

**Калужский филиал ПГУПС**

**О.Ю. Наумов**

**Методические указания к выполнению практических занятий по  
МДК 03.01 Тема 1.3 Разработка технологического процесса ремонта узлов и  
деталей электроподвижного состава  
для студентов специальности 23.02.06  
Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог**

**Калуга  
2017**

## Практическое занятие 1

**Тема:** Освидетельствование технического состояния деталей.

**Цель работы:** Приобрести практические навыки по работе с измерительным инструментом.

**Оборудование:** 1. Штангенциркуль;

3. Микрометр.

4. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Ознакомиться с универсальным измерительным инструментом.
2. Произвести измерения плунжерной пары локомотива.

**Выполнение задания:**

1. Измерительные средства делятся на три основные группы: меры, калибры и универсальные измерительные инструменты.

В практике ремонта локомотивов наиболее широко применяется третья группа - универсальные измерительные приборы и инструменты, которые по конструкции и принципу действия разделяют на:

- штриховые инструменты (штангенинструменты);
- микрометрические инструменты;
- рычажно-механические приборы (индикаторы, рычажные микрометры, миниметры, индикаторные нутромеры);
- пневматические приборы (ротаметры);
- оптические приборы;
- электрические приборы.

Штангенинструменты основаны на применении нониусов, по которым производят отсчеты долей делений основных шкал. Цена деления и точность измерения определяются величиной отсчёта нониуса (рис. 1.1), которая составляет 0,1, 0,05 и 0,02 мм.

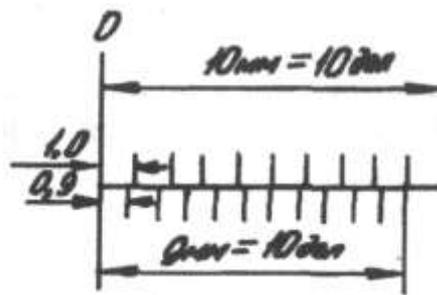


Рис. 1.1. Нониусная шкала штангенциркуля

Нониусная шкала штангенциркуля с точностью измерения 0,1 мм. Основная шкала-Масштаб (M)=10/10=1:1. Нониусная шкала - M=9/10=0,9:1. Точность отсчета составляет  $1-0,9=0,1$ мм.

Микрометрический измерительный инструмент строят на принципе винтовой пары, заключающемся в том, что линейное перемещение винта прямо пропорционально шагу и углу его поворота (рис.1.2).

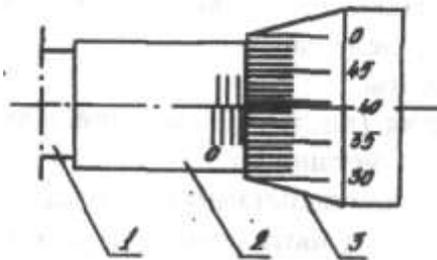


Рис. 1.2. Нониусная шкала микрометра

Нониусная шкала микрометра с точностью измерения 0,01 мм:  
1 - микрометрический винт, 2 - стембель, 3 - нониус (барабан).

Микрометр градуируется по шагу винта  $t=0,5$ . Конусный нониус микрометра разделен на 50 частей, т.е. поворот на одно деление равен 0,01 мм. Показание микрометра на рисунке 1.2 равно:

$$2:3,0+0,40=3,40.$$

2. В общем виде любой процесс измерения можно разделить на три операции:

- установка и настройка инструмента;
- измерение;
- считывание показания с инструмента или прибора.

Измерения микрометрической скобой производят в следующей последовательности:

- 1) Проверить чистоту измеряемой поверхности.
- 2) Проверить, свободно ли ходит микрометрический винт.
- 3) Установить деталь измеряемой поверхностью между пяткой и винтом микрометра.
- 4) Произвести подачу винта, вращая рукоятку трещотки до тех пор, пока она не подаст сигнала.
- 5) Застопорить микрометрический винт.
- 6) Вести счёт показаний микрометра с учётом возможного параллакса.
- 7) Замер каждой детали производить в двух плоскостях (рис. 1.3).

Для измерения иметь микрометрическую скобу с пределами измерений 0-25 мм и штангенциркули.

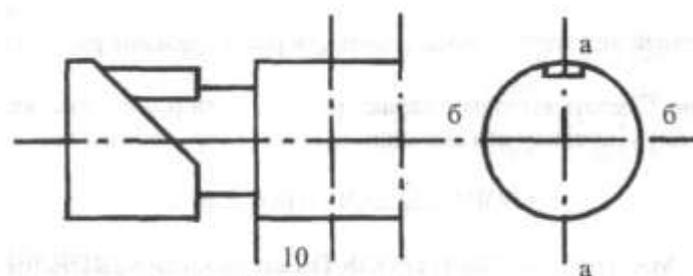


Рис. 1.3. Схема измерений диаметра

## Результаты измерений

Плос- кость изме- рени- я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>а</b>	2 0 , 0 4	2 0 , 0 5	2 0 , 0 3	2 0 , 0 6	2 0 , 0 7	2 0 , 0 7	2 0 , 0 6	2 0 , 0 6	2 0 , 0 5	2 0 , 0 4
	<b>1 1</b>	<b>1 2</b>	<b>1 3</b>	<b>1 4</b>	<b>1 5</b>	<b>1 6</b>	<b>1 7</b>	<b>1 8</b>	<b>1 9</b>	<b>2 0</b>
	2 0 , 0 3	2 0 , 0 6	2 0 , 0 8	2 0 , 0 7	2 0 , 0 7	2 0 , 0 8	2 0 , 0 5	2 0 , 0 9	2 0 , 0 6	2 0 , 0 7
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>б</b>	2 0 , 0 6	2 0 , 0 3	2 0 , 0 7	2 0 , 0 5	2 0 , 0 8	2 0 , 0 4	2 0 , 0 9	2 0 , 0 6	2 0 , 0 3	2 0 , 0 4
	<b>1 1</b>	<b>1 2</b>	<b>1 3</b>	<b>1 4</b>	<b>1 5</b>	<b>1 6</b>	<b>1 7</b>	<b>1 8</b>	<b>1 9</b>	<b>2 0</b>
	2 0 , 0 9	2 0 , 0 8	2 0 , 0 5	2 0 , 0 7	2 0 , 0 3	2 0 , 0 9	2 0 , 0 6	2 0 , 0 4	2 0 , 0 7	2 0 , 0 5

Вывод: приобрел практические навыки по работе с измерительным инструментом.

## Практическое занятие 2.

**Тема: Восстановление деталей полимерными материалами.**

**Цель работы:** ознакомление с процессом восстановления деталей полимерными материалами.

**Оборудование:** 1. Книги, плакаты;

**Порядок выполнения занятия:**

1. Описать особенности восстановления деталей полимерными материалами, описать маркировки и назначение основных из них

**Выполнение задания:**

1. Ремонт деталей полимерными материалами (пластмассами) прост, экономичен и надежен. Ими можно наращивать поверхности для создания натяга в соединении или износостойкого покрытия, заделывать трещины и пробоины, склеивать детали, выравнивать поверхности, герметизировать соединения, надежно закрывать поры в любых деталях, даже в труднодоступных местах. Клеевые составы и пластмассы в ряде случаев успешно заменяют сварку и пайку, хромирование и осталивание, а иногда являются единственно возможными средствами восстановления.

Клеи типа БФ представляют собой спиртовые растворы терморезистивных смол. Клей БФ-2 используется для склеивания и наращивания металлических деталей, работающих при температуре 60... 80 °С и выше, а БФ-4 — в тех случаях, когда требуется большая эластичность и высокая стойкость к вибрациям. Клей БФ-6 применяют для склеивания металлов с пластмассами и тканями. Соединения, выполненные этими клеями, устойчивы по отношению к воде, холоду, действию нефтепродуктов, а также к действию кислот ниже 20 %-ной концентрации. Эти клеи являются хорошими диэлектриками и поставляются в готовом виде, что очень удобно.

Клей (эластомер) ГЭН-150В — это сополимер смолы ВДУ и нитрильного каучука СКН-40; его изготавливают в виде вальцованных листов (шкурок) толщиной 2...4 мм. Раствор клея готовят следующим образом: мелко нарезанные кусочки сухого клея помещают в стеклянную посуду с притертой пробкой, заливают смесью ацетона с бензолом (или одним ацетоном) в пропорции 1:5 и выдерживают 8... 10 ч. После этого бутылку с содержимым периодически взбалтывают в течение 2...3 ч, а затем раствор отстаивают 30 мин и профильтровывают через металлическую сетку (100...500 отверстий на 1 см<sup>2</sup>).

Раствор клея не должен содержать нерастворимых частиц, а при выливании на стекло он должен давать ровную однородную пленку. Пленка этого клея имеет высокую адгезию (сцепление с поверхностью) к металлу, обладает хорошей эластичностью и прочностью на растяжение, выдерживает высокие удельные давления, значительные ударные нагрузки, маслостойка. После ее нанесения поверхности деталей не требуют обработки и, кроме того, не подвергаются фреттинг-коррозии. Клей ГЭН-150В является хорошим диэлектриком. Этот клеевой раствор применяется как для наращивания, так и для склеивания деталей. Высокая адгезия, эластичность, вибростойкость и маслостойкость придают пленке хорошие герметизирующие свойства, поэтому клей широко применяется для уплотнения различных полостей, для пропитки уплотнительных прокладок и т. п. Наиболее целесообразная толщина наращиваемого слоя составляет не более 0,20 мм.

Клей ВС-ЮТ представляет собой раствор синтетических смол в органических растворителях. Он применяется для наращивания и склеивания различных металлов и неметаллических материалов в любом сочетании. Пленка этого клея обладает высокой термостойкостью. Полученные соединения могут выдерживать температуру 200 °С до 5 ч. Клей ВС-ЮТ устойчив против воды, холода, нефтепродуктов, огнестоек.

При ремонте тепловозов он успешно применяется для приклеивания фрикционных накладок муфт сцепления. Поставляется клей в готовом виде.

Капрон — представитель полиамидных смол. Применяется для изготовления различных подшипников, шестерен и других деталей, а также для нанесения износостойких и декоративных покрытий на металлические поверхности. Этот термопласт недефицитен, имеет хорошие физико-химические свойства. Одно из наиболее ценных свойств капрона — высокая износостойкость и малый коэффициент трения. Температура плавления равна 215 °С. При температурах ниже нуля он приобретает повышенную жесткость. Капрон стоек к щелочам, маслам, ацетону, бензину и имеет хорошие диэлектрические свойства. Капрон имеет низкую теплопроводность — примерно в 250...300 раз меньше, чем металлы и высокий коэффициент линейного расширения — примерно в 10 раз больше, чем у стали.

Полиамиды (смолы) П68иАК-7 — твердые роговидные вещества белого или светло-желтого цвета. Смола П68 выпускается в виде крошки или гранул. Кроме смолы П68, промышленность вырабатывает наполненные полиамиды П68 марок П68-Т5 и П68-Т10, П68-Г5 и П68-Г10, которые вводят для повышения износостойкости, твердости и придания других свойств.

Термопласт ПФ11-12 представляет собой порошкообразную смесь, состоящую из 54% поливинилбутиралевого смолы, 23% графита, 21% идитола и 2% уртопина. Температура плавления порошка 210... 220 °С. Этот термопласт применяется при газопламенном нанесении покрытий на поверхность деталей для их наращивания, устранения вмятин, углублений, неровностей и других повреждений.

Вывод: Ознакомился с процессом восстановления деталей полимерными материалами.

### Практическое занятие 3

**Тема:** Проверка колесной пары измерительным инструментом

**Цель работы:** ознакомление и получение практических навыков по осмотру и освидетельствованию колесной пары.

**Оборудование:** 1. Колесная пара локомотива;

2. Часть бандажа колесной пары;

3. Микрометр, штангенциркуль;

4. Набор шаблонов.

**Порядок выполнения занятия:**

3. Произвести обмер колесной пары на правильность расположения элементов.
4. Произвести обмер бандажа специальным шаблоном.
5. Произвести обмер шеек над моторно-осевыми подшипниками .
6. Произвести обмер зубчатого колеса.
7. Произвести проверку наличия клеем на бандаже, зубчатом колесе, оси колесной пары.
8. Сделать вывод по выполненному практическому заданию

**Выполнение задания:**

1. Производим обмер колесной пары на правильность расположения элементов

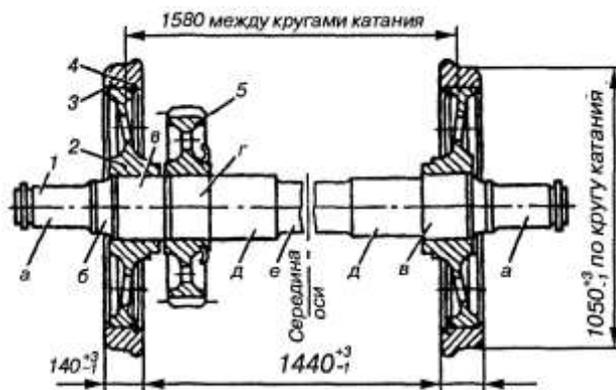


Рис. 61. Унифицированная колесная пара тепловозов.

1 — ось; 2 — колёсный центр; 3 — бандаж; 4 — пружинное кольцо; 5 — зубчатое колесо; а — концевые шейки; б — предступичная часть; в — подступичная часть; г — подступичная часть; д — внутренние шейки

2. Производим обмер бандажа специальным шаблоном, измеряем прокат, толщину бандажа и другие параметры.

При осмотре колесных пар устанавливают, нет ли на бандажах трещин, выбоин (ползунов), плен, раздавленностей, вмятин, отколов, раковин, выщербин, ослабления бандажей на ободе центра, их сдвига или ослабления бандажного кольца. При ремонте и тех-

ническом обслуживании ТО-3 шаблоном измеряют прокат и толщину гребня (рис. 2.1). Бандажным толщиномером определяют толщину бандажа. Специальным шаблоном проверяют профиль бандажа, убеждаются в отсутствии вертикального подреза его гребня (рис. 2.2), а также в отсутствии остrokонечного наката (рис. 2.3).

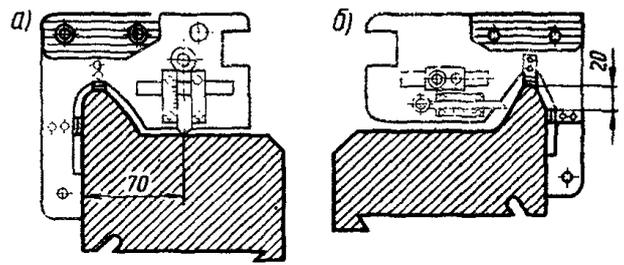


Рис. 2.1. Шаблоны для измерения проката бандажа (а) и толщины гребня бандажа (б)

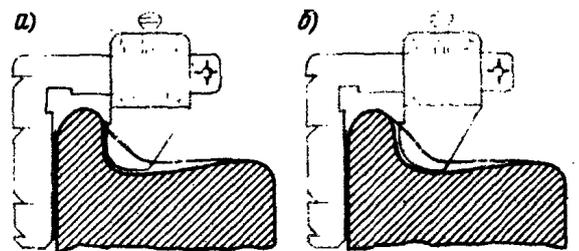


Рис. 2.2. Выявление вертикального подреза гребня:  
а — гребень бракуется; б — гребень не бракуется

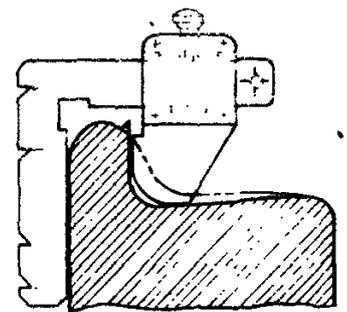


Рис. 2.3. Остроконечный накат — гребень бракуется

Толщиномером определяют местный наплыв металла на наружной боковой поверхности бандажа.

3. Производим обмер шеек под моторно-осевыми подшипниками.

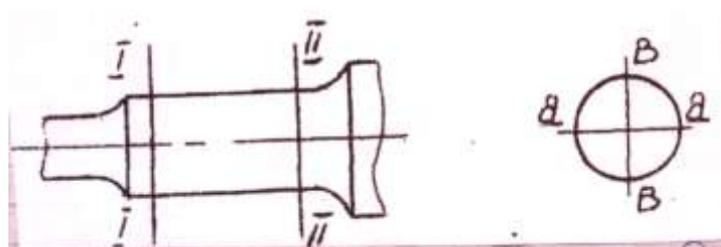


Рисунок 3. Схема измерения шейки оси

## Измерения шеек оси.

Шейки МОП				
2		Параметры	3	
А-а	В-в	плоскость	А-а	В-в
206,85	206,94	I-I	207,68	207,64
207,03	207,02	II-II	207,68	207,69
0,15	0,08	конусность	0,02	0,05
0,06	0,01	овальность	0,04	0,01

## 4. Измеряем параметры зубчатого колеса.

Измерение производим в районе делительной окружности штангензубомером. Толщина зуба 16,5 мм.

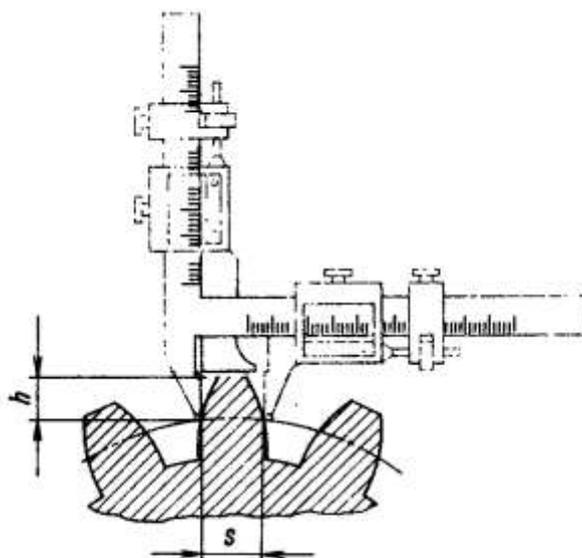
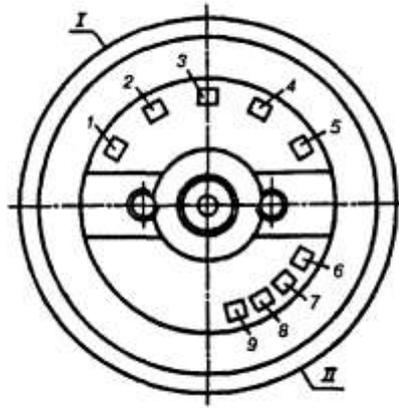


Рис. 2.5. Измерение толщины зуба универсальным зубомером:  
 $h$  — высота головки зуба;  $S$  — толщина зуба на начальной окружности

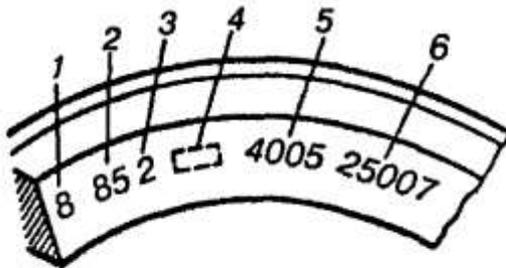
## 5. Производим проверку наличия клеев на бандаже, зубчатом колесе и оси колесной пары.

Рис. 67. Клейма на оси колёсной пары:



1 — условный номер или товарный знак предприятия-изготовителя; 2 — дата изготовления необработанной оси; 3 — порядковый номер оси; 4 — код технического контролёра-изготовителя и инспектора — заказчика; 5 — условный номер или товарный знак предприятия-изготовителя, обработавшего ось; 6 — метод формирования колёсной пары (тепловым способом ФТ, прессовым Ф); 7 — условный номер или товарный знак предприятия, производившего формирование колёсной пары; 8 — месяц и год формирования колёсной пары; 9 — код технического контролёра предприятия-изготовителя и представителя заказчика, принявших колёсную пару

Рис. 76. Знаки и клейма на наружной грани бандажа:



1 — условный номер или товарный знак предприятия-изготовителя; 2 — год изготовления (две последние цифры); 3 — марка бандажа; 4 — клейма приемки; 5 — номер плавки; 6 — порядковый номер бандажа по системе нумерации предприятия-изготовителя

**Вывод:** Ознакомился и получил практические навыки по осмотру и освидетельствованию колесной пары.

## Практическое занятие 4

**Тема:** Проверка геометрических характеристик буксовых подшипников.

**Цель работы:** ознакомление и получение практических навыков по проверке геометрических характеристик подшипников.

**Оборудование:** 1. Приспособление для определения радиального и осевого зазора;

2. Подшипники;

3. Индикаторное приспособление.

### **Порядок выполнения занятия:**

1. Проверить состояние подшипников согласно техническим указаниям.

2. Измерить радиальный зазор подшипников.

3. Сделать вывод по выполненному практическому заданию.

### **Выполнение задания:**

1. Проверяем состояние подшипников согласно техническим указаниям по эксплуатации и ремонту букс с роликовыми подшипниками локомотивов. При осмотре выявляем следы чрезмерного нагрева (по наличию цветов побежалости), трещины на кольцах, роликах и сепараторах, выкрашивания металла и раковины на дорожках качения колец и роликах, рифления на дорожке качения внутреннего кольца, ползуны на поверхности качения роликов.

Не менее важно обнаружить седловатость, бочкообразность, ступенчатость посадочной поверхности внутреннего кольца подшипника, скол бурта кольца, поперечные глубокие риски на дорожках качения колец, следы коррозии на рабочих поверхностях колец и роликов; ослабление, обрыв и срыв заклепок сепаратора, сколы роликов по торцам и кромкам.

2. Измеряем радиальный зазор подшипников. Для этого внутренние кольца закрепляют нажимной шайбой 3, а наружное кольцо вместе со

штифтом индикатора перемещают от руки в горизонтальном направлении. На плите-люфтомере проверяют также осевой зазор выбранного комплекта подшипников. Затем определяют натяг, который образуется при посадке на шейку оси колесной пары внутренних колец роликовых подшипников, он должен быть в пределах 0,04—0,06 мм. Внутренний диаметр измеряют нутромером с индикатором в трех сечениях по ширине кольца по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

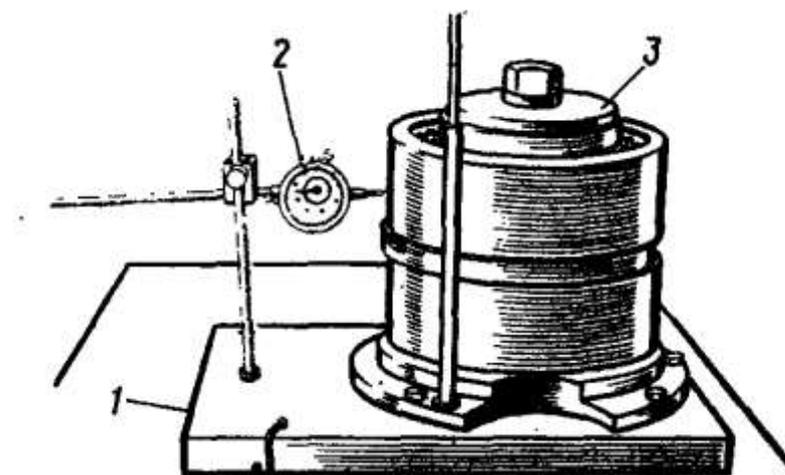


Рисунок 7. Измерение радиального зазора подшипников.

Таблица 2.

Определение радиального зазора подшипников.

Подшипники	Измерение радиального зазора				Фактический радиальный зазор
	0	90	180	270	
Наружный подшипник	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13
Внутренний подшипник	0,14	0,14	0,15	0,16	0,15

**Вывод:** Приобрел практические навыки по определению геометрических характеристик буксовых подшипников.

## Практическое занятие 5

**Тема:** Проверка состояния зубьев шестерен.

**Цель работы:** ознакомление и получение практических навыков по проверке состояния зубьев шестерен.

**Оборудование:** 1. Набор щупов;

2. Подшипники;

3. Индикаторное приспособление.

4. Свинцовая пластина;

5. Штангенциркуль;

6. Микрометр.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Перечислить и описать основные неисправности зубчатых передач;
2. Перечислить способы определения износа зубчатых передач.
3. Сделать вывод по выполненному практическому заданию.

**Выполнение задания:**

1. Основными неисправностями зубчатых передач являются изломы, трещины, заедание зубьев, их износ, повреждение и выкрашивание поверхности зубьев, контактная коррозия.

**Трещины** в зубьях появляются чаще всего от неточности монтажа и некачественного изготовления шестерен. Поломка вызывается усталостными трещинами у основания зуба в месте концентрации напряжения изгиба. В свою очередь усталостные трещины появляются при многократном повторении нагрузки в шестернях, от которой в теле зубьев возникают напряжения, превышающие предел выносливости металла зубьев.

**Заедание зубьев** происходит в результате истирания рабочих поверхностей при попадании между зубьев вместе с маслом пыли, грязи и других компонентов. Максимальный износ наблюдается на ножках и головках зубьев, где происходит скольжение и трение одного зуба по другому. При значительном износе искажается профиль и увеличиваются зазоры в зубьях, что приводит к появлению шума и стука при работе передачи.

**Отслаивание металла** происходит по причине некачественной термообработки зубьев.

**Контактная коррозия** (питтинги) на рабочей поверхности зубьев в виде мелкой ряби происходит при попадании в смазку воды или топлива.

Трещины в зубьях шестерен определяют методами неразрушающего контроля, при наличии трещины или излома хотя бы одного зуба шестерня подлежит замене. **Устранять трещины или износ зубьев наплавкой или сваркой запрещается.**

2. Износ зубьев косвенно определяют до разборки по боковому зазору с помощью индикаторного приспособления, щупом или свинцовой выжимкой. Измерение бокового зазора производят так же, как и измерение зазора в шлицевом соединении. При измерении бокового зазора щупом подсчитывают набор пластин в зоне делительной окружности с обеих сторон зуба. При измерении бокового зазора выжимкой ее пропускают между зубьями с последующим замером полученной толщины штангенциркулем или микрометром. Боковой зазор в зубьях конической передачи измеряют при двух крайних положениях застопоренного вала: при сдвинутом вале в сторону парных шестерен и при раздвинутом вале в сторону от парных шестерен. После разборки износ цилиндрических шестерен определяют измерением толщины зуба штангензубомером или длины общей нормали – зубомерной скобой, износ зубьев конических передач – косвенно по характеру работы передачи.

**Вывод:** Приобрел практические навыки по проверке состояния зубьев шестерен.

## Практическое занятие 6

**Тема:** Определение состояния и действия механизма автосцепки.

**Цель работы:** приобрести практические навыки по проверке автосцепки в собранном состоянии.

- Оборудование:** 1. Автосцепное устройство;
2. Комбинированный шаблон.
  3. Линейка;
  4. Книги, плакаты.

Порядок выполнения занятия:

1. Перечислить основные износы и повреждения, возникающие при эксплуатации автосцепки СА-3.
2. Определить износы деталей и действие автосцепки СА-3 комбинированным шаблоном.

**Выполнение задания:**

1. **Износы и повреждения.** К неисправностям автосцепного устройства относятся: трещины или излом корпуса автосцепки, излом или изгиб верхнего плеча предохранителя от саморасцепа или противовеса замкодержателя, излом шипа на замке для подвешивания предохранителя, износы большого и малого зубьев корпуса, превышающие допускаемые и могущие привести к саморасцепу, трещины и изломы тягового хомута, излом клина, трещины в корпусе пружинно-фрикционного аппарата, поломка пружины или износ клиньев и корпуса поглощающего аппарата. Трещины 4 (рис.13) могут привести к излому корпуса. Кроме того, возможно нарушение работы автосцепного устройства вследствие повышенного износа отдельных его деталей, например износа большого и малого зубьев корпуса (поз. 1, 2, 6), ударной поверхности 5, хвостовика 3, превышающего предельно допустимые значения и могущего привести к саморасцепу автосцепки.

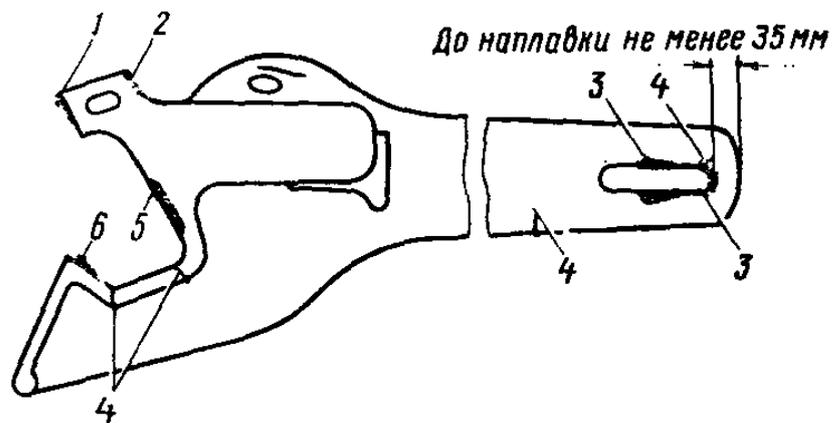


Рисунок.13. Неисправности корпуса автосцепки

2. При ТР-1 автосцепку проверяют специальным комбинированным шаблоном с откидной скобой и при необходимости заменяют. Для проверки исправности действия предохранителя от саморасцепа шаблон прикладывают к автосцепке, как показано на рис. 14, а, при этом полочка всей своей опорной плоскостью должна прилегать к тяговой поверхности большого зуба, а противоположная кромка основания шаблона — к лапе замкодержателя. Одновременно нажимают рукой на замок, пытаясь втолкнуть его в корпус автосцепки. Предохранитель исправен, если замок уходит в карман корпуса на расстояние не менее 7 мм и не более 18 мм при измерении в верхней части замка. Удержание механизмом замка в расцепленном положении проверяют, прикладывая шаблон, как показано на рис. 14, б. Затем поворотом валика подъемника до отказа перемещают замок внутрь и, освободив валик, продолжают удерживать шаблон в зеве автосцепки. Если при этом замок не выходит из кармана корпуса, а после прекращения нажатия на лапу шаблоном возвращается в первоначальное положение, то механизм автосцепки исправен.

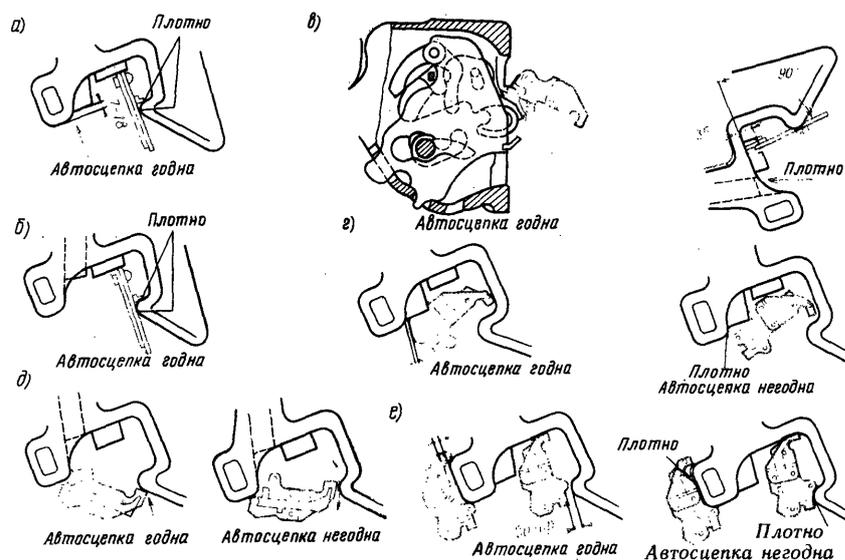


Рисунок 14. Проверка автосцепки комбинированным шаблоном

Откидной скобой шаблона проверяют возможность преждевременного включения предохранителя замка от саморасцепа при сцеплении автосцепок. Для этого шаблон устанавливают так, чтобы его откидная скоба стороной с вырезом 35 мм нажимала на лапу замкодержателя, а лист шаблона одновременно касался большого зуба (рис. 14, в). Автосцепка годна, если при нажатии на торец замка он беспрепятственно уходит в карман на весь свой ход.

Определяют толщину замка (рис. 14, г). Если она превышает контрольный размер выреза в шаблоне, т. е. между шаблоном и малым зубом имеется зазор, то замок годен. Толщину замка проверяют по всей высоте его вертикальной кромки.

Проверяют ширину зева корпуса автосцепки (рис. 14, д), предварительно слегка утопив замок, чтобы он не препятствовал правильному расположению шаблона. Ширина зева нормальная, если шаблон при его повороте не проходит мимо большого зуба. Проверку выполняют по всей высоте большого зуба.

Прикладывая шаблон к наружной поверхности охватом по ширине, проверяют износ малого зуба (рис. 14, е). Контроль осуществляют в средней части малого зуба в двух местах, отложив по 80 мм вверх и вниз от

середины его высоты. При соприкосновении шаблона с боковой стенкой малого зуба автосцепка считается неисправной.

Износ тяговой стороны большого зуба и ударной поверхности зева определяют путем введения шаблона в зев. Если шаблон входит в зев, то автосцепка неисправна. Проверку выполняют в средней части большого зуба в двух местах, отложив по 80 мм вверх и вниз от середины.

Контролируют также состояние тягового хомута, клина, фрикционного аппарата, ударной розетки, маятниковой подвески и расцепного рычага. Для этого головку автосцепки снимают, осматривают хвостовик, хомут и клин. Хвостовик и клин проверяют магнитным дефектоскопом, убеждаются в отсутствии трещин. Трещины в частях автосцепного устройства не допускаются. Болты, поддерживающие клин автосцепки, осматривают, погнутые или имеющие износ по диаметру более 2 мм заменяют. Проверяют выработку проушины для клина и износ хвостовика. Расстояние от упора хвостовика до проушины должно быть не менее 46 мм. Клин, имеющий изгиб более 3 мм, ширину в местах износа менее 87 мм, толщину менее 30 мм, бракуют. Изношенный клин восстанавливают наплавкой.

Для проверки действия механизма автосцепки лапу замкодержателя утапливают внутрь головы автосцепки и делают попытку втолкнуть рукой замок. Если он не уходит дальше после упора верхнего плеча предохранителя в противовес замкодержателя, предохранительное устройство от саморасцепа считается исправным.

С помощью специального приспособления проверяют высоту автосцепки над головкой рельса. При необходимости ее регулируют.

Проверяют также положение фрикционного аппарата, который должен быть зажат задними и передними упорами буферного бруса.

**Вывод:** приобрел практические навыки по проверке автосцепки в собранном состоянии.

## Практическое занятие 7

**Тема:** Проверка обмотки якоря на обрыв и замыкание.

**Цель работы:** ознакомиться с процессом проверки обмотки якоря на обрыв и замыкание.

**Оборудование:** 1. Испытательный стенд;

2. Омметр.
3. Мегаомметр;
4. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Перечислить основные износы и повреждения якорей.
2. Подготовить якорь к измерениям. Очистить якорь от загрязнений.
3. Описать процесс проверки якоря на обрыв и замыкание.

**Выполнение задания:**

**1. Износы и повреждения.** Механические воздействия могут приводить к появлению повышенного износа, забоин, задигов и трещин на отдельных элементах якорей или роторов, а повышенные значения тока и напряжения — вызывать недопустимое искрение под щетками и, как следствие,— оплавление коллекторных пластин, прожоги изоляции.

**Местная выработка** может возникать как в металлических деталях, так и в изоляции. Повышенный износ посадочных поверхностей будет приводить к ослаблению посадки колец, втулок; износ резьбы — к нарушению прочности болтовых соединений; потертости изоляции — к снижению ее электрической прочности, а иногда и к пробоям.

**Задиры и забоины** чаще всего возникают в результате попадания в машину твердых загрязнений (например, песка), ударов, наносимых друг другу деталями с ослабшим креплением, а иногда и в результате случайных ударов при осмотре или ремонте. Наиболее опасны задиры и забоины на ответственных поверхностях — на рабочей части коллектора, посадочных поверхностях вала и др.

**Трещины** могут возникать в валах, якорных коробках, фланцах, нажимных шайбах, вентиляторах, в маслоотбойных уплотняющих кольцах, в крепежных элементах, втулках, болтовых соединениях, в роторах съемных вентиляторов, в пластмассовых корпусах коллекторов и во многих других элементах.

Следует помнить, что некоторые, на первый взгляд незначительные, повреждения могут приводить к тяжелым последствиям.

**Прожоги** возникают обычно в результате перебросов электрических дуг. Прожоги весьма опасны, так как часто являются причинами выхода якорей или роторов из строя и постановки машин на неплановый ремонт.

**Подгары и оплавления** чаще всего возникают на коллекторах машин в результате повышенного искрения под щетками или от кругового огня. Подгорают или оплавляются коллекторные пластины, выгорает миканитовая изоляция между ними. Подгары могут возникать и на миканитовых конусах коллекторов при перебросах электрических дуг.

**Старение изоляции** якорей и роторов, являющееся процессом длительным, будет заметно ускоряться в результате возникающих в эксплуатации чрезмерных нагревов, повышенной влажности, воздействия электрического поля. При этом сопротивление изоляции и ее механическая прочность снижаются и в ней могут возникать тепловые и электрические пробой, особенно при значительном повышении напряжения, подводимого к коллектору машины, или при местных перенапряжениях. В результате в обмотках могут возникать короткие замыкания, между отдельными витками катушек, между катушками, а также между обмоткой и прилегающими металлическими частями.

**2. Осмотр и дефектировка.** Якорь в вертикальном положении с поточной линии разборки тяговых двигателей мостовым краном подают на поточную линию ремонта якорей (см. рис. ). Эта линия обеспечивает бескрановое передвижение якоря с одной позиции

ремонта на другую с автоматизацией и механизацией подъема, вращения, опускания и продувки.

Якорь очищают в продувной камере 5, затем на кантователе устанавливают его в горизонтальное положение и подают на позицию осмотра и дефектировки .

Перед осмотром металлические элементы протирают смоченными в керосине техническими салфетками, а затем сухими. Элементы с изоляцией аккуратно протирают салфетками, смоченными в бензине.

Скопившуюся в щелях и зазорах машины угольную пыль от щеток и пыль, попавшую из окружающей среды с вентилирующим воздухом, удаляют пылесосом. Для качественной очистки вентиляционных каналов пользуются специальными щетками. Тщательная очистка необходима, с одной стороны, потому, что загрязнения, особенно на изолированных поверхностях, значительно снижают устойчивость машины к перебросам и ухудшают электрическую прочность изоляции, с другой — из-за того, что при пропитке якоря оставшиеся в нем пыль и загрязнения вместе с лаком проникают в обмотку и способствуют в дальнейшем ее разрушению. Кроме того, загрязнения будут затруднять выявление возможных дефектов.

**3. Целостность обмотки и качество пайки** в местах соединения ее шин с петушками коллектора проверяют измерением активного сопротивления обмотки методом вольтметра-амперметра. О наличии в машине этих дефектов судят по отклонению измеренного сопротивления от допустимого для данной машины.

Для определения места обрыва или плохого контакта к коллекторным пластинам, к которым подсоединены концы каждого витка якорной обмотки, подводят низкое напряжение и измеряют с помощью милливольтметра падение напряжения на них. При ис

правной обмотке на всех парах коллекторных пластин падение напряжения будет одинаково. Если на какой-либо паре пластин падение напряжения окажется больше, чем на остальных, значит, в данной секции обмотки имеется обрыв или ухудшен контакт в местах пайки.

Если якорь имеет петлевую обмотку, то наибольшее отклонение при наличии обрыва будет лишь на одной паре пластин, а при волновой обмотке — на нескольких парах, находящихся попарно друг от друга на расстоянии шага обмотки по коллектору.

Обрыв обмотки или плохой контакт можно установить и по следам подгаров на коллекторных пластинах, к которым подсоединена секция обмотки с такими дефектами. Если в проверяемой обмотке имеются уравнивательные соединения, то, кроме этой пары коллекторных пластин, возможны подгары пластин, отстоящих от дефектных на двойное полюсное деление.

Состояние контактов считается хорошим, если сопротивление между соседними коллекторными пластинами (падения напряжений) будут приблизительно одинаковыми. Разница их не должна превышать среднее значение на 15—20 %. В противном случае места паяк, относящиеся к этим коллекторным пластинам, следует перепаять.

Аналогично можно выявить межвитковые замыкания в секциях обмотки или замыкание между соседними секциями. Если такое замыкание произошло в секции петлевой обмотки, то сопротивление этой секции будет меньше, чем исправной. Следовательно, падение напряжения, измеренное между коллекторными пластинами дефектной секции, будет меньше, чем между пластинами, присоединенными к секциям, в которых замыкания нет.

При простой волновой обмотке меньшее падение напряжения укажет на замыкание в секциях обмотки, присоединенных к проверяемой паре коллекторных пластин. В этом случае падение напряжения следует измерять между пластинами, отстоящими друг от друга на шаг по коллектору. Если этот шаг неизвестен, то его можно определить по наименьшему сопротивлению между двумя коллекторными пластинами, расположенными на расстоянии двойного полюсного деления.

Межвитковое замыкание можно установить также индукционным и импульсным методами. При выявлении межвиткового замыкания индукционным методом к поверхности якоря 4 (рис. ) подносят специальный подковообразный электромагнит 9. Катушку магнита подключают к сети переменного тока напряжением 220 В. Магнитный поток электромагнита пересекает витки секции обмотки и наводит в них э. д. с. При отсутствии межвиткового замыкания витки 7 и 8 разомкнуты, поэтому тока в них не будет, и стрелка амперметра 1 останется на нуле, а милливольтметр 2 покажет напряжение между пластинами коллектора 3.

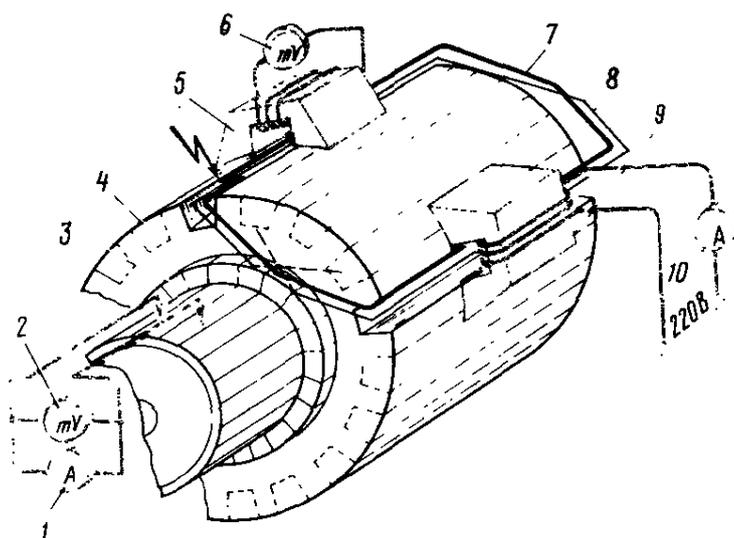


Рис. . Схема выявления межвиткового замыкания в обмотке якоря индукционным методом

Если в секции между витками 7 и 8 имеется замыкание, образуется замкнутый контур (жирная линия), по которому под действием наведенной электромагнитом э. д. с. потечет ток. Напряжение между пластинами коллектора резко снизится, что можно обнаружить по уменьшению показания милливольтметра 2, а стрелка амперметра 1 отклонится от нулевого положения. Прохождение тока в замкнутых витках 7 и 8 приведет к возникновению вокруг них магнитного поля, которое будет взаимодействовать с полем электромагнита 9 так же, как и магнитные поля первичной и вторичной обмоток трансформатора. Поэтому появление тока в замкнутом корпусе секции равноценно увеличению нагрузки на вторичной стороне трансформатора.

Следовательно, витковое замыкание можно определить и по амперметру 10, показания которого в этом случае должны возрасти.

Чтобы выявить паз якоря, в котором находится активная сторона секции с межвитковым замыканием, поверхность якоря обходят измерительной катушкой с сердечником 5. Когда катушка окажется над дефектной секцией, в ней наведется э. д. с., которую можно обнаружить по показанию подключенного к ней милливольтметра 6. Иногда вместо измерительного прибора к катушке подключают телефон. При межвитковом замыкании в телефоне будет слышен треск. Уточнить место такого замыкания можно и стальной пластиной, которая будет притягиваться к якорю магнитным полем коротко- замкнутой секции. Однако такое «прилипание» пластины можно уловить лишь при достаточной напряженности магнитного поля, поэтому таким способом можно установить только глухие межвитковые замыкания.

Индукционный метод применим для выявления межвиткового замыкания в обмотках, сопротивление которых не превышает 0,1 Ом. При большем сопротивлении индуцируемые в витках э. д. с. и, следовательно, токи будут малы и приборы могут в нужной степени на

них не реагировать. Поэтому наличие межвиткового замыкания в обмотках якорей вспомогательных машин, имеющих сравнительно большое сопротивление, выявляют описанным выше методом падения напряжения.

Для выявления межвиткового замыкания импульсным методом используют стационарную импульсную установку ИУ-57 или переносной прибор ИВ-3. Принцип выявления замыкания основан на сравнении изменения скорости распространения волн высокого напряжения по проводникам отдельных участков якорной обмотки (рис. ).

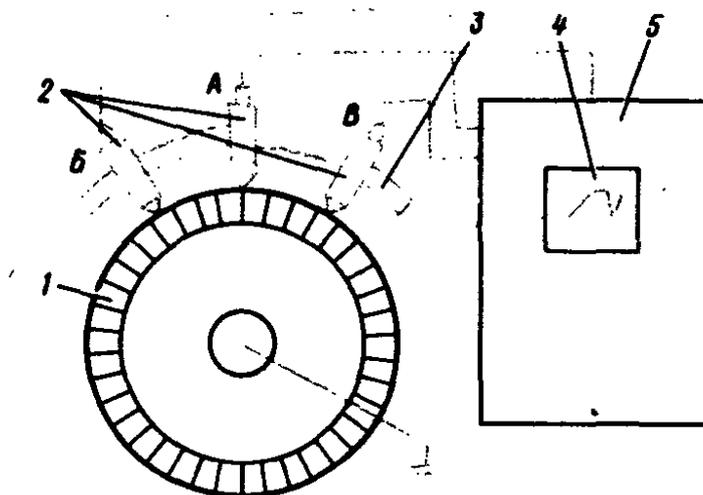


Рис. . Принципиальная схема выявления межвиткового замыкания в обмотке якоря импульсным методом

Импульсы высокого напряжения от генератора 5 подаются на электроды 2. Центральный электрод А и боковые электроды Б и В закреплены на дуге коммутатора 3. Электроды Б и В расположены по рабочей поверхности коллектора 1 на равном расстоянии от центрального электрода и соединены проводами с индикатором 4. Сопротивления секций обмотки якоря в плечах между электродами АБ и АВ одинаковы, следовательно, при исправной изоляции этих секций разность потенциалов электродов Б и В будет равна нулю и на

кинескопе 3 появится слегка волнистая линия. Если в одной из этих секций будет межвитковое замыкание, то сопротивление плеча с замкнутыми витками уменьшится, нарушится равенство потенциалов электродов Б и В и изображение на экране кинескопа исказится. По характеру этого искажения судят о том, в каком плече (АБ или АВ) находятся закороченные витки.

Затем отверткой с изолированной ручкой последовательно закорачивают соседние коллекторные пластины этого плеча и наблюдают за изображением на экране. При замыкании коллекторных пластин с исправными витками изображение будет искажаться, а при замыкании коллекторных пластин, связанных с закороченным витком, оно изменяться не будет. Если витковое замыкание находится вне зоны, охватываемой электродами контактной стойки, то изображение на экране примет синусоидальную форму. Тогда эту зону обследуют и уточняют место замыкания.

Выявить место замыкания обмотки якоря на корпус можно по схеме, показанной на рис. .

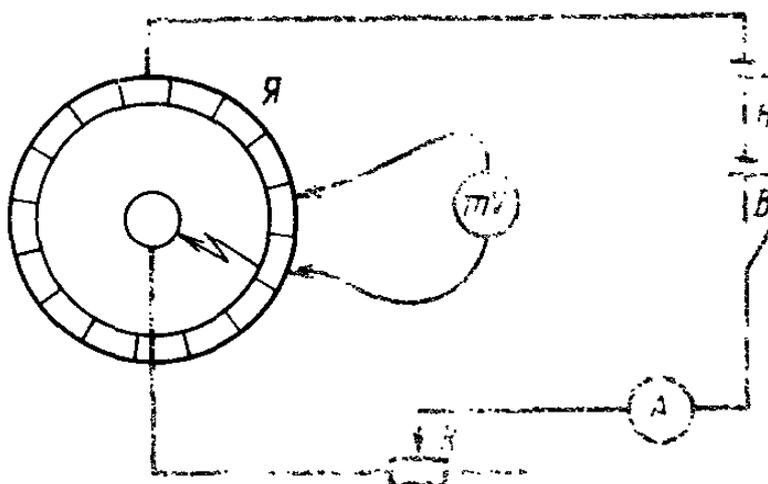


Рис. . Схема нахождения места замыкания обмотки на корпус

В качестве источника тока удобно использовать аккумуляторную батарею Б. В ее цепь включают амперметр А и выключатель В.

Регулируемый резистор  $R$  должен обеспечить установление в питающей цепи тока около 5—10 А. Милливольтметр рекомендуется использовать с пределом измерения 0—15—45 мВ. Чтобы его не испортить при выполнении измерений, к коллекторным пластинам следует вначале приложить щупы питающей цепи, убедиться в их хорошем контакте и лишь потом прикладывать щупы измерительного прибора. При плохом контакте щупов возрастает сопротивление, падение напряжения может резко возрасти и повредить прибор. По окончании измерений первыми следует отнимать от пластин щупы прибора.

При проверке якоря  $Я$  с петлевой обмоткой щупами милливольтметра касаются поочередно каждой пары смежных коллекторных пластин якоря. Показания прибора будут одинаковыми на всех парах коллекторных пластин, за исключением той пары пластин, между которыми имеется замыкание на корпус. При волновой обмотке щупами поочередно касаются двух коллекторных пластин, находящихся точно на расстоянии шага по коллектору. Признаки наличия замыкания на корпус те же, что и при проверке петлевой обмотки.

Сопротивление изоляции измеряют мегаомметром на 2,5 кВ. Зажим «3» мегаомметра присоединяют к валу якоря, зажим «Л» — к коллектору. При сопротивлении изоляции менее 1,5 МОм у машин на напряжение 3000 В или 0,5 МОм у вспомогательных машин на напряжение 380 В и ниже якоря подлежат сушке.

Степень увлажненности изоляции при необходимости может быть определена прибором ПКБ.

**Вывод:** ознакомился с процессом проверки обмотки якоря на обрыв и замыкание.

## Практическое занятие 8

**Тема:** Определение сопротивления изоляции и осевого разбега якоря электрической машины.

**Цель работы:** ознакомиться с процессом определения сопротивления изоляции электрической машины.

- Оборудование:**
1. Испытательный стенд;
  2. Мегаомметр;
  3. Индикаторное приспособление;
  4. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Описать процесс определения сопротивления изоляции электрической машины.
2. Рассмотреть особенности определения сопротивления изоляции у электрических машин переменного тока.

**Выполнение задания:**

1. Испытание изоляции состоит в проверке сопротивления изоляции обмоток машины относительно корпуса и проверке ее электрической прочности.

Сопротивление изоляции проверяют мегаомметрами с соответствующими номинальными напряжениями. У двигателей, получающих питание непосредственно от контактной сети, сопротивление изоляции при рабочей температуре должно быть не менее 3 МОм, а у машин напряжением менее 1000В - не ниже 0,5 МОм.

Дополнительно состояние изоляции и степень ее влажности можно оценить прибором ПКВ. При работе с этим прибором следят, чтобы концы выводных приводов не касались остова машины или пола. При проверке обмотки якоря щетки должны быть подняты. В связи с тем что проверять влажность обмоток следует при температуре 15-25 °С, эти измерения необходимо выполнять до испытаний в часовом режиме.

Электрическую прочность изоляции измеряют на нагретой машине после проверки ее сопротивления. Испытание проводят повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты, получаемого от специальных однофазных пробивных трансформаторов. Первичную обмотку их включают в сеть напряжением 220 В. Выводы вторичной обмотки подключают один к остову, другой - к соединенным вместе выводам проверяемой обмотки. Испытательное напряжение поднимают плавно, регулируя напряжение на первичной обмотке.

Изоляцию тяговых двигателей в зависимости от их типа испытывают при различных значениях напряжения. Так, машины с изоляцией на 3000 В испытывают напряжением 6000 В.

При испытании изоляцию выдерживают под полным испытательным напряжением в течение 1 мин, после чего его плавно снижают и отключают пробивную установку. Результат испытания проверяют вольтметром. В случае пробоя стрелка вольтметра установится на нуль. Если пробоя изоляции обмотки не обнаружено, испытания на этом заканчивают. Машину укомплектовывают деталями внешнего крепления, продувают снаружи и изнутри.

2. Мегаомметром на 500 В измеряют сопротивление изоляции обмоток. При измерении сопротивления изоляции между фазами мегаомметр включают между выводными концами этих фаз. Для измерения сопротивления изоляции между фазой и корпусом его подключают к выводу данной фазы и корпусу машины. Измеренное активное сопротивление должно быть не менее 1 МОм.

**Вывод:** ознакомился с процессом определения сопротивления изоляции электрической машины.

## Практическое занятие 9

**Тема:** Проверка состояния аккумуляторных батарей.

**Цель работы:** ознакомиться с процессом определения состояния аккумуляторных батарей.

- Оборудование:**
1. Аккумуляторная батарея 32ТН-450;
  2. Аккумуляторная батарея 46ТПЖН-550;
  3. Аккумуляторная батарея 42НК125;
  4. Ареометр;
  5. Нагрузочная вилка;
  6. Стеклоанная трубка

### Порядок выполнения занятия:

1. Ознакомиться с мерами безопасности при работе с аккумуляторами.
2. Описать назначение, типы, устройство аккумуляторов, принцип работы.
3. Проверка состояния аккумуляторной батареи.
4. Ответить на вопросы:
  - 4.1 К чему приводит пониженный уровень электролита в аккумуляторной батарее?
  - 4.2 Почему возникает коррозия зажимов перемычек в кислотной аккумуляторной батарее?

### Выполнение задания:

1. **Техника безопасности при работе с аккумуляторными батареями.** При работах с аккумуляторной батареей для предотвращения замыкания аккумуляторов пользуются инструментом с изолированными ручками и торцовым ключом с изолированным стержнем. Во время осмотра нельзя класть на аккумуляторы металлический и рабочий инструмент и пользоваться открытым огнем. При эксплуатации никель-кадмиевых аккумуляторов следует помнить,

что их положительный полюс электрически замкнут с корпусом аккумулятора.

Щелочи - едкий натр (каустическая сода) и едкое кали - как в твердом виде, так и в виде концентрированных растворов обладают очень сильными едкими свойствами, вызывая ожоги на коже, поэтому попавшую на кожу или одежду щелочь необходимо быстро удалить, а это место промыть 10%-ным раствором борной кислоты. При попадании щелочи в глаза их следует промыть струей воды, а затем 2%-ным раствором борной кислоты, после чего обязательно обратиться к врачу, помня, что при попадании щелочи в глаза возможен тяжелый исход - слепота. Поэтому в помещении, где готовят электролит, всегда должны иметься готовые 10% и 2%-ные растворы борной кислоты.

Работу со щелочами проводят в резиновых перчатках, защитных очках и резиновом фартуке. Щелочь берут только щипцами или стальной ложкой. К работам по приготовлению и регенерации электролитов допускаются лица, прошедшие специальное обучение, знающие безопасные методы работы. Перевозку бутылей с концентрированным электролитом со склада в цех и внутри цеха осуществляют на специальных тележках. При отсутствии специальных тележек бутылки с концентрированным электролитом переносят два работника обязательно на носилках с бортами.

Все инструменты и индивидуальные средства защиты, применявшиеся во время работы, по ее окончании промывают водой. Использованную для промывки инструмента и аккумуляторов воду вливать в общую канализационную систему, открытые водоемы или реки категорически запрещается.

Заряжаемые батареи помещают в шкафы с местными отсосами и дверками, с блокировками, отключающими зарядную установку при открытии дверок. При отключении вытяжной вентиляции процесс

заряда должен автоматически прекращаться. Категорически запрещается подключать батарею при включенной зарядной установке. Выпрямительная зарядная установка должна иметь устройство контроля сопротивления изоляции и быть подключена к сети через разделительный трансформатор.

2. Аккумулятор - это устройство для накопления энергии с целью ее последующего использования.

Обычно аккумуляторы соединяют в батареи для получения необходимого напряжения или емкости. Существуют кислотные и щелочные аккумуляторы.

В кислотном аккумуляторе отрицательные пластины состоят из губчатого свинца (Pb), а положительные - из оксидов свинца (свинцового сурика) PbO<sub>2</sub>. Порошкообразный оксид свинца запрессовывают в свинцовую решетку. При воздействии электролита, состоящего из раствора серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) в дистиллированной воде (H<sub>2</sub>O), при разряде происходит реакция



Соединение PbSO<sub>4</sub> - сульфат свинца - образуется как на положительных, так и на отрицательных пластинах. При заряде аккумулятора сульфат свинца разлагается на образующие его вещества, и состояние аккумулятора

восстанавливается. При образовании PbSO<sub>4</sub> в реакции участвует кислота электролита, поэтому плотность электролита зависит от степени заряженности аккумулятора. Заряженный аккумулятор имеет большую плотность, а разряженный - меньшую плотность электролита. По плотности электролита можно определить степень его зарядки, зная плотность первоначально залитого электролита.

В щелочном аккумуляторе отрицательные пластины состоят из железа (Fe), а положительные - из гидроксида никеля Ni(OH)<sub>2</sub>, электролитом является водный раствор гидроксида калия (едкое кали) KOH. Токообразующая реакция протекает следующим образом:



Электролит в реакции не участвует, и его плотность с изменением состояния заряженности аккумулятора не меняется. К щелочным аккумуляторам относятся также никель-кадмиевые (КН) аккумуляторы. В системах электропневматических тормозов применяются никель-кадмиевые аккумуляторы 40КН-10, не отличающиеся по конструкции и обслуживанию от любого щелочного аккумулятора, но имеющие большую удельную емкость.

Конструкция пластин аккумулятора определяет его срок службы. Пористые пластины кислотного аккумулятора плохо переносят вибрацию и большие кратковременные (стартерные) токи; отрицательная температура электролита приводит к снижению емкости аккумулятора, а замерзание электролита - к разрушению пластин. Щелочные аккумуляторы устойчивы к воздействию отрицательных температур.

На подвижном составе в основном устанавливаются тяговые (рассчитанные на большие длительные токи), стартерные (рассчитанные на очень большие, но кратковременные токи) и осветительные (рассчитанные на разрядные токи, не превышающие номинального значения) аккумуляторы. Принципиальные различия их заключаются в количестве и толщине пластин с активной массой.

При использовании аккумуляторов на подвижном составе их соединяют в батареи. Для получения необходимого напряжения (напряжение одного кислотного аккумулятора составляет 2,2 В, щелочного - 1,2 В) аккумуляторы включают последовательно, при параллельном соединении обеспечивается необходимый по величине ток нагрузки.

3. Уровень электролита А проверяют уровнемером (рис.14.1) через 2 ч после заливки, когда пластины аккумуляторов пропитаются электролитом. Для этого уровнемер 2 опускают в аккумулятор до упора в предохранительный щиток 1, плотно закрывают пальцем отверстие в верхнем конце трубки и вынимают ее. Высота электролита А в трубке будет равна уровню электролита над щитком в аккумуляторе.

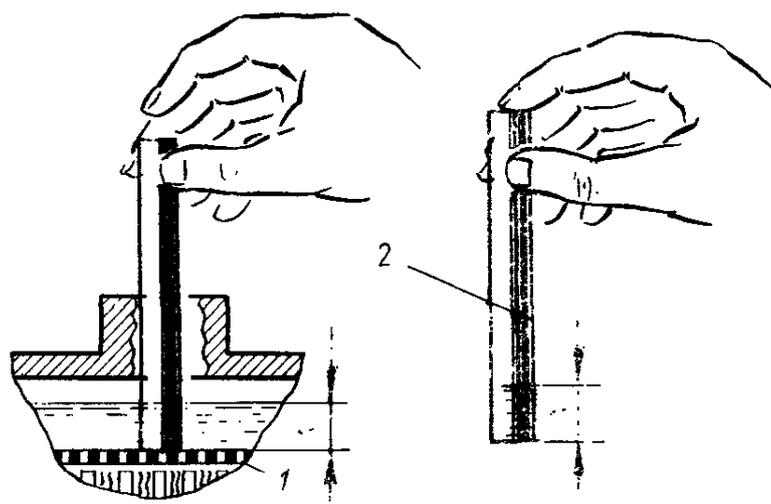


Рисунок 14.1. Проверка уровня электролита уровнемером

Электролит готовят заранее, чтобы к моменту заливки он успел отстояться до полного осветления и охладиться до температуры не выше 30 °С. Плотность электролита проверяют прибором (рис.14.2), состоящим из резиновой груши 1, стеклянной трубки 2 с помещенным внутри ареометром 3 и резиновой трубки-наконечника 4.

Для проверки плотности электролита в аккумулятор опускают трубку-наконечник 4, сжимая предварительно резиновую грушу 1. При разжимании груши в стеклянную трубку 2 всасывается электролит в количестве, достаточном для того, чтобы в нем мог свободно плавать ареометр 3. По степени погружения его и определяют плотность электролита (по цифре шкалы ареометра на уровне его погружения).

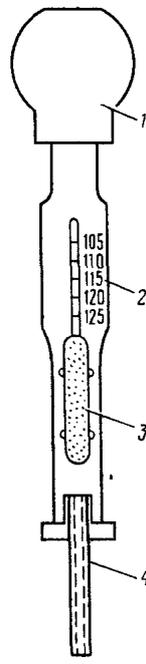


Рисунок 14.2 Прибор для измерения плотности электролита.

4. Пониженный уровень электролита приводит к усиленному отложению активной массы, а при длительной работе с оголенными пластинами возможен взрыв паров водорода.

Коррозия перемычек зажимов возникает при ослаблении контактов.

**Вывод:** ознакомился с процессом определения состояния аккумуляторных батарей.

## Практическое занятие 10

**Тема:** Проверка и регулировка пневматического контактора.

**Цель работы:** приобретение практических навыков по регулировке электрических аппаратов.

- Оборудование:**
1. Книги, плакаты;
  2. Электропневматический контактор типа ПК-41;
  3. Электропневматический контактор типа ПК-753.

**Порядок выполнения занятия:**

9. Особенности конструкции и работы электропневматического контактора.
10. Проверка прилегания и смещения силовых контактов.
11. Проверка герметичности цилиндров электропневматического вентиля контакторов.
12. Измерить и отрегулировать параметры контакторов.

**Выполнение задания:**

1. **Особенности конструкции и работы электропневматического контактора.**

В таком контакторе при замыкании цепи катушки электромагнитного вентиля включающего типа (рис. 15.1) открывается доступ сжатому воздуху в цилиндр контактора. Поршень перемещается вверх и сжимает выключающую пружину. Изоляционный стержень поворачивает рычаг с находящимся на нем подвижным контактом. Когда подвижной контакт коснется неподвижного, электрическая цепь замкнется, но на этом процесс включения не закончится. Подвижной контакт и рычаг соединены шарнирно. Между их выступами находится притирающая пружина. После соприкосновения контактов поршень вместе со стержнем продолжает двигаться вверх и подвижной контакт перекачивается, слегка проскальзывая по неподвижному. Благодаря этому поверхность контактов очищается от образовавшихся окислов.

Чтобы выключить контактор, разрывают цепь катушки электромагнитного вентиля. При этом пружина возвращает клапаны вентиля в исходное положение, нижняя полость цилиндра сообщается с атмосферой, поршень под действием выключающей пружины движется вниз и контакты размыкаются.

Контакторы с электропневматическим приводом используют в цепях с большими токами, где требуется надежный контакт.

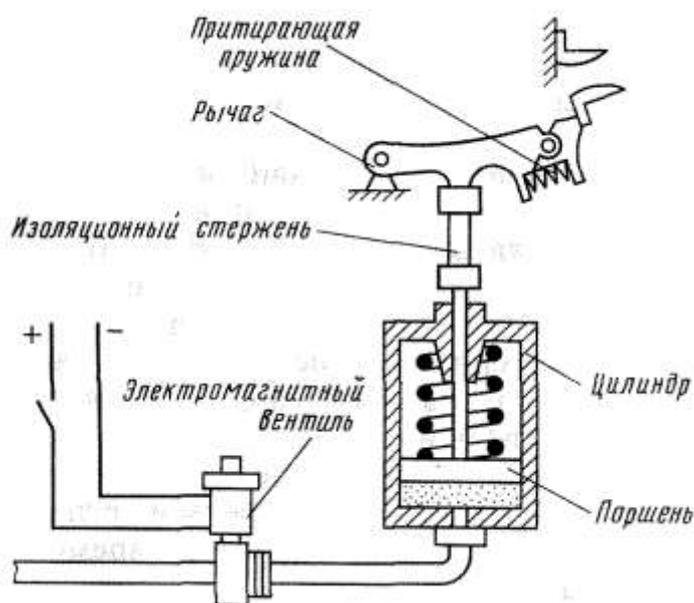


Рисунок 15.1. Схема индивидуального электропневматического контактора

## 2. Проверка прилегания и смещения силовых контактов.

Профиль контакта проверяют по специальному шаблону (рис 15.2). При этом следят, чтобы радиусы округления узлов были не менее 3 мм, а площадь касания контактов в замкнутом положении была не менее -80% их поверхности.

Рисунок 15.2. Проверка профиля контакта шаблоном.

Площадь касания контролируют по отпечатку копировальной бумаги на полоске белой бумаги. Копировальную и белую бумагу закладывают между контактами перед их замыканием. Боковое смещение подвижных силовых контактов относительно неподвижных допускается не более 2 мм.

### **3. Проверка герметичности цилиндров электропневматического вентиля контакторов.**

Проверку выполняем при давлении воздуха в стенде 0,675МПа (6,75кгс/см). К трубке, подводящей воздух присоединяем резервуар, объемом 1 литр. После включения контактора отсоединяем питающую трубку от сети сжатого воздуха. Контактор считается годным, если в течении десяти минут давление в резервуаре снизится не более 0,34МПа. Обнаруженную неисправность устраняют и проводят повторные испытания.

### **4. Измеряем и регулируем параметры контакторов.**

*Раствор контактов* — это наименьшее расстояние между поверхностями разомкнутых контактов аппарата. Он может изменяться в результате износа контактов и деталей подвижных частей аппарата. Измеряют его специальным контрольным шаблоном (рис. 15.3, а). Так как растворы у различных аппаратов могут значительно различаться, то необходимо иметь несколько шаблонов, охватывающих весь диапазон возможных значений растворов.

**Провал контактов** — это расстояние (рис. 15.3, б), на которое может переместиться подвижной контакт у включающего аппарата при снятом с него неподвижном контакте. Провал можно определить непосредственным измерением перемещения подвижного контакта (рис. 5.7, в).

Если непосредственно измерить провал невозможно, то его определяют косвенным путем по специальной формуле

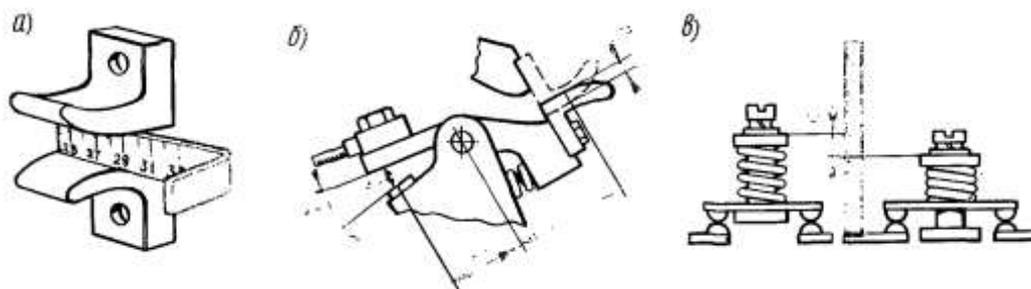


Рисунок 15.3 Измерение раствора и провала контактов.

**Контактное нажатие** — это нажатие подвижного контакта на неподвижный. На различных этапах процесса включения аппарата контактное нажатие изменяется (начальное и конечное).

Параметр	Значения параметра для контакторов						
	П К-	П К-	ПК- 305,	ПК- 306Г,	П К-	П К	1S V
Раствор контактов, мм	24 —	Н е	24— 27	21— 24	21 —	25 ,5	15 —
Конечное нажатие, Н (кгс)	23 (2 ,3 )	Н е м ен ее 15 (1 ,5 )	42— 45 (4,2- 4,5)	42— 45 (4,2- 4,5)	38 — 40 (3 ,8 - 4)	12 5 — 18 5 (1 2, 5 )	59 (5, 6)
Провал контактов,	10	13	4—	9—12	9	2, 5	2

**Вывод:** ознакомился с процессом осмотра и ремонта опорно-рамной тяговой передачи, метода ремонта и условий для дальнейшей эксплуатации.

## **Практическое занятие 11**

**Тема:** Проверка и регулирование групповых переключателей.

**Цель работы:** ознакомиться с процессом регулировки группового переключателя.

- Оборудование:**
1. Лабораторный стенд;
  2. Групповой переключатель ПКГ-4;
  3. Инструмент;
  4. Приборы.

### **Порядок выполнения занятия:**

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы группового переключателя ПКГ-4.
  2. Описать процесс сборки и регулировки группового переключателя ПКГ-4.

### **Выполнение задания:**

#### **Особенности конструкции и работы группового переключателя.**

На восьмиосных электровозах для перехода с последовательного соединения на последовательно-параллельное, осуществляемого замыканием четырех тяговых двигателей на секции пускового реостата, применены групповые переключатели, имеющие четыре контакторных элемента, вал с четырьмя кулачками (по числу контакторных элементов), пневматический привод и блокировочное устройство. Кулачки (рис. 17.1, а) имеют выступы и впадины. Выступы кулачков при повороте вала набегают на ролики подвижных контактов, что приводит к замыканию контактов контакторных элементов; впадины позволяют контактам размыкаться.

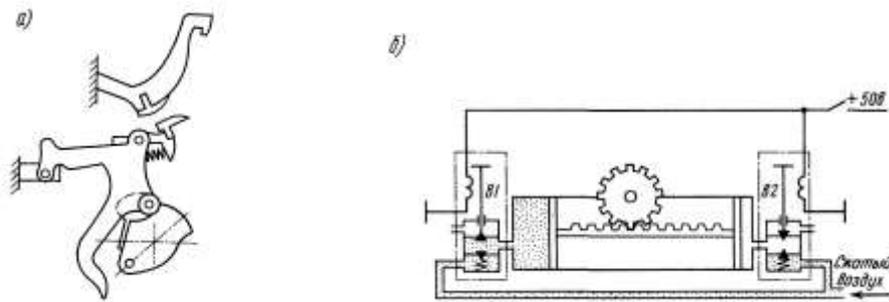


Рисунок 17.1 Контактный элемент (а) и пневматический привод группового переключателя восьмиосного электровоза (б)

Последовательность замыкания и размыкания контактов группового переключателя определяется очертанием кулачков и взаимным их расположением на валу. Пневматический привод (рис. 17.1, б) включает в себя цилиндр, два поршня, соединенных зубчатой рейкой, два электромагнитных вентиля В1, В2 и воздухопроводы, подводящие к приводу сжатый воздух. Чтобы управлять подачей сжатого воздуха, используют электропневматические вентили. Вентиль В2 включающего типа, В1 — выключающего. Выключающий вентиль отличается от включающего только расположением клапанов. При обесточенной катушке выключающий вентиль открывает доступ сжатому воздуху в полость цилиндра. Если же возбудить катушку, то полость цилиндра через вентиль сообщится с атмосферой.

Привод группового переключателя имеет два фиксированных положения. Одно из них он занимает, когда катушки вентиля обесточены. Тогда сжатый воздух поступает в левую полость цилиндра и поршни перемещаются в крайнее правое положение. В другом положении привод находится, когда катушки обоих вентиля возбуждены. В этом случае левая полость цилиндра сообщается с атмосферой, а правая — с источником сжатого воздуха. Поршни перемещаются влево, вместе с поршнями перемещается зубчатая рейка, вращающая зубчатое колесо и кулачковый вал. Контактные

элементы, контакты которых включены в силовую цепь, производят соответствующие переключения, необходимые для перехода с последовательного на последовательно-параллельное соединение тяговых двигателей.

#### **4. Сборка и регулировка группового переключателя ПКГ-4.**

Групповой переключатель ПКГ собирают после того, как были собраны и проверены все его узлы. На раму устанавливают кулачковый вал, монтируют средние роликовые опоры вала и от руки проверяют легкость его вращения. При необходимости под опоры ставят прокладки.

Закрепляют собранный (но без крышек цилиндров) пневматический привод и, вращая вал от руки, проверяют правильность взаимодействия шестерни, зубчатой рейки и поршней. Затем ставят на место крышки цилиндров, устанавливают держатель вентиля с вентилями и трубками воздухопровода и проверяют работу привода при давлении 675 кПа (6,75 кгс/см<sup>2</sup>). Одновременно выявляют возможную утечку воздуха.

Убедившись в исправности привода, монтируют контакторные элементы и регулируют их работу в соответствии с диаграммой замыкания контакторов. Для такой регулировки на конец вала переключателя устанавливают лимб (диск, отградуированный на градусы), а на раме — стрелку указателя, совмещающая ее с нулевой отметкой лимба. Вал поворачивают вручную с помощью рукоятки, надеваемой на его квадратный конец. При каждом повороте вала фиксируют угол его поворота по лимбу, сверяя с углом для данной позиции по диаграмме замыкания (рис. 17.2).

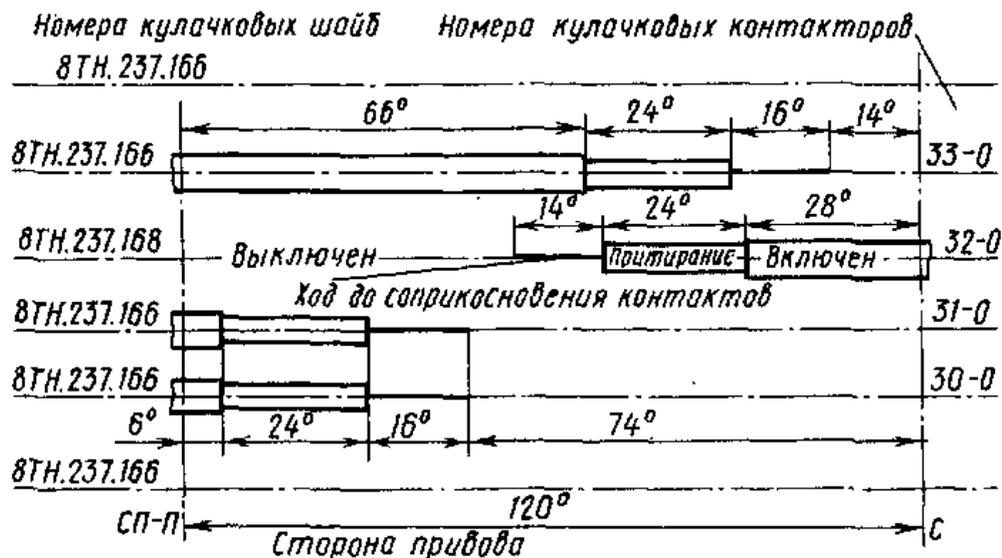


Рисунок 17.2 Схема диаграммы замыкания

При необходимости подпиливают или наплавляют (с последующей обработкой) кулачковые шайбы, добиваясь своевременного включения или отключения контакторов. Отклонение от диаграммы допускается не более  $n=2^\circ$ . При регулировке добиваются, чтобы взаимное смещение роликов не превышало 2 мм, кулачковые шайбы не касались хвостовиков рычагов контакторов, а принудительный разрыв контактов был не менее 3 мм. На каждом фиксированном положении контакторные элементы должны быть полностью отключены или включены. Отрегулированные контакторные элементы должны иметь раствор 24—27 мм, провал 11—14 мм и обеспечивать начальное нажатие 45—90 Н, а конечное—140—180 Н (для ПКГ-6). Раствор, провал, начальное и конечное нажатия определяют так же, как и для электропневматических контакторов.

Работу отрегулированного переключателя проверяют при давлении воздуха 350 кПа (3,5 кгс/см<sup>2</sup>) и напряжении на катушках вентилей 35 В.

Затем устанавливают блокировочный барабан, стойку с блокировочными пальцами, проверяют правильность замыкания их блокировочными сегментами в соответствии с диаграммой замыкания.

Измеряют нажатие блокировочных пальцев и проверяют правильность их положения относительно сегментов. На фиксированных положениях линия касания пальца 1 (рис. 17.3) должна находиться от края сегмента 2 не ближе 3 мм.

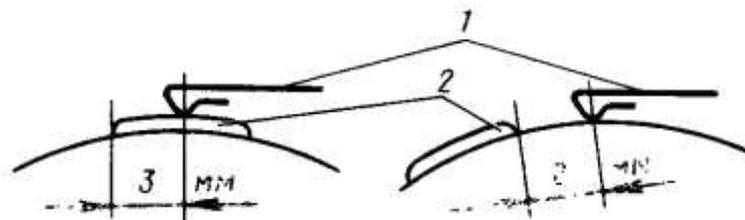


Рис. 17.3. Положение пальца относительно сегмента на фиксированных позициях переключателя ПКГ

Сборку заканчивают установкой дугогасительных камер. При этом следят, чтобы зазор между подвижными частями и стенками был не менее 1 мм.

**Вывод:** ознакомился с технологией проверки группового переключателя типа ПКГ.

## Практическое занятие 12

**Тема:** Проверка и регулирование параметров токоприемника.

**Цель работы:** приобретение практических навыков по регулировке электрических аппаратов.

- Оборудование:**
1. Токоприемник Л-13У;
  2. Динамометр;
  3. Инструмент;
  4. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

1. Описать процесс осмотра, ремонта и испытания токоприемника.

**Выполнение задания:**

1. При ремонте токоприемников проверяют характеристику и горизонтальность установки основания и полоза. Статическая характеристика представляет собой зависимость нажатия полоза на контактный провод при подъеме (активное) и опускании (пассивное) от высоты подъема токоприемника. При проверке характеристики для сжатия опускающих пружин подают в привод сжатый воздух или исключают действие опускающих пружин другим образом, например, путем разъединения тяг. Зацепив динамометр 2 (рис. 18.1) за среднюю часть каретки 1 токоприемника, плавно без рывков и ускорения опускают токоприемник, следя за показаниями динамометра. Затем, сдерживая токоприемник, позволяют ему также плавно без ускорения подняться до предельной высоты.

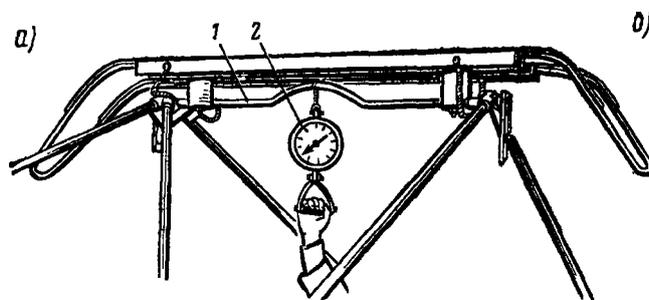


Рисунок 18.1 Проверка статической характеристики токоприемника

При движении вниз, прилагая усилие к динамометру приходится преодолевать усилие подъемной пружины и сопротивление движению, слагающееся из трения в шарнирах и возможного заедания подвижных деталей. При движении вверх сопротивление движению напротив препятствует подъему токоприемника, благодаря чему к динамометру требуется прикладывать меньшее усилие. Таким образом разность показаний динамометра при движении токоприемника вверх и вниз равна удвоенному значению силы сопротивления.

Эта разность не должна превышать 3 кгс. У исправных токоприемников электровозов ЧС она обычно не превышает 2 кгс. Увеличение разности нажатий является признаком увеличения трения в шарнирах или заедания подвижных деталей. У токоприемника П-5 активное нажатие должно быть не менее 10 кгс, а пассивное — не более 13 кгс. В зимнее время статическую характеристику регулируют по верхнему пределу, обеспечивая наибольшее допустимое нажатие для компенсации возможного увеличения веса подвижных частей токоприемника в результате обледенения.

Для проверки горизонтальности полоза используют линейку с уровнем. Отклонение полоза от горизонтального уровня допускается до 20 мм на 1 м длины. Во всех рабочих направлениях каретка и другие детали подвижной системы должны двигаться без заеданий. Выработка осей не должна достигать предельных значений, а шплинты и другие стопорящие детали должны быть исправными. При осмотре контактной поверхности полоза обращают внимание на толщину и исправное крепление медных накладок или угольных вставок. Наименьшая толщина в эксплуатации медных накладок 2,5 мм, металлокерамических 3,0 мм, угольных вставок 10 мм.

Обращают внимание на трещины и местное выкрашивание твердой смазки, убеждаются в отсутствии признаков истощения смазки и понижения ее уровня. Об этом свидетельствует исчезновение слоя политуры, обнажение меди и появление задигов на контактных поверхностях накладок. В этих случаях на полозы в дополнение к основной смазке СГС-О, состоящей из графитового порошка и кумаровой смолы, наносят жидкую графитовую смазку СГС-Д.

Графитовая смазка полоза при движении электровоза образует на поверхности контактного провода графитовую пленку, обладающую хорошими смазывающими свойствами и не препятствующую созданию надежного контакта. Однако сама по себе сухая графитовая смазка из-за присутствия кумароной смолы является плохим проводником. Поэтому если оставить валик смазки выше медных накладок, то при подъеме токоприемника в месте его соприкосновения с контактным проводом может произойти перегрев, оплавление и даже пережог провода.

Кроме того, при движении электровоза контактный провод образует пропилы в валике твердой смазки и застревает в них. Это приводит к вибрации токоприемника, отрыву его от контактного провода и появлению искрения.

При осмотре полозов с угольными вставками допускается оставлять в эксплуатации вставки, имеющие сколы менее чем наполовину их ширины, т. е. менее 15 мм. Число сколов на полوزه, их размеры по длине и высоте вставки, а также число трещин в угольных вставках полоза не нормируются. Однако, как правило, из опасения ослабления крепления заменяют вставки, имеющие более двух трещин. При закреплении вставки по всей длине с обеих сторон сплошными бортовыми полосами, допускают и большее число трещин. Поджоги вставок и выемки зашлифовывают напильником под углом не более  $20^\circ$  (рис. 18.2). Расстояние от контактной поверхности угольных вставок

до бортовых полос и корытца должно быть более 1 мм, а в период длительных дождей и гололеда более 2 мм.



Рисунок 18.2. Запиловка выемки в угольной вставке полоза токоприемника

Металлокерамические пластины заменяют при наличии трещин, которые появляются прежде всего в местах крепления. Недопустимо наволакивание на металлокерамические пластины меди от контактного провода, что чаще всего наблюдается при гололеде. Медь с пластин счищают напильником, а при большом отложении меди на пластинах их заменяют. Шунты и другие гибкие соединения токоприемников и аппаратов заменяют при уменьшении сечения более чем на 20%.

**Вывод:** Приобрел практические навыки по регулировке электрических аппаратов.

## Практическое занятие 13

**Тема:** Проверка и регулировка реле.

**Цель работы:** ознакомление с процессом ремонта и испытания реле оборотов.

**Оборудование:** 1. Реле оборотов РО-60;

2. Стенд;

3. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

13. Описать процесс осмотра, ремонта и регулировки реле оборотов.

**Выполнение задания:**

1. Реле РО-60 и РО-33 разбирают. Проверяют состояние шарнирных соединений, возвратной пружины, рычагов центробежного механизма, рычага механизма переключения контактов и самих контактов. Неисправные детали заменяют. Измеряют толщину рычагов центробежного механизма. Если она окажется менее 6,5 мм, то рычаг восстанавливают наплавкой сплава «Сормайт».

При сборке следят, чтобы рычаги механизма переключения свободно вращались на своих осях. Все трущиеся поверхности смазывают графитовой смазкой УСсА, а подшипники заполняют смазкой 1-ЛЗ. Рабочие поверхности контактов зачищают. Устанавливают раствор и провал контактов, равные (для реле РО-60) соответственно 4,5—5,5 и 2,5—3,0 мм. Для реле РО-33 раствор контактов должен быть 3,5—4,5 мм.

Для регулировки реле помещают на специальный стенд со счетчиком оборотов. Проверяют четкость и пределы срабатывания реле. Вращением регулировочной гайки добиваются срабатывания реле при частоте вращения 1350—1390 об/мин.

У реле РК0-028 и РО-1 проверяют состояние литого кожуха, диска, удерживающей пружины, отключающего рычага и защелки с их пружинами и контактную систему. Неисправные детали ремонтируют или заменяют.

При сборке устанавливают раствор 4 мм, провал 2—3 мм, а нажатие контактов 1,8—2 Н (0,18—0,2 кгс). При регулировке реле добиваются, чтобы оно срабатывало при частоте вращения 1780 об/мин.

**Вывод:** ознакомился с процессом ремонта и испытания реле оборотов.

## Практическое занятие 14

**Тема:** Проверка и регулировка контроллера машиниста КМЭ-8.

**Цель работы:** Приобрести практические навыки по регулировке электрических аппаратов.

**Оборудование:** 1. Контроллер машиниста КМЭ-8;

2. Измерительный инструмент

3. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

14. Описать назначение контроллера машиниста КМЭ-8 и конструкцию контакторного элемента.

15. Проверить последовательность срабатывания контакторов.

**Выполнение задания:**

1. Контроллером машиниста называется аппарат, с помощью которого машинист управляет работой тяговых двигателей. Изменением положения рукояток контроллера машинист дистанционно через цепи управления воздействует на аппараты силовой цепи и вызывает необходимые переключения.

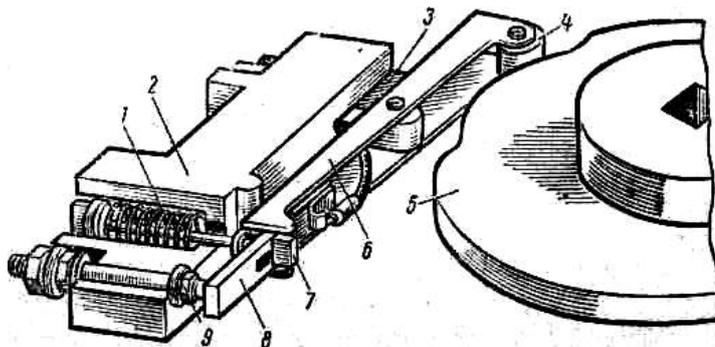
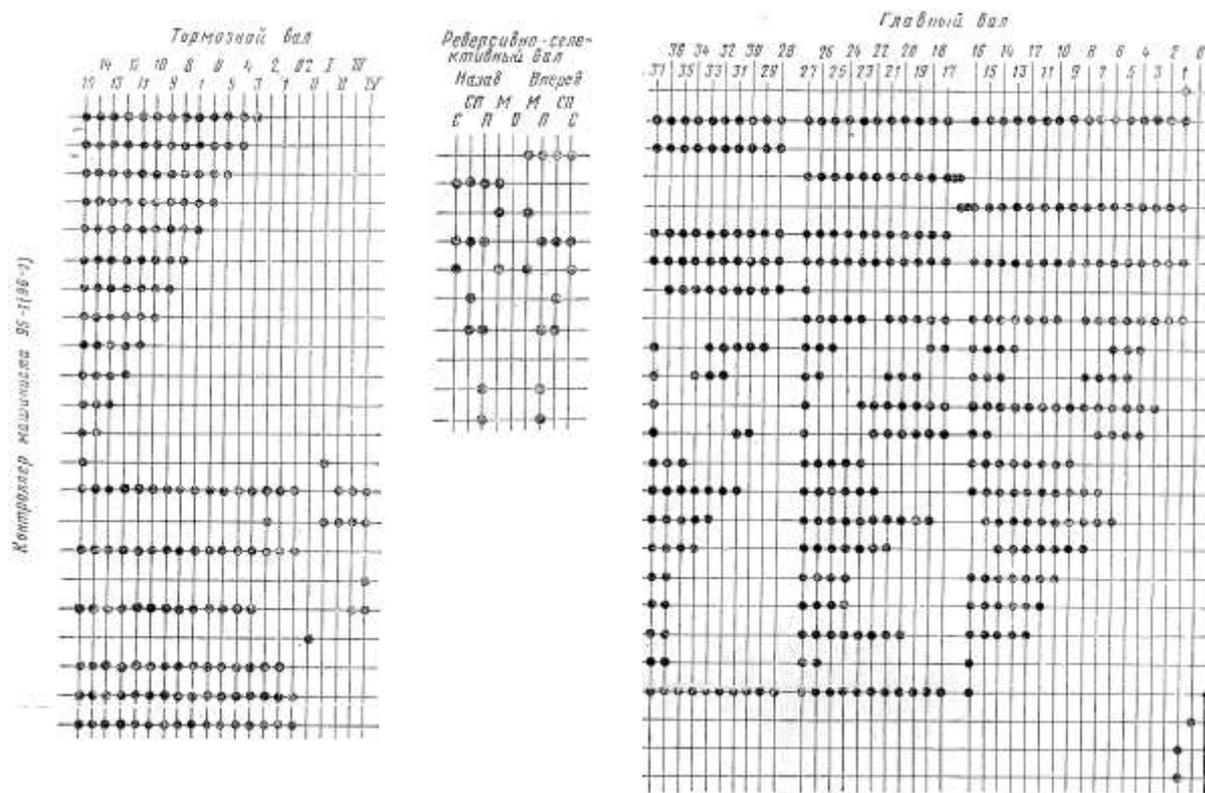


Рисунок 21.1- Контактный элемент

Каждый контакторный элемент состоит из изоляционной колодки 2, неподвижного контакта 9 и подвижной системы, включающей в себя рычаг 6 с роликом 4 на одном конце и подвижной контакт 8 с включающей пружиной и штифтом 7 на другом. Подвижная система держится на стойке 3

колодки. Под действием пружины подвижной контакт прижимается к неподвижному контакту с притиранием при включении. На ролик 4 действует выступающая часть кулачковой шайбы 5, насаживаемой своим квадратным отверстием на соответствующий вал. Если под роликом находится впадина кулачковой шайбы, то контакторный элемент замкнут. При повороте кулачковой шайбы ее выступ отождмет ролик 4, рычаг 6 повернется против часовой стрелки, преодолевая действие включающей пружины, и контакторный элемент будет выключен. Контактный элемент рассчитан на ток 30 А при нажатии контактов 0,25—0,3 кгс, провале контактов — 2,5—4 мм. Разрыв контактов — 4—7 мм. Кулачковые валы имеют квадратное сечение. На них надевают пластмассовые кулачковые шайбы, имеющие отверстия квадратной формы.

2. Проверить последовательность срабатывания кулачковых контакторов по диаграмме замыканий включения действительной развертки (допускается отклонение  $\pm 2$  мм.)



## Практическое занятие 15

**Тема:** Определение обрывов в электрических цепях.

**Цель работы:** Приобрести практические навыки по определению обрывов в электрических цепях.

**Оборудование:** 1. Электрическая цепь аппаратов управления;

2. Контрольная лампа;

3. Мегаомметр;

4. Вольтметр;

5. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

16. Перечислить и дать описание основных бортовых, стационарных и переносных систем, устройств и приборов, предназначенных для диагностирования электрических цепей.

17. Описать процесс нахождения обрыва при помощи контрольной лампы.

18. Описать процесс проверки замыкания низковольтных проводов на корпус.

**Выполнение задания:**

1. В процессе эксплуатации, перед выполнением и после ремонта, состояние электрических цепей ЭПС контролируют различными приспособлениями, приборами и устройствами. Все большее применение находят бортовые (встроенные) и стационарные устройства диагностики, по данным измерений которых делают заключение о необходимости осуществления того или иного вида ремонта. Вновь построенные локомотивы и электропоезда, а также прошедшие капитальный ремонт КРП оборудуют встроенными комплексами диагностики — «Доктор-020» или «Доктор-030», позволяющими выявлять неисправности низковольтных и высоковольтных цепей на ранней стадии и передавать информацию локомотивной бригаде (а при заходе в депо на ремонт — мастеру) для

принятия своевременных мер. В качестве стационарного оборудования для проверки электрических цепей применяют устройство «Поиск» и ряд других устройств, стендов, индикаторов и установок. Основным прибором, с помощью которого обнаруживают обрыв или замыкания в цепях, является мегомметр, которым, в зависимости от его выходного напряжения, можно проверять и силовые, и низковольтные цепи. Одним из наиболее современных приборов является электронный мегомметр, изготовленный только для железнодорожного транспорта, — М-ЖТ с выходным напряжением 1000 и 2500 В, применяемый для определения состояния цепей управления и для силовых цепей.

2. На электровозах и МВПС, не оборудованных бортовыми устройствами диагностики, отыскать неисправности в цепях управления можно с помощью контрольной лампы и аккумуляторной батареи. На проверяемую цепь подают напряжение от батареи, один конец провода контрольной лампы подсоединяют (с помощью зажима типа «крокодил» или скрутки) к минусовой клемме, а другим (свободным) концом поочередно прикладывают к контрольным точкам цепи, которые выбирают условно. Такой путь называют от «плюса» к «минусу». Если в момент приложения свободного конца провода лампочка загорается, значит от «плюсовой» клеммы до этой точки в проверяемой цепи неисправности нет, т.е. на данном отрезке цепь исправна. Затем свободный конец провода лампочки переставляют на другую точку, подальше от «плюса» и т.д. до тех пор, пока не отыщут обрыв (в этот момент лампочка гореть не будет) в «плюсовом» участке цепи. Для ускорения обнаружения неисправности первоначально проверяемую цепь делят (условно) на два равных участка, затем еще на два и т.д. Границами условных участков могут быть различные блокировочные контакты проверяемой цепи. При проверке от «минуса» к «плюсу» цепь проходят

аналогично, но в обратном порядке. В этом случае, если лампочка не горит, то обрыв находится в «минусовой» цепи.

3. Определять места замыкания низковольтных проводов на корпус можно также контрольной лампой, Проверяемую цепь отсоединяют от клемм («плюса» и «минуса»), один конец контрольной лампы соединяют с «плюсом» АБ, а другой кратковременно прикладывают к контрольным точкам. Горящая лампа свидетельствует о наличии замыкания на «землю» в цепи. На электропоездах и некоторых электровозах для контроля заземления в «плюсовых» и «минусовых» участках цепей управления на пульте установлены специальные сигнальные лампы.

**Вывод:** ознакомился с процессом определения обрыва в электрических цепях.

## Практическое занятие 16.

**Тема:** Регулировка тормозной рычажной передачи.

**Цель работы:** ознакомление с процессом регулировки автоматических тормозов.

**Оборудование:** 1. Книги, плакаты.

**Порядок выполнения занятия:**

2. Описать конструкцию и процесс регулировки выхода штока тормозного цилиндра электровозов ВЛ-10, ВЛ-80.

**Выполнение задания:**

1. Конструкция тормозной рычажной передачи выполнена с учетом возможности применения чугунных или композиционных колодок и двухсторонним нажатием колодок на колесо. Передаточное число рычажной передачи при чугунных колодках составляет 5,76.

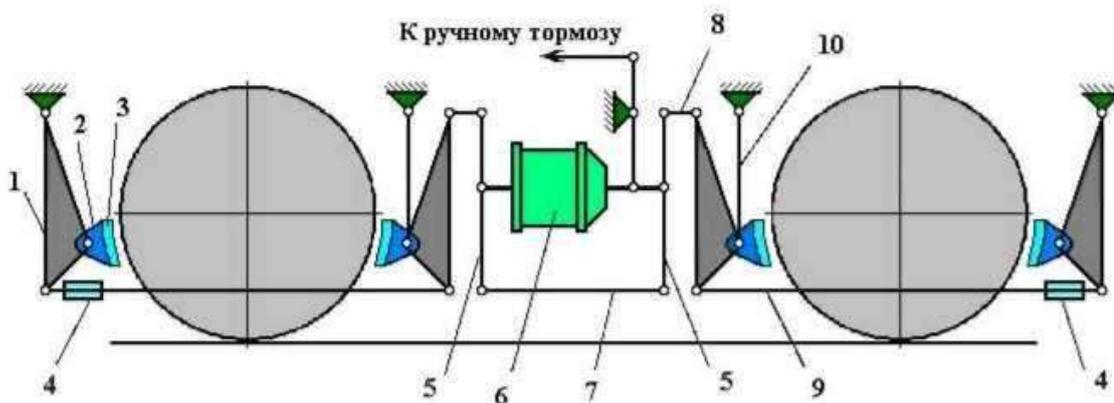
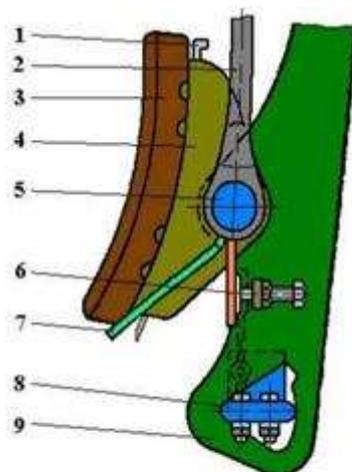


Схема тормозной рычажной передачи электровозов ВЛ10 и ВЛ80с

Тормозные цилиндры 6 диаметром 254 мм закреплены на кронштейнах, приваренных к шкворневому брусу рамы тележки. От штоков тормозных цилиндров усилия передаются на балансиры 5, связанные тягой 7 в нижних точках. Верхние концы балансиров 5 через серьги 8 передают усилие на подвески 1 и внутренние тормозные колодки и далее посредством тяг 9 на наружные подвески и тормозные колодки 3. Тормозные колодки 3 при помощи чек крепятся к башмакам 2, которые соединены с подвесками 1.

Наружные подвески 1 прикреплены к концевым брускам рамы тележки, а внутренние подвески соединены роликом с подвесками 10, присоединенными к кронштейнам на боковине рамы тележки. Через фигурные вырезы в нижней части подвесок проходят тормозные балки, соединенные попарно тягами 9, расположенными с внешней стороны каждой колесной пары.



Подвеска тормозного башмака  
рычажной передачи электровоза ВЛ80С

Тормозные балки, подвески 1, тяги 7 застрахованы от падения на путь при их обрыве тросами. Тросы закреплены на кронштейнах рамы тележки и на тормозном цилиндре. Для предохранения от обрыва длина тросов должна быть на 20 - 25 мм больше расстояния между точками их крепления.

Шарнирные соединения рычажной системы выполнены посредством роликов, поверхность которых закалена на глубину 2 - 4 мм и втулок из высокомарганцовистой стали, запрессованных в отверстия сопрягаемых

деталей.

Выход штока тормозного цилиндра регулируется изменением длины тяги 9 при вращении муфты 4. Когда возможности регулировки выхода штока тормозного цилиндра посредством муфты 4 исчерпана ступенчатое регулирование осуществляется перестановкой валиков в последующие отверстия этих тяг. Зазоры между колодками и бандажом по концам каждой колесной пары регулируются разворотом колодок на валиках 5 при помощи пружин 7 и упорных болтов 6. Предельное значение разности зазоров не должно превышать 5 мм, причем больший зазор должен быть на нижнем конце колодки.

**Вывод:** Ознакомился с процессом регулировки автоматических тормозов

## Список литературы.

1. Правила МПС России от 26.05.2000 № ЦРБ-756 «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации».
2. Алябьев С.А. и др. Устройство и ремонт электровозов постоянного тока. Учебник для технических школ ж.д. транспорта - М., Транспорт, 1977
3. Грищенко А.В., Стрекопытов В.В., Ролле И.А. Устройство и ремонт электровозов и электропоездов. М.: Академия, 2008
4. Дубровский З.М. Электровоз: Управление и обслуживание. М, Транспорт, 1985.
5. Кикнадзе О.А. Электровоз ВЛ-10. - М.: Транспорт, 1975.
6. Красковская С.Н. и др. Текущий ремонт и техническое обслуживание электровозов постоянного тока. - М.: Транспорт, 1986.
7. Крутяков В.С. Охрана труда и основы экологии на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1993.