятся сварочные аппараты, крановое оборудование, переносные электроприемники, высокочастотные установки, электрические сети на строительстве, электрические сети в помещениях, загрязненных пылью и химическими выделениями, в цехах электролиза и т. д. Тенденция к ужесточению требований, предъявляемых к изоляции, и к увеличению объема испытаний нашла свое отражение уже в ПУЭ, изданных в 1966 г., в ПТЭ для электроустановок потребителей и в ПТБ при их эксплуатации (изд. 1973 г.).

В этих документах предусмотрено, например, значительно большее число объектов, сопротивление изоляции которых должно проверяться мегомметром 1000 и даже 2500 В. Четко сформулировано представление об участке сети. В Правилах записано, что в силовых и осветительных электросетях сопротивление изоляции должно проверяться только мегомметром 1000 В (ранее 500— 1000 В), причем изоляцию на участке между смежными предохранителями проверяют при снятых плавких вставках или отключенных автоматах. Однако ряд существенных недостатков в Правилах еще сохраняется.

					ВКР 5.310.700.06. 07.ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В частности, следует отметить, что требования к сопротивлению изоляции при эксплуатации установок напряжением выше 1000 В по-прежнему ниже требований к сопротивлению изоляции, которые предъявляются при выпуске проводов и кабелей и оборудования заводами. В решении этой важной с точки зрения электробезопасности; проблемы на протяжении многих лет нет существенных изменений<sup>74</sup> по той причине, что состояние изоляции сетей и оборудования в процессе эксплуатации изучается недостаточно, особенно при напряжении ниже 1000 В. Кроме того, недооцениваются изменения в надежности электрооборудования и сетей благодаря применению новых изоляционных материалов. Конечно, положение сложное. В эксплуатации находится огромное количество оборудования, проводов и кабелей, имеющих старую изоляцию и насчитывающих десятки лет эксплуатации. На предприятиях в ходу большое число аппаратов 15—20-летней давности изготовления. И все это эксплуатируется одновременно с новым оборудованием, изоляционная надежность которого выше на несколько порядков. Тем не менее в новых и пересматриваемых стандартах на электрооборудование, провода и кабели тенденция повышения требований к изоляции должна получить широкое развитие. Соответственно надо резко ужесточить эксплуатационные требования к изоляции по значению активного сопротивления и пробивному напряжению. Одновременно полезно изменить и изложение требований к изоляции в действующих правилах устройства электроустановок и их эксплуатации. В правилах должно быть указано, что содержащиеся в них нормативы представляют собой минимально допустимые значения. Повышение требований к надежности электроснабжения оправдывает и значительное повышение эксплуатационных требований к изоляции в местных отраслевых инструкциях. Обоснованием численного увеличения нормативных значений может быть реальное сочетание нового и старого оборудования — данные трех, четырех серий профилактических испытаний. Принятые на данный период повышенные нормы для изоляции

					ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

рекомендуется систематически пересматривать. И это должно стать основой дальнейшего повышения надежности электроснабжения и уровня эксплуатации. Профилактика неисправностей электрооборудования. Профилактика неисправностей оборудования подразделяется на три основных цикла работ: а) периодический осмотр оборудования и контроль за изоляцией по установленным приборам; б) профинуг латические испытания; в) профилактические ремонты. Объему сроки и характер каждого из этих циклов изложены в общих правилах устройства электроустановок и в правилах эксплуатации и в ряде случаев предметно конкретизированы в отраслевых и ведомственных правилах и инструкциях и в других руководящих документах. Требования, содержащиеся в них, отражают накопленный опыт эксплуатации и поэтому в целом достаточно реальны. Надо, однако, подчеркнуть одно немаловажное обстоятельство. Возможности современной вычислительной техники позволяют для каждой отрасли и даже для каждого предприятия найти оптимальное сочетание этих требований, причем за критерий оптимума может быть принята надежность электроснабжения; для некоторых электроприемников она должна быть стопроцентной, для других те или иные кратковременные перерывы в электроснабжении допустимы. Требования безопасности, как правило, сочетаемы с требованиями надежности электроснабжения.

Вторым критерием оптимума является экономичность. Проведение профилактических испытаний и ремонтов стоит немалых денег. Поэтому следует помнить, что дополнительное резервирование коммуникаций и оборудования нередко позволяет отодвинуть сроки наступления испытаний и ремонтов и тем дать существенную экономию. Предприятия должны, опираясь на нормативы, изложенные в правилах, творчески, самостоятельно решать эти задачи.

Профилактические испытания. Профилактические испытания

					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

представляют собой самостоятельную область измерительной техники со своими решениями и приборной реализацией. Основными являются два метода. Это — оценка состояния изоляции по значению активного сопротивления и испытание изоляции повышенным напряжением.

Измерение активного сопротивления изоляции мегомметром. Снижение значения активного сопротивления изоляции вызывается как распространенными, так и локальными дефектами. К числу локальных дефектов относятся механические повреждения изоляции, разрывы и т. д. Большая часть этих дефектов выявляется при измерениях мегомметром. Мегомметр является массовым, доступным для приобретения прибором. Имеются все основания для правильного выбора мегомметров по напряжению. Это значит, что провода и электрооборудование малого напряжения (65 и 12 В) и нестандартное оборудование напряжением в пределах 100 В и ниже должны проверяться мегомметром 500 В. Провода, кабели и электрооборудование напряжением в пределах до 380 В должны проверяться, как правило, мегомметром 1000 В, а при напряжении выше 1000 В — только мегомметрами 1000 и 2500 В. Испытание повышенным напряжением. В установках напряжением выше 1000 В такие испытания начали широко применяться примерно с 1934—1935 гг. Пионерами этого начинания являются Кабельная сеть Ленэнерго, Мосэнерг-го, Союзтехэнерго. Заслуга названных организаций состоит не только в разработке и внедрении методов профилактических испытаний повышенным напряжением, но и в создании соответствующей аппаратуры. Необходимость проведения испытаний в разных концах города и соответственно питание испытательной установки от любой местной сети предопределили тип передвижной испытательной установки и вид напряжения. Единственным напряжением могло быть напряжение постоянного тока, ибо если емкость объекта профилактики относительно земли велика, то испытание переменным током

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016					

повышенного напряжения потребовало бы большой мощности и при малогабаритном варианте установки оказалось бы неосуществимым. Напряжение при этих испытаниях подают на токоведущую жилу (деталь), второй конец от испытательной установки замкнут на землю.

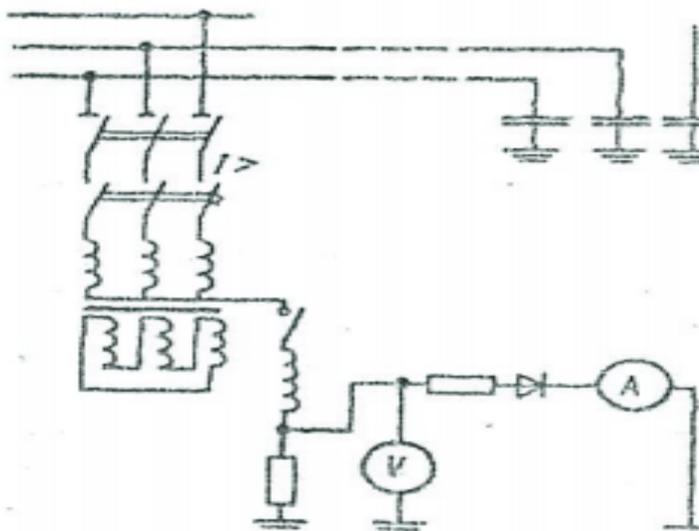


Рис.5.1. Принципиальная схема испытания электрооборудования и кабелей под нагрузкой.

Аналогично испытывают и междуфазовую изоляцию. В этом случае напряжение подают на фазные провода соответственно между фазами А - В, В — С к С — А. В первые годы после начала профилактических испытаний немалая часть оборудования и кабелей (особенно последних) не выдерживала испытания, хотя кратность испытательного напряжения по отношению к номинальному была сравнительно невелика. Затем число выявляемых повреждений начало сокращаться, что позволило повысить значение испытательного напряжения. Этот шаг не привел к сколько-нибудь значительному увеличению числа случаев, когда оборудование не выдерживало испытаний; обеспечил же он существенное сокращение аварий-ных повреждений. В настоящее время оборудование и кабели напряжением выше 1000 В испытываются повышенным напряжением преимущественно постоянного тока. Кратность испытательного напряжения по отношению к номинальному составляет 3—6 в зависимости от рода

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	

испытательного напряжения. В ряде энергосистем испытание кабелей 6—10 кВ производится напряжением 50 кВ. Время приложения напряжения 5—15 мин. Имеется ряд случаев, когда «профилактический» пробой наступает за 13—14-й минуте, но таких пробоев относительно немного. В среднем по Союзу процент «профилактических» пробоев от числа испытаний составляет 2,5—5,0 %.

По-прежнему одним из ведущих предприятий, смело внедряющим современную аппаратуру и новейшие методы в профилактику неисправностей кабельных сетей, является Кабельная сеть Ленэнерго. Среди энтузиастов испытаний повышенным напряжением надо отметить доцента А. Г. Щеглова. Представляют интерес, в частности, выводы, сделанные на этом предприятии по результатам профилактических испытаний. В них отмечается целесообразность продолжения испытаний кабелей 6 кВ выпрямленным напряжением 50 кВ. Участки же кабельной сети 6 кВ, переведенные на рабочее напряжение 10 кВ, испытываются при 60 кВ. Испытательное напряжение для кабелей 10 кВ предлагается сохранить в пределах 60 кВ. Отмечается недостаточность испытания кабелей 35 кВ пятикратным напряжением. Повышение его до шестикратного оказалось в этой сети неосуществимым.

Причиной повреждений изоляции, которые вызывают аварийные отключения, в 90 % случаев являются механические повреждения при земельно-строительных работах и ремонтах подземных коммуникаций. Профилактические испытания по-прежнему выявляют разрушение металлических оболочек кабелей, вызванное коррозией, что, несомненно, объясняется существенными недостатками в реализации мероприятий по защите подземных сооружений от блуждающих токов.

Реализация их очень сложна, но необходимость систематической большой работы в этом направлении очевидна. Долгое время считалось, что проведение профилактических испытаний кабельных линий требует вывода

					ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Профилактические испытания, в особенности испытания повышенным напряжением, резко снижают аварийность и внезапный выход оборудования из строя. Тем самым они повышают безопасность обслуживающего персонала. Благодаря правильной постановке испытаний, улучшению заводской продукции и повышению качества капитальных и текущих ремонтов электрооборудования аварийность систематически снижается.

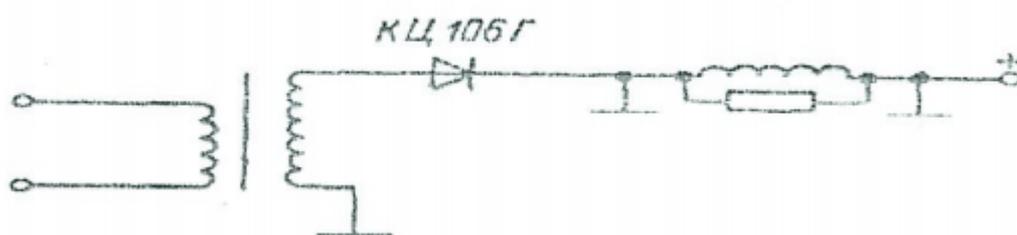
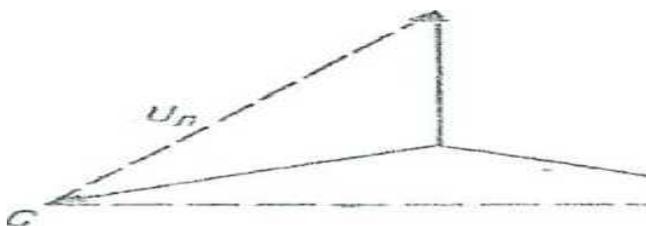


Рис.5.2. Схема испытания изоляции электрооборудования проводов и ка. Непрерывный контроль за состоянием изоляции

Даже на производстве, где периодические проверки состояния изоляции налажены в совершенстве, методы испытаний позволяют выявлять любые повреждения кабельных линий, электрооборудования, пускорегулирующей аппаратуры и т. д., а сроки между испытаниями оптимально обоснованы, нет полной гарантии того, что при эксплуатации электрооборудования не возникнет аварийных повреждений, а следовательно, и поражений электрическим током. Повреждение изоляции может появиться через день.



						Лист
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	

Рис 5.3. Схема непрерывного контроля за состоянием изоляции в сети напряжением выше 1000 В с изолированной нейтралью (а) и

Непрерывный контроль за состоянием изоляции — мероприятие не новое. Его массовое применение совпадает с началом развития высоковольтных распределительных сетей напряжением 6 и 10 кВ. Эти сети работают в режиме изолированной нейтрали. Непрерывный контроль обеспечивается сравнительно просто. Три однофазных трансформатора напряжения, включенные со стороны напряжения выше и ниже 1000 В в звезду, со стороны обмоток напряжения ниже 1000 В включаются на три вольтметра (рис. 4.3, а). Если сопротивление изоляции всех трех фаз находится в пределах требований, то вольтметры показывают значение фазного напряжения. Когда же на одной из фаз происходит повреждение изоляции, напряжение относительно земли на этой фазе уменьшается. А если сопротивление в месте повреждения равно нулю, это напряжение тоже падает до нуля. При этом напряжение относительно земли на неповрежденных фазах возрастает до линейного. Работа схемы иллюстрируется векторной диаграммой на рис. 4.3, б. По значению изменения напряжения можно ориентировочно судить о значении сопротивления изоляции на поврежденной фазе. Чувствительность схемы обусловлена значением внутреннего сопротивления вольтметров. Чем оно больше, тем с большей точностью выявляется начавшееся повреждение. Существенным недостатком подобного контроля является отсутствие возможности выявить снижение значения сопротивления изоляции, если оно состоит в сетях напряжением ниже 1000 В.

векторная диаграмма к ней (б)

Одна из первых работ, посвященных автоматизации контроля

					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

изоляции, принадлежит: П. В. Олехновичу и В. К. Ясному. Оригинально подошли к аналитическому изучению схем контроля шахтных сетей Р. М. Лейбов, Х. М. Желиховский, Ю. М. Мурза-нов. Подобные же попытки сделаны зарубежными авторами. Все это позволяет подойти к разработкам научных основ проблемы контроля изоляции в сетях напряжением ниже 1000 В вне зависимости от их назначения. Один из таких подходов сделан Е. Ф. Цапенко [3], предложившим делить схемы контроля следующим образом:

Схемы, работающие на токах нулевой последовательности. В этих схемах токи нулевой последовательности, возникающие в элементах с неравными сопротивлениями отдельных фаз относительно земли, выделяются либо при помощи различных асимметров (рис. 4.4, а), либо в специальных трансформаторах тока нулевой последовательности (ТТНП) (рис. 4-4, б). Асиммет-ры, как правило, применяются в сетях с заземленной нейтралью, а ТТНП — в сетях с заземленной нейтралью силового трансформатора. Схемы, работающие на выпрямленных токах контролируемой сети. Эти схемы называют также вентильными, так как необходимые для работы токи здесь образуются посредством трех вентилях, подключенных к фазам контролируемой сети. Наиболее характерная из таких схем показана на рис. 4.5, а.

Схемы, работающие на выпрямленных токах постороннего источника. В этих схемах выпрямленные токи, создаваемые  $Z_0$ , — сопротивления, включаемые для измерения напряжения на каждую фазу;  $Z_N$  — сопротивление нейтрали посторонним источником энергии, накладываются на токи контролируемой сети (рис. 4.5, б). Обычно в качестве такого источника применяют понижающий трансформатор с выпрямителями, собранными по однополупериодной, двухполупериодной или трехполупериодной схеме. В частном случае возможен источник с

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

постоянным напряжением, например аккумулятор.

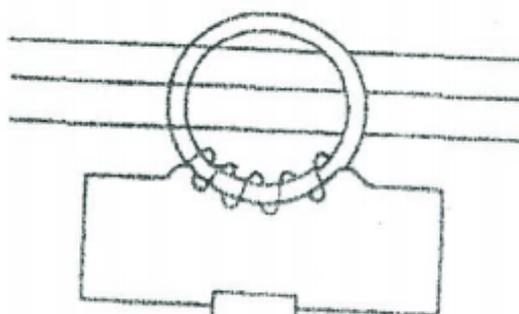
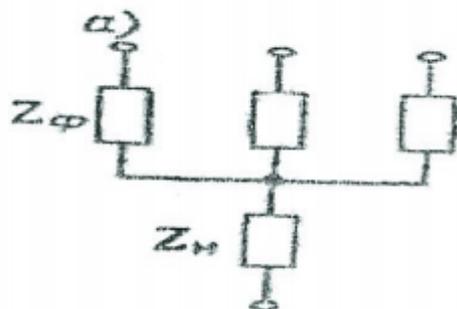


Рис 5.4. Схема, работающая на токах нулевой последовательности

Схемы, работающие на токах постороннего источника с частотой, отличной от промышленной (Рис. 4.5, в)? В этих случаях обычно применяются токи повышенной частоты, которые накладываются на токи контролируемой сети. J

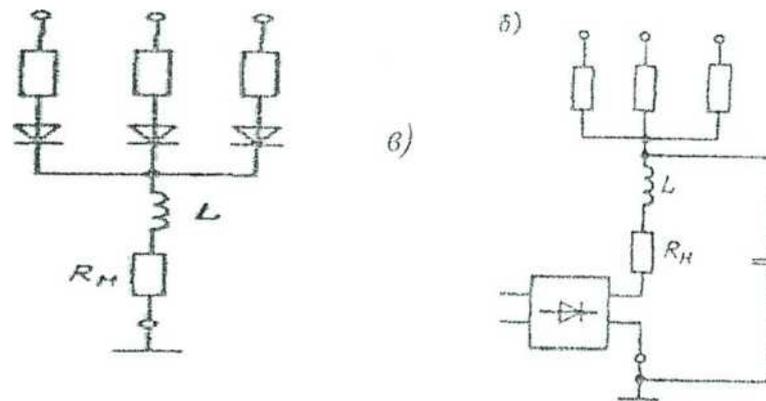


Рис. 5.5. Схемы, работающие на выпрямленных токах

Комбинированные схемы. Эти схемы являются сочетанием схем на токах нулевой последовательности, вентильных и схем с посторонним источником.

Следует отметить, что все схемы могут при необходимости применяться с различными усилителями. Возможно также использование мостовых и компенсационных принципов измерения. О работе схем можно узнать из рисунков. Более подробные сведения о схемах содержатся в работах Е. Ф. Цапенко [3], несомненной заслугой которого является относительно несложное аналитическое описание схем, поддающееся использованию в инженерных расчетах.

Важно отметить, что контроль за состоянием изоляции с помощью схем на токах нулевой последовательности возможен в сетях с изолированной нейтралью..

Е.Ф.Цапенко впервые проанализировал причины ложных срабатываний защитных устройств и схем контроля. Он показал, что причиной таких ложных срабатываний являются переходные процессы, возникающие: а) при включении в эксплуатацию участков сети; б) при подключении самих приборов контроля изоляции к работающей сети; в) при одновременном

включении контролируемой сети и прибора контроля на рабочее напряжение. Использование реле времени позволяет устранить основную группу ложных срабатываний. Полученные этим автором результаты исследования переходных процессов позволяют в значительной степени обосновать выбор схемы, режима ее работы и измерительной аппаратуры. Для сети с изолированной нейтралью несомненными преимуществами обладает вентильная схема, работающая на сигнал «земля». При исключительной ростоте она наиболее полно удовлетворяет' требованиям контроля, позволяет осуществлять звуковую и световую сигнализацию, а также измерение полного сопротивления изоляции сети относительно земли. Не потеряла интереса рекомендуемая Е. Ф. Цапенко схема непрерывного контроля изоляции, позволяющая отключить поврежденный участок сети. Для контроля изоляции с отключением сети с изолированной нейтралью в принципе пригодны все рассмотренные схемы непрерывного контроля изоляции. Однако к устройствам защиты здесь предъявляется ряд дополнительных требований по сравнению со схемами контроля, не осуществляющими отключение сети. Наиболее перспективны схемы, работающие от постороннего источника с выпрямителями. Простое усовершенствование этих схем позволяет сделать работу защиты независимой от колебаний напряжения сети, например при использовании |компенсационных методов измерения. Опасность токопроводящих иолов. Установлено, что около 80 % всех электротравм происходит при однополюсном соприкосновении с токоведущими частями. Опасная для человека электрическая цепь возникает при этом чаще всего через пол. Вот почему надежно изолирующий пол уменьшает опасность электротравм. Необходимость учета изолирующих свойств пола при оценке электробезопасности была показана еще в 1927 г. С. Еллинеком доказавшим, что токопроводящие полы в производственных помещениях увеличивают электротравматизм. Позднее О. Лёбль описал методику определения удельногоопротивления полов В конце 30-х годов нами совместно с Г. Е.

						Лист
ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Бурцевой было впервые выполнено массовое определение удельных сопротивлений полов на подстанциях и станциях системы Ленэнерго. Было доказано, что изолирующие полы позволяют значительно упростить заземляющие системы даже при напряжениях 6 и 35 кВ. Позднее Г. Е. Бурцева предложила некоторые коэффициенты для расчета заземлений с учетом электропроводности полов. Начиная с этого времени идея об использовании электроизолирующих полов постепенно развивается. К сожалению, технически она реализовалась не в создании непосредственно, изолирующего пола путем подбора соответствующих материалов, а в применении дополнительных изолирующих устройств, уклады ваемых на полу. К ним следует отнести деревянные решетки на изоляторах. Такие решетки устанавливались в помещениях подстанций, распределительных устройств станций и т. д.; изоляторы обеспечивали изоляцию решеток от проводящего пола. Еще более широкое распространение получили изолирующие коврики. Ими стали пользоваться не только в электромашиных помещениях. Но половинчатость подобных решений очевидна. В известной степени ее можно оправдать отсутствием данных об электрофизических характеристиках существующих строительных материалов и отставанием в исследовании возможных путей создания материалов, специально предназначенных для изолирующих полов. Необходимость в таких материалах нарастает и в промышленности и в быту. Резко возросшая бытовая нагрузка привела к необходимости повысить напряжение до 380/220 В при заземленной нейтрали. Дополнительным эффективным защитным средством в кухнях, где стали широко применять электроприборы, в ванных комнатах, где обычно располагают стиральные машины, и в прочих помещениях, где пользуются швейными машинами, пыле время устройство изолирующих полов усложнилось. Строители практически перестали применять деревянные перекрытия, значительно увеличилось использование железобетонных конструкций, повышающих проводимость по отношению к земле. Отсутствие надежно изолирующих полов является одной

						Лист
					ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

из причин увеличения бытового электротравматизма.

Влажность в помещении и вода на полу по-разному снижают удельное сопротивление. Наихудшие результаты получены для ксилолитового пола. В сухом состоянии ксилолитовый пол обеспечивает условия электробезопасности, но малейшее его увлажнение приводит к резкому, на четыре порядка, снижению эквивалентного удельного сопротивления. В связи с тем что в последнее время чистые полы из ксилолита находят все более широкое применение, они были подвергнуты детальному изучению. Выяснилось, что ксилолит из-за наличия в нем хлористого магния, хорошо абсорбирующего влагу, обладает резко выраженной зависимостью сопротивления от влажности. Даже незначительная, обычно присущая помещениям влажность снижает удельное сопротивление ксилолитового пола до значений, при которых не исключена опасность поражения человека электрическим током. В связи с этим пол из ксилолита должен быть отнесен к числу проводящих. Способностью ксилолита абсорбировать влагу следует, по-видимому, объяснить его хорошие гигиенические свойства. Снизить пределы колебания удельного сопротивления и повысить его средние численные значения можно прибавлением к ксилолиту различных гидрофобных добавок, например мылонафта и парафина. Приведенные в работе численные значения удельных сопротивлений полов из различных материалов и их характеристики недостаточны для оценки защитных свойств полов в установках напряжением выше 1000 В. Во-первых, применяемые для полов материалы обладают резко выраженной нелинейной зависимостью удельного сопротивления от напряжения, а именно с увеличением напряжения сопротивление уменьшается. При широко применяемом напряжении 380/220 В и ниже эта зависимость не имеет существенного значения, при напряжениях же выше 1000 В она начинает играть большую роль. Во-вторых, при напряжениях выше 1000 В на значение тока, действующего на

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	

человека, начинает влиять емкостная составляющая электрического сопротивления пола и среды. Токи в переходных режимах, незначительные по численному значению при напряжениях до 380/220 В, могут достигать опасных пределов при более высоких напряжениях. сосами и т. д., несомненно, мог бы быть изолирующий пол. Но в то же «Контроль с отключением» допустим в сетях с резервированием электроснабжения основных потребителей (основной нагрузки). Если этого нет, то следует прибегнуть к технико-экономическим расчетам, сопоставив стоимость внедрения непрерывного контроля с убытками от внезапного отключения электроприемников в случае вывода сети из эксплуатации при снижении сопротивления изоляции.

Изолирующие полы — надежное средство электробезопасности. Ионтильных схем непрерывного контроля не зависит от индуктивности. Опасность токопроводящих иолов. Установлено, что около 80 % всех электротравм происходит при однополюсном соприкосновении с токоведущими частями. Опасная для человека электрическая цепь возникает при этом чаще всего через пол. Вот почему надежно изолирующий пол уменьшает опасность электротравм. Необходимость учета изолирующих свойств пола при оценке электробезопасности была показана еще в 1927 г. С. Еллинеком, доказавшим, что токопроводящие полы в производственных помещениях увеличивают электротравматизм. Позднее О. Лёбль описал методику определения удельного сопротивления полов. В конце 30-х годов нами совместно с Г. Е. Бурцевой было впервые выполнено массовое определение удельных сопротивлений полов на подстанциях и станциях системы Ленэнерго. Было доказано, что изолирующие полы позволяют значительно упростить заземляющие системы даже при напряжениях 6 и 35 кВ. Позднее Г. Е. Бурцева предложила некоторые коэффициенты для расчета заземлений с учетом электропроводности полов. Начиная с этого времени идея

						Лист
ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

об использовании электроизолирующих полов постепенно развивается. К сожалению, технически она реализовалась не в создании непосредственно, изолирующего пола путем подбора соответствующих материалов, а в применении дополнительных изолирующих устройств, уклады\* ваемых на полу. К ним следует отнести деревянные решетки на изоляторах. Такие решетки устанавливались в помещениях подстанций, распределительных устройств станций и т. д.; изоляторы обеспечивали изоляцию решеток от проводящего пола. Еще более широкое распространение получили изолирующие коврики. Ими стали пользоваться не только в электромашинных помещениях. Но половинчатость подобных решений очевидна. В известной степени ее можно оправдать отсутствием данных об электрофизических характеристиках существующих строительных материалов и отставанием в исследовании возможных путей создания материалов, специально предназначенных для изолирующих полов. Необходимость в таких материалах нарастает и в промышленности и в быту.

Резко возросшая бытовая нагрузка привела к необходимости повысить напряжение до 380/220 В при заземленной нейтрали. Дополнительным эффективным защитным средством в кухнях, где стали широко применять электроприборы, в ванных комнатах, где обычно располагают стиральные машины, и в прочих помещениях, где пользуются швейными машинами, пылесосами и т. д., несомненно, мог бы быть изолирующий пол. Но в то же время устройство изолирующих полов усложнилось. Строители практически перестали применять деревянные перекрытия, значительно увеличилось использование железобетонных конструкций, повышающих проводимость по отношению к земле. Отсутствие надежно изолирующих полов является одной из причин увеличения бытового электротравматизма.

Влажность в помещении и вода на полу по-разному снижают удельное сопротивление. Наихудшие результаты получены для ксилолитового пола. В

						Лист
					ВКР 5.310.700.06.07 ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

сухом состоянии ксилолитовый пол обеспечивает условия электробезопасности, но малейшее его увлажнение приводит к резкому, на четыре порядка, снижению эквивалентного удельного сопротивления. В связи с тем что в последнее время чистые полы из ксилолита находят все более широкое применение, они были подвергнуты детальному изучению. Выяснилось, что ксилолит из-за наличия в нем хлористого магния, хорошо абсорбирующего влагу, обладает резко выраженной зависимостью сопротивления от влажности. Даже незначительная, обычно присущая помещениям влажность снижает удельное сопротивление ксилолитового пола до значений, при которых не исключена опасность поражения человека электрическим током. В связи с этим пол из ксилолита должен быть отнесен к числу проводящих. Способностью ксилолита абсорбировать влагу следует, повидимому, объяснить его хорошие гигиенические свойства. Снизить пределы колебания удельного сопротивления и повысить его средние численные значения можно прибавлением к ксилолиту различных гидрофобных добавок, например мылонафта и парафина. Приведенные в работе численные значения удельных сопротивлений полов из различных материалов и их характеристики недостаточны для оценки защитных свойств полов в установках напряжением выше 1000 В. Во-первых, применяемые для полов материалы обладают резко выраженной нелинейной зависимостью удельного сопротивления от напряжения, а именно с увеличением напряжения сопротивление уменьшается. При широко применяемом напряжении 380/220 В и ниже эта зависимость не имеет существенного значения, при напряжениях же выше 1000 В она начинает играть большую роль. Во-вторых, при напряжениях выше 1000 В на значение тока, действующего на человека, начинает влиять емкостная составляющая электрического сопротивления пола и среды. Токи в переходных режимах, незначительные по численному значению при напряжениях до 380/220 В, могут достигать опасных пределов при более

					ВКР 5.310.700.06.07ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

высоких напряжениях. Зависимость удельного сопротивления от напряжения и емкостная составляющая электрического сопротивления цепи, возникающей через тело человека, в настоящее время изучены еще мало. Не располагая данными об этой цепи, трудно сделать оценку защитных свойств пола при напряжениях выше 1000 В. Измерения, подробно описанные в работах [3, 4], имели целью облегчить эту задачу.

Особенность измерений на высоком напряжении заключается в том, что при определенных значениях напряжения наступает пробой, с возможностью которого приходится считаться при оценке условий электробезопасности. Исследования показали, что с повышением напряжения сильнее всего уменьшается удельное сопротивление полов из цемента и ксилолита. Пол из ксилолита обладает к тому же малой электрической прочностью и резко выраженной нелинейной зависимостью от времени протекания тока. Даже при небольшой длительности протекания тока удельное сопротивление понижается, а при напряжении около 1,6 кВ наступает пробой.

Асфальтовые же гюлы обладают достаточно высоким удельным сопротивлением и с полным основанием могут быть отнесены к категории изолирующих полов. Сравнительно редкое применение этих полов можно объяснить лишь их существенными механическими недостатками. Однако для многих открытых установок, фидерных и понижающих подстанций напряжением 6,0 кВ, где передвижение транспорта практически отсутствует, они вполне подходят.

Критерии безопасности. Основным критерием оценки, может или не может пол считаться защитным средством и если да, то какой именно, является значение его удельного сопротивления. Для установок напряжением ниже 1000 В удельное сопротивление пола, при котором он еще может рассматриваться как полноценное защитное средство, должно находиться в пределах 105—106 Ом-м (этому требованию удовлетворяет большинство из

						Лист
					ВКР 5.310.700.06. ПЗ 2016	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



видим, довольно велик.

Для защитной изоляции пригодна и обычная масляная краска, если она надежно полностью покрывает все металлические части оборудования, в первую очередь доступные для прикосновения. Конечно, ее электрические характеристики хуже характеристик специальных изоляционных покрытий, а именно электрическая прочность 10—15 кВ/мм, удельное объемное сопротивление  $10^4$ — $10^6$  Ом-м; Ниже и поверхностное сопротивление. Однако если учесть, что основное назначение масляной краски — служить антикоррозионным покрытием, а электрозащитные свойства являются ее попутной, дополнительной функцией, то значения приведенных параметров можно считать для нее вполне достаточными. Несколько слов об изоляции проводов и кабелей. Отошли в область истории провода и кабели с каучуковой изоляцией. Значительно сократилось применение хлопчатобумажной изоляции. На смену ей пришла изоляция из синтетических материалов. Пробивное напряжение проводов при выпуске с завода в 10—15 и более раз превышает значения рабочих напряжений. Слабым местом, как и ранее, являются муфты, разделки соединения. Но и здесь имеется значительный прогресс, объясняемый внедрением новых изоляционных материалов. Современное развитие синтетических материалов, внедрение их в электротехническую промышленность позволяют выпускать электрооборудование повышенной изоляционной надежности, вполне обеспечивающей требования электробезопасности. Конечно, заменой металлических деталей и конструкций изоляционными материалами все недостатки оборудования с точки зрения остается рассмотреть изолирующие свойства покрытий на открытых подстанциях. Вопрос об изолирующих покрытиях на открытых подстанциях возник при расследовании В результате разбора этой весьма редкой аварии было предложено в зонах наиболее вероятного и частого передвижения людей

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

на подстанциях устраивать изолирующие дорожки и площадки. В качестве материала для таких дорожек и площадок рекомендован асфальт.

					ВКР 5.310.700.06.07. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Заключение

Ремонт запасных частей и деталей, узлов и агрегатов является процессом трудоёмким и требует особого четкого внимания в соблюдении выполнения требований технологического процесса ремонта. При выполнении ремонта подвижного состава необходимо производить качественные сварочные работы, ремонтно-восстановительные работы и д.р. так как после выполнения ремонта тяговый подвижной состав должен отвечать требованиям безопасности движения поездов.

Для разработки методики ремонта узлов необходима рациональная технология. В данной выпускной работе подробно описывается технология ремонта электрических аппаратов силовой цепи управления ЭПС, применение подобной технологии в производственном процессе позволит экономить как валютные средства, направленные на приобретение запасных частей, так и расширению сферы деятельности и освоения выпуска новых видов продукции на рынке Республики Узбекистан. Выпускная работа была написана в условиях существующего ремонтного предприятия с фактическим наличием указанного в работе оборудования, а так же контингента работников электроаппаратного цеха

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Список использованной литературы

1. Работы и труды Президента Республики Узбекистан И.А. Каримова.
2. Правила ремонта электрических машин электровозов №НТ60.
3. Техническая база, литература и технологические процессы, разработанные в УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR".
4. Инструкция по сварочным и наплавочным работам при ремонте тепловозов, электровозов, электропоездов и дизель-поездов. ЦТ/336, ЦЗ Кондратенко А.Н., М,1996 г.
5. Указатель действующих межгосударственных стандартов (МГС) по состоянию на 01.03.2014 г., часть 5, Ташкент, Агенство «Узстандарт».
6. Инструкция по ремонту локомотивов в условиях депо и локомотиворемонтных заводов.
7. Арестов В.А., Файзиев Б.Т. “Локомотиворемонтный завод”, кафедра «Локомотивы», Ташкент 2002
8. Материалы из Интернета: [www.rjd.ru](http://www.rjd.ru), [www.uty.uz](http://www.uty.uz)
9. «Пожарная безопасность в электрических установках»
10. «Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства» под редакцией С.С.Машаковой
11. «Локомотивное хозяйство пособие по дипломному проектированию» автор С.И Папченков
12. «Финансовый менеджмент железнодорожного транспорта» под редакцией Н.И.Силаева

					ВКР 5.310.700.12. ПЗ 2016	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		