

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**Ростовский государственный университет путей сообщения**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**  
**Лискинский техникум железнодорожного транспорта имени И.В. Ковалева**  
**(ЛТЖТ – филиал РГУПС)**

---

## **МДК.01.04 МОТОРВАГОННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ**

**Учебное пособие для студентов специальности**  
**23.02.06 «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог»**  
*Электроподвижной состав*

2017

УДК. 629

Учебное пособие предназначено для обучающихся очной и заочной формы специальности Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (электроподвижной состав)

Автор

*Машин А.С., Северин И.В., Михайлов В.П., Козинцев В.Н.*, преподаватели ЛТЖТ – филиала РГУПС

Рецензент

*Филиппов П.В.*, директор ЛТЖТ - филиала РГУПС

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии профессиональных модулей 23.02.06, протокол от 31.08.2017 №1

Рекомендовано методическим советом ЛТЖТ – филиала РГУПС, протокол от 01.09.2017 №1

## Содержание

Введение.....	7
<b>1 Назначение конструкция, неисправности рам тележек электропоездов.....</b>	<b>7</b>
1.1 Конструкции тележек моторных и прицепных вагонов.....	7
1.2 Конструкции рам тележек.....	8
1.3 Неисправности рам тележек электропоездов.....	10
1.4 Буксовая и центральная подвески .....	10
<b>2 Назначение конструкция, неисправности рам колёсных пар электропоездов.....</b>	<b>15</b>
2.1 Колесные пары электропоездов .....	15
2.2 Неисправности колёсных пар электропоездов .....	20
<b>3 Назначение конструкция, неисправности буксовых узлов электропоездов .....</b>	<b>21</b>
3.1 Назначение и конструкция буксовых узлов .....	21
3.2 Неисправности буксовых узлов электропоездов .....	24
<b>4 Назначение конструкция, неисправности моторвентиляторов электропоездов .....</b>	<b>24</b>
4.1 Назначение конструкция и принцип работы мотор вентиляторов....	24
4.2 Неисправности мотор вентиляторов электропоездов.....	27
<b>5 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы фазорасщепителя электропоездов.....</b>	<b>28</b>
5.1 Назначение конструкция и принцип работы фазорасщепителя электропоездов.....	28
5.2 Неисправности расщепителя фаз электропоездов.....	30
<b>6 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы тяговых трансформаторов.....</b>	<b>31</b>
6.1 Назначение конструкция и принцип работы трансформаторов.....	31
6.2 Неисправности тяговых трансформаторов.....	35
<b>7 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы сглаживающих и переходных реакторов.....</b>	<b>36</b>
7.1 Назначение конструкция, и принцип работы сглаживающих и переходных реакторов .....	36
7.2 Неисправности сглаживающих и переходных реакторов.....	38
<b>8 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы выпрямительных установок.....</b>	<b>39</b>

8.1 Назначение конструкция и принцип работы выпрямительных установок .....	39
8.2 Неисправности и принцип работы выпрямительных установок....	41
<b>9 Обслуживание выпрямительных установок.....</b>	<b>42</b>
<b>10 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы электропневматических контакторов, реверсоров.....</b>	<b>44</b>
10.1 Назначение конструкция и принцип работы электропневматических контакторов, реверсоров.....	44
10.2 Неисправности электропневматических контакторов, реверсоров	47
<b>11 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы токоприёмников.....</b>	<b>48</b>
11. 1 Назначение конструкция и принцип работ токоприёмников.....	48
11.2. Неисправности токоприёмников .....	51
<b>12 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы электромагнитных контакторов .....</b>	<b>52</b>
12.1 Назначение конструкция принцип работы электромагнитных контакторов .....	52
12.2 Неисправности электромагнитных контакторов .....	55
<b>13 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы главного выключателя .....</b>	<b>56</b>
13.1 Назначение конструкция и принцип работы главного выключателя.....	56
13.2 Неисправности главного выключателя.....	60
<b>14 Назначение конструкция и принцип работы быстродействующего выключателя .....</b>	<b>61</b>
14.1 Назначение конструкция и принцип работы быстродействующего выключателя .....	61
14.2 Неисправности выключателя быстродействующего.....	63
<b>15 Назначение конструкция, неисправности и принцип работы аппаратов защиты.....</b>	<b>64</b>
15.1 Назначение конструкция принцип работы аппаратов защиты.....	64
15.2 Неисправности аппаратов защиты.....	69
<b>16 Назначение конструкция принцип работы тормозной рычажной передачи.....</b>	<b>70</b>
16.1 Назначение конструкция принцип работы тормозной рычажной передачи .....	70
16.2 Неисправности тормозной рычажной передачи.....	72

<b>17</b> Назначение конструкция, неисправности и принцип работы крана машиниста.....	73
17.1 Назначение конструкция принцип работы крана машиниста.....	73
17.2 Неисправности крана машиниста.....	77
<b>18</b> Назначение конструкция, неисправности и принцип работы воздухораспределителей.....	79
18.1 Назначение конструкция принцип работы воздухораспределителей.....	79
18.2 Неисправности воздухораспределителе .....	81
<b>19</b> Расположение оборудования в электропоезде .....	82
19.1 Расположение оборудования в вагонах .....	82
<b>20</b> Назначение конструкция, неисправности и принцип работы измерительных приборов электропоезда .....	87
20.1 Назначение конструкция и принцип работы измерительных приборов электропоезда .....	87
20.2 Неисправности измерительных приборов электропоезда.....	94
Список источников.....	96

## Введение

В крупных городах самым эффективным и массовым видом общественного транспорта, позволяющего сохранять существующую структуру городской среды, является метрополитен, на сооружение которого требуется большие капитальные затраты, поэтому чаще всего используется наземный транспорт: дизель поезда; рельсовые автобусы; электропоезда переменного и постоянного токов. Парк моторвагонного подвижного состава России с каждым годом постепенно обновляется. Разработкой нового подвижного состава занимаются крупнейшие предприятия «Трансмашхолдинга». Немало разработок уделено и модернизации уже существующего парка. В свою очередь вопросы о замене различных узлов и деталей на более новые, модернизированные являются очень актуальными. Помимо качества изготовления и эксплуатации МВПС их надежность работы в основном определяется уровнем напряжённости эксплуатируемых плеч, качеством технического обслуживания и текущих ремонтов.

Данное учебное пособие поможет с хорошим качеством усвоить навыки и компетенции по профессиональному модулю ПМ 01.Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава МДК.01.04 Моторвагонный подвижной состав по специальности Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (электроподвижной состав).

# 1. Назначение конструкция и неисправности рам тележек электропоездов

## 1.1 Конструкции тележек моторных и прицепных вагонов

Кузов вагона опирается на тележки и шарнирно с ними связан через шкворневое устройство.

Тележки имеют двойную пружинную подвеску с фрикционными гасителями колебаний в буксовой подвеске и с гидравлическими гасителями (демпферами) в центральной подвеске. В центральной подвеске установлены четыре комплекта двухрядных цилиндрических пружин, а в каждой буксовой — два комплекта. От тележек на раму кузова передаются тяговые и тормозные усилия. При прохождении кривых участков пути тележки поворачиваются в горизонтальной плоскости относительно вагона, и колесные пары устанавливаются по радиусу кривой. Надрессорный люлечный брус зафиксирован относительно поперечных блок тележки двумя горизонтальными поводками вместо применяемых ранее вертикальных скользунов. Кузов вагона опирается через боковые скользуны на надрессорный люлечный брус тележки. Тяговые и тормозные усилия передаются от колесных пар на кузов не только через горизонтальные поводки, но и через центральный шкворень, шарнирно соединяющий тележку с рамой кузова. Тележки прицепных вагонов всех серий типа КВЗ-ЦНИИ, отличаются тем, что у электропоездов серии ЭД9М и ЭД9Т на тележки установлены два тормозных цилиндра, а у серии ЭР9П тормозной цилиндр установлен на раме вагона. Общий вид тележки моторного вагона показан на рисунке 1а,б, тележка прицепного вагона - на рисунке 1,2.

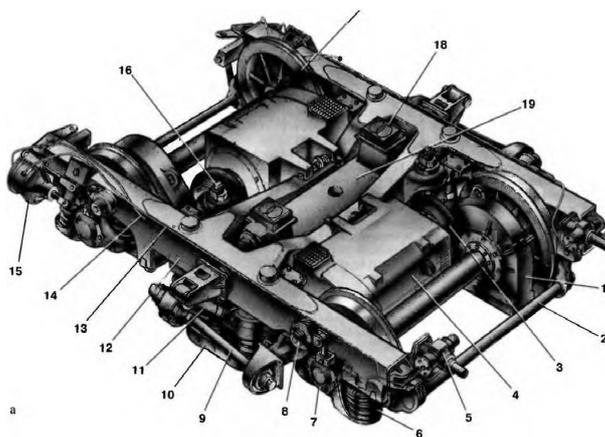


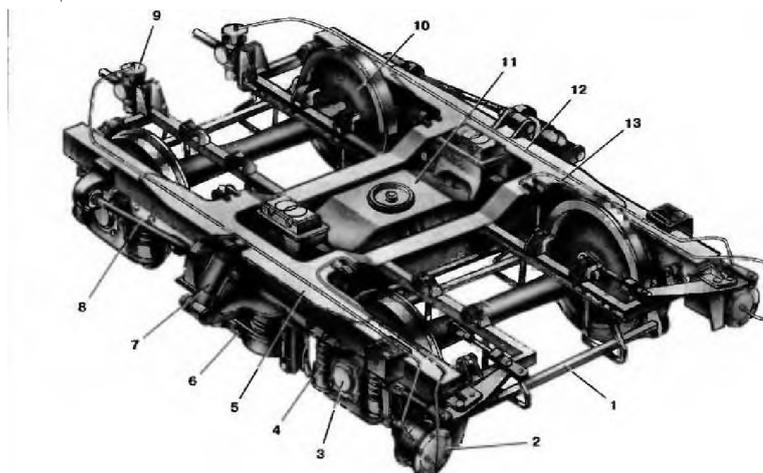
Рис. 1а. Тележка моторного вагона: ЭД9М

а — электропоездов серий ЭД9М и ЭД9Т (тормозная рычажная передача не показана);  
б — электропоезда ЭР9П; 1 — редуктор; 2 — траверса тормозных колодок; 3 — упругая муфта; 4 — тяговый двигатель; 5 — регулятор выхода штока; 6 — пружина; 7 — букса; 8 — фрикционный гаситель колебаний; 9 — поводок; Ю — поддон центрального подвешивания; 11 — гидравлический гаситель колебаний; 12 — рама тележки; 13 — трубка от тормозного цилиндра к регулятору выхода штока; 14 — трубка от магистрали к тормозному цилиндру; 15 — тормозной цилиндр; 16 — узел подвешивания редуктора; 17 — колесная пара; 18 — скользуны; 19 — надрессорный брус.

Рис. 1б. Тележка моторного вагона: ЭД9Т

## 1.2 Конструкция рам тележек

Рамы тележек прицепных вагонов сварного типа. В горизонтальной плоскости они имеют Н-образную форму. Рама состоит из двух продольных балок (рис. 1.2) и соединяющих их двух средних поперечных балок. Продольные балки сваривают из двух штампованных профилей швеллерообразного сечения с толщиной стенки 12 мм. Стыки продольных балок с поперечными усиливают сверху и снизу фасонными накладками из стального листа толщиной 14 мм. К продольным балкам приварены кронштейны для крепления тормозных цилиндров, деталей рычажной передачи, центральной подвески, гидравлических амортизаторов и фрикционных гасителей.



1 - триангель; 2 - тормозной цилиндр; 3- букса; 4 - пружина; 5 - рама тележки; 6 - центральное подвешивание; 7- гаситель колебаний; 8 - поводок; 9 - регулятор выхода штока; 10 колёсная пара; 11- надрессорный брус; 12- трубка от тормозного цилиндра к регулятору выхода штока; 13 - трубка от магистрали к тормозному цилиндру.

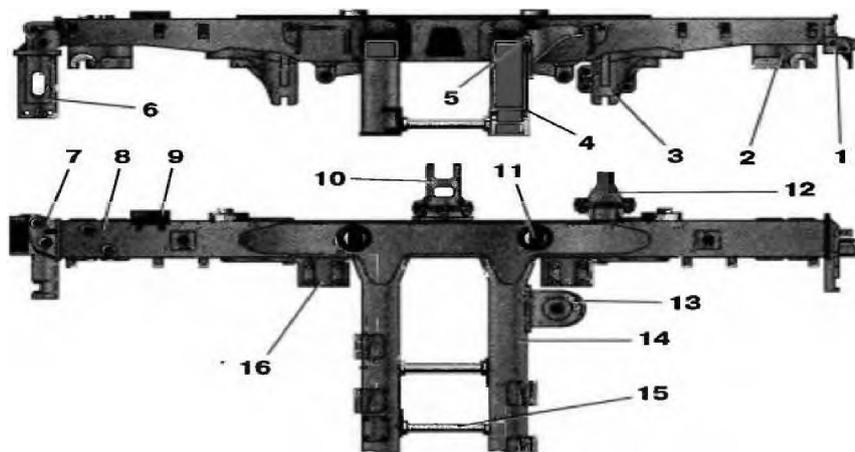
Рисунок 1.2 Тележка прицепного вагона

Рамы тележек моторных вагонов поводкового типа. В горизонтальной плоскости они имеют Н-образную форму. Рама состоит из двух продольных балок 8 (рис. 1.3) и соединяющих их двух средних поперечных балок 14. Продольные балки сваривают из двух штампованных профилей швеллерообразного сечения с толщиной стенки 12 мм. Стыки продольных балок с поперечными усиливают сверху и снизу фасонными накладками из стального листа толщиной 14 мм. К продольным балкам 8 приварены кронштейны для крепления тормозных цилиндров, деталей рычажной передачи, центральной подвески, гидравлических амортизаторов и фрикционных гасителей, и стальные литые кронштейны 3 для крепления поводков, фиксирующих буксу (у серии ЭР9П к продольным балкам приварены литые буксовые направляющие (челюсти), на жесткость которых установлены съемные наличники из антифрикционного чугуна. В среднюю часть тележки (напротив поперечных балок) вварены стальные литые гильзы 11, через которые пропущены тяги центральной подвески. Поперечная балка 14 имеет сложную конфигурацию, так как на ней закреплен тяговый двигатель и

повешен редуктор. Балку сваривают из двух стальных штампованных деталей с толщиной стенки 10 мм. К ее нижней части приварены литые опоры 4 для крепления тягового двигателя. Сверху имеются упоры для клиньев, которыми двигатель притянут к тележке. С правой стороны от упоров приварен кронштейн 13 для подвески редуктора. Внизу между обеими поперечными балками установлены две распорки 15, которые придают конструкции необходимую жёсткость. Детали рамы изготовлены из малоуглеродистой стали марки Ст3.

Тележки прицепных вагонов — бесчелюстные. Рамы тележек прицепных вагонов штампованной конструкции, также имеют Н-образную форму. Продольные балки сварены из двух швеллеров и усилены сверху и снизу накладками из листовой стали толщиной 14 мм. К концам продольных балок приварены фигурные фланцы, к каждому из которых четырьмя болтами прикреплены шпинтоны, центрирующие пружины буксовой подвески. К продольным балкам, как на моторных вагонах, приварены кронштейны для гидравлических амортизаторов и кронштейны для присоединения продольных поводков. Поперечные балки коробчатого сечения сварены из листовой стали. К раме первой тележки головного вагона прикреплен горизонтальный брус из швеллера. При помощи угольников и косынок к нему подвешены приемные катушки АЛСН. Там же установлена коробка зажимов для присоединения проводов.

Провода проложены в трубах (кондуитах). Брус вместе с приемными катушками предохранен от падения на путь стальными тросами.



- 1 — концевая балка; 2 — кронштейн буксовых пружин; 3 — кронштейн буксовых поводков; 4, 5 — опора крепления тягового двигателя; 6, 7, 9, 16 — кронштейны подвески рычажной тормозной передачи; 8 — продольная балка; 10 — кронштейн гидравлического гасителя колебаний; 11 — труба центрального подвешивания; 12 — кронштейн тягового поводка; 13 — кронштейн подвески редуктора; 14 — поперечная балка; 15 — разъемная оттяжка соединения балок

Рис. 1.3 Рама тележки моторного вагона

### **1.3 Неисправности рам тележек электропоездов**

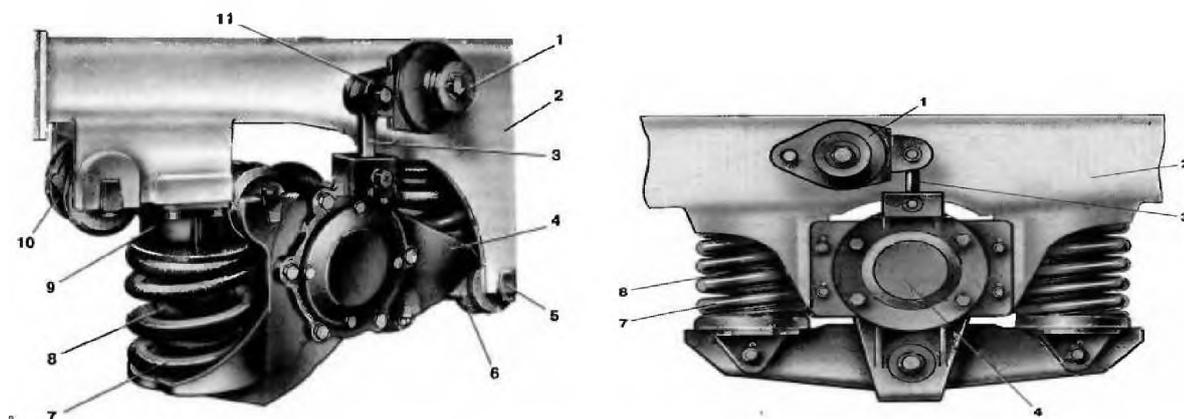
Как правило, рамы тележек МВПС ремонтируют только при ТР-3, КР-1 и КР-2, когда их полностью разбирают. После разборки раму тележки обмывают в моечной машине и устанавливают по уровню на специальные опоры, где ее тщательно осматривают для выявления дефектов и обмеряют для определения степени деформации. Неисправности рам тележек электропоездов выявляют в процессе проведения ТО-1; ТО -2; ТО-3; ТР-1; ТР -2. У сварных рам тележек электропоездов чаще всего трещины возникают в средних косынках и лобовых брусках, вблизи кронштейна подвески редуктора и люлечных балках, прогибы боковин рам, выработка посадочных мест кронштейнов под сайлентблоки, ослабление поводковых ботов, износ тягового поводка втулок и роликов во всех кронштейнах и других посадочных (шарнирных) местах рамы. Ослабшие в посадке, имеющие предельную выработку втулки выпрессовывают из кронштейнов. Отверстия в раме проверяют, при необходимости развертывают и запрессовывают новые втулки, соответственно увеличенные по наружному диаметру. Изношенные ролики разрешается восстанавливать вибродуговой наплавкой или осталиванием с последующей механической и термической обработкой.

Тщательно проверяют состояние кронштейнов, гасителей колебаний, предохранительных устройств тормозной рычажной передачи контролируют зазоры между скользящими верхнего люлечного бруса и скользящими кузова вагона.

### **1.4 Буксовая и центральная подвески**

Подвеска обеспечивает необходимую упругость при передаче усилия от массы вагона на тележку, она служит и для гашения колебаний как вертикальных, так и горизонтальных, возвращает кузов вагона в нормальное положение после выхода из кривой. На тележках применена двойная подвеска. Она состоит из двух ступеней, которые работают последовательно: буксовая подвеска, расположенная в буксовом узле, и центральная люлечная подвеска, установленная в центре тележки. В качестве упругого элемента применены цилиндрические пружины, что потребовало установки гидравлических амортизаторов и фрикционных гасителей, так как пружины, обеспечивая плавный и бесшумный ход вагона, не имеют внутреннего трения, как рессоры, и не в состоянии самостоятельно гасить колебания кузова. Когда вагон неподвижен, пружины подвески испытывают только статическую нагрузку от массы кузова. При движении по неровностям пути кузов совершает вертикальные колебания, поэтому нагрузка на пружины существенно изменяется. Величину, на которую она увеличивается или уменьшается, называют динамической нагрузкой. Суммируя статическую и динамическую нагрузки, рассчитывают прочность пружин, по разности этих нагрузок определяют минимальное давление колесной пары на путь, чтобы исключить

возможность схода с рельсов, т.е. обеспечить безопасное качение колесной пары. В буксовом узле расположена первая ступень подвески, которая смягчает удары, воспринимаемые колесной парой. Эта же ступень одновременно снижает нагрузки, передаваемые от кузова на колесную пару через центральную подвеску. Буксовая подвеска состоит из двух комплектов пружин 7 и 8 (в комплект по две пружины разного диаметра с противоположным направлением навивки, вставленные друг в друга) (рис.1.4).



а — электропоездов серий ЭД9М и ЭД9Т; б — электропоезда серии ЗР9П; 1 фрикционный гаситель колебаний; 2 — рама тележки; 3 — поводок; 4—букса; 5 — головка валика; 6 — поводок; 7 — наружная пружина; 8 — внутренняя пружина; 9 — опора; 10 — резинометаллический шарнир; 11 — рычаг.

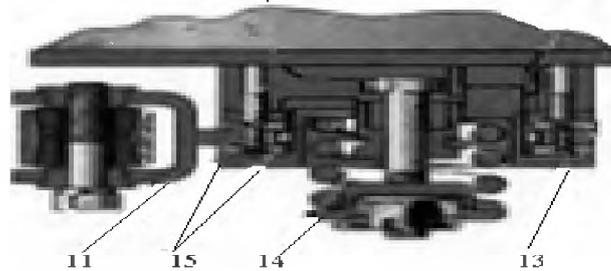
Рис.1.4. Надбуксовое подвешивание тележки моторного вагона

У электропоездов серий ЭД9М и ЭД9Т крылья для установки пружин на буксу моторного вагона расположены для лучшей фиксации ее корпуса ступенчато (одно крыло выше, другое ниже), у серии ЭР9П — крылья расположены на одной высоте, поскольку букса фиксируется челюстями рамы тележки. Два поводка 6, передающие тяговые и тормозные усилия от колесной пары на раму тележки 2, закреплены через резинометаллические шарниры 10 одним концом в кронштейне рамы, другим — в приливе корпуса буксы. Кронштейны и приливы имеют клиновидные пазы, в которые входят головки 5 валиков шарниров поводков, закрепленные в пазах болтами. Резинометаллические шарниры ограничивают разбег (перемещение) колесной пары в продольном направлении до 1 мм, в поперечном — до

7.5мм. На опорных поверхностях крыльев буксы расположены резиновые амортизаторные прокладки, с арматурой в виде стальных стаканов. На верхние витки пружин опирается рама тележки, для чего на ней также имеются опорные стаканы 9, но без амортизаторных прокладок.

Корпус буксы 4 и рама тележки моторного вагона соединены фрикционным гасителем 1, поглощающим вертикальные колебания тележки. Его ось закреплена в основании, приваренном к раме тележки. На оси установлен поворотный рычаг 11, армированный с обеих сторон фрикционными дисками 15 из гетинакса (рис.1.5).

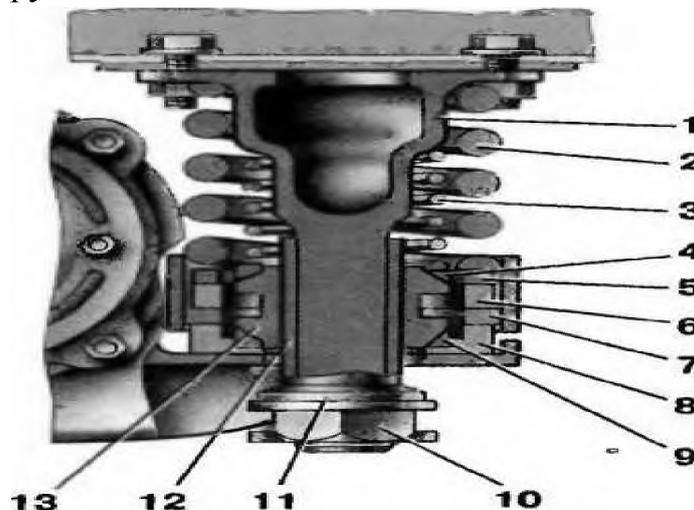
Рычаг 11- вместе с дисками 15 поджат на оси пружиной 14 (ее усилие регулируют гайкой) и шарнирно связан поводком 3 с крышкой буксы 4. В местах соединения поводка с крышкой буксы и рычагом установлены резиновые втулки, допускающие перекося поводка. Они гасят мелкие колебания, при больших амплитудах колебаний вступает в действие фрикционная часть гасителя. Гашение колебаний происходит за счет трения в паре (гетинакс - сталь)



11 -поворотный рычаг; 13 -кронштейн;14 -пружина ;15 -фрикционные диски.

Рис.1.5 Надбуксовое подвешивание тележки моторного вагона

Буксовая подвеска прицепных вагонов несколько отличается от подвески моторных. К опорным плитам на концах продольных балок рамы прикреплены болтами стальные литые шпинтоны 1 (рис. 1.6), которые служат направляющими для буксовых пружин 2 и 3.

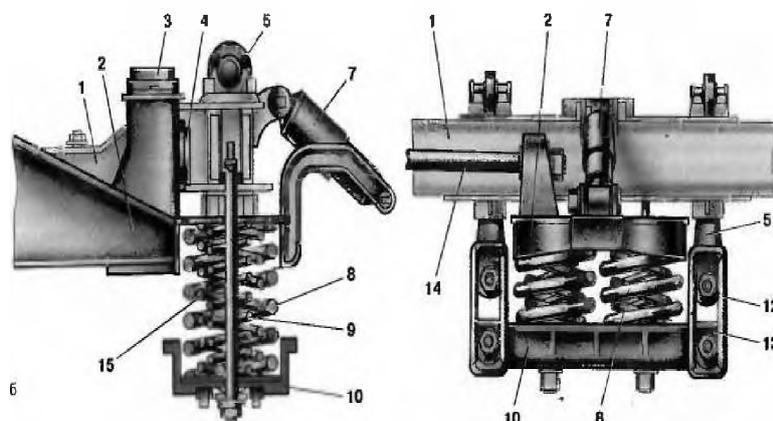


1 — шпинтон; 2 — наружная пружина; 3 — внутренняя пружина; 4, 9 — конические кольца; 5 — стальная прокладка; 6, 8 — резиновые гасители; 7 — подкладка нижнего гасителя; 10 — гайка; 11 — пружинная шайба; 12 — гильза; 13 — сухарь

Рис 1.6 Надбуксовое подвешивание тележки прицепного вагона

На верхние витки пружин опирается рама тележки, нижние витки установлены в чашках крыльев буксы на резиновых амортизаторах 6 и 8 через стальные прокладки 5 и 7, предохраняющие резину амортизаторов от износа. Нижние концы шпинтонов 1 проходят через отверстия в крыльях буксы и оканчиваются резьбой, на которую наворачивается корончатая гайка 10. Под гайкой установлена тарельчатая пружина 11, упирающаяся в торец втулки 12, напрес-

сованной на шпиртон. При движении пружина смягчает удары гайки шпиртона о крыло буксы. Буксовая подвеска снабжена фрикционным амортизатором клинового типа — его конструкция довольно проста, и он не требует ухода в эксплуатации. Трение в амортизаторе создают шесть сухарей 13, расположенных по окружности втулки шпиртона. Сухари находятся между двумя стальными коническими кольцами 4 и 9. Верхнее кольцо постоянно прижимается сверху пружиной 3, которая упирается в утолщенную часть шпиртона 1. Нижнее кольцо опирается на резиновый амортизатор 8 в чашке пружины. Благодаря двойному конусу сухарей и колец пружина создает усилие, прижимающее сухари 13 к втулке 12. При взаимном перемещении сухарей и втулки, с усилием прижатых друг к другу, возникают силы трения, уменьшающие колебания в буксовом узле. Центральная подвеска моторных (рис. 1.7) и прицепных (рис. 1.8) вагонов одинакова по конструкции и принципу действия.



1 — рама тележки; 2 — наддрессорный брус; 3 - скользян; 4 — амортизатор, ограничивающий поперечные перемещения; 5 — колпачок; 6 - подвеска; 7 — гаситель колебаний; 8 — внутренняя пружина; 9 — наружная пружина; 10 - поддон; 11 — предохранительный трос; 12 — серьга

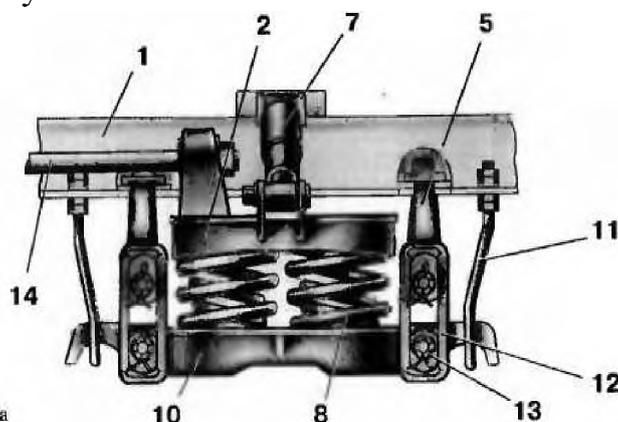
Рис. 1.7 Центральное подвешивание тележки моторного вагона

Подвеска представляет собой шарнирную систему (люльку), состоящую из поддона 10, который при помощи серег 12 и тяг связан с продольной балкой тележки. Через комплект пружин 8 и 9 на поддон 10 опирается верхний люлечный брус 2. На его верхней части установлены шкворневое устройство и скользяны 3, воспринимающие. Таким образом, поддоны связаны с продольными балками рамы тележки двойной шарнирной системой — длинными тягами и короткими серьгами. При наклоне кузова во время движения вагона по кривой тяги отклоняются на определенный угол. При этом на поддон действует сила, которая стремится вернуть тяги в нормальное исходное положение. Она передается через поддон на раму тележки, и чем больше угол наклона тяг, тем больше возвращающая сила. При больших наклонах кузова тяги упираются в упоры. После этого относительно тяг начинают отклоняться серьги, дополнительно увеличивая восстанавливающее усилие. Таким образом, нагрузка от веса кузова передается через верхний люлечный брус 2, комплекты пружин 8 и 9, поддон 10,

серьги 12 и тяги на тележки и затем через буксовую подвеску — на ось колесной пары и рельсы. Кузов опирается на скользуны 3 верхнего люлечного бруса. Скользуны изготовлены из древесного пластика и установлены в гнездах литых опор, приваренных по концам бруса 2. Под скользунами имеются резиновые прокладки толщиной 15 мм. Дополнительный момент трения между скользунами кузова и тележки уменьшает боковое раскачивание вагона на неровностях пути и виляние тележки, т.е. придает вагону плавный ход.

Детали центральной подвески оборудованы предохранительными устройствами. Так, поддон обрывает тяг или серег предохраняют стальные тросы 11, концы которых закреплены на продольных балках тележки и в проушинах поддона (на прицепных вагонах эту функцию выполняют скобы 11 (рис. 1.8), из стального прутка, подведенные под специальные крюки поддона). Предохранительные устройства имеет и верхний люлечный брус.

Горизонтальные поводки 14 с резинометаллическими шарнирами (амортизаторами) не только фиксируют верхний брус относительно поперечных балок тележки, но и вместе со шкворневым узлом передают на кузов вагона усилия тяги и торможения. Резинометаллические шарниры установлены в узлах крепления между гайками и кронштейнами. Величина относительного перемещения верхнего бруса вдоль оси кузова вагона определяется величиной деформации амортизаторов поводков на 2 - 4 мм при передаче продольных усилий



а — электропоезда серий ЭД9М и ЭД9Т; б — электропоезд серии ЭР9П; 1 — рама тележки; 2 — наддресорный брус; 3 — скользуны; 4 — амортизатор, ограничивающий поперечные перемещения; 5 — подвеска; 6 — вкладыш; 7 — гаситель колебаний; 8 — наружная пружина; 9 — внутренняя пружина; 10 — поддон; 11 — предохранительная скоба; 12 — серьга; 13 — втулка; 14 — поводок; 15 — средняя пружина

Рис. 1.8. Центральное подвешивание тележки прицепного вагона

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции тележек МВПС.
2. Поясните систему устройства рессорного подвешивания электропоездов.
3. Перечислите основные неисправности рам тележек МВПС.

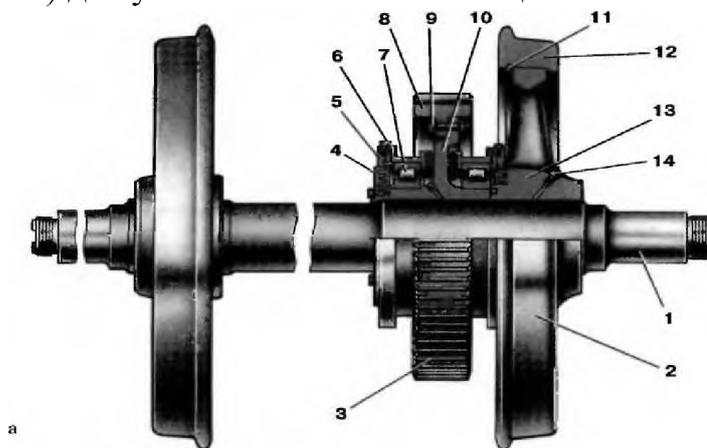
## 2. Назначение конструкция и неисправности колёсных пар электропоездов

### 2.1 Колесные пары электропоездов

Колесная пара — один из самых ответственных узлов механической части вагона, его опора. Шейки оси несут на себе всю нагрузку от веса кузова с пассажирами. Колесные пары жестко воспринимают все неровности пути и в то же время сами также жестко воздействуют на путь. Кроме того, колесные пары моторных вагонов преобразуют вращательное движение, передаваемое от тяговых двигателей, в поступательное движение поезда, а при электрическом торможении воспринимают замедляющее усилие от тяговых двигателей.

Колесная пара сформирована из следующих элементов: оси 1 (рис. 2.1), двух колесных центров, бандажей 12 (как вариант, возможно применение безбандажных цельнометаллических колес). Кроме того, на оси колесной пары моторного вагона имеется зубчатое колесо 3 и подшипниковый узел опоры редуктора тяговой передачи. Ось колесной пары имеет несколько участков с различными диаметрами: буксовые шейки, предподступичные части, подступичные части для напрессовки колесных центров, шейку под опорные подшипники редуктора и среднюю часть.

Переходы от одного участка к другому выполнены в виде плавных закруглений (галтелей) для уменьшения возникающих в металле напряжений.

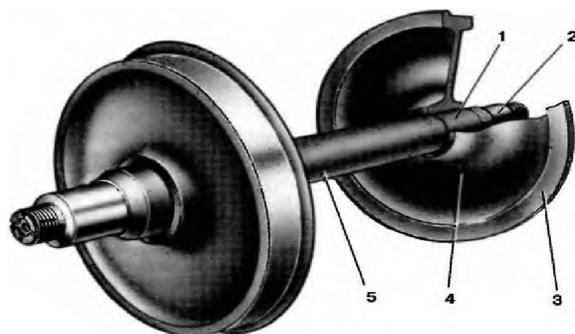


- 1 — ось колесной пары; 2 — колесный центр; зубчатый венец; 3 — зубчатое колесо; 4, 5 — лабиринтные крышки; 6 — обойма подшипника; 7 — подшипник; 8 — венец зубчатого колеса; призонный болт; 9 — призонный болт; ступица зубчатого колеса; 10 — ступица зубчатого колеса; 11 — бандажное кольцо; бандаж; 12 — бандаж; ступица колеса; 13 — ступица колеса; 14 — пробка

Рис. 2.1 Колесная пара моторного вагона электропоезда

Колесо моторного вагона состоит из колесного центра, бандажа 12 и бандажного кольца 11. В середине колесного центра расположена ступица 13 для насадки на ось 1. Одиннадцать спиц соединяют ступицу центра с ободом, на который напрессовывают бандаж. К фланцу ступицы 10 призонными болтами 9 прикрепляют венец 8 зубчатого колеса.

Ширина обода колесного центра 88 мм, наружный диаметр 900 мм. Внутренний диаметр бандажа должен быть примерно на 1,1—1,4 мм меньше, чем наружный диаметр обода. Диаметр поверхности катания нового бандажа  $1056 \pm 0,5$  мм, ширина бандажа 130 мм. Колесные пары прицепных вагонов формируют из цельнокатаных колес 3 (рис. 2.2), диаметр их поверхности катания 960 мм. По мере износа поверхности катания таких колес их протачивают.



1 — подступичная часть оси; 2 — буксовая шейка оси; 3 —реборда; 4 - колесо;  
5 — ось колёсной пары.

Рис. 2.2 Колесная пара прицепного вагона электропоезда

Формирование колесной пары - это комплекс операций запрессовки оси в колесные центры, напрессовки бандажей на обода колесных центров и окончательной обточки бандажей. Материал бандажей должен быть довольно твердым, чтобы выдерживать ударные нагрузки, и в то же время достаточно вязким. Поэтому бандажи изготавливают из высококачественной углеродистой стали. Бандажи прокатывают из стальных заготовок и перед посадкой на обод колесного центра нагревают до температуры  $250—320^{\circ}$  С. Их напрессовывают на обод так, чтобы бурт внутренней поверхности бандажа упирался в обод. При температуре бандажа не ниже  $150—200^{\circ}$  С устанавливают бандажное кольцо фасонного профиля. Бандажное кольцо нельзя устанавливать на холодный бандаж или остывший до температуры ниже указанной. Концы кольца зачеканивают, они должны быть точно подогнаны друг к другу, образуя так называемый замок. Затем бурт внутренней поверхности бандажа обжимают на вальцовочном станке, чтобы зафиксировать кольцо, после чего бандаж должен медленно остыть естественным образом. Бандажное кольцо препятствует поперечному сдвигу бандажа с колесного центра наружу, а бурт бандажа не позволит ему сдвинуться внутрь колесной пары. После остывания плотность посадки бандажа и кольца проверяют на слух, обстукивая всю поверхность бандажа слесарным молотком.

Для контроля плотности посадки бандажа по отсутствию его возможного сдвига в эксплуатации на обод колесного центра напротив одной из спиц наносят контрольную метку затупленным зубилом. На бандаже (на

продолжении линии контрольной метки) делают четыре-пять углублений керном. Затем в этих местах бандажа и центра проводят красную полосу шириной 25 мм.

Ослабление или сдвиг бандажа может произойти из-за нарушения технологии его напрессовки. недостаточного натяга, попадания между посадочными поверхностями при напрессовке окалины, песка, грязи. Новые бандажи в эксплуатации, как правило, не доставляют неприятностей, хотя и они могут ослабевать и проворачиваться. Чаще проворачиваются изношенные бандажи, которые при торможении систематически перегреваются и их посадка ослабевает (от перегрева такой бандаж даже меняет свой цвет).

Имея достаточный опыт осмотра механической части, ослабление посадки бандажа можно определить по глухому дребезжащему звуку при обстукивании молотком. Если появились сомнения в исправности, необходимо проверить совпадение контрольных отметок на бандаже и ободке. В эксплуатации, предполагая ослабление бандажа, на ободке и бандаже ставят мелом контрольную риску и при каждой возможности проверяют ее положение.

Оси в колесные центры или цельнокатаные колеса запрессовывают в холодном состоянии. Перед этим посадочные поверхности очищают, шлифуют, смазывают олифой или растительным маслом (подсолнечным или льняным). Диаметр посадочной поверхности ступицы должен быть на 0,1—0,3 мм меньше диаметра подступичной части оси. При запрессовке отверстие ступицы раздается, а ось сжимается на величину натяга. Величина натяга является определяющим фактором надежности холодной посадки.

Усилие запрессовки зависит также от длины посадочных поверхностей сопрягаемых частей, для колесных пар моторных вагонов оно составляет 750—1000 кН, прицепных вагонов — 600—900 кН. Усилие запрессовки обязательно контролируют, для чего на гидравлическом прессе имеется индикаторное устройство для снятия диаграммы, по которой судят о прочности насадки. Удовлетворительная диаграмма представляет собой плавную кривую, свидетельствующую о нарастании усилия по мере продвижения детали. Если на диаграмме имеются площадки, вогнутости или впадины, говорящие о продвижении деталей без усилия, или скачкообразные повышения усилий (больше нормы), ее считают неудовлетворительной, а колесную пару бракуют и распрессовывают.

Обыкновенное освидетельствование колесных пар проводят во всех случаях их подкатки под электровагоны или электропоезда. Оно включает в себя все проверки, предусмотренные осмотром колесных пар электровагонов и электропоездов. Перед обыкновенным освидетельствованием колесную пару тщательно очищают от грязи и смазки керосином или обмывкой в моечной машине. Затем осуществляют дефектоскопию осей. Проверяют соответствие

размеров всех элементов колесной пары

Полное освидетельствование колесных пар выполняют на заводах при ремонтах электропоездов, связанных с выкаткой колесных пар, сменой хотя бы одного элемента, при неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования, наличии повреждения колесной пары после крушения, аварии, столкновения или схода мотор - вагонного подвижного состава

При формировании, ремонте и освидетельствовании колесных пар на оси наносят четкие клейма (рис. 2.3). Клейма ставят также на бандажах, ободах безбандажных колес, венцах зубчатых колес. При формировании, а также освидетельствовании колесной пары с распрессовкой оси и при полном освидетельствовании дополнительные клейма ставят на левом торце оси (клейма приемщиков, номер пункта, дата освидетельствования). Эти клейма должны сохраняться во время эксплуатации

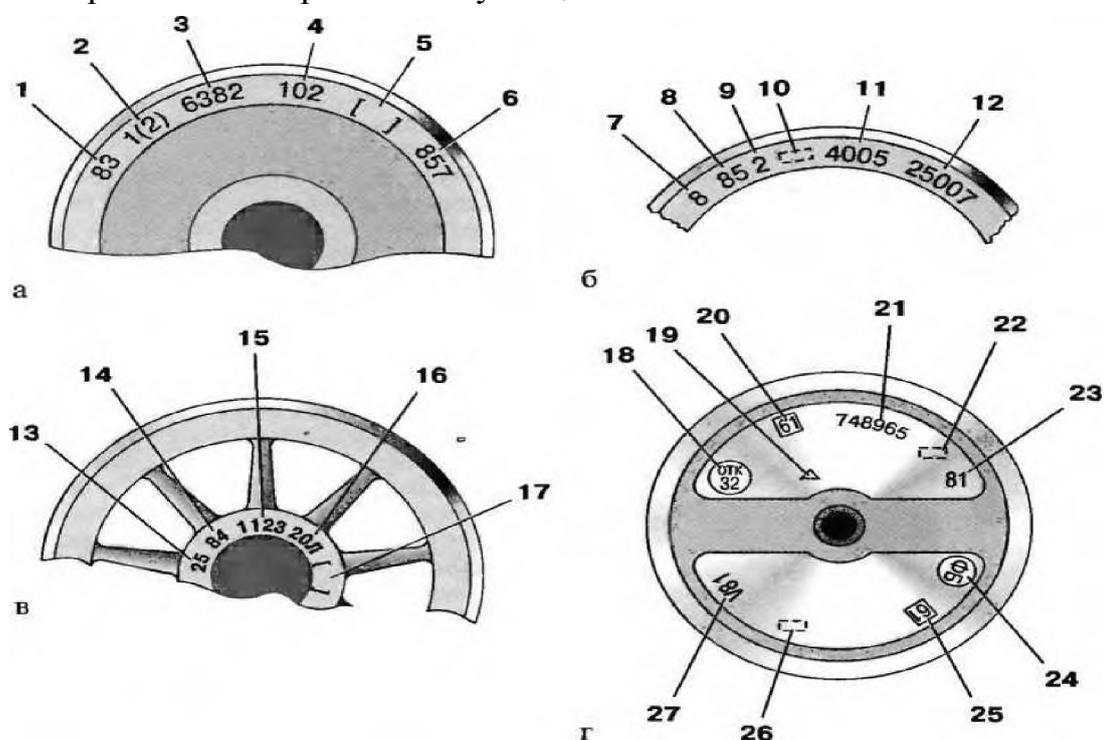


Рис. 2.3 Знаки и клейма

а — на наружной боковой поверхности обода цельнокатаного колеса; б — на наружной грани бандажа; в — на наружном торце ступицы центра; г- на правом торце колесной пары; 1, 8, 14, 23 — год изготовления (две последние цифры); 2, 16 — марка стали; 3, 11 — номер плавки; 4 — условный номер предприятия-изготовителя; 5, 17 — клейма технического контроля предприятия-изготовителя и представителя заказчика; 6 — порядковый номер колеса по системе нумерации предприятия-изготовителя; 7, 13 — условный номер или товарный знак предприятия-изготовителя; 9 — марка бандажа; 10 ~ клейма приемника; 12 — порядковый номер бандажа по системе нумерации предприятия-изготовителя; 15 — порядковый номер центра по системе нумерации предприятия-изготовителя; 18 — клейма приемки ОТК; 19 — клейма, удостоверяющие правильность переноса знаков маркировки; 20 — условный номер завода, обработавшего ось; 21 — порядковый номер оси, начинающийся с номера завода-изготовителя поковки; 22 — клейма приемщика ОАО «РЖД»; 24 — клейма формирования и балансировки; 25 — условный номер предприятия производившего ремонт.

Так как бандаж соприкасается с рельсом по поверхности с относительно малой площадью, при больших нагрузках колесо изнашивается, при этом нарушается его нормальное качение. Внешняя поверхность бандажа называется поверхностью катания, ее делают двойной конической с конусностями 1:10 и 1:3,5 (рис.2.4). Двойная конусность позволяет колесной паре самоустанавливаться в рельсовой колее на прямых участках пути и улучшает условия прохождения кривых, уменьшая пробуксовку, и, следовательно, износ бандажа. Рабочей поверхностью катания является участок с конусностью 1:10. Наружная часть бандажа с конусностью 1:3,5 изнашивается мало, так как работает только при движении по кривым малого радиуса и облегчает нормальное прохождение стрелочных переводов при большом износе колеса.

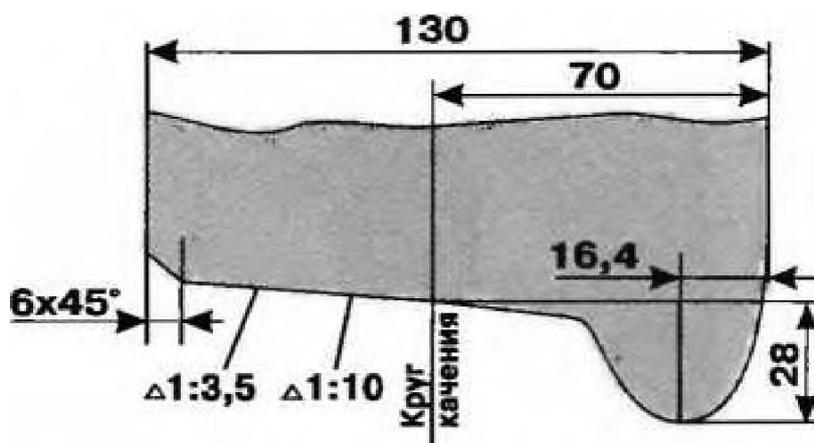


Рис. 2.4 Профиль бандажа

## 2.2 Неисправности колёсных пар электропоездов

Элементы колесных пар подвергаются деформациям сжатия, растяжения, изгиба и кручения, у бандажей колесных пар возникает естественный износ в виде проката и уменьшения толщины гребня. Возможны случаи ослабления бандажа на центре, иногда с проворотом его, а также возникновения трещины, выщербины, местных раздавливания и ползунов (выбоин) на поверхности бандажа. Нарушение установленной технологии напрессовки может привести к ослаблению посадки колесного центра, зубчатого колеса или вызвать разрыв ступицы. В различных частях оси могут возникать продольные и поперечные трещины, износы частей оси под буксовые подшипники, а у зубьев зубчатых колес — трещины и даже их излом. Перечислим основные неисправности колёсных пар электропоездов.

- 1.Прокат по кругу катания бандажа допускается не более 7 мм ( при скорости более 120 км/час – не более 5мм).
- 2.Ползун на поверхности катания бандажа допускается глубиной не более 1мм (т.е. длиной не более 65 мм).

3. Толщина гребня, измеряемая на высоте 20 мм от вершины гребня, допускается не менее 25 мм (при скорости более 120 км/час – не менее 28 мм). Толщина гребня нового бандажа – 33 мм.
4. Вертикальный подрез гребня допускается на высоте не более 18 мм (Измеряется спец. шаблоном в виде Г-образной скобы с движком с вертикальной частью 18 мм. Нормальным должен быть зазор в верхней части движка).
5. Не допускается остроконечный накат на гребне (измеряется спец. шаблоном).
6. Не допускаются любые трещины на оси, на колесной паре, на бандаже.
7. Не допускается ослабление: бандажа на колесном центре, колесного центра на оси. Ослабление бандажного кольца в канавке бандажа допускается не более 30% длины кольца (до 1 м), но не ближе 100 мм от стыка кольца.
8. Толщина бандажа должна быть не менее 45 мм (с учетом проката бандажа). Толщина нового бандажа – 90 мм (по кругу катания).
9. Наплыв на наружной грани бандажа допускается не более 6 мм.
10. Не допускается на бандаже: раковина на поверхности катания; выщербина или вмятина на поверхности катания глубиной более 3 мм и длиной более 10 мм; выщербина на вершине гребня более 4 мм. Протертое место на средней части оси допускается глубиной не более 4 мм.
11. Разность диаметров бандажей допускается: на одной колесной паре – не более 1 мм; на одном электровозе – не более 10 мм
12. Расстояние между внутренними гранями бандажей должно быть 1440 мм (при скорости более 120 км/час – 1440)
13. Ширина бандажа должна быть 130 мм.
14. Разница проката бандажей у левой и правой стороны колесной пары – не более 2-х мм.
15. Разница толщин гребней бандажей правой и левой сторон после обтачки под электровозом – не более 2-х мм. Зазор в стыке бандажного кольца – не более 2-х мм.
16. Кольцевые выработки на бандаже допускаются: у основания гребня и на конусности 1:20 – глубиной не более 1 мм; на конусности 1:7 – глубиной не более 2-х мм и шириной не более 15 мм.

#### Контрольные вопросы

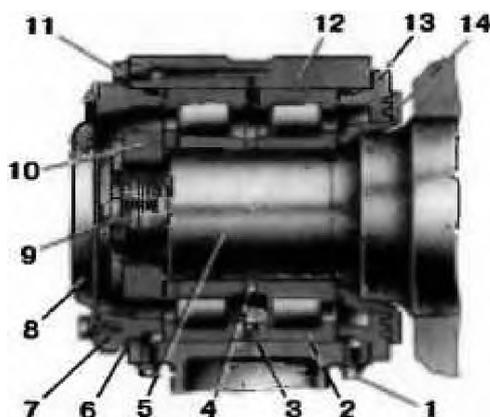
1. Перечислите основные элементы конструкции колёсных пар моторных вагонов электропоездов.
2. Перечислите основные элементы конструкции колёсных пар прицепных вагонов электропоездов.
3. Перечислите основные неисправности колёсных пар электропоездов

### 3. Назначение конструкция и неисправности буксовых узлов электропоездов

#### 3.1 Назначение и конструкция буксовых узлов

Буксы служат для соединения колесных пар с тележками и передачи нагрузки от веса вагона на шейки осей колесных пар. Буксы также воспринимают тяговые и тормозные усилия от колесных пар и передают их на раму тележки. Кроме того, корпус буксы защищает шейку оси и подшипники от влаги и грязи. Он заполнен смазкой ЖРО, необходимой для нормальной работы подшипников.

В буксовом узле расположена первая ступень подвески, смягчающая удары колесной пары на неровностях пути. Букса состоит из стального литого корпуса 12 (рис. 3.1), крышек 7 и 13, лабиринтных колец 14, подшипников 2 и деталей, связывающих буксу с рамой тележки.



1,11— пробки; 2 — подшипник; 3 — большое дистанционное кольцо; 4 — малое дистанционное кольцо; 5 — ось колесной пары; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — крышка; 8 — смотровая крышка; 9 — стопорная планка; 10 - торцовая гайка; 12 - корпус буксы; 13 — задняя крышка; 14 — лабиринтное кольцо

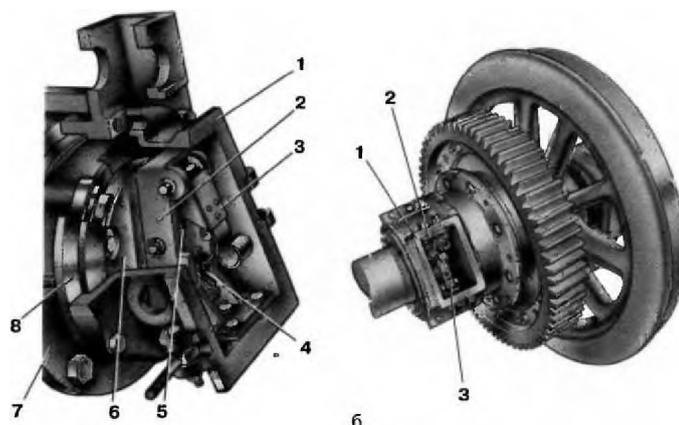
Рис. 3.1 Букса моторного вагона

Во внутренней полости корпуса выполнено цилиндрическое отверстие для установки подшипников.

Подшипники состоят из внутренних и наружных колец, между которыми в сепараторе находятся ролики. Внутренние кольца подшипников устанавливаются на шейку оси 5 с натягом в горячем состоянии, наружные — в корпус 12 буксы свободно. Диаметр шейки оси и размеры подшипников подобраны по величине максимально возможной нагрузки и допустимой частоте вращения (диаметр шейки оси 130 мм, длина ролика 80 мм. При сборке буксы на ступичную шейку оси колесной пары напрессовывают в горячем состоянии лабиринтное кольцо 14 (воротник) и внутреннее кольцо подшипника с упорным задним буртиком. Затем на шейку оси надевают

внутреннее дистанционное кольцо 4 и внутреннее кольцо подшипника. После этого устанавливают корпус 12 буксы с заранее вставленными в него наружными кольцами, сепараторами с роликами. Детали, напрессованные на ось колесной пары, стягивают большой торцевой гайкой 10, которую фиксируют стопорной планкой 9. Планку 9 крепят на торце оси 5 двумя болтами. Снаружи букса закрыта смотровой крышкой 8, имеющей кронштейн для присоединения поводка фрикционного амортизатора (гасителя). Со стороны колеса букса уплотнена лабиринтами, расположенными в кольце 14 и в задней крышке 13 буксы. Профиль глубоких канавок лабиринтной части корпуса буксы аналогичен профилю нарезки лабиринтного кольца, благодаря чему при сборке создается лабиринтное уплотнение, не позволяющее смазке вытекать из буксы. На задней стенке корпуса буксы, как и на передней, имеется крышка.

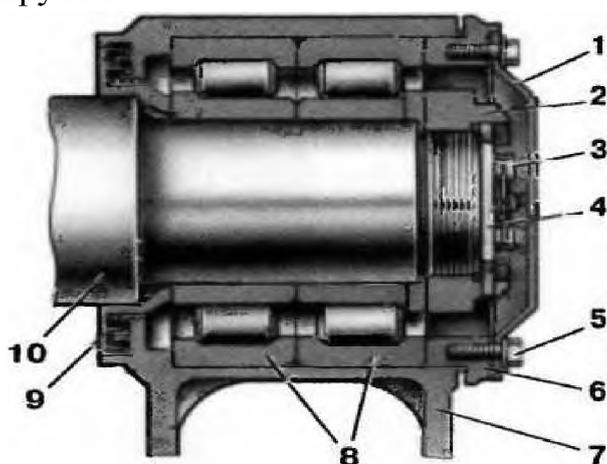
Таким образом, наружные кольца подшипников зафиксированы в корпусе буксы крышками 7 и 13, внутренние кольца — на шейке оси колесной пары торцевой гайкой 10 и лабиринтным кольцом 14. В верхней части стенки корпуса буксы имеется отверстие для заправки буксы консистентной смазкой, а в дистанционном кольце 3 — кольцевая канавка и восемь радиальных отверстий, через которые смазка подается к подшипникам. Отработанную смазку удаляют через два отверстия в нижней части корпуса. Отверстия в корпусе буксы заглушены резьбовыми пробками 1. У электропоездов серий ЭД9М и ЭД9Т они смонтированы на всех четырех крышках букс моторного вагона и электрически параллельно соединены между собой. У электропоезда серии ЭР9П заземляющие устройства закреплены на стакане опоры редуктора. Эти устройства создают цепи для протекания тяговых токов в рельсы через колеса и оси колесных пар, минуя буксовые подшипники, чем защищают подшипники от электроэрозии (рис.3.2).



а — электропоездов серий ЭД9М и ЭД9Т б — электропоезда серии ЭР9П; 1 — корпус; 2 — щеткодержатель; 3 — рычажное устройство; 4 — щетка; 5 — пружина; 6 — токосъемная крышка; 7 — букса; 8 — лабиринтная крышка

Рис. 3.2 Заземляющее устройство буксы моторного вагона:

Заземляющее устройство представляет собой алюминиевый корпус 1 (рис. 3.2), внутри которого находится пластмассовый щеткодержатель 2. Корпус 1 соединен с крышкой буксы шестью болтами, щетки 4 прижаты пружинами 5 к токосъемному диску 6, закрепленному в проточке лабиринтного кольца 8 четырьмя болтами. Лабиринтное кольцо 8 прикреплено к оси двумя болтами. Лабиринтное уплотнение, образованное кольцевыми канавками кольца и корпусом буксы, защищает щетки от проникновения смазки из полости буксы. Крышка заземляющего устройства плотно прижата к корпусу двумя откидными болтами через резиновую прокладку, предохраняющую механизм от пыли и грязи. К заземляющему болту подсоединены две щетки и наконечник токоведущего провода. Для исключения возможности прохождения силового тока через корпус буксы и подшипники все токоведущие части изолированы прокладками, а болты, крепящие щеткодержатель, — полихлорвиниловыми трубками. Букса колесной пары прицепного вагона внутри устроена принципиально так же, как и букса колесной пары моторного вагона. Основное их отличие состоит в конструкции корпуса буксы. Корпус 7 (рис. 3.3) буксы прицепного вагона выполнен тонкостенным и имеет чашки для установки буксовых пружин.



1 — смотровая крышка; 2 — торцовая гайка; 3, 5 - болт; 4 - стопорная пластина; 6 - крышка; 7 - корпус буксы; 8 - подшипник; 9 — лабиринтное кольцо; 10 — ось колесной пары

Рис. 3.3. Букса прицепного вагона

Также имеются отверстия для прохода через них шпинтонов тележки. Диаметр отверстий на 20 мм больше, чем диаметр втулок, установленных на хвостовики шпинтонов. Благодаря этому букса может свободно, без ударов перемещаться относительно рамы, а также самоустанавливаться за счет поперечной упругости буксовых пружин. На наружной стороне буксы имеются две крышки — смотровая 1 и крепежная 6. Между корпусом 7 буксы и крышкой 6 установлено уплотнительное резиновое кольцо. На правой буксе передней колесной пары головного вагона дополнительно смонтирован привод скоростемера.

### **3.2 Неисправности буксовых узлов электропоездов**

Через буксовый узел на раму электропоезда передаются горизонтальные (тяговые, тормозные и др.) и вертикальные нагрузки. В зависимости от конструкции буксы и места приложения вертикальных усилий возникает износ рессорных стоек в верхней части буксовой коробки. Для бесчелюстных букс электропоездов характерны выработка резины у поверхности валиков, проворачивание валиков в резине, ослабление шайб на валике, излом и срез штифтов, ослабление крепления поводка буксы к буксовому кронштейну. У букс с подшипниками качения происходит износ лабиринтных колец.

Общими повреждениями букс являются трещины, раковины и порча коррозией, а также риски, задиры, заусенцы, связанные с дефектами подшипников. Избыток и недостаток смазки является одной из часто встречающихся неисправностей. Проворот наружных и внутренних колец подшипников, электроэрозия или навар на поверхности катания роликов, износ поверхности катания, износ направляющих окон сепаратора, трещины в его корпусе, износ поверхности лабиринтного кольца и задней крышки буксы, уход смазки, ослабление болтов крепления крышек букс, нагрев буксы, ослабление поводковых болтов, выработка поверхностей кронштейнов сайлентблоков и кронштейнов крепления рессоры, износ втулок и валика крепления рессоры и т.д.

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные элементы конструкции буксовых узлов электропоездов.
2. Поясните устройство буксы с токоотводящим устройством.
3. Перечислите основные неисправности буксовых узлов электропоездов.

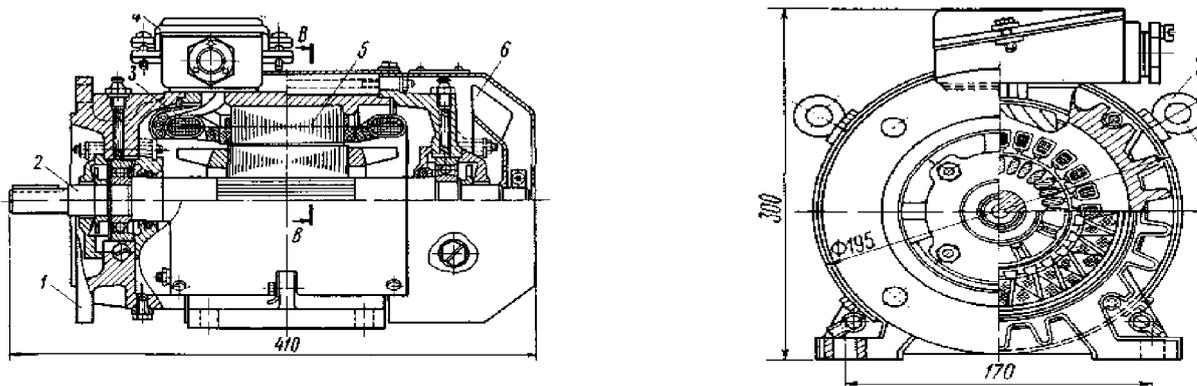
### **4. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы мотор вентиляторов электропоездов.**

#### **4.1 Назначение конструкция и принцип работы мотор вентиляторов**

В качестве приводов вентиляторов систем вентиляции пассажирских салонов и кабины машиниста на электропоездах переменного тока используются асинхронные трехфазные двигатели АОМ или 4Х с короткозамкнутым ротором. Это двигатели закрытого исполнения, в которые полностью исключено попадание воды. Для ввода питающего кабеля в коробках выводов предусмотрено сальниковое водонепроницаемое уплотнение. На электродвигателях осуществлена аксиальная система вентиляции. Для перемешивания воздуха внутри электродвигателя применены крылья на роторе. Так как эти двигатели отличаются только размерами, то для примера рассмот-

рим конструкцию только двигателя АОМ-32-4 для привода вентилятора системы вентиляции вагона.

Электродвигатель АОМ-32-4 состоит из статора 5 (рис. 4.1), ротора 2, коробки зажимов 4, подшипниковых щитов 1. Вентилятор внешнего обдува 6 расположен со стороны, противоположной свободному концу вала. Корпус статора 5 и подшипниковые щиты выполнены из алюминиевого сплава АЛ-9.



1 - подшипниковый щит; 2 - ротор; 3 - обмотка статора; 4 - коробки зажимов;  
5 - статор; 7 - рым - болт.

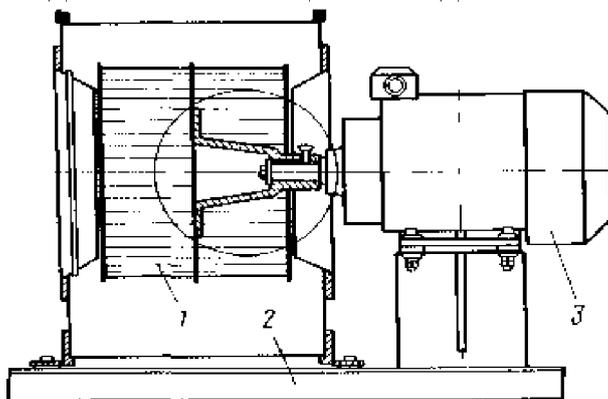
Рис.4.1 Электродвигатель АОМ

Обмотка 3 статора трехфазная, однослойная, состоит из мелких секций, изготовленных из круглого обмоточного провода ПСДКТ. Коробка зажимов 4 съемная, ее можно устанавливать как для правого расположения подводящего кабеля, так и для левого относительно основного свободного конца вала. Для перемещения двигателя имеются рым-болты 7.

Ротор двигателя вращается в подшипниках № 306. Посадка подшипников на вал плотная. Один из подшипников (со стороны вентилятора) ограничивает перемещение ротора в осевом направлении, так его внутренняя обойма фиксируется на валу пружинным кольцом, а наружная — подшипниковыми крышками. Подшипник со стороны свободного конца вала выполнен плавающим в ступице щита. Этим достигается компенсация линейного расширения вала при нагреве электродвигателя. В подшипниковых щитах имеются отверстия для спуска конденсата и установлены маслѐнки.

Конструктивно устройство для пополнения смазки выполнено следующим образом. В верхней части подшипникового щита установлена масленка. Каналы, просверленные в щите, образуют маслопровод, имеющий выход во внутреннюю крышку подшипниковой камеры. Оттуда смазка проходит между шариками подшипника и попадает в наружную крышку подшипниковой камеры, которая имеет в нижней расширяющейся части канал, соединяющийся со специальным отверстием в щите, заглушенным металлическим плунжером.

С помощью этого плунжера удаляют излишнюю смазку из подшипникового узла при ее замене. В электродвигателях АОМ нормальные осевые усилия допускают применение шариковых подшипников средней серии. При сборке вентиляционного агрегата (рис.4.2), насаживая на свободный конец вала муфту или вентиляторное колесо, для недопущения возможного повреждения подшипника противоположный конец вала необходимо снабдить упором. Все насаженные на вал детали должны быть тщательно динамически отбалансированы.



1 - вентиляторное колесо; 2 - рама; 3 - электродвигатель типа АОМ;

Рис.4.2 Вентиляционный агрегат

Пуск в ход и остановка электродвигателя вхолостую или с нагрузкой производится непосредственным подключением статорной обмотки к питающей сети или соответственно отключением статорной обмотки от питающей сети контактором или магнитным пускателем.

Схемой защиты предусмотрены тепловые реле, автоматически отключающие электродвигатели при перегрузках, которые вызывают перегрев обмотки двигателя, или автоматические выключатели, отключающие двигатели как при перегрузках двигателя, так и при пробое изоляции статорной обмотки. Аналогичную конструкцию имеют все остальные асинхронные двигатели. В процессе эксплуатации необходимо содержать в полной исправности электродвигатели, а также их питающую сеть, аппаратуру управления и защиту, соблюдать чистоту, не допускать попадания на вентилятор обтирочных материалов, мелких предметов и т. п., следить за исправностью защитного заземления корпуса и величиной сопротивления изоляции обмоток статора. Сопротивление изоляции вспомогательных машин должно быть не менее 3 МОм.

Для принудительной подачи в пассажирские салоны теплого воздуха (от калориферов) зимой и наружного воздуха летом на электропоездах установлены вентиляционные агрегаты 013/000 и 014/000.

Конструктивных различий они не имеют. Каждый вентиляционный агрегат состоит из электродвигателя АОМ-32-4 и вентилятора ВНИИСТО (рис. 4.2). Производительность агрегата  $4000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении воздуха  $35 \text{ кгс}/\text{м}^2$  и частоте вращения  $1390 \text{ об}/\text{мин}$ .

## 4.2 Неисправности мотор вентиляторов электропоездов

Наиболее характерными повреждениями остовов и статоров являются трещины в корпусе, подшипниковых щитах и их крышках, повышенный износ и эллиптичность посадочных поверхностей этих элементов или забоины и заусенцы на них. В процессе эксплуатации слабнут болтовые и заклепочные соединения, повреждаются вентиляционные сетки, фланцы, крышки, нарушается плотность прилегания этих крышек, изнашивается резьба болтовых соединений, слабнут или лопаются пружинные шайбы, изнашиваются, а иногда и обрываются болты. Двигатели вспомогательных электрических машин подвержены меньшему воздействию со стороны пути, но зато воспринимают значительные вибрации от соединенных с ними машин и механизмов. В катушках статорных обмоток асинхронных электрических машин могут возникать межвитковые замыкания, особенно в местах выхода обмоток из пазов сердечника статора, обрыв или нарушение контакта в одной из фаз, дефекты в жилах и изоляции проводов. У сердечника статора возможно ослабление заклепок, распушение пакета сердечника, ослабление крепления сердечника в корпусе.

В процессе эксплуатации роторы электрических машин подвергаются не только описанным ранее механическим воздействиям, одновременно с ними роторы могут подвергаться резким колебаниям подводимого к ним напряжения. 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 пробоем. 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. Трещины могут возникать в валах, фланцах, нажимных шайбах, вентиляторах, в маслоотбойных уплотняющих кольцах, в крепежных элементах, втулках, болтовых соединениях, в роторах съемных вентиляторов. Прожоги возникают обычно в результате перебросов электрических дуг. Прожоги весьма опасны, так как часто являются причинами выхода роторов из строя и постановки машин на неплановый ремонт. Старение изоляции 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 пробои, особенно при значительном повышении напряжения или при местных

перенапряжениях. В результате в обмотках могут возникать короткие замыкания, между отдельными витками катушек и прилегающими металлическими частями.

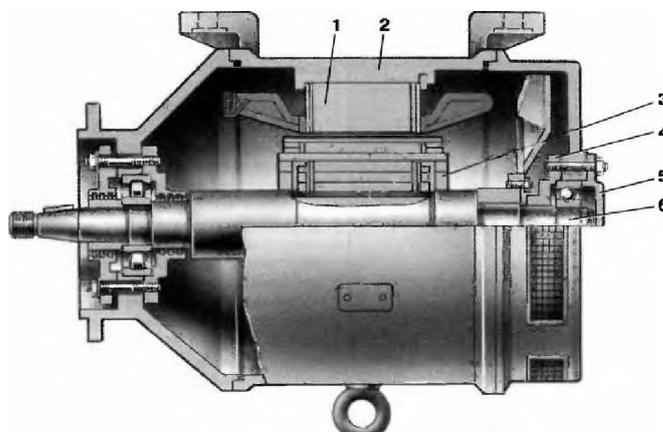
#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции электродвигателя типа АОМ.
2. Поясните устройство вентиляционного агрегата электропоезда.
3. Перечислите основные неисправности мотор вентиляторов электропоездов

### 5. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы фазорасщепителя электропоездов

#### 5.1 Назначение конструкция и принцип работы фазорасщепителя

Расщепитель фаз преобразует однофазный переменный ток в трехфазный. Для питания асинхронных двигателей подвешивают его под кузовом моторного вагона непосредственно за лапы. На электропоездах ЭР9М и ЭД9Т устанавливали расщепитель фаз РФ-1Д5, на ЭД9М — РФ-1Д6. Станина расщепителя 2 (рис. 5.1) отлита из стали, имеет лапы для крепления к раме вагона и отверстия для выброса вентилирующего воздуха.



1- сердечник статора; 2- станина; 3- нажимная шайба; 4, 5- крышки; 6 - вал  
Рис. 5.1 Расщепитель фаз РФ-1Д (в рабочем положении)

Сердечник статора 11 запрессован в станину. Обмотка статора соединена в «звезду» и имеет 5 выводов: С1, С2, С3, П, О. Ротор расщепителя фаз 3 короткозамкнутый с двойной обмоткой (беличья клетка). Ротор вращается в подшипниках. Подшипниковые щиты отлиты из стали и установлены в горловине станины. Подшипниковый щит имеет горловину для сбора вентилирующего воздуха. Для добавления смазки в подшипниковые камеры служат масленки. Маркировка проводов выполнена на наконечниках. Расщепи-

тель фаз представляет собой асинхронную машину с короткозамкнутым ротором и несимметричной трехфазной обмоткой статора. Питается напряжением 220 В, которое подводится к фазам С1 и С3. Во время пуска между фазами С1 и С2 вводится пусковое сопротивление, которое обеспечивает необходимый для запуска сдвиг магнитного потока фазы С2 относительно потоков фаз С1 и С3. После достижения расщепителем фаз номинальной частоты вращения, пусковое сопротивление отключается. При работе в роторе возникает вторичное магнитное поле, которое, вращаясь вместе с ним, пересекает трехфазную обмотку статора, создавая в ней трехфазную ЭДС. В пределах рабочих нагрузок обмотка статора выполнена несимметричной по количеству витков в разных фазах.

#### Технические данные расщепителя фаз

Мощность, кВт	
Напряжение входное однофазное, В	
Напряжение выходное трехфазное, В	
Ток сети, А	
Частота вращения, об/мин	
Частота сети, Гц	
Коэффициент обратной последовательности	
Способ охлаждения	
Сопротивление обмоток при +20° С	
Первой двигательной фазы, Ом	
Второй двигательной фазы, Ом	
Генераторной фазы, Ом	
Пусковой, Ом	
Класс нагревостойкости изоляции обмоток	
Масса, кг	

Сердечник ротора набирают из листовой электротехнической стали марки Э-12 толщиной 0,5 мм и закрепляют на валу с обеих сторон нажимными шайбами. В листах имеются круглые отверстия для вентиляции ротора и пазы для стержней.

Ротор расщепителя фаз короткозамкнутый с двойной беличьей клеткой. Стержни беличьей клетки выполняются из меди или алюминия и соединяются между собой кольцами. Сопротивление короткозамкнутой обмотки ничтожно мало. Верхняя беличья клетка пусковая, нижняя - рабочая.

На вал ротора напрессовывают втулку, к которой болтами крепят центробежный вентилятор. Охлаждающий воздух проходит через вентиляционный патрубок, машину и выбрасывается в специальные люки в заднем подшипниковом щите. Ротор вращается в двух подшипниках. Со стороны вентилятора установлен шариковый подшипник № 312, а со стороны выходного истца вала, на

который насаживается рабочее колесо вентилятора, роликовый подшипник. Расщепитель фаз РФ-1Д5 имеет усиленный передний подшипниковый щит. Это вызвано установкой рабочего вентиляторного колеса для систем вентиляции выпрямительной установки и сглаживающего реактора. Конец вала для посадки колеса у РФ-1Д5 — конический со шпонкой и резьбой на конце для затяжки рабочего колеса. Режим работы расщепителя фаз по сравнению с другими вспомогательными машинами наиболее тяжелый. Поэтому при уходе за расщепителем фаз в эксплуатации необходимо выполнять следующие основные требования.

Величина подводимого напряжения должна быть в пределах 175—242 В. Допустимы кратковременные повышения напряжения до 275 В. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 0,8 МОм. Если оно ниже, то необходимо произвести сушку изоляции в печи электрическим током или горячим воздухом. При сушке электрическим током величина тока статора должна быть приблизительно 50 А для генераторной фазы В и 80 А для двигательных А и С. Необходимо следить, чтобы нагрев статора не превышал 120 °С.

В процессе эксплуатации расщепитель фаз должен подвергаться осмотрам и ремонтам. Во время профилактических осмотров необходимо проверять исправность подвески расщепителя фаз, целостность болтов и их крепление, отсутствие трещин в корпусе и других повреждений.

## **5.2 Неисправности расщепителя фаз электропоездов**

Наиболее характерными повреждениями остовов и статоров фазорасщепителя являются трещины в корпусе, подшипниковых щитах и их крышках, повышенный износ и эллиптичность посадочных поверхностей этих элементов или забоины и заусенцы на них. В процессе эксплуатации слабнут болтовые соединения, повреждаются вентиляционные сетки, фланцы, крышки, нарушается плотность прилегания этих крышек, изнашивается резьба болтовых соединений, слабнут или лопаются пружинные шайбы, изнашиваются, а иногда и обрываются болты, результаты потертости изоляции приводят 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. Трещины могут возникать в валах, фланцах, нажимных шайбах, вентиляторах, в маслоотбойных уплотняющих кольцах, в крепежных элементах, втулках, болтовых соединениях, в роторах съемных вентиляторов. Прожоги возникают обычно в результате перебросов электрических дуг. Прожоги весьма опасны,

так как часто являются причинами выхода роторов из строя и постановки машин на неплановый ремонт. Старение изоляции, являющееся процессом длительным, будет заметно ускоряться в результате возникающих в эксплуатации чрезмерных нагревов, повышенной влажности, воздействия электрического поля, подробнее неисправности описаны в подтеме 4.2.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции расщепитель фаз РФ-1Д.
2. Поясните устройство фазорасщепителя РФ-1Д5.
3. Перечислите основные неисправности фазорасщепителя электропоезда

### **6. Назначение конструкция, неисправности и принцип работ тяговых трансформаторов**

#### **6.1 Назначение конструкция принцип работы тяговых трансформаторов**

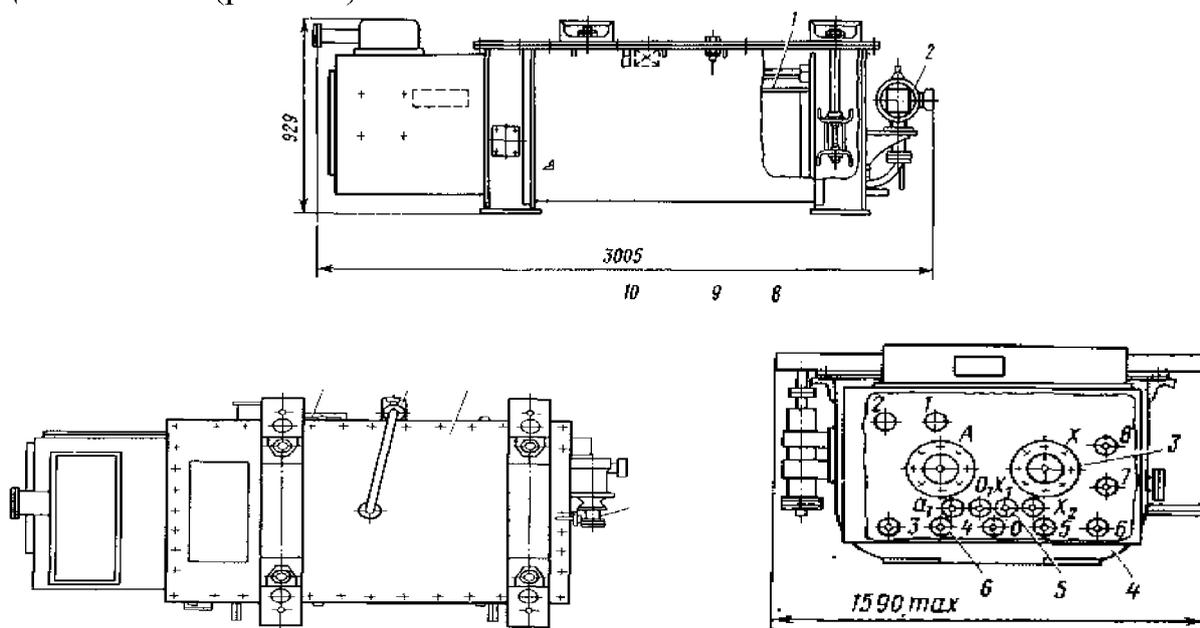
На электроподвижном составе переменного тока трансформаторы применяют для понижения напряжения контактной сети до напряжения, необходимого для тяговых двигателей, измерительных приборов, печей обогрева салона, освещения и вспомогательных машин. Трансформаторы с регулированием напряжения на вторичной стороне чаще выполняют стержневыми, а в трансформаторах с регулированием напряжения на первичной, т. е. высокой стороне, применяют броневые сердечники. Для уменьшения потерь от вихревых токов сердечники трансформаторов собирают из отдельных изолированных друг от друга листов. Поперечное сечение сердечника трансформатора электроподвижного состава обычно имеет форму ступенчатого многоугольника, вписанного в окружность, что значительно облегчает изготовление обмоток (нет изгибов изоляции под углом).

По расположению обмоток различают трансформаторы с концентрическими и дисковыми обмотками. В трансформаторах с дисковыми обмотками высшего и низшего напряжения обмотки выполняют в виде дисков, расположенных на стержне поочередно в осевом направлении. Все тяговые трансформаторы электроподвижного состава являются понижающими. Магнитопровод с обмотками являются активными узлами трансформатора, при работе которых выделяется тепло, которое необходимо отвести. В связи с ограниченными габаритами и весом трансформаторы электроподвижного состава выполняют с повышенными тепловыми нагрузками и они имеют масляное охлаждение с принудительной циркуляцией масла. Такая система более эффективна, так как позволяет иметь трансформатор минимального габарита за счет значительного увеличения теплоотдачи по сравнению с

теплоотдачей при естественном охлаждении. Интенсивное охлаждение циркуляцией масла позволяет доводить плотность тока в обмотках трансформатора до 4,5—5,5 А/мм<sup>2</sup>.

Для трансформаторов применяют специальное трансформаторное масло, имеющее пробивное напряжение 25—30 кВ/мм, температуру вспышки не ниже 135 °С, температуру застывания не выше —45 °С и удельный вес около 0,9 г/см при отсутствии механических примесей и воды.

Трансформаторы отечественного производства типа ОЦР-1000/25 с изоляцией обмоток, выполненной из бумаги, допускают следующие перегревы температуры сверх температуры окружающего воздуха: обмоток трансформатора 70 °С, сердечника на его поверхности 75 °С, трансформаторного масла в его верхних слоях 60 °С. На электропоездах переменного тока ЭД9М в качестве тягового трансформатора устанавливают однофазный масляный трансформатор ОЦР-1000/25 (рис. 6.1).

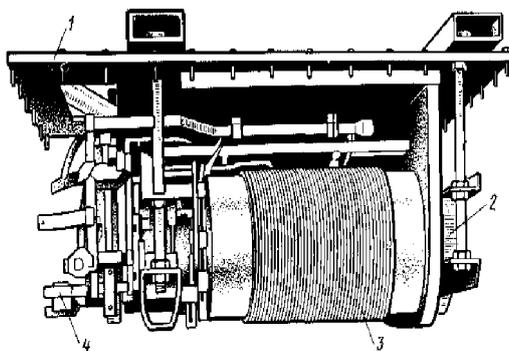


- 1 - активная часть; 2- электронасос; 3- ввод 25 кВ; 4- бак; 5 - ввод обмотки собственных нужд; 6- ввод тяговой обмотки; 7- масло-указатель; 8- крышка; 9 - воздухо-осушитель; 10- сигнализирующий термометр

Рис. 6.1 Трансформатор ОЦР-1000/25

Он служит для понижения напряжения 25 кВ до величины, необходимой для работы тяговых двигателей. Трансформатор и все его оборудование предназначены для работы при температуре окружающего воздуха от —50 до +40 °С в условиях вибрации с частотой до 30 Гц и ускорением до 1+ а также горизонтально-продольных ударов с ускорением до 3g при высоте над уровнем моря до 1200 м и относительной влажности не более 80% при температуре +20 °С.

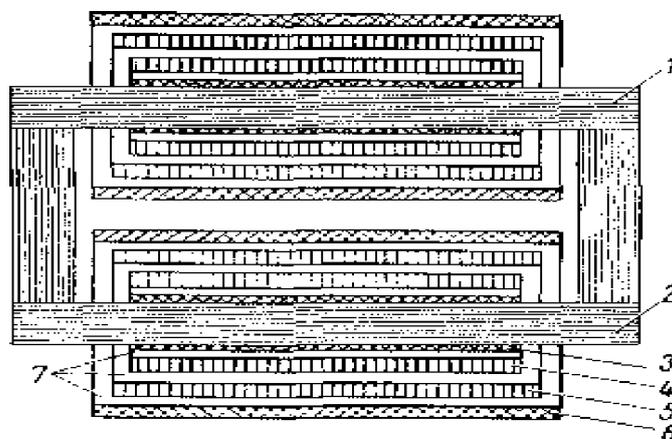
Тяговый трансформатор подвешивают под кузовом моторного вагона на двух балках. Он состоит из прямоугольного стального бака и выемной части, укрепленной на крышке. На баке смонтированы: система циркуляции трансформаторного масла, воздухоосушитель, коробка высоковольтного ввода, изоляторы выводов обмоток трансформатора, мотор-насос трансформатора. К выемной части относятся магнитопровод 2 (рис. 6.2) с обмотками 3, соединительные шины 4 и крышка 1.



1 -крышка; 2 - магнитопровод; 3 - обмотка; 4- соединительная шина.  
Рис. 6.2 Выемная часть трансформатора

Тяговый трансформатор имеет стержневой сердечник с надетыми на него цилиндрическими обмотками. Сердечник с обмотками расположен горизонтально и крепится с помощью специальных болтов к крышке 1 бака. Магнитопровод выполнен шихтованным из листов электротехнической стали толщиной 0,35 мм, покрытых тонким слоем изоляционного лака. Сечение стержней ступенчатое, многоугольное, приближающееся по форме к круглому, сечение ярма прямоугольное.

Листы стержней 1, 2 (рис. 6.3) и каждого ярма стянуты между собой болтами, на которые надеты бакелитовые трубки 3. Под головки болтов и гаек подложены бакелитовые шайбы. На стержнях концентрично расположены обмотки.



1,2 - стержни, 3- бакелитовый цилиндр; 4- высоковольтная обмотка, 5 - тяговая обмотка; 6 - вспомогательная обмотка, 7 - каналы

Рис. 6.3 Схема выемной части тягового трансформатора

Трансформатор имеет четыре обмотки: первичную АХ (рис. 6.4) напряжение 25кВ, тяговую обмотку 1-8 для питания тяговых двигателей через выпрямительную установку; две обмотки собственных нужд — агх<sub>2</sub> для питания вспомогательных цепей и аХ для питания цепей электрического отопления. Каждая обмотка состоит из отдельных катушек, намотанных из медной шины. Катушки насажены на бакелитовые трубки, обладающие хорошими изоляционными свойствами и включены в соответствии со схемой последовательно или параллельно.

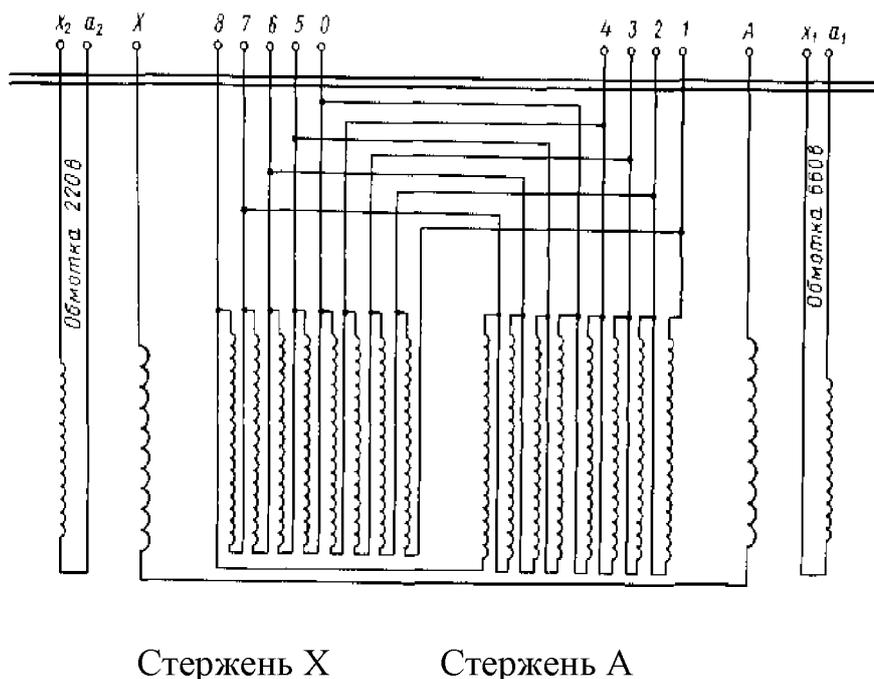


Рис. 6.5. Схема соединений обмоток трансформатора ОЦР-1000/25

Между витками катушек имеются специальные дистанционные планки для свободного доступа охлаждающего масла. На внутренних цилиндрах ближе к стержням находится первичная высоковольтная обмотка, на средних цилиндрах — вторичная тяговая обмотка. Каждая вторичная обмотка разбита на восемь последовательно соединенных секций. В зависимости от количества включенных секций напряжение на тяговой обмотке изменяется от 276 до 2208 В. На наружных цилиндрах находятся вспомогательные обмотки: на стержне X — обмотка 220 В собственных нужд, на стержне А — обмотка 600 В отопления салонов. Магнитопровод с обмотками погружен в бак с трансформаторным маслом. Бумажная изоляция шин и бакелитовых трубок, пропитанная маслом, обладает высокими изоляционными свойствами. Трансформаторное масло служит одновременно охладителем обмоток и магнитопровода. Концы всех обмоток трансформатора выведены через фарфоровые изоляторы, размещенные на торцевой стенке бака в отдельной камере со съемной крышкой. Постоянно циркулирующее масло поддерживает в баке необходимую температуру, которая

на входе в охладитель не должна превышать 50 °С. У трансформаторов ОЦР-ЮОО/25 отсутствует расширительный бачок, поэтому масло в баке не доливают до крышки. Во избежание всплесков масла и обнажения обмоток в баке на небольшом расстоянии от крышки укреплен специальный успокоитель - металлический лист с отверстиями. Уровень масла контролируется маслоуказателем, установленным на баке. Для предохранения масла от увлажнения отверстие в крышке трансформатора соединяют с атмосферой через специальный воздухоосушитель. При эксплуатации трансформатора напряжение, подводимое к первичной обмотке, должно быть в пределах от 19 до 29 кВ. Подача масла из бака в охладители на электропоездах производится электронасосом. Температура верхних слоев масла при нормальной работе не должна превышать 95 °С. Необходимо постоянно осуществлять контроль за состоянием уплотнений соединений, так как их нарушение может привести к вытеканию масла и выходу из строя трансформатора.

## **6.2 Неисправности тяговых трансформаторов**

В процессе эксплуатации электровозов и электропоездов переменного тока в их силовых цепях могут возникать аварийные режимы, способные вызвать появление неисправностей в трансформаторах, так при сквозном пробое плеча выпрямительной установки или выпрямительно-инверторного преобразователя вторичная обмотка трансформатора оказывается замкнутой накоротко и ток в ней резко возрастает. Это может вызвать повышенный нагрев токоведущих элементов и, как следствие, привести к снижению диэлектрических свойств масла и органической изоляции трансформаторов и реакторов. Резкое увеличение тока обусловит одновременно и появление механических перегрузок, под действием которых может ослабнуть крепление обмоток трансформатора. В трубопроводах, радиаторах и в сварных швах бака трансформатора возможна течь масла. К течи масла могут привести и образовавшиеся неплотности в разъемных соединениях системы масляного охлаждения трансформатора из-за неудовлетворительного крепления фланцев, порчи резинового уплотнения, неплотности пробки для спуска воздуха у изоляторов первичной обмотки трансформатора, неудовлетворительного крепления нажимной гайки у изоляторов вторичной обмотки и болтов крышки трансформатора из-за трещин в фарфоровом корпусе изоляторов, повреждения резиновой прокладки между крышкой и баком, соединений трубопроводов, сварных швов, радиаторов системы охлаждения и т. д. В свою очередь от надежной работы системы масляного охлаждения зависит и состояние изоляции обмоток трансформаторов. В эксплуатации наблюдались случаи появления трещин в опорных узлах, повреждения резиновых прокладок, отслоения краски на внутренних поверхностях бака, повреждения манометра,

термометра, обрыва меди обмоток, повреждения глазури фарфоровых изоляторов и возникновения у них сколов.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции трансформатора ОЦР-1000/25 серии ЭД9М.
2. Поясните устройство схемы выемной части тягового трансформатора.
3. Перечислите основные неисправности тягового трансформатора электропоезда ЭД9М.
4. Поясните принцип соединений обмоток трансформатора ОЦР-1000/25.

## 7. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы сглаживающих и переходных реакторов

### 7.1 Назначение конструкция, и принцип работы сглаживающих и переходных реакторов

Для сглаживания пульсации выпрямленного тока в цепи тяговых двигателей моторных вагонов устанавливают сглаживающие реакторы (рис.7.1), представляющие собой катушки индуктивности.

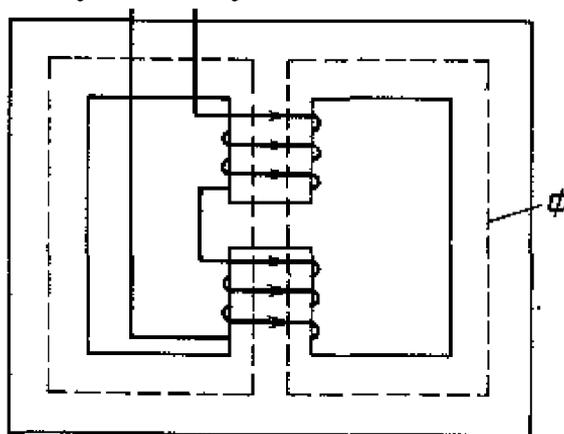
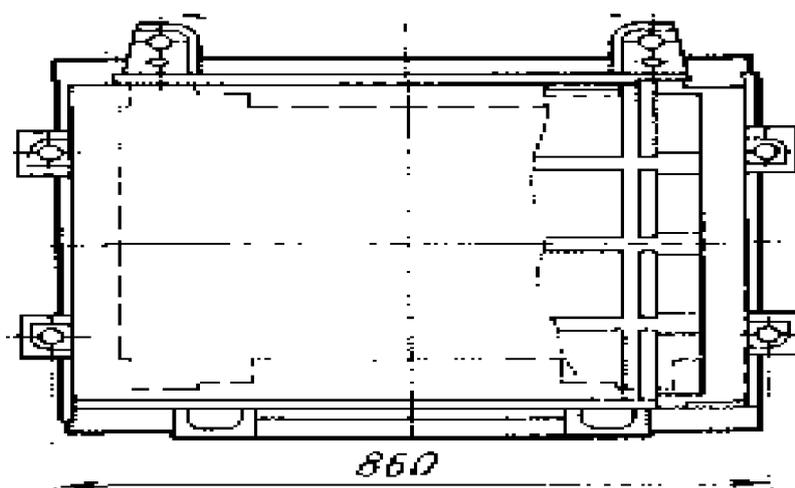


Рис. 7.1 Принципиальная схема сглаживающего реактора

На моторных вагонах электропоездов ЭД9М установлены сглаживающие реакторы СР-800 (рис. 7.2). Реактор представляет собой катушку, состоящую из 14 секций (168 витков), заключенную в сердечник броневого типа. Сердечник набирается из пластин трансформаторной стали толщиной 0,35 мм и имеет по центральному стержню зазор 160 мм. Реактор СР-800 электропоезда ЭР9М охлаждается одновременно с установленными на нем охладителями масла трансформатора. Вентиляция осуществляется от центробежного вентилятора, установленного на валу расщепителя фаз



1- активная часть реактора; 2, 3 - кожухи; 4- масляный охладитель,  
5- жалюзи; 6 - шиток заводской.

Рис. 7.2 Общий вид реактора СР-800

Кожух реактора СР-800 с одной стороны имеет раму для подсоединения к выпрямительной установке, а с другой стороны — коллекторы для установки секций масляных охладителей для трансформатора. За охладительными секциями установлена камера для выхода потока охлаждающего воздуха. Кожух реактора является частью воздухопровода выпрямительной, установки. Воздух от вентилятора проходит через выпрямительную установку, сглаживающий реактор, охладители трансформаторного масла и через камеру для выхода потока воздуха выбрасывается наружу. На электропоездах переменного тока применяют сглаживающие реакторы СР-800. Пульсации тока, а следовательно, и магнитного потока главных и дополнительных полюсов тягового двигателя вызывают вихревые токи в остове, увеличивающие нагрев обмоток двигателей, и отрицательно сказываются на коммутации тяговых двигателей. Пульсация магнитного потока главных полюсов вызывает также трансформаторную э. д. с. в коммутирующих витках обмоток якоря. Чтобы избавиться от трансформаторной эдс в коммутирующих витках и улучшить коммутацию, уменьшают пульсацию тока возбуждения с помощью активных сопротивлений, включенных параллельно обмотке главных полюсов. При этом постоянная составляющая тока разветвляется обратно пропорционально активным сопротивлениям, а переменная — обратно пропорционально индуктивным сопротивлениям. Поэтому переменная составляющая тока полностью протекает по сопротивлению, включенному параллельно обмотке главных полюсов. Сочетание в работе схемы сглаживающего реактора и шунтировки обмоток главных полюсов активным резистором обеспечивает устойчивую работу тяговых двигателей постоянного тока при пульсирующем напряжении

## 7.2 Неисправности сглаживающих и переходных реакторов

Перед осмотром реакторы продувают сухим сжатым воздухом. У переходного и сглаживающего реакторов проверяют состояние катушек, вентиляционных каналов и ярма, затяжку болтов в местах электрических соединений и стягивающих шпилек магнитопровода, убеждаются в отсутствии трещин в шинах, контролируют надежность электрического контакта соединений, крепления реакторов. Ослабление крепления устраняют подтяжкой болтов.

При наличии на изоляторах, витках катушек, изолирующих шпильках и прокладках следов переброса и оплавлений менее 10 % пути возможного перекрытия дефектное место зачищают и окрашивают электроизоляционной эмалью. Прогары шин глубиной менее 3 мм зачищают. Если обнаруженные дефекты без снятия реакторов устранить не удастся или требуется замена деталей, осуществить которую без разборки реакторов невозможно, то такие реакторы для ремонта снимают с э. п. с

У переходных и сглаживающих реакторов, индуктивных шунтов, регулируемых подмагничиванием, чаще всего возникают перекрытия между витками катушек, деформации и повреждения изоляции, трещины в шинах и ослабление контактов электрических соединений. Оголенные места и места с обдирами на наружных витках катушек обмотки ремонтируют, применяя коробочки из кабельной бумаги. Для этого в местах повреждения изоляцию подрезают и зачищают, устраняя заусенцы, нарезают несколько полосок кабельной бумаги соответствующей длины с учетом перекрытия изоляции провода по 10 мм в обе стороны от места повреждения, промазывают полоски бумаги и медь в месте повреждения клеем БФ-2 или БФ-4 и дают клею подсохнуть на воздухе 3 - 5 мин.. Снятые реакторы продувают сухим сжатым воздухом. Определяют состояние наружного слоя их изоляции и стяжных шпилек. Мегаомметром на напряжение 2500 В проверяют сопротивление изоляции между корпусом и выводными шинами реактора. Оно должно быть не менее 5 МОм. Изоляторы, клицы и рейки, имеющие трещины, обгары и отколы более 10 % расстояния возможного перекрытия дугой, заменяют. Прогары шин глубиной до 3 мм оставляют и зачищают, а глубиной до 20 мм заправляют. На одной катушке переходного реактора ПРА допускают до пяти стыковых сварок. Основание реактора ПРА, имеющее отколы до 30 %, восстанавливают приклейкой отколотой части клеем БФ-88. Зазоры между параллельными витками 8—10 мм и параллельными шинами 3—5 мм допустимы. При необходимости зазоры сглаживающих реакторов РЭД регулируют, устанавливая необходимое число изоляционных прокладок. Зазор между витками реактора ПРА-48 должен быть не менее 7 мм. Перед пропиткой лаком реактор нагревают

до температуры 60 °С и опускают в лак, подогретый до температуры не более 50 °С, выдерживают в нем 15—20 мин, затем вынимают и держат 15 мин над баком для стекания лака, после чего сушат в сушильной печи при температуре 130—140 °С в течение 8—10 ч. При пропитке катушек лаком ПЭ-933 сушку осуществляют в течение 17—20 ч

При внешнем осмотре переходных реакторов убеждаются в отсутствии в них посторонних предметов (болтов, гаек и т. д.), а также трещин и изломов шин и другого электрического монтажа. По условиям перегрева переходного реактора допускается работа электропоезда на неходовых позициях не более 1 часа при токах

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции сглаживающего реактора серии ЭД9М.
2. Поясните принцип работы принципиальной схемы сглаживающего реактора
3. Перечислите основные неисправности сглаживающего реактора электропоезда ЭД9

## **8. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы выпрямительных установок**

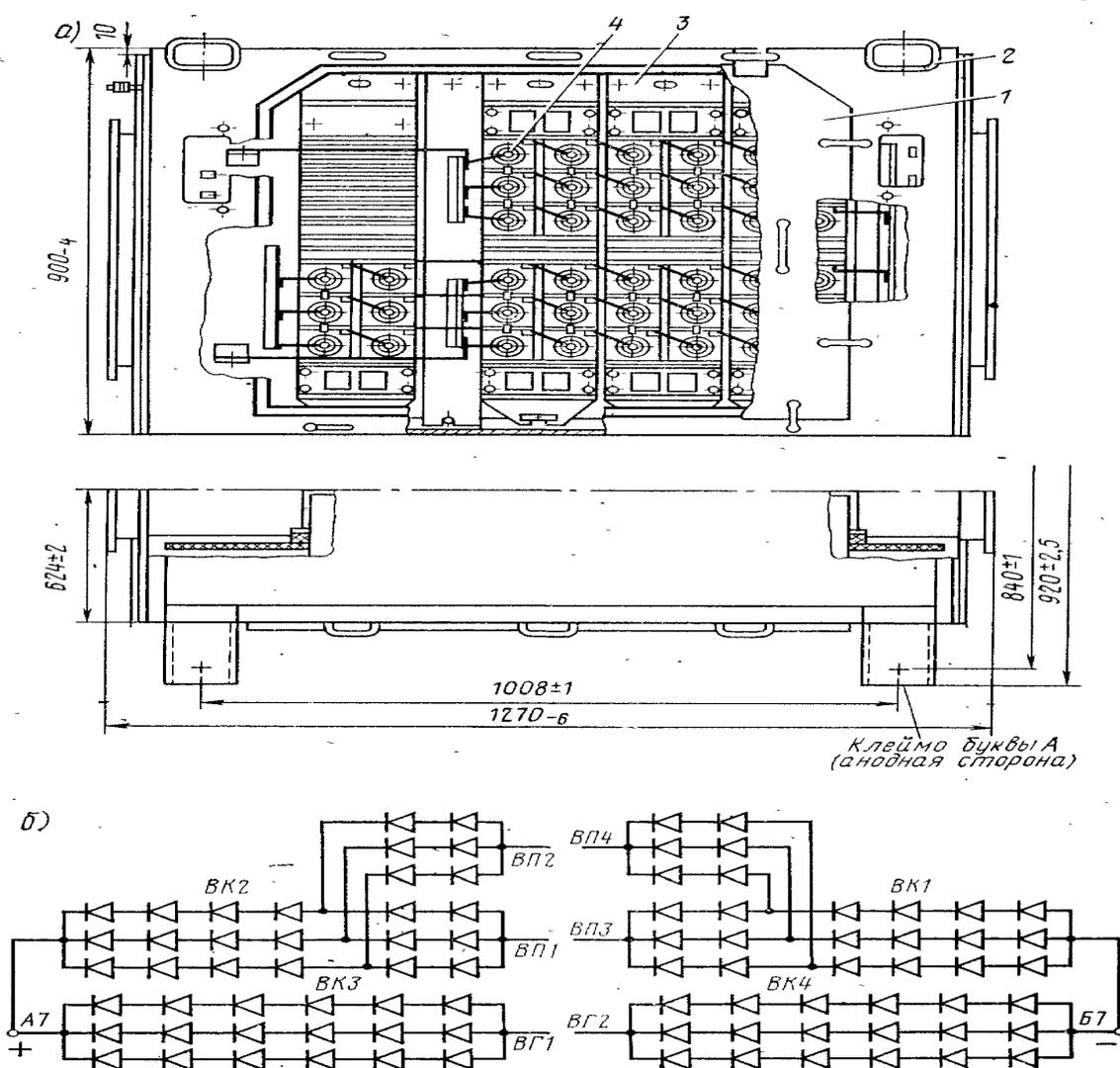
### **8.1 Назначение конструкция и принцип работы выпрямительных установок**

Применяемые в выпрямительных установках электропоездов вентили могут пропускать ток до 320 А и работать при напряжении 600—1600 В. Тяговые двигатели работают при большем напряжении и потребляют большие токи. Чтобы выпрямительная установка могла питать тяговые двигатели, приходится в ней соединять вентили параллельно и последовательно. При последовательном соединении нескольких вентилях обратное напряжение будет распределиться пропорционально величине обратного сопротивления вентилях. Сопротивление вентилях в непроводящем направлении определяется обратной ветвью вольт-амперной характеристики.

Поскольку вентили имеют неодинаковые характеристики, то и обратное напряжение распределяется неравномерно. При некотором общем обратном токе на вентиль с большей величиной обратного сопротивления приходится большая величина обратного напряжения  $U_m$ , которая при большом расхождении характеристик может даже превысить напряжение загиба и привести к выходу вентиля из строя. Для равномерного распределения обратного

напряжения по последовательно соединенным вентилям каждый вентиль шунтируют резистором  $R_{ш}$ . Величина сопротивлений резисторов одинакова, поэтому они образуют делитель напряжения, который делит приложенное к вентилям обратное напряжение на равные части независимо от внутренних сопротивлений отдельных вентилях.

В прямом направлении вентили также имеют различные характеристики (рис. 8.1б), и распределение тока между вентилями оказывается неравномерным: через вентиль, имеющий меньшее падение напряжения, протекает больший ток. Так, при параллельном соединении вентилях  $B1$  и  $B2$  напряжение  $AU_B$ , приложенное к вентилям в прямом направлении, одинаково, а токи в вентилях разные.



1 - крышка; 2 - каркас; 3- блок охладителей;4 - вентиль.

Рис.8.1 Выпрямительная установка (а) и её схема (б)

Установка УВП-3 представляет собой пыленепроницаемую камеру с двусторонним обслуживанием. В камере размещены восемь блоков с полупроводниковыми лавинными вентилями ВЛ- 200-Б, шесть блоков из 12 вентиляей, расположенных в шесть горизонтальных рядов по два вентиля в каждом, и два блока из шести вентиляей, расположенных в три горизонтальных ряда по два вентиля в каждом. Блоки подвешены двум несущим профилям. Вентиля снабжены радиаторами алюминиевыми охладителями, через которые направляется поток воздуха.

## 8.2 Неисправности и принцип работы выпрямительных установок

Все элементы ВИП подвержены воздействию окружающей среды и описанных ранее факторов, вызванных движением э. п. с. Поэтому выпрямительные установки и отдельные вентиля, в частности, должны обеспечивать надежную работу в следующих условиях: высота над уровнем моря не более 1200 м; температура окружающего воздуха от  $-50$  до  $+60$  °С; температура охлаждающего воздуха от  $-50$  до  $+40$  °С; относительная влажность окружающего воздуха не выше 90% при температуре  $+20$  °С; вертикальные и продольные вибрации с частотой от 3 до 100 Гц и ускорением 1,6g, одиночные ударные нагрузки в любом направлении до 3g, скорость потока охлаждающего воздуха между ребрами охладителей в их средней части не менее 10 м/с. Тиристоры должны иметь стабильные вольт- амперные характеристики. Так, при температуре  $25$  °С ток открытия тиристора Т2-320 не должен превышать 0,5 А, а напряжение — 6 В. При температуре структуры  $-50$  °С отпирающий ток не должен превышать 0,8 А, а напряжение — 9В. В процессе эксплуатации в выпрямительных установках могут возникать значительные перегрузки диодов и тиристоров по току. Если в результате накопления пробитых вентиляей или по другим причинам произошел сквозной пробой плеча выпрямительного моста, то одна из полуобмоток трансформатора через исправное плечо в прямом направлении и через пробитое плечо в обратном направлении замыкается накоротко. В этом контуре протекает аварийный прерывистый ток (до 20 кА), который опасен как для всего электрооборудования, так и для вентиляей исправного плеча моста выпрямительной установки (ВУ). К наиболее характерным повреждениям следует отнести: сквозной пробой плеч выпрямительных установок, одиночный пробой вентиля, повышенный обратный ток вентиля, нестабильность вольт-амперных характеристик, обрыв внутренней цепи вентиля, механические и другие повреждения. Одиночный пробой вентиля — это полная потеря им вентиляейных качеств. Ток через пробитый вентиль может проходить как в прямом, так и в

обратном направлении. Пробой вентиля может быть вызван различными причинами. Большой обратный ток (при напряжениях, превосходящих напряжение лавинообразования) может привести к тепловому пробую. Причиной потери вентиляльных свойств может быть также перекрытие по боковой поверхности кремниевой пластины на месте, которое оказалось слабо защищенным, а также не обнаруженный во время изготовления ее дефект. Она полностью сохраняет работоспособность и машинист может вести поезд до депо или пункта оборота, где неисправный вентиль заменяют. Сквозной пробой плеча возникает при выходе из строя всех вентилях, включенных в данное плечо ВИП.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции выпрямительной установки УВП электропоезда серии ЭД9М.
2. Поясните принцип работы выпрямительной установки УВП.
3. Перечислите основные неисправности выпрямительной установки электропоезда ЭД9М.

### 9. Обслуживание выпрямительных установок

Открыть шкафы (камеру) выпрямительной установки. Очистить от пыли и грязи (продуть воздухом и протереть корпуса вентилях и изоляционные поверхности сухой салфеткой), проверить крепление вентилях, шин и подводящих проводов.

Проверить каждый вентиль на пробой и обрыв цепи.

Негодные вентиля заменить.

Выпрямительную установку при замене вентилях комплектовать диодами такого класса, который должен быть не ниже класса, установленного для диодов выпрямительной установки данного типа. Подбор вентилях по величине прямого падения напряжения проводить в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Смену вентилях производить специальным инструментом при строгом соблюдении требований к снятию и установке диодов в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Измерить величину сопротивления изоляции вентилях, цепи диодов при помощи мегаомметра напряжением 2500 В, предварительно соединив перемычками все выводные шины. При значении сопротивления изоляции ниже установленной нормы, согласно приложению Г, выявить и устранить причину пониженного сопротивления, после устранения причины произвести повторное измерение сопротивления изоляции.

Проверить работу аппаратуры защиты выпрямителя. Система защиты выпрямителя должна обеспечивать отключение выпрямителя при нарушениях нормального режима работы за время не более 0,06 с:

- при нагрузках, превышающих допустимые,
- при внешнем и внутреннем коротком замыкании.

Проверить уплотнения блока с диодами и двери, поврежденное резиновое уплотнение заменить.

Осмотреть аппаратуру ускоренного отключения выпрямительной установки (датчики короткого замыкания, дифференциальные реле, токовые трансформаторы, радиоэлектронные элементы блока ускоренного отключения воздушного выключателя и др.), проверить крепление проводов, катушек, диодов, тиристоров, резисторов, конденсаторов, сигнальных ламп, проверить состояние пайки. Протереть блоки технической салфеткой, смоченной в спирте. Заменить неисправные диоды, транзисторы, тиристоры, резисторы, конденсаторы и другие элементы, соблюдая особую осторожность при пайке полупроводниковых приборов.

Электронные блоки

Проверить крепление и состояние радиоэлектронных элементов, катушек и подводящих проводов блоков, очистить блоки от загрязнений. При необходимости отрегулировать блоки в соответствии с технологическими инструкциями заводов-изготовителей и инструкциями, действующими в ОАО "РЖД", неисправные заменить.

Прочее электронное оборудование

Техническое обслуживание и ремонт электронных блоков панелей управления или агрегатов панелей управления, датчиков боксования, СТП, информационных бегущих строк и блоков их управления, тиристорных шунтов произвести в соответствии с технологическими инструкциями заводов-изготовителей и инструкциями, действующими в ОАО "РЖД".

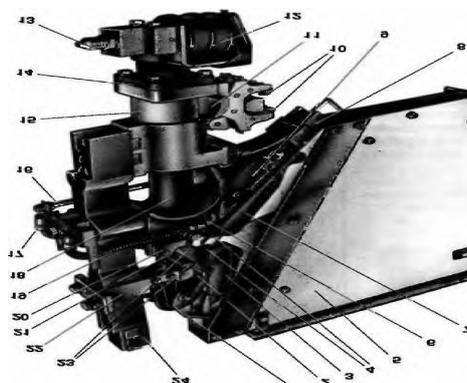
### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы ускоренного отключения выпрямительной установки.
2. Поясните порядок обслуживания выпрямительной установки .
3. Перечислите основные требования охраны труда и техники безопасности при обслуживании электроустановок.

## 10. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы электропневматических контакторов, реверсоров.

### 10.1 Назначение конструкция и принцип работы электропневматических контакторов, реверсоров.

Силовые контакторы предназначены для замыкания и размыкания главных электрических цепей. Силовые электрические цепи замыкают и размыкают их главные контакты, а цепи управления и сигнализации - блок - контакты. Контактор 1 КП 006 предназначен для коммутации главных цепей (рис. 10.1). силовой схемы моторного вагона. Все узлы и детал контактора собраны на изоляционном стержне 13. В конструкцию аппарата входят подвижный 9 и неподвижный 10 контакты, дугогасительная камера 15, пневматический привод и блокировочные контакты.



1- плюсовой контакт; 2 — упорная планка дугогасительной камеры; 3 — верхний дугогасительный рог; 4 — дугогасительные контакты; 5 — дугогасительная камера; 6 - пружина; 7 — нижний дугогасительный рог; 8 — пружинный замок дугогасительной камеры; 9 - изоляционный кронштейн; 10 — блокировочные контакты; 11 — направляющая изолятора подвижного контакта; 12 — катушка вентиля; 13 — вентиль; 14 — крышка; 15 — цилиндр; 16 — стержень; 17 — внешний вывод; 18 - изолятор; 19 — соединительный провод; 20 — подвижный контактный держатель; 21 — ось; 22 - неподвижный контакт; 23 — главные контакты; 24 — изоляционная стойка

Рис. 10.1 Электропневматический силовой контактор 1 КП-005

Неподвижный контакт представляет собой кронштейн 11с дугогасительной катушкой 12 и собственно контактом 10. На кронштейне 6 подвижного контакта шарнирно установлен рычаг 8 держателя 7 с контактом 9. Рычаг связан изоляционной тягой 5 со штоком пневматического привода.

Привод состоит из цилиндра 3, в котором находятся отключающая пружина, шток, поршень и крышка электромагнитного вентиля 2. Поршень уплотнен резиновыми манжетами.

Контактор имеет лабиринтнощелевую дугогасительную камеру 15 из двух

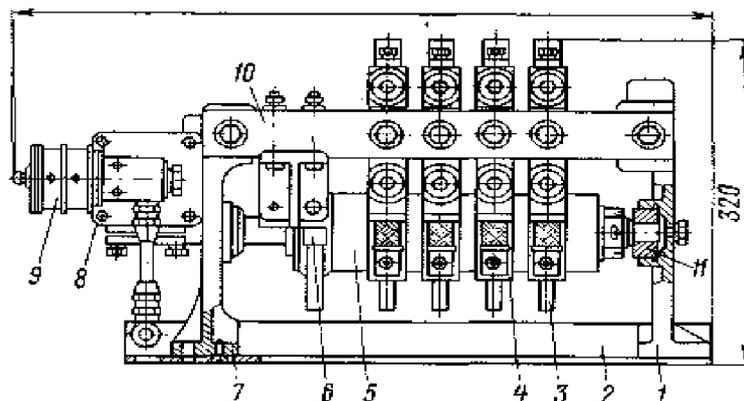
боковин (из композиционного материала) и перегородкой на выходе.

Блокировочные контакты изготовлены в виде отдельного узла 1. Контакты мостикового типа с контактными деталями из серебра закрыты прозрачным корпусом. Они установлены на цилиндре 3 пневматического привода и замыкаются или размыкаются под действием скобы 4, закрепленной на штоке привода.

Сжатый воздух, поступая в цилиндр привода, перемещает поршень и подвижную систему контактора и замыкает главные контакты, одновременно переключая блокировочные контакты.

Размыкаются главные контакты под действием отключающей пружины после снятия питания с катушки вентиля. Воздух из цилиндра выходит через вентиль в атмосферу, подвижная система контактора возвращается в исходное положение, размыкая главные контакты. Возникшая между контактами дуга под действием магнитного поля дугогасительной катушки затягивается в щель дугогасительной камеры, где охлаждается, удлиняется и гаснет.

На пневматическом выводе электромагнитного вентиля имеется втулка с калиброванным отверстием диаметром 1,5 мм, через которое сжатый воздух равномерно поступает в цилиндр привода. Поэтому при включении контакты не испытывают ударных нагрузок. Реверсивный переключатель служит для переключения цепей обмоток возбуждения тяговых двигателей при изменении направления движения поезда. На электропоезде ЭР9М установлен реверсивный переключатель ПР-320Б-1, на ЭД9Т и ЭД9М - 1П.008У2. В процессе работы электропоезда возникает необходимость изменять направление движения. Для этого нужно изменить направление вращения якорей тяговых двигателей — реверсировать их. Аппарат, посредством которого производят изменение направления тока в обмотках возбуждения или обмотках якорей тяговых двигателей, а следовательно, и изменение вращения якорей, называется реверсором. Реверсоры, как правило, включают в цепь обмоток возбуждения тяговых двигателей. Это объясняется тем, что напряжение, приходящееся на обмотки возбуждения, меньше, чем приходящееся на якорь, что позволяет уменьшить размеры аппарата, и он получается значительно проще. На электропоездах ЭД9М установлен реверсор 1П.008У2. Он представляет собой каркас из двух поперечных алюминиевых рам 1 и 7, скрепленных двумя продольными угольниками 2 и двумя текстолитовыми рейками 10, на которых размещено восемь силовых контакторов 4 и два контактора управления 6. Для размыкания силовых контакторов и контакторов управления имеются кулачковые шайбы 3 (рис. 10.2).

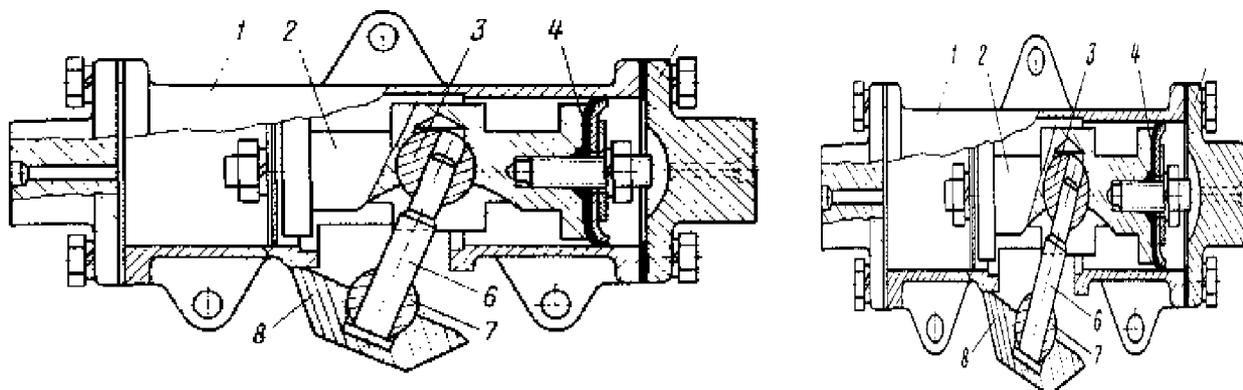


1,7 - рамы; 2 - угольники ; 3 – кулачковые шайбы ; 4 – силовые контакторы ; 5 – кулачковый вал; 6 – контактор управления ; 8 двухпозиционный привод; 9 – пневматический вентиль ; 10 – текстолитовая рейка ; 11 – подшипник.

Рис.10.2 Переключатель реверсивный

Кулачковые шайбы насажены на кулачковый вал 5, который вращается в подшипниках 11, запрессованных в рамы. Реверсор имеет два рабочих положения Вперед и Назад. Для поворота кулачкового вала реверсора на передней раме размещен двухпозиционный привод 8. Подача воздуха в левую и правую полости привода осуществляется электро- пневматическими вентилями 9.

Привод реверсора состоит из цилиндра 1 (рис. 10.3), закрытого с обеих сторон крышками 5. В цилиндре помещены два поршня 4, связанные между собой штоком 2. В средней части штока размещен железо-графитовый сухарь 3.



1 - цилиндр; 2 - шток ; 3 - сухарь ; 4 - поршень ; 5 - крышка; 6 - поводок ; 7 – кулачковый вал; 8 – упор.

Рис.10.2 Пневматический привод реверсивного переключателя

При подаче воздуха в одну из полостей цилиндра поршень начинает перемещаться вместе с сухарем 3, который тянет за собой поводок 6, поворачивающий кулачковый вал 7 с упором 8 на 45°. Переключение обмоток возбуждения происходит без тока, поэтому кулачковые контакторы выполнены без дугогашения.

## **10.2 Неисправности электропневматических контакторов, реверсоров.**

Значительные механические воздействия (удары, вибрации, инерционные силы), которым подвергаются аппараты в эксплуатации, вызывают повышенный износ их болтовых и шарнирных соединений, приводят к образованию трещин и сколов изоляторов, трещин и поломок пружин, перетиранию изоляции проводов, обрыву их проводников и гибких шунтов, ослаблению крепежных узлов и поломке их отдельных элементов, нарушению герметичности элементов пневматической сети и пневматических приводов отдельных аппаратов.

Частые включения и выключения аппаратов в сочетании с неблагоприятными атмосферными воздействиями, попаданием песка, пыли, абразивных и металлических частиц при повышенных значениях нажатия контактов приводят к повышенному износу шарнирных соединений, силовых контактов, стенок цилиндров, поршней и клапанов пневматических приводов, пальцев и блокировочных сегментов аппаратов цепей управления и других элементов подвижных частей аппаратов. Наиболее интенсивному износу подвержены контактные поверхности аппаратов, разрывающих большие токи, к ним относятся (быстродействующие и линейные контакторы). Наиболее интенсивному износу подвержены контактные поверхности аппаратов, разрывающих большие токи (быстродействующие и главные выключатели, быстродействующие и линейные контакторы).

Повышенные температуры вызывают преждевременное старение изоляции, ускоряют процесс окисления контактных поверхностей, способствуют возникновению трещин в изоляторах.

Повышенные напряжения создают условия для возникновения пробоя изоляции элементов аппаратов и проводов. Повышенное напряжение может быть причиной возникновения электрических дуг, приводящих к перечисленным выше повреждениям. С целью уменьшения отказов и неисправностей к электрическим аппаратам предъявляются следующие требования: они должны быть надежно закреплены и содержаться в чистоте, так как наличие масла, влаги или иных загрязнений на частях аппаратов и особенно на их изоляционных деталях может явиться причиной

поверхностного перекрытия. Одним из основных требований, предъявляемых к электрическим аппаратам, является надежность размыкаемых и не размыкаемых контактных соединений. Чем лучше состояние контактов, тем меньше переходное сопротивление и нагрев при протекании через него тока. Соединительные провода и гибкие шунты не должны иметь оборванных жил, дефектной пайки наконечников.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции электропневматических контактора.

2. Перечислите основные элементы конструкции реверсивного переключателя.

3. Перечислите основные элементы конструкции привода реверсивного переключателя

4. Перечислите основные неисправности электропневматических контакторов и реверсивных переключателей.

## **11. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы токоприёмников.**

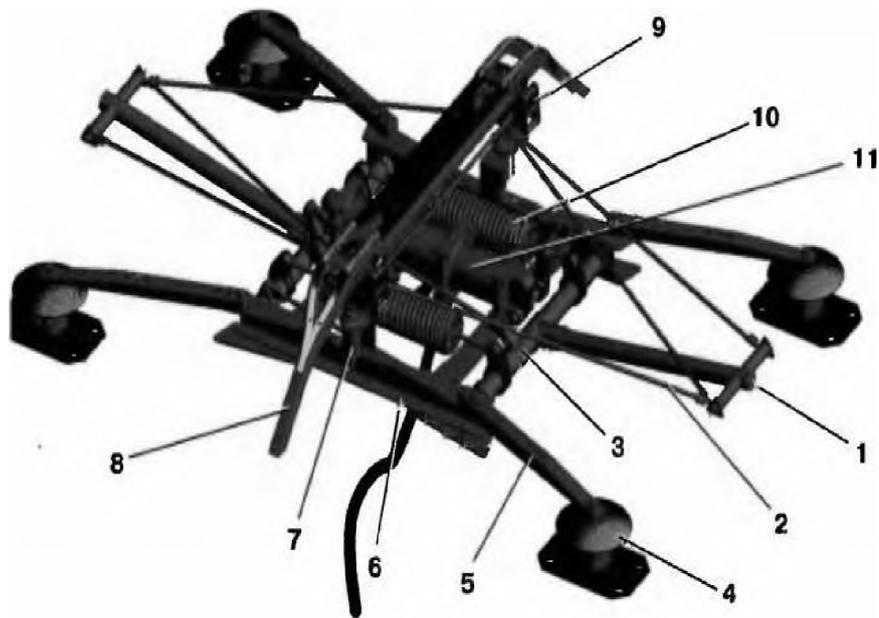
### **11.1 Назначение конструкция и принцип работ токоприёмников.**

Токоприемник служит для передачи электрической энергии от контактного провода к оборудованию электропоезда.

На электропоездах установлены токоприемники ТЛ-13У1-01, состоящие из следующих основных узлов: основания 6 (рис. 11.1); подвижной системы, состоящей из нижних 1 и верхних 2 трубчатых рам; верхнего узла, состоящего из полоза 8 и кареток 9; механизма подъема и опускания токоприемника.

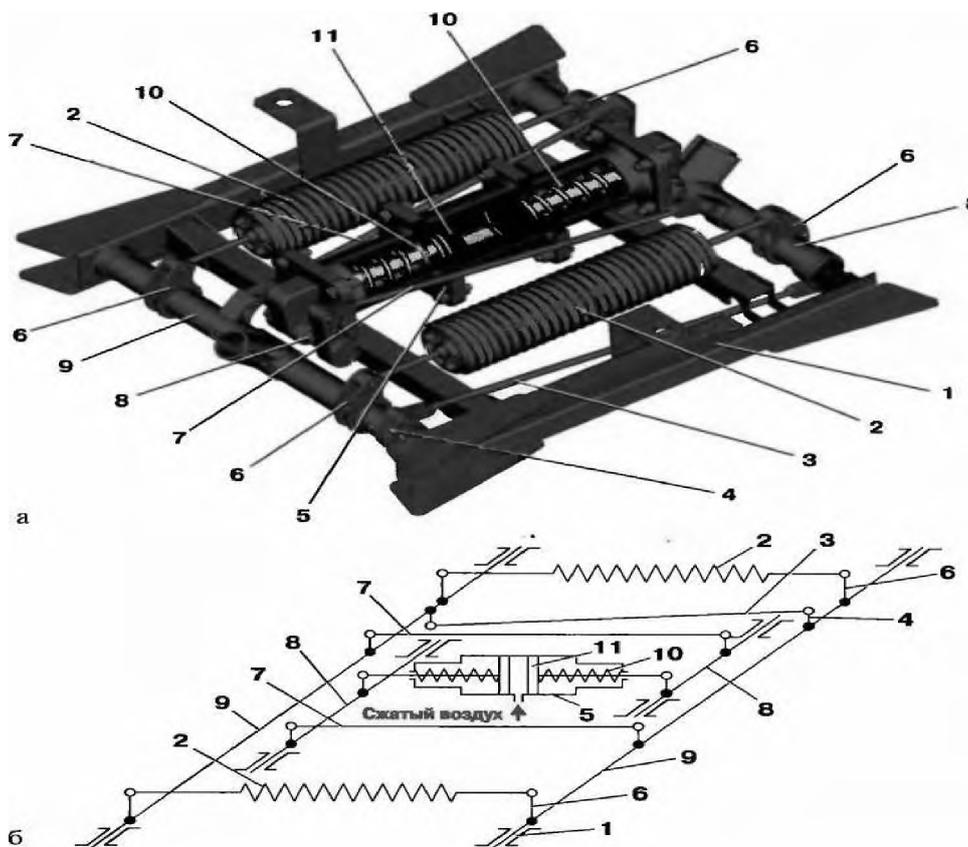
На основании закреплены четыре кронштейна 5 с изоляторами 4, через которые токоприемник крепят на крыше вагона. Перестановкой кронштейнов на основании обеспечивают размер 1450x1980 мм, необходимый для установки токоприемника.

При подаче сжатого воздуха в цилиндр пневмопривода 5 (рис. 11.2) поршни 11 привода расходятся, сжимая опускающие пружины 10 и поворачивая валы 8.



1 — нижняя рама; 2 — верхняя рама; 3 — вал; 4 — изолятор; 5 — кронштейн;  
 6 — основание; 7 — упор; 8 — полоз; 9 — каретка; 10 — поднимающая пружина;  
 11 — пневматический привод

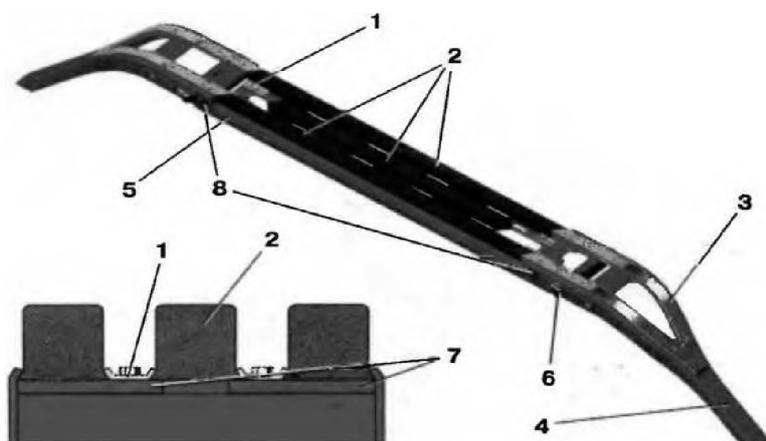
Рис. 11.1 Токоприемник ТЛ-13У-01



а — привод; б — кинематическая схема привода; 1 — основание; 2 — поднимающие пружины; 3, 7 — тяга; 4, 6 — рычаг; 5 — пневматический привод; 8, 9 — вал; 10 — опускающая пружина; 11 — поршень

Рис. 11.2. Привод токоприемника

При этом валы 8 через тяги 7 поворачивают валы 9, на которые дополнительно действует усилие поднимающих пружин 2. Поворачиваясь под действием поднимающих пружин и поршней, валы 9 поднимают нижнюю и верхнюю рамы токоприемника с полозом. Усилие прижима полоза поднятого токоприемника к контактному проводу зависит только от усилия поднимающих пружин 2. При падении давления сжатого воздуха в цилиндре пневмопривода сжатые опускающие пружины 10 сдвигают поршни 11, преодолевая при этом усилие поднимающих пружин 2, и, поворачивая валы 8, опускают рамы токоприемника. Для уменьшения износа полоза токоприемника и контактного провода на полозе 5 (см. рис. 11.3) установлены угольные вставки 2, которые заменяют по мере износа.



1 — прижимная планка; 2 угольная вставка; 3 — накладка концевого скоса; 4 — концевой скос; 5 — полоз; 6 — отверстие крепления полоза к каретке; 7 — подкладка под угольные вставки из шинной меди; 8 — шпилька крепления медного шунта к подкладке и полозу.

Рис. 11.3 Полоз токоприемника

Вставки 2 крепятся на полозе 5 болтами с помощью прижимных планок 1. Чтобы исключить попадание контактного провода за полоз при проходе воздушных стрелок, на концах полоза 5 имеются концевые скосы 4. Для смягчения ударов полоза 8 (рис. 11.3) о контактный провод при подъеме токоприемника полоз представляет собой систему шарнирно связанных рычагов, обеспечивающих вертикальное перемещение полоза относительно рамы токоприемника в пределах 50 мм.

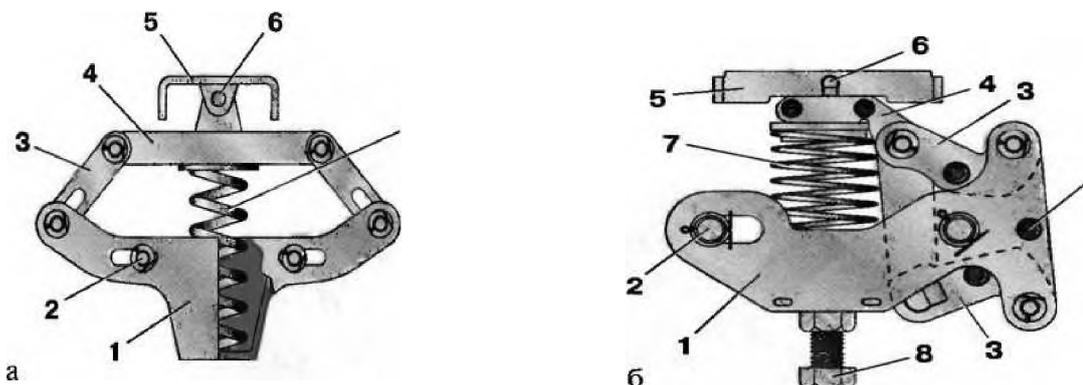
Качество регулировки и правильность работы токоприемника определяют по статическим характеристикам. Характеристики токоприемника проверяют в следующей последовательности:

В цилиндр подают воздух. При этом токоприемник поднимается.

Закрепив динамометр, уравнивают полоз токоприемника поочередно на высоте 400, 1000, 1500, 1900 мм.

Постепенно ослабляя натяжение динамометра в каждой точке, измеряют усилие нажатия в начале движения полза вверх, а затем, увеличивая натяжение динамометра, усилие нажатия в начале движения полза вниз.

Регулируют усилие нажатия поднимающими пружинами, вращая их на штырях, укрепленных на главных валах токоприемника. Сезонную регулировку характеристик токоприемника выполняют перед зимним и летним периодом эксплуатации, что устанавливается нормативными документами ОАО «РЖД» и дороги, где эксплуатируются электропоезда.



а — первой серии; б — новой серии; 1 — основание; 2 — поперечный валик токоприемника; 3 — серьга; 4 — верхняя планка; 5 — коромысло; 6 — ось; 7 — пружина; 8 — регулировочный болт; 9 — заклепка

Рис. 11.4 Каретка токоприемника

## 11.2 Неисправности токоприёмников.

Токоприемники э. п. с. работают в более трудных, чем другие аппараты, условиях, так как они дополнительно подвержены воздействиям со стороны контактной подвески и сил от сопротивления воздушной среды.

В результате ненормального взаимодействия с деталями контактной сети в сочетании с другими факторами перекашиваются рамы токоприемников, возникают изгибы труб рам, ослабляется крепление нижней рамы, лопаются изоляторы, перекашиваются шарниры механизма подъема и опускания, слабнут и перетираются шунты, возникают трещины в коробе полза и деталях кареток

В ходе эксплуатации изнашиваются валики в втулки шарнирных соединений, разрушаются и загрязняются подшипники, изнашиваются и теряют эластичность манжеты поршней пневматического привода, теряется упругость и ослабляется натяжение пружин, изнашиваются амортизаторы.

Перечисленные дефекты в сочетании с нарушением регулировки токоприем-

ника приводят к нарушению нажатия его полоза на контактный провод. В результате при повышенном нажатии происходит интенсивный износ накладок, а при пониженном — ухудшается качество электрического контакта, усиливается электроэрозия, вызывающая подгары и оплавления как накладок токоприемника, так и контактного провода.

При неправильной регулировке клапана токоприемник последний будет подниматься со значительными ударами о контактный провод и опускаться с сильными ударами о раму основания, что может привести к перекосу рам, появлению отколов и трещин у изоляторов, изгибу труб, возникновению изломов и трещин в каретках, изгибу полоза и повреждению накладок и изоляторов.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции токоприёмника ТЛ-13У-01
2. Перечислите основные элементы конструкции полоза токоприёмника.
3. Перечислите основные элементы конструкции кареток токоприёмника.
4. Перечислите основные элементы конструкции электропневматического привода токоприёмника.

## **12. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы электромагнитных контакторов.**

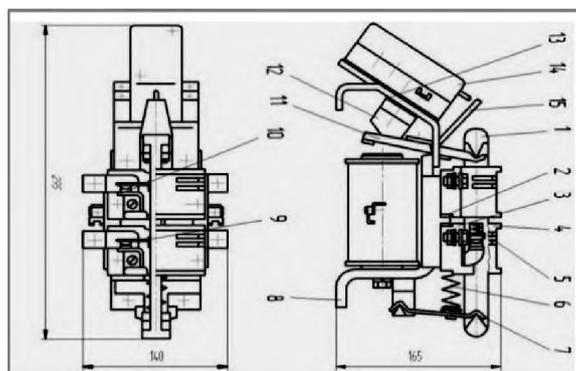
### **12.1 Назначение конструкция принцип работы электромагнитных контакторов.**

Контакторы серии МК1, МК2 служат для коммутации постоянного и переменного тока частотой 50 Гц, контактная система главной цепи состоит из контактной колодки на которой установлены неподвижные контактные скобки, дугогасительные катушки и траверсы с подвижными камерами. Для снятия дугогасительных камер необходимо нажать пальцами на выступающие части защелкивающих колодок и выдвинуть камеру вперед.

При полном износе контактных колодок в месте контактирования полностью неподвижных или подвижных контактов они подлежат замене.

Регулировка растворов и провалов производится регулировочными пластинами и перемещением колодки в ограничителе хода якоря.

Допускается увеличение раствора и провала контактных нажатий, если при этом обеспечивается четкое включение контактора (рис.12.1)

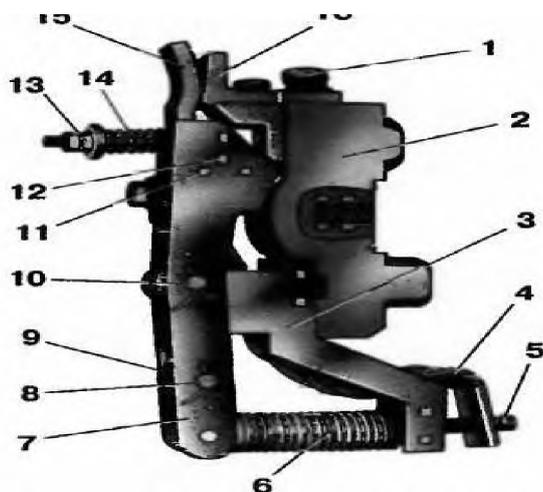


- 1 – изоляционная тяга; 2 – пластина регулировочная; 3 – изоляционная колодка;  
 4 – дугогасительная камера; 5 – пружина нажимная; 6 – отключающая пружина; 7 – скоба;  
 8 – магнитопровод; 9 – подвижный контакт; 10 – неподвижный контакт; 11 – якорь;  
 12 – упор; 13 – прокладка; 14 – узел вспомогательных контактов; 15 – скоба.

Рис.12.1 Электромагнитный контактор типа МК

Все узлы и детали смонтированы на скобе электромагнита 8. Неподвижные контакты 10 в виде скоб установлены на изоляционной колодке 3 и образуют самостоятельный узел. Подвижные контакты 9 в виде мостика расположены в окнах изоляционной тяги 1, которая своими призмами опирается с одной стороны на якорь 11, а с другой - на скобу 7. Эти детали образуют подвижную систему контактора. Контакты имеют накладки из композиции серебро-окись кадмия. Контактное нажатие осуществляется пружиной 5. Для регулировки зазора между контактами и провала предусмотрены пластины 2 и прокладки 13. Узел вспомогательных контактов 14 укреплен на верхней скобе и приводится в действие скобой 15, установленной на якоре 11. Для обеспечения заданного угла поворота якоря на скобе предусмотрен упор 12. При подаче напряжения на втягивающую катушку электромагнита якорь под действием электромагнитных сил поворачивается на призматической опоре и сообщает поступательное движение тяге. При этом происходит замыкание или размыкание главных и вспомогательных контактов. Выключение контактора осуществляется отключающей пружиной 6 после снятия напряжения с катушки. При размыкании цепи возникающая электрическая дуга на главных контактах гасится за счет интенсивного нарастания сопротивления в двух дуговых промежутках. Дугогасительная камера 4 предназначена для ограничения пламени дуги. Кулачковые контакторы применяются для коммутации цепей управления. Кулачковые контакторы КЭ -153. На изоляторе 2 контактора закреплен кронштейн 3, в который вставлена и зафиксирована шпилькой ось 10, вокруг которой поворачивается рычаг 7. Подвижный 15 и неподвижный 16 контакты постоянно замкнуты, так как рычаг 7 поджат прижимной пружиной 6, установленной

между кронштейном 3 и хвостовиком рычага 7. Подвижный контакт 15 установлен в рычаге 7 на призмах 11 и 12. Его положение относительно рычага 7 и, следовательно, зазор между контактами при размыкании регулируют, изменяя усилие притирающей пружины (рис.12.2) 14 с помощью гайки 13. Кулачковая шайба контроллера воздействует на рычаг 7 через ролик 9, установленный на оси 8, преодолевая усилие пружины 6, чем размыкает контакты 15 и 16. В качестве ролика использован шариковый подшипник. Провода электросхемы подключают к контактору через контактную шпильку 5, соединенную гибким шунтом 4 с подвижным контактом 15 и вывод 1, крепящий к изолятору 2 держатель неподвижного контакта 16.

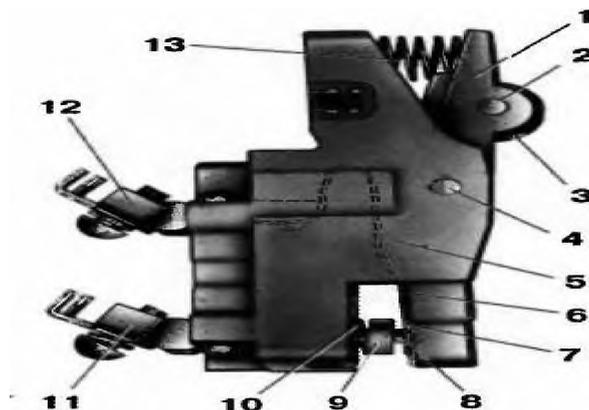


- 1 — вывод; 2 — изолятор; 3 — кронштейн; 4 — гибкая шина; 5 — контактная шпилька;  
 6 — прижимная пружина; 7 — рычаг; 8 — ось ролика; 9 — ролик; 10 — ось рычага;  
 11, 12 — призмы; 13 — регулировочная гайка; 14 — притирающая пружина;  
 15 — подвижный контакт; 16 — неподвижный контакт

Рис. 12.2 Кулачковый контактор КЭ-153

Контактор КЭ2А состоит из изолятора 5 (рис.12.3), рычага I, неподвижного 9 (контактный болт) и подвижного 8 контактов и двух выводов 11 и 12. Выводы изготовлены из латуни и установлены на изоляторах. В вывод 11 ввернут болт 9 с контактной накладкой из серебра. Пружина 10, зажатая между заплечиком вывода и головкой контактного болта, предохраняет болт от самопроизвольного отворачивания. Вворачивая или выворачивая болт, регулируют зазор между контактами. Узел подвижного контакта состоит из серебряного контакта 8, пружинящей пластины 6 и гибкого пластинчатого шунта 7. Контакт приклепан одновременно к шунту и к пластине. Рычаг 1 из изоляционного материала качается на оси 4, установленной в отверстии изолятора 5. Ось зафиксирована в изоляторе стопорным пружинным кольцом. На рычаге установлен ролик 3 и узел подвижного контакта. В качестве ролика

применен шарикоподшипник. Форма рычага, пружинящей пластины и расположение оси вращения выбраны так, что при замыкании контактов обеспечивается их провал и проскальзывание относительно друг друга. Включение контактов и их прижатие обеспечивается включающей пружиной 13, воздействующей на хвостовик рычага. В исходном положении контакты замкнуты, при воздействии кулачковой шайбы контроллера на ролик 3 преодолевается усилие пружины 13 и происходит размыкание контактов. Для закрепления контактора на рейках в изолятор залита металлическая гайка.



1 — рычаг; 2 — ось ролика; 3 — ролик; 4 — ось рычага; 5 — изолятор; 6 — пружинящая пластина; 7 — гибкий шунт; 8 — подвижный контакт; 9 — контактный болт; 10 — фиксирующая пружина; 11, 12 — выводы; 13 — включающая пружина

Рис. 12.3 Кулачковый контактор КЭ-2А

## 12. 2 Неисправности электромагнитных контакторов.

У контакторов в процессе эксплуатации изнашиваются рабочие поверхности контактов, детали подвижной системы, нарушается изоляция стоек и катушек, прогорают стенки дугогасительных камер, обрываются жилы гибких шунтов и проводов, слабнут или ломаются пружины, нарушается работа привода и регулировка основных параметров контакторов.

Характерные неисправности кулачковых контакторов — обгорание и повышенный износ контактов. В первом случае неисправность вызвана недостаточным усилием нажатия контактов, а во втором — увеличенным. Устранить обе неисправности можно, заменив контактор или пружину.

Провал контактов измеряют универсальным измерительным инструментом или щупом. При несоответствии провала контакторов — обгорание и повышенный износ контактов. В первом случае неисправность вызвана недостаточным

усилием нажатия контактов, а во втором — увеличенным. Устранить обе неисправности можно, заменив контактор или пружину.

Провал контактов измеряют универсальным измерительным инструментом или щупом. При несоответствии провала номинальному значению контактор заменяют.

Усилие нажатия контактов измеряют динамометром класса точности не ниже 1,5. Начальное усилие измеряют на разомкнутых контактах динамометром, действие которого приложено в направлении оттягивания контактов в тот момент, когда контакты начинают перемещаться. Конечное усилие измеряют при замкнутых контактах также в направлении оттягивания контактов. Блокировочные устройства осматривают. Пластинчатые контакты с выработкой более 0,55 мм, с трещинами, подгарами или потерявшие упругость заменяют. Износ подвижных контактов, (сегментов) не должен превышать 1 мм при номинальной их толщине 3 мм и 2 мм при толщине 5 мм.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции электромагнитного контактора типа МК.
2. Перечислите основные элементы конструкции кулачкового контактора типа КЭ - 153.
3. Перечислите основные элементы конструкции кулачкового контактора типа КЭ - 2А.
4. Перечислите основные неисправности электромагнитных и кулачковых контакторов.

### **13. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы главного выключателя.**

#### **13.1 Назначение конструкция и принцип работы главного выключателя.**

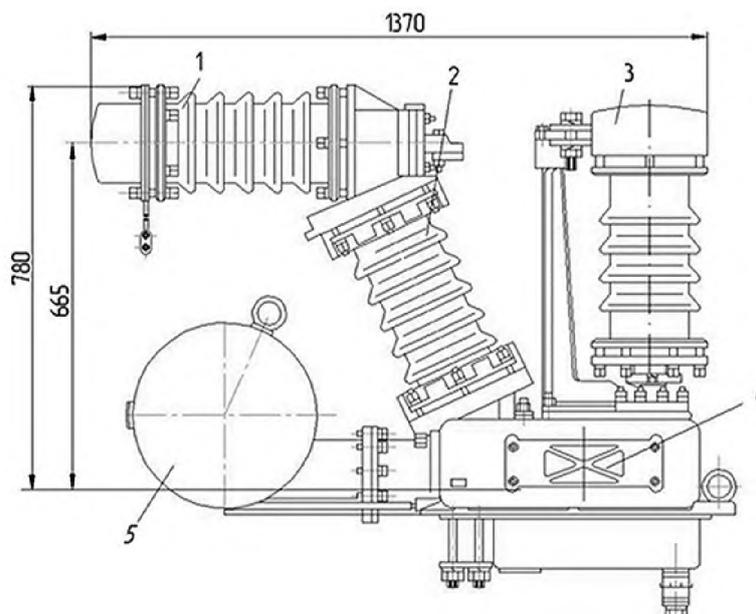
Выключатель однополюсный высоковольтный воздушный является главным выключателем (ГВ) электропоезда и предназначен для оперативной коммутации (включение и отключение) электрического питания электропоезда (тягового трансформатора) от контактной сети в рабочем режиме и для автоматического отключения в режиме короткого замыкания, перегрузок и других аварийных режимах.

На поездах серий ЭД9Т применялись выключатели ВОВ - 25-4М, на электропоездах ЭД9М применяется выключатель ВОВ-25А-Ю/400.

## Технические характеристики

Номинальное напряжение, кВ	25
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	29
Номинальный ток, А	400
Номинальный ток оперативной коммутации, А	10
Номинальный ток отключения, кА	10
Сквозной ток короткого замыкания (амплитудное значение), кА	25
Ток термической стойкости за время 0,1с, кА	10
Номинальная мощность отключения, МВА	250
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,8(8)
Собственное время отключения от промежуточного реле при токе срабатывания, равном 1,3 тока уставки, с, не более	0,06
Тоже при токе срабатывания, равном 2,0 и более тока уставки, с, не более	0,05
Собственное время отключения от электромагнита переменного тока при токе в катушке 15А, с, не более	0,03
Собственное время включения, с, не более	0,18
Номинальное напряжение цепи управления постоянного тока, В	50
Номинальное напряжение цепи управления переменного тока, В:	
-электромагнита отключения	380
-электронагревателя	22
Устройство и работа.	

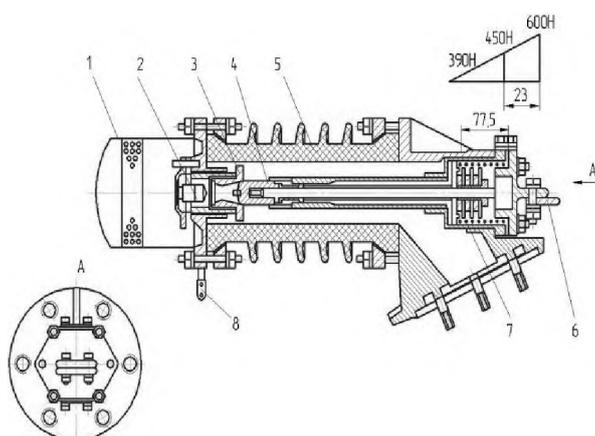
Выключатель в соответствии с (рис. 13.1) состоит из дугогасительной камеры 1, воздухопроводного изолятора 2, разъединителя 3, блока управления 4, воздушного резервуара 5 и ограничителя перенапряжений ОПН-25 М УХЛ1.



1-дугогасительная камера;2 – воздухопроводный изолятор;3 - разъединитель;4 –блок управления;5 – воздушный резервуар.

Рис. 13.1 Выключатель ВОВ - 25А – 10 /400УХЛ1

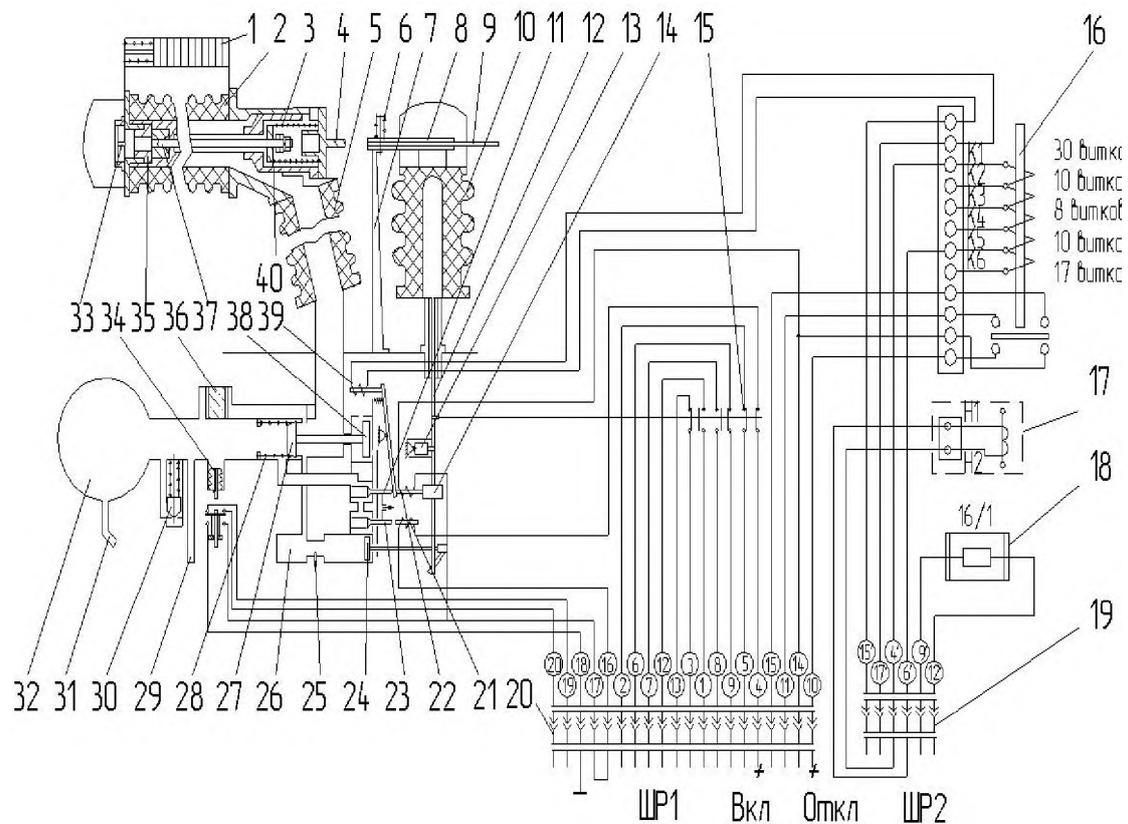
Дугогасительная камера в соответствии с ( рис. 13.2) состоит из колпака 1, ограничителя дуги 2, неподвижного контакта 3, подвижного контакта 4, изолятора 5, контакта 6, пружинно-пневматического привода подвижного контакта 7 и вывода 8.



1 – колпак; 2 – ограничитель дуги; 3 – неподвижный контакт; 4 – подвижный контакт; 5 – изолятор; 6 – контакта неподвижного ножа; 7- пружинно-пневматического привода подвижного контакта; 8 - вывода.

Рис. 13.2 Дугогасительная камера ВОВ - 25А – 10 /400УХЛ1

Разъединитель в соответствии с (рис. 13.2) состоит из контактной пружины 6, заземляющего кронштейна 7, контактных ножей 8, вывода 9, изолятора 10.



- 1-варистор ВВ - 25 УХЛ1; 2 - дугогасительная камера; 3,6,28- пружины; 4 - контакт; 5 - воздухопроводный изолятор ; 7 -заземляющий кронштейн; 8 -ножи; 9 - вывод; 10 - изолятор;11 - отключающий клапан;12 - вал;13 - пружинное устройство; 14 - эксцентрик; 15 -контрольно сигнальный аппарат (КСА); 16 -промежуточное реле; 17 - трансформатор тока ТПОФ- 25; 18 -электрический нагревательный элемент; 19,20 -штепсельные разъёмы;21,22- включающий и удерживающий электромагниты;23-включающий клапан ; 24,38 - пневматические приводы; 25 - регулировочный винт; 26 - дополнительный объём; 27- главный клапан; 29 - штуцер; 30 - обратный клапан; 31 - спускная трубка; 32 - воздушный резервуар;33 -ограничитель дуги; 34 -автоматический выключатель минимального давления(АМД) ; 35 - неподвижный контакт; 36 - патрон азрации; 37 -подвижный контакт; 39- отключающий электромагнит; 40 - пружинно - пневматический привод.

Рис. 13.2 Дугогасительная камера BOB - 25A – 10 /400УХЛ1

В блок управления в соответствии с (рис. 13.2) входят: главный клапан 27, пневматический привод разъединителя 24, клапаны управления 11 и 23, автомат минимального давления 34, штуцер 29 с резьбой (G 1/2") для подключения манометра, обратный клапан 30 со штуцером с резьбой (G 1/2") для подключения источника сжатого воздуха, отключающий электромагнит 39 переменного тока, включающий электромагнит 21, удерживающий

электромагнит 22, контрольно-сигнальный аппарат 15, промежуточное реле 16, штепсельные соединения (ШР1) 20 и (ШР2) 19, патрон аэрации 36 с силикагелем для вентиляции внутренних поверхностей воздухопроводного изолятора и изолятора дугогасительной камеры, пружинное устройство 13, доводящее разъединитель до фиксированных положений ОТКЛЮЧЕНО и ВКЛЮЧЕНО, и электрический нагревательный элемент 18 для обеспечения надежной работы блока управления при низких температурах. Воздушный резервуар имеет трубку 31 для спуска конденсата со штуцером с резьбой (G 1/2") для подсоединения разобщительного крана. С целью снижения уровня коммутационных перенапряжений на дугогасительной камере 2 установлен ограничитель перенапряжений 1 типа ОПН-25 М УХЛ1. Ограничитель перенапряжений типа ОПН-25 М УХЛ1 состоит из 15 элементов (шайб), электрически соединенных между собой контактными поверхностями. Шайбы расположены внутри фарфорового изолятора, сжаты пружиной и залиты эластичным термостойким и морозостойким компаундом для обеспечения неподвижности элементов и электрического контакта между ними.

### **13.2 Неисправности главного выключателя.**

Основной особенностью, отличающей аппараты защиты от аппаратов иного назначения, является то, что многие из них не только реагируют на отклонения от нормальных режимов работы отдельных узлов или электрической схемы в целом, но и сами разрывают их цепи, защищая от недопустимо больших токов и напряжений. Наиболее тяжелыми для электрических цепей являются глухие короткие замыкания, при которых ток может достигать очень больших значений. При разрыве цепей с такими токами возникают мощные электрические дуги, способные за короткий промежуток времени разрушить изоляцию и оплавить металлические детали отключающего аппарата. Поэтому такие аппараты должны иметь возможно меньшее собственное время отключения. Большие токи перегрузки приводят к недопустимому нагреву токопроводящих деталей, а также вызывают значительные механические силы, повышающие износ отдельных элементов аппаратов, а иногда приводящие к их поломке. У главных выключателей э. п. с. переменного тока оплавляется киритовая накладка дугогасительных контактов, обгорают изоляторы воздухопровода, оплавляется и изнашивается нож разъединителя, нарушается ход клапанов электромагнита включения, повреждается глазурь изоляторов, оплавляются сквозные отверстия цилиндра и ламели контактной трубы, возникают оплавления и трещины на изоляционных колодках блокировочного устройства, изнашиваются клапаны и втулки блока клапанов. На фарфоровом кожухе и изоляторах разрядников возникают

отколы, трещины и прогары, смещение с фиксированного положения предохранительного клапана, изломы кронштейна счетчика срабатывания. Ослабление затяжки болтов, крепящих кабельные наконечники, приводит к оплавлению и наконечников, и самих болтов.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции главного выключателя (ГВ) ВОВ - 25А -10/400УХЛ1.
2. Перечислите основные элементы конструкции дугогасительной камеры(ГВ) ВОВ - 25А -10/400УХЛ1.
3. Поясните принцип работы главного выключателя (ГВ).
4. Перечислите основные неисправности главного выключателя (ГВ).

### 14. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы быстродействующего выключателя.

#### 14.1 Назначение конструкция и принцип работы быстродействующего выключателя.

Выключатель быстродействующий ВБ-8 предназначен для защиты цепей тяговых двигателей электровоза от токов короткого замыкания.

Технические характеристики:

Номинальное напряжение главной цепи, В	1250
Номинальный ток главной цепи, А	1000
Ток уставки, А	2000

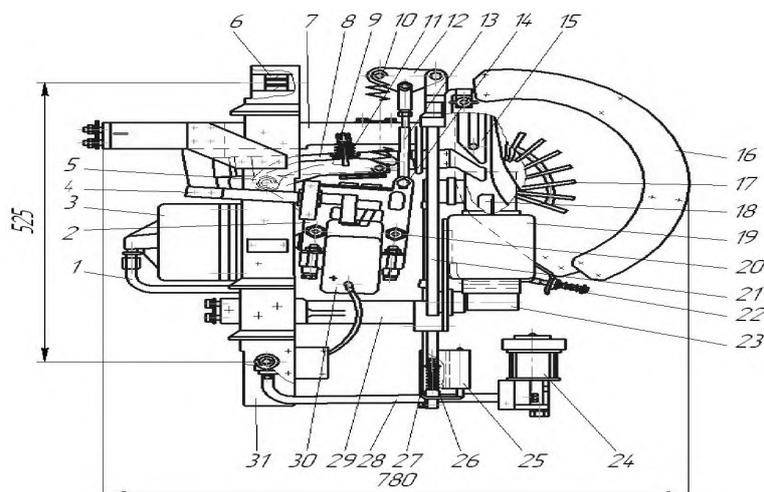
+200  
-100

Пределы регулирования тока уставки, А	1500...2500
---------------------------------------	-------------

Собственное время отключения при начальной скорости нарастания тока 150 А/мс, мс, не более	3
--	---

Номинальное напряжение цепи управления

Устройство и работа. Все основные узлы выключателя ВБ-8 в соответствии с (рис.14.1) крепятся на раме, которая состоит из двух изоляционных боковин 31, склепанных по концам распорками 6. В них имеются отверстия, с помощью которых производится крепление выключателя на электровозе.



1,28 - воздухопроводы; 2 - электромагнит; 3 - пневматический привод;  
 4 – размагничивающая катушка; 5,14 - ось; 6 - распорка; 7,29 - силуминовые кронштейны;  
 8 - контактный рычаг; 9 - рычаг якоря; 10 - отключающие пружины; 11 – пружины сжатия ;  
 12 - тяга ; 13 - стержень; 15 – верхний рог; 16 – дугогасительная камера; 17 - полюс;  
 18 – неподвижный контакт; 19 - дугогасительная катушка; 20,27 – регулировочный винт;  
 21 – изоляционная панель; 22 – пружина замка; 23-магнито -провод; 24 – электромагнитный  
 вентиль; 25 - блокировка ; 26 - переключающая пружина; 30 – удерживающая катушка;  
 31 - изоляционная боковина.

Рис.14.1 Выключатель быстродействующий ВБ - 8

Между изоляционными боковинами расположены два силуминовых кронштейна 7 и 29 и пневматический привод 3. К кронштейнам крепится изоляционная панель 21 с расположенными на ней неподвижным контактом 18, магнитной дугогасительной системой и низковольтными блокировками 25. Контактный рычаг 8, рычаг якоря 9 и электромагнит 2 с удерживающей катушкой 30 и размагничивающей катушкой 4 размещены на оси 5, установленной на раме выключателя. Удерживающая катушка для снятия перенапряжений зашунтирована диодами КД 202 Р. Две отключающие пружины 10 зацеплены одним концом за тягу 12, а другим концом – за якорь. Усилие обеих пружин через стержень 13 передается на ось 14, установленную на электромагните.

Для ограничения перемещения якоря и контактного рычага на кронштейне 7 установлен упор, перемещение электромагнита ограничено штоком пневматического привода. Между контактным рычагом и якорем установлены две группы контактных пружин сжатия 11. Каждая группа состоит из трех концентрически расположенных пружин. Регулировочные винты 20 служат для регулировки тока уставки путем изменения магнитной проводимости магнитопровода. Дугогасительная система выключателя состоит из магнитопровода 23, двух дугогасительных катушек 19, полюсов 17 и

лабиринтно-щелевой дугогасительной камеры 16 с резисторными элементами и деионной решеткой. Верхний рог 15 дугогасительной камеры электрически соединен с подвижным контактом через гибкий шунт и стойку, с которой он шарнирно связан. Нижний рог камеры опирается на неподвижный контакт. Нажатие на неподвижный контакт рогом осуществляется при помощи пружины замка 22. Для управления доступом воздуха в цилиндр привода установлены электромагнитный вентиль 24 и воздухопроводы 1 и 28. На выключателе применены две универсальные блокировки 25 с сочетанием контактов; один размыкающий и один замыкающий. Регулировка зазора и провала контактов блокировок осуществляется винтом 27, переключение оперативное включение выключателя осуществляется путем подачи напряжения на удерживающую катушку электромагнита и включающую катушку (электромагнитного вентиля). Электромагнитный вентиль включается кратковременно для подачи сжатого воздуха в пневматический привод. Шток пневматического привода поворачивает электромагнит до соприкосновения с якорем. В этом положении якорь притягивается к полюсам электромагнита – выключатель готов к включению, главные контакты разомкнуты.

После снятия напряжения с катушки вентиля шток пневматического привода возвращается в исходное положение. В исходное положение также, под действием отключающих пружин, возвращается электромагнит, увлекая за собой якорь и контактный рычаг, главные контакты замыкаются. При этом, после соприкосновения главных контактов, якорь с электромагнитом за счет избыточного вращающего момента поворачивается до упора на дополнительный угол, обеспечивающий провал главных контактов.

Выключатель поляризованного действия. Ток в размагничивающей катушке создает поток в якоре, направленный встречно потоку в якоре от удерживающей катушки. При достижении тока уставки результирующий магнитный поток в якоре уменьшается. Якорь под действием сил отключающих и контактных пружин отрывается от полюсов электромагнита и ударяет по контактному рычагу. Выключатель отключается. Электрическая дуга, возникающая при расхождении главных контактов, гасится в дугогасительной камере.

#### **14.2 Неисправности выключателя быстродействующего.**

При разрыве цепей с такими токами возникают мощные электрические дуги, способные за короткий промежуток времени разрушить изоляцию и оплавить металлические детали отключающего аппарата. Поэтому такие аппараты должны иметь возможно меньшее собственное время отключения. Большие токи перегрузки приводят к недопустимому нагреву токопроводящих

деталей, а также вызывают значительные механические силы, повышающие износ отдельных элементов аппаратов, а иногда приводящие к их поломке.

У быстродействующих выключателей постоянного тока возможны случаи задевания подвижного рычага и подвижного контакта о стенки дугогасительной камеры и замыкания шины размагничивающего витка на корпус. Наблюдаются повышенный износ контактных поверхностей, поршней и цилиндров приводов и шарнирных соединений, замыкание шины дугогасительной катушки. У быстродействующих контактов загрязняются рабочие поверхности магнитопровода и якоря полюсов, деформируются или теряют жесткость отключающие пружины, повреждается изоляция витка насыщения, нарушается четкость работы блокировочного устройства. Трескаются и теряют эластичность резиновые амортизаторы, обгорают и прогорают стенки дугогасительной камеры, оплавляется дугогасительный рог, повреждаются гибкие шунты.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции выключателя быстродействующего ВБ - 8.
2. Поясните принцип работы выключателя быстродействующего (ВБ).
3. Перечислите основные неисправности быстродействующего выключателя.

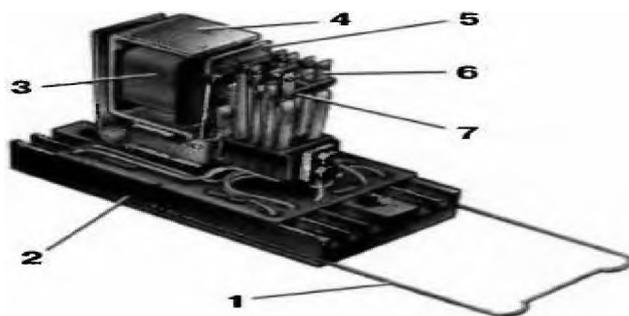
### **15. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы аппаратов защиты.**

#### **15.1 Назначение конструкция принцип работы аппаратов защиты**

Реле называется электрический аппарат, срабатывающий при изменении режима в цепи, в которой он установлен. Основным свойством реле является скачкообразное изменение выходной величины (сигнала) при плавном изменении входной. На электроподвижном составе реле применяют для автоматизации процессов управления, защиты электрооборудования, в качестве светового сигнала, промежуточных для размножения или передачи сигналов с одной цепи управления в другую. В настоящее время все более широкое применение находят бесконтактные аппараты управления, в том числе и бесконтактные реле. Однако контактные реле, особенно электромагнитные, все еще широко применяют на электропоездах

Реле МКУ-48С (рис.15.1) имеет П - образный магнитопровод с плоским сердечником, на котором установлена включающая катушка. На конце якоря б укреплен пластмассовая стойка с поперечными перекладинами, заходящими в промежутки между контактными пластинами. Блок-контакты выполнены в

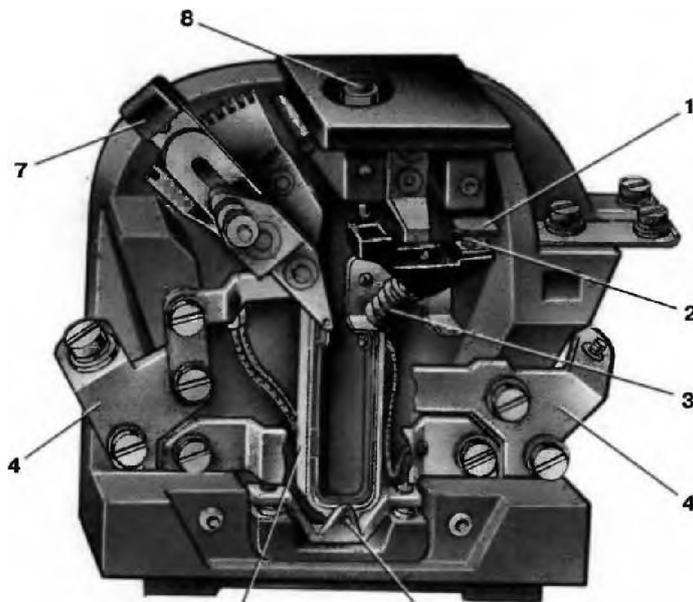
виде набора пластин, на одном конце их напаяны серебряные накладки, а к другому присоединены монтажные провода.



1 — пружина крышки; 2 — основание; 3 — катушка электромагнита; 4 — магнитопровод; 5 — якорь; 6 - контакт; 7 — поводок

Рис. 15.1. Реле (МКУ-48) (защитная крышка снята)

Реле электротепловые токовые (ТРТП) предназначены для защиты вспомогательных машин от недопустимо продолжительных перегрузок. Основной элемент их конструкции — биметаллическая пластина 6 (см. рис. 15.2) U-образной формы, установленная на оси. На один конец пластины опирается цилиндрическая пружина 3, другой конец которой опирается на изоляционную колодку, на которой установлен подвижный контактный мостик с серебряными контактами 2. Второй конец пластины соединен с механизмом уставки, позволяющим регулировать силу тока срабатывания, путем изменения величины натяга ветвей биметаллической пластины.



1 — неподвижный вспомогательный контакт; 2 — подвижный вспомогательный контакт; 3 — пружина; 4 — главный контакт; 5 — ось; 6 — биметаллическая пластина; 7 — ручка регулировки уставки реле; 8 — кнопка возврата реле

Рис. 15.2 Тепловое реле ТРТП

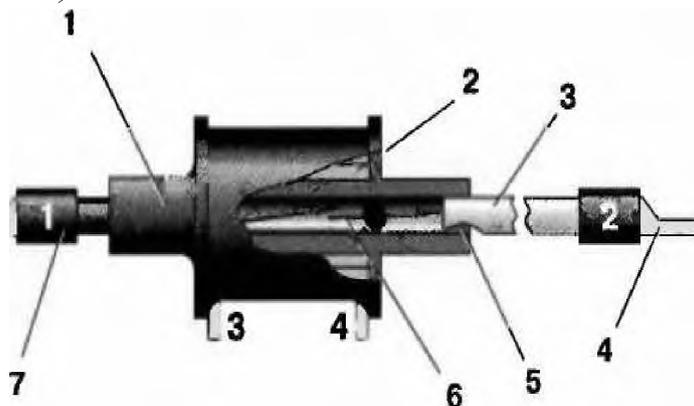
При достижении тока срабатывания пластина, нагреваясь, изгибается настолько, что поворачивает пружину 3, изменяя направление приложения усилия пружины на колодку, колодка поворачивается вокруг оси и отключает контакты 1 и 2. Реле выполнены с ручным возвратом в исходное положение, чем исключается возможность самостоятельного замыкания контактной группы после срабатывания. Возвращают реле в рабочее положение после устранения причины срабатывания, нажимая на специальную кнопку 8. Устройства, выполненные на основе реле боксования, предназначены для защиты тяговых двигателей от повреждения при электрических перегрузках, возникающих при пробуксовке колесных пар во время трогания и разгона поезда и их юзе при торможении. Устройства защиты от буксования и юза (обозначение на специальную кнопку 8. Устройства, выполненные на основе реле боксования, предназначены для защиты тяговых двигателей от повреждения при электрических перегрузках, возникающих при пробуксовке колесных пар во время трогания и разгона поезда и их юзе при торможении. Устройства защиты от буксования и юза (обозначение на электрической схеме Э1-Э3) выполнены на основе герконовых реле. Выводы устройств Э1-Э3 подключены к диагонали моста, образованного двумя соседними обмотками якорей двигателей и двумя одинаковыми высокоомными резисторами. При нормальной работе двигателей и отсутствии буксования или юза колесных пар напряжения на соседних коллекторах (как и на резисторах) равны и мост находится в равновесии, т.е. напряжение на выводах 00—02 отсутствует. После чала буксования потенциал точки моста между соседними двигателями (вывод 00) изменится — он может стать больше или меньше потенциала точки между резисторами (вывод 02) в зависимости от того, какой двигатель буксует. Когда разность потенциалов выводов 00 и 02 достигнет примерно 50—60 В, сработает более чувствительное герконовое реле РБ L — первая ступень устройства Э1-Э3, что вызовет необходимые переключения в схеме управления. Когда напряжение превысит указанное значение, включится герконовое реле РРБ1 разносного боксования — вторая ступень устройства. При этом через реле-повторитель ПРРБ отключается линейный контактор ЛК или тормозной контактор Т.

Стабилитроны ПП1-ПП8 в устройствах Э1-Э3 предназначены для повышения коэффициента возврата (коэффициент возврата - это величина отношения силы тока отключения к силе тока включения реле) реле РБ1, поскольку оно должно не только четко включаться, но и отключаться.

Стабилитрон ПП10 служит для ограничения максимального напряжения на герконовом реле РБ1. Как указывалось, полярность проводов 00 и 02 может меняться в зависимости от того, какой именно двигатель буксует. Для катушек реле РБ1 и РРБ1 полярность не имеет значения, для срабатывания ста-

билитронов требуется пропускать ток через них только в одном направлении. Для этого служит выпрямительный мост ПП9.

Устройства Э1-Э3 при срабатывании подают сигналы в схему управления через соответствующие повторители. В качестве реле боксования и реле разного боксования (РБ1 и РРБ1) на электропоездах используют герконовое реле 1 Р.008 (рис.15.3).



1 —каркас; 2 —катушка; 3 трубка типа ТКР; 4 — вывод; 5 — клинья; 6 — геркон;  
7 — маркировка.

Рис. 15.3 Тепловое реле 1Р.008

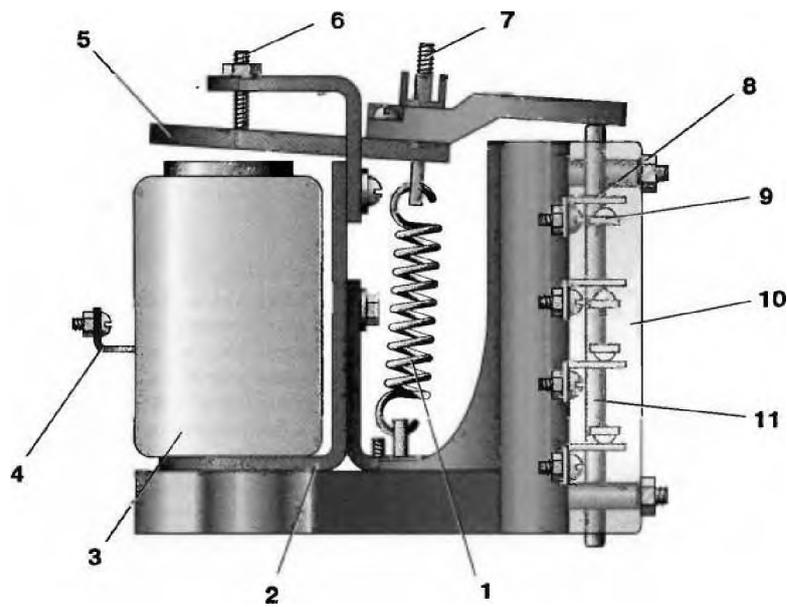
Оно состоит из каркаса 1 (рис.15.3), катушки 2, изолированной эпоксидным компаундом. В полости каркаса расположен геркон 6 с припаянными выводами. При подаче напряжения на катушку 2 происходит замыкание геркона 6, контакты которого воздействуют на реле-повторитель.

После снятия напряжения с катушки контакты геркона размыкаются. Напряжение отключения РБ 54+3 В, сила тока срабатывания реле РРБ 16+0,5 мА. Если сила тока срабатывания реле не соответствует заданной, необходимо установить геркон в такое положение относительно катушки, при котором она будет соответствовать уставке. В этом положении геркон следует зафиксировать пластмассовыми клиньями 5.

Если напряжение отключения реле не соответствует уставке, его регулируют, закорачивая последовательно по одному стабилитрону, начиная с ПП1. Величина добавочных резисторов реле боксования R18-R21, R51, R52 должна быть равна 25+0,5 кОм.

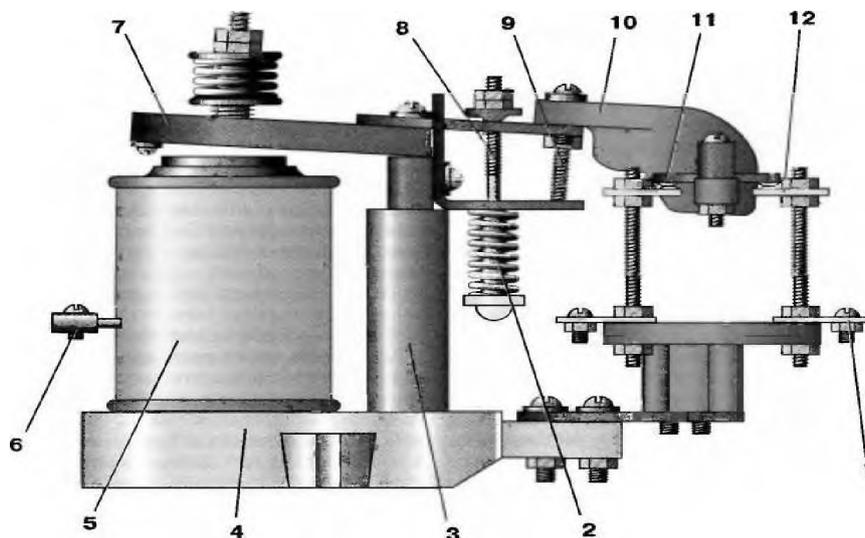
К группе реле управления и защиты относятся промежуточные реле, реле времени и реле перегрузки. Все эти аппараты электромагнитные с магнитной системой. В цепях управления электропоездов установлены промежуточные реле РП-8 (рис. 15.4), РП-8-02, РП-08-03, РП-8-05, РТ-16-01, РП-280, РЭП26, РЭК-59 и реле времени РЭВ-5-04 (рис. 2.28), РЭВ-5-05, РЭВ-5-06. Они

предназначены для переключения цепей и управления соответствующими аппаратами.



1 — пружина; 2 — магнитопровод; 3 — включающая катушка; 4 — выводы катушки;  
5 — якорь; 6 — упорный винт; 7 — регулировочная шпилька; 8 — неподвижный контакт;  
9 — подвижный контакт; 10 — крышка; 11 — толкатель.

Рис. 15.4 Реле РП-8



1 - выводы реле; 2 — пружина; 3 — медное кольцо; 4 — магнитопровод;  
5 — включающая катушка; 6 — выводы катушки; 7 — якорь; 8 — регулировочная шпилька;  
9 — упорный винт; 10 — кронштейн подвижных контактов;  
11 - контактный мостик; 12 — неподвижный контакт

Рис. 15.5 Реле РЭВ-5

Реле времени РЭВ-5-04, РЭВ-5-05, РЭВ-5-06 предназначены для управления аппаратами цепей управления поезда с выдержкой по времени. Реле перегрузки РТ-16-01 предназначено для защиты от перегрузок и коротких замыканий силовых и вспомогательных цепей.

Промежуточные реле РП-8, РП-8-02, РП-08-03, РП-8-05, РТ-16-01, РП-280 служат для коммутации в цепях управления. Промежуточное реле имеет полюсный наконечник, соединенный с сердечником магнитопровода. Для предотвращения самопроизвольного отворачивания винтов резьбовых соединений, используют сурик. На якоре 5 (см. рис. 15.4) установлена немагнитная прокладка для исключения его залипания.

Устройство электрических блокировок реле представляет собой самостоятельный узел. Мостиковые биметаллические контакты закрыты кожухом 10, защищающим их от попадания пыли и грязи. В зависимости от назначения реле нужную схему его коммутации получают заменой съемных неподвижных контактов 8, поворотом мостиков 9, добавлением или уменьшением числа контактных пар. Чёткость срабатывания этих реле регулируют изменением усилия натяжения отключающей пружины 1.

Рабочий зазор под якорем 5 изменяют с помощью винта 6. Магнитная система реле времени несколько отличается от магнитной системы промежуточного реле. Магнитопровод имеет литое алюминиевое основание 4 (см. рис.15.5), выполняющее функцию дополнительного, коротко-замкнутого витка, увеличивающего время выдержки перед отключением реле. Для создания такой выдержки времени при снятии питания с катушки реле, применяют медные гильзы 3, которые устанавливают на ярме магнитопровода и внутри катушки. В этих гильзах под воздействием изменяющегося магнитного поля катушки при отключении тока наводится ЭДС. Под воздействием этой ЭДС в гильзах возникает электрический ток, который в магнитной системе реле вызывает магнитный поток, за счет которого реле еще некоторое время остается включено.

## **15.2 Неисправности аппаратов защиты.**

Электрические аппараты должны быть надежно закреплены и содержаться в чистоте, так как наличие масла, влаги или иных загрязнений на частях аппаратов и особенно на их изоляционных деталях может явиться причиной поверхностного перекрытия. Аппараты защиты должны быть отрегулированы на требуемые токи уставки, быть исправными и соответствовать указанному в схеме значению тока. Большая часть защитных реле работает в цепях с небольшими значениями тока и напряжения.

Отдельные реле, такие, как реле перегрузки или дифференциальные реле, хотя и включаются в силовые цепи, но не разрывают силовых токов, поэтому повреждения от электрического тока у них возникают значительно реже и с более легкими последствиями.

К наиболее характерным неисправностям защитных реле относятся загрязнение и износ контактов, заедания в подвижных частях, витковые замыкания в катушках, ослабление пружин, изменение тока уставки, ослабление пластин шихтованных магнитопроводов, подгары, оплавления и нарушение пайки выводов силовых катушек, оплавление и трещины в изоляционных панелях.

Необходимым условием нормальной работы аппаратов является обеспечение надёжных контактных соединений, отсутствие пыли, влаги и масла на деталях и содержание рабочих аппаратов в чистоте.

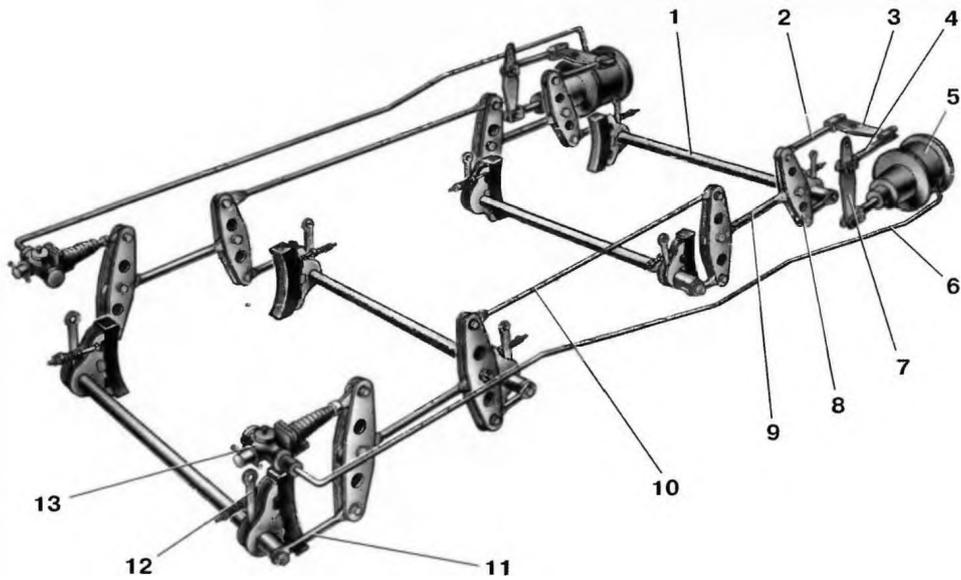
#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции реле типа МКУ-48.
2. Поясните основные элементы конструкции реле типа ТРПТ.
3. Поясните основные элементы конструкции реле типа РП-8.
4. Поясните основные элементы конструкции реле типа РЭВ -5.
3. Перечислите основные неисправности различных типов реле.

### **16. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы тормозной рычажной передачи.**

#### **16.1 Назначение конструкция принцип работы тормозной рычажной передачи.**

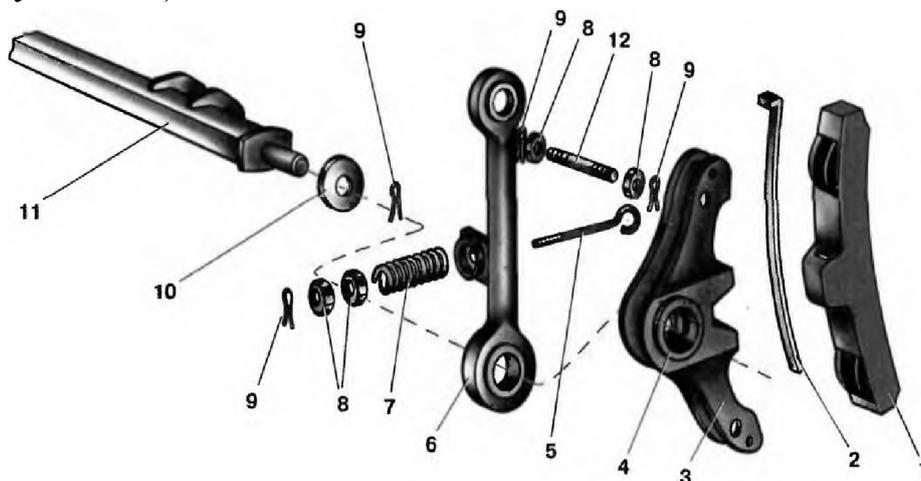
Тележки вагонов электропоезда оборудованы колодочным тормозом с двусторонним нажатием колодок на поверхности катания колёс. С помощью рычажной передачи тормозное усилие от ручного пневматического и электропневматического тормоза передается на тормозные колодки, прижимаемые к колесам. Тормозные рычажные передачи электропоездов серий ЭД9М, ЭД9Т и ЭР9П аналогичны по конструкции и отличаются только расположением тормозных цилиндров. Тормозная рычажная передача состоит из горизонтальных 3 (рис. 16.1) и вертикальных 8 рычагов, тяг 2, 4, 10 и 11, затяжек (распорок) 9, тяги ручного тормоза, подвесок 12, башмаков и колодок. В поперечном направлении башмаки укреплены на триангелях (траверсах) 1.



1 — траверса башмака; 2 — передняя тяга; 3 — рычаг; 4 — крайняя тяга; 5 — тормозной цилиндр; 6 - тормозная трубка; 7 - наклонный рычаг; 8 — вертикальный рычаг; 9 — затяжка; 10 — средняя тяга; 11 — тяга башмака; 12 — подвеска колодок; 13 — регулятор выхода штока

Рис.16.1 Тормозная рычажная передача

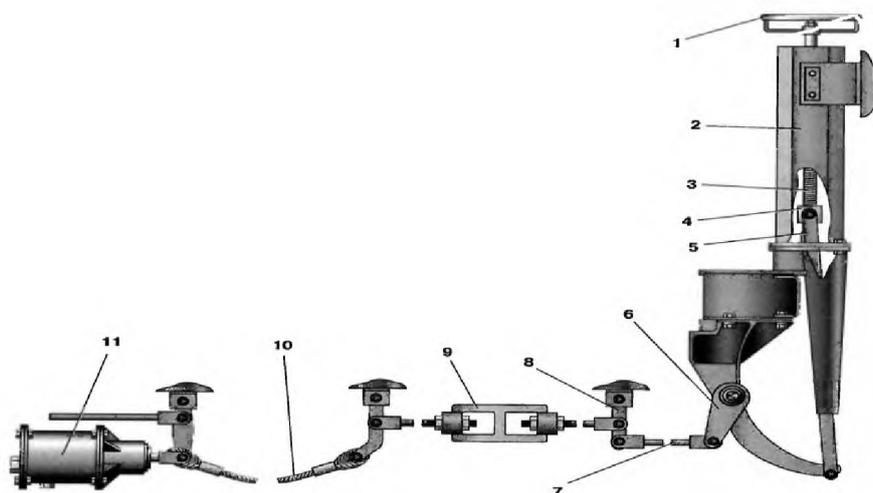
Тормозные колодки являются сменными рабочими деталями. Колодки могут быть изготовлены из чугуна (ГОСТ 1205- 58 и 1597-58) или композиционных материалов 6КВ-10 или 5-6-60. Колодки из композиционных материалов имеют высокую износостойкость, а их коэффициент трения, в отличие от чугунных колодок, мало зависит от скорости движения поезда. Крепление колодок к башмаку и колодочного узла к рычажной передаче показано на (рисунке 16.2).



1 — тормозная колодка; 2 — чека; 3 — башмак; 4 — втулка; 5 — поводок; 6 — подвеска башмака; 7 — пружина; 8 — гайка; 9 — шплинт; 10 — шайба; 11 — триангель; 12 — палец поводка

Рис. 16.2 Детали тормозной рычажной передачи

Башмаки тормозных колодок, изготовленные из стального литья (башмак неповоротный ГОСТ 3269-67), установлены с глухой посадкой на прямоугольные цапфы траверсы, представляющей собой пустотелую балку. Кроме пневматического привода рычажно-тормозная передача связана с ручным приводом (рис. 16.3). Приведение в действие ручного тормоза на моторных вагонах осуществляется с помощью колонки, гибкого стального троса и системы рычагов.



1-маховик;2 - колнка;3 - тормозной винт;4 -гайка;5,8 - вертикальные тяги;6 - коленчатый рычаг;7 - горизонтальная тяга; 9 - регулировочный узел; 10 - трос; 11 -тормозной цилиндр.

Рис.16.3 Привод ручного тормоза головного вагона

Ручной тормоз прицепных и головных вагонов всех электропоездов приводится в действие с помощью маховика, колонки через коленчатый рычаг и специальную тягу. Колонка ручного тормоза устанавливается в кабине машиниста головного вагона или на задней торцевой стенке кузова других вагонов.

## 16.2 Неисправности тормозной рычажной передачи.

Проверяется состояние тормозных колодок, рычагов, тяг, предохранительных устройств и других деталей, а также их креплений и необходимо убедиться в наличии шайб и чек в валиках в соответствии с требованиями чертежей. Все шарнирные соединения не должны иметь односторонних зазоров между валиками и отверстиями более 3 мм. Все изношенные шплинты, шпильки должны быть заменены. Тормозной винт, гайку, шестерни и передаточные звездочки ручного тормоза следует очистить от грязи, промыть керосином и осмотреть. Обнаруженные неисправности устраняются, трущиеся поверхности и шарниры смазываются осевым маслом и проверяется работа ручного тормоза.

Проверяется состояние автоматического регулятора тормозной рычажной передачи внешним осмотром. Ряд последовательных торможений и отпуска определяется стабильность действия авто регуляторов. После устранения обнаруженных неисправностей тормозная рычажная передача регулируется так, чтобы выходы штоков тормозных цилиндров были в пределах норм, установленных для соответствующего типа подвижного состава. Проверяется плотность тормозного цилиндра. В случае выявления пониженной плотности тормозной цилиндр следует вскрыть, вынуть поршень, проверить состояние манжеты, внутренней поверхности цилиндра и очистить внутреннюю поверхность цилиндров и манжет, после чего их смазать. При обнаружении дефекта на манжете следует заменить ее новой. После сборки цилиндров проверяется их плотность. Обязательно вскрываются тормозные цилиндры не реже 1 раза в год, при выполнении очередного планового обслуживания мотор - вагонного подвижного состава.

#### Контрольные вопросы

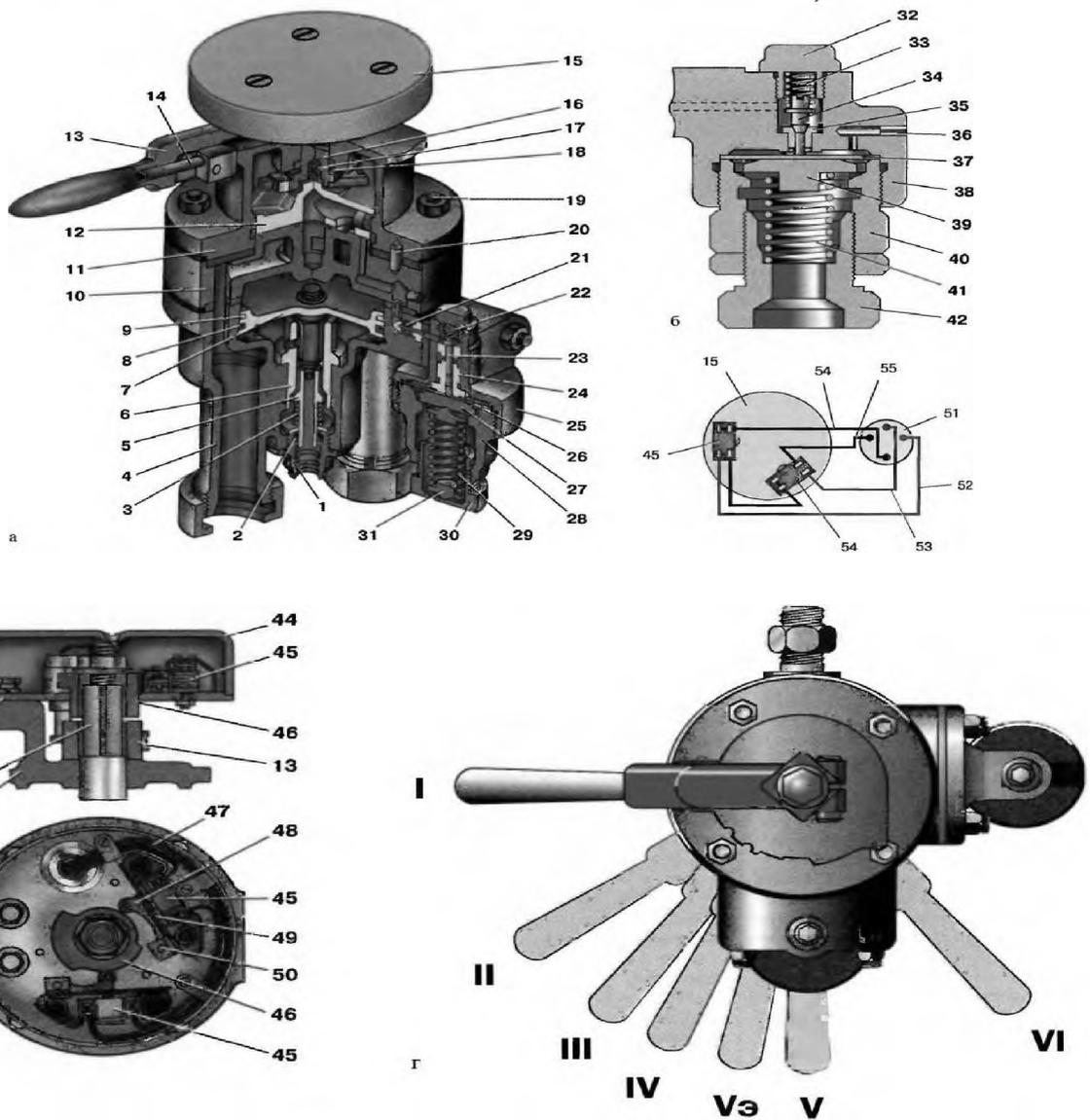
- 1.Перечислите основные элементы конструкции ТРП тележки электропоезда.
- 2.Перечислите основные детали тормозной рычажной передачи.
- 3.Объясните, какие детали входят в привод ручного тормоза головного вагона.
- 4.Перечислите основные неисправности тормозной рычажной передачи.

### **17. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы крана машиниста.**

#### **17.1 Назначение конструкция принцип работы крана машиниста.**

Кран машиниста предназначен для управления электропневматическими тормозами поезда.

Кран машиниста состоит из шести узлов: верхней (золотниковой), средней (промежуточной) и нижней (уравнительной) частей, стабилизатора (дросселирующего выпускного клапана), редуктора (питательного клапана) и электрического контроллера. В верхней части крана имеются, золотник 12 (см. рис. 17.1 а), крышка 11, стержень 16 и рукоятка 13 с фиксатором 14, которая надета на квадрат стержня 16 и закреплена стяжным винтом. На этот же квадрат надет кулачок контроллера 15, закрепленного на верхней крышке крана машиниста двумя винтами.



а — устройство крана; б — стабилизатор; в — контроллер;  
 г — положение ручки крана; 1 — цоколь выпускного клапана; 2, 8 — манжета; 3, 17, 22, 29 — пружина; 4 - корпус крана; 5 — выпускной клапан; 6 — втулка выпускного клапана; 7 — уравнильный поршень; 9 — уплотнительное кольцо; 10 — средняя часть крана; 11 — крышка крана; 12 — золотник; 13 — рукоятка; 14 — фиксатор рукоятки; 15 — контроллер; 16 — стержень; 18 — шайба; 19 — шпилька; 20 — установочный штифт; 21 — фильтр; 23 — питательный клапан; 24 — втулка питательного клапана; 25 — верхний корпус редуктора; 26 — диафрагма; 27 — упорная шайба; 28 — нижний корпус редуктора; 30 — резьбовая пробка; 31 — упор; 32 — крышка; 33 — пружина клапана; 34 — клапан; 35 — втулка (седло клапана); 36 — ниппель; 37 — металлическая диафрагма; 38 — корпус стабилизатора; 39 — упорная шайба; 40 — втулка; 41 — пружина; 42 — винт; 43 — диск (основание контроллера); 44 - крышка; 45 — переключатель; 46 — кулачок; 47 — кабель; 48 - держатель; 49 — пружина; 50 — ось; 51 — вилка разъема контроллера; 52 — провод (с красной меткой) к реле срывного клапана (в настоящее время свободный, так как реле в системе электропневматических тормозов не используется); 53 — провод (с зеленой меткой) к реле отпускного вентиля (клемма О блока управления); 54 — провод к клемме «+» источника питания (немаркированный); 55 - провод (с черной меткой) к реле тормозного вентиля (клемма Т блока управления)

Рис. 17.1 Кран машиниста усл. № 395.000.5

Стержень 16 уплотнен в крышке 11 манжетой, опирающейся на шайбу 18. Нижним концом стержень надет на выступ золотника 12, прижатого к зеркалу пружины 17.

Средняя часть 10 крана служит зеркалом для золотника 12, а запрессованная в нее втулка — седлом для обратного клапана.

Нижняя часть крана машиниста состоит из корпуса 4, уравнительного поршня 7 с резиновой манжетой 8 и латунным уплотнительным кольцом 9 и выпускного клапана 5, прижатого пружины 3 к седлу втулки 6. Хвостовик выпускного клапана уплотнен резиновой манжетой 2, вставленной в цоколь 1

Верхняя, средняя и нижняя части крана соединены между собой четырьмя шпильками 19 с гайками через резиновые прокладки. Фланец крышки верхней части зафиксирован в определенном положении на средней части штифтом 20. Редуктор крана состоит из верхнего корпуса 25 с запрессованной в него втулкой 24 и нижнего корпуса 28. В верхнем корпусе находится питательный клапан 23, прижатый к седлу пружины 22, которая другим концом упирается в заглушку. Металлическую диафрагму 26 снизу через упорную шайбу 27 поджимает пружина 29, опирающаяся другим концом через упор 31 на резьбовую пробку 30. Фильтр 21 предохраняет питательный клапан от загрязнения. С трубопроводами питательной и тормозной магистралей кран машиниста соединен с помощью накидных гаек.

Стабилизатор крана состоит из корпуса 38 (см. рис. 17.1, б) с запрессованной в него втулкой 35. крышки 32 и клапана 34, прижатого к седлу пружины 33. В корпус стабилизатора запрессован ниппель 36 с калиброванным отверстием диаметром 0,4—0,45 мм. Между корпусом 38 и втулкой 40 зажата металлическая диафрагма 37. Снизу диафрагму через упорную шайбу 39 поджимает пружина 41, величину сжатия которой регулируют винтом 42. Контроллер состоит из диска 43 (см. рис. 5.13, в), закрепленного двумя болтами на крышке 11 крана, двух переключателей 45, кулачка 46, надетого на квадратный хвостовик стержня 16, и четырехжильного кабеля 47. Усилие от кулачка передается на кнопку переключателя 45 через шарикоподшипник, держатель 48, установленный на оси 50, и плоскую пружину 49. Рукоятка крана машиниста уел. № 395 имеет шесть рабочих положений (см. рис. 17.1, г, Рис.17.2).

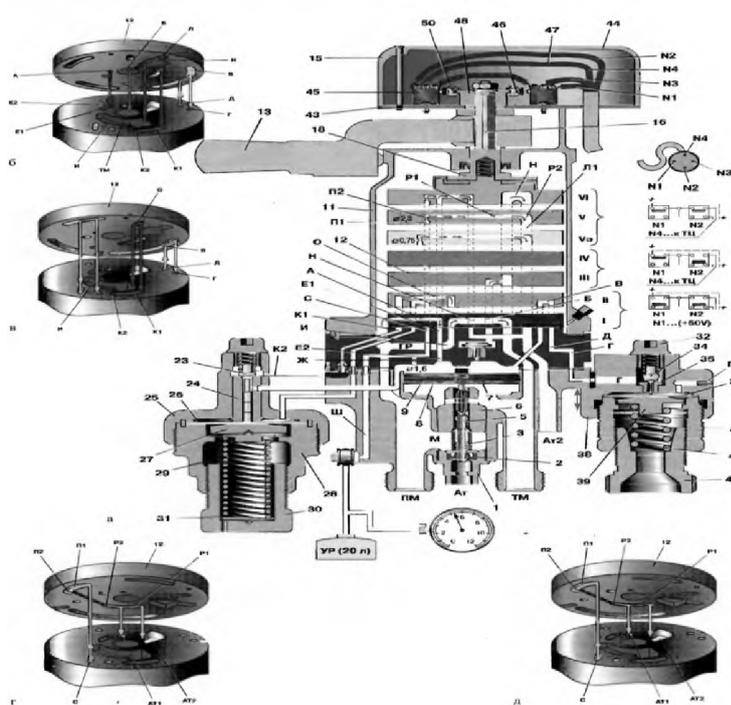


Рис.17.2 Кран машиниста усл. № 395

**I положение — зарядка и отпуск** Воздух из питательной магистрали ПМ по каналам И, Н, Б и ТМ поступает в тормозную магистраль и одновременно через отверстие А, выемку Е1 и отверстие Е2 — в полость над уравнильным поршнем, а оттуда через калиброванное отверстие Ж диаметром 1,6 мм по каналу — в уравнильный резервуар УР. В полости над уравнильным поршнем 7 давление повышается быстрее, чем в тормозной магистрали, поэтому поршень 7 опускается, отжимает от седла выпускной клапан и сообщает канат М с магистралью

**II положение — поездное.** Из питательной магистрали ПМ по каналу И, через выемки О и К1, отверстие К2 и открытый клапан 23 редуктора воздух поступает в полость над уравнильным поршнем 7 и в уравнильный резервуар УР. Редуктор автоматически поддерживает установившееся давление в уравнильном резервуаре. Если давление в тормозной магистрали окажется ниже, чем в полости над уравнильным поршнем 7, этот поршень переместится вниз и сообщит между собой каналы М и ТМ.

Полость над уравнильным поршнем 7 через отверстие Д, выемку В, отверстие Г и отверстие Г1 диаметром 0,4— 0,45 мм сообщается с атмосферой при постоянном давлении в полости под клапаном 34 (около 0,3—0,5 кгс/см<sup>2</sup>), поддерживаемом пружиной 41 стабилизатора.

Давление воздуха в уравнильном резервуаре, несмотря на расход воздуха через отверстие Г 1 стабилизатора, поддерживается редуктором на требуемом уровне.

**III положение — перекрыта без питания магистрали.** Полость над уравнильным поршнем и уравнильный резервуар через обратный клапан сообщаются с тормозной магистралью. При этом происходит выравнивание давления в уравнильном резервуаре и тормозной магистрали.

**IV положение — перекрыта с питанием магистрали.** Все отверстия и выемки на зеркале перекрыты золотником. Утечки из ТМ пополняются из ПМ уравнильным поршнем.

Возбуждены обмотки электромагнитов тормозных вентилей электровоздухораспределителей, происходит разрядка уравнильного резервуара через отверстие диаметром 0,75 мм.

**V положение — служебное торможение.** Воздух из уравнильного резервуара и полости над уравнильным поршнем через отверстие С, выемку П1, калиброванное отверстие П2 диаметром 2,3 мм и сообщающееся с ним отверстие Р2 поступает в выемку Р1, а из нее через отверстия АТ1 и АТ2 выходит в атмосферу. Уравнильный поршень перемещается вверх и сообщает тормозную магистраль с атмосферой до момента, когда давление в ней станет равно давлению в уравнильном резервуаре.

**VI положение — экстренное торможение.** Воздух из тормозной магистрали через отверстия ТМ и Б, каналы Н и АТ2 выходит в атмосферу. Одновременно также выходит в атмосферу воздух из полости над уравнильным поршнем через отверстие Е2, выемки Е1 и Р1, отверстие АТ1. Уравнильный поршень перемещается вверх и сообщает тормозную магистраль с атмосферой по второму каналу. Кроме того, уравнильный резервуар через канал С и полость над диафрагмой редуктора, а также канал Т тоже сообщаются через выемки П1 и Р1 с атмосферным каналом АТ1.

## **17.2 Неисправности крана машиниста.**

Контроллеру крана машиниста проводят визуальный осмотр выявления дефектов.

Проверяется свобода вращения роликов, надежность крепления концов проводов, работу микропереключателей, упругость пружин, а также положение контактов микропереключателей в зависимости от положения ручки крана машиниста. Микропереключатели могут иметь следующие неисправности:

наличие трещин на корпусе; недостаточное сопротивление изоляции; сопротивление замкнутых контактов более 1 Ом; при нечетком переключении контактов.

При осмотре кабеля, соединяющий контроллер со штепсельным разъемом обращается внимание на сквозные повреждения оболочки и резиновой изоляции жил кабеля.

При проверки контроллера обращается внимание включение и выключение ламп Л1, Л2 и Л3. Включение и выключение ламп: + лампа включена; - лампа выключена.

Величину опережения момента выключения ламп по отношению к моменту включения другой лампы. Выключающаяся лампа должна гаснуть в момент загорания включающейся лампы; фиксацию положений контроллера и опережение электрического управления по отношению к воздушному.

При торможении электрическое управление должно опережать воздушное, т.е. замыкается контакт контроллера, а затем происходит выпуск воздуха из уравнительного резервуара;

В контроллере крана машиниста N 395-4 проверяется работа микропереключателя в VI положении крана, если данные параметры не соблюдаются это является неисправностью.

Проверяется сопротивление изоляции между токоведущими и заземленными частями контроллера которое должно быть в холодном состоянии не менее 1,5 МОм. Сопротивление изоляции испытывается напряжением 500 -1000 В, изоляция токоведущих частей относительно корпуса должна выдерживать напряжение 1500 В переменного тока промышленной частоты в течение 1 мин без пробоя и поверхностного разряда.

Неисправности механического характера появляются в результате засорения и пропуска клапана редуктора по причине плохой притирки клапана КМ в поездном положении завывает давление в ТМ;

Пропуск впускного или выпускного клапана редуктора по причине плохой притирки клапана КМ и искривлённой манжеты; неправильная регулировка стабилизатора в результате быстрый переход с повышенного давления в ТМ на нормальное; отсутствие смазки между золотником и зеркалом - туго перемещается ручка крана; утечки в соединениях УР - самопроизвольное понижение давления УР В четвёртом положении КМ; выдавливание прокладки между атмосферным каналом корпуса и средней частью - пропуск воздуха в атмосферный канал средней части;

Пропуск по запрессованной втулки с отверстием диаметром 1.6мм - увеличен размер этого отверстия в результате быстрая зарядка УР и т.д.

#### Контрольные вопросы

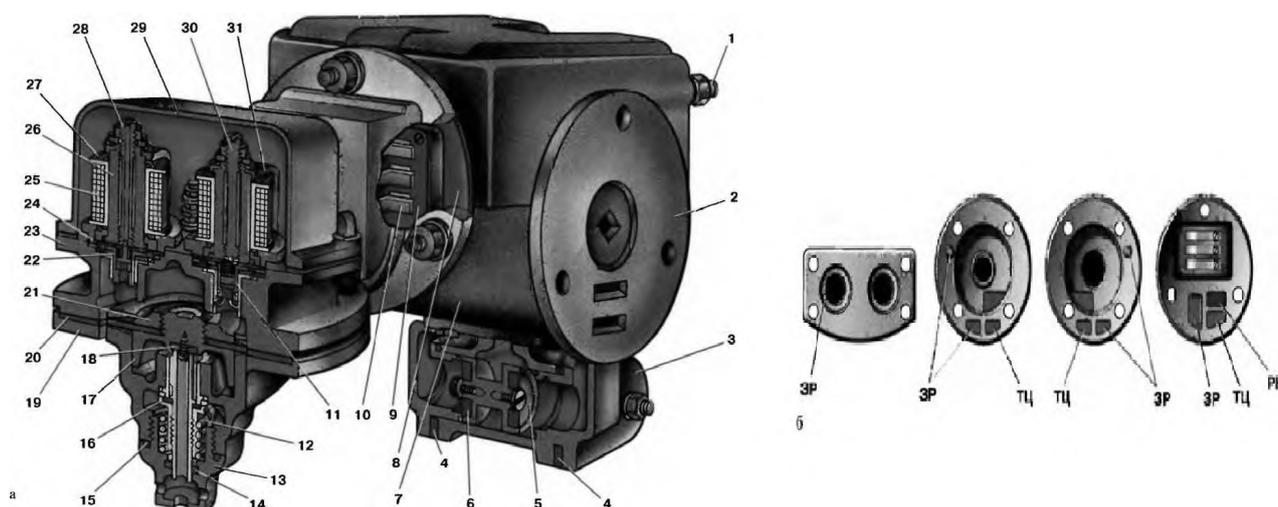
1. Перечислите основные элементы конструкции крана машиниста усл. № 395 электропоезда ЭД9М.
2. Перечислите основные детали редуктора.
3. Перечислите основные детали стабилизатора.
4. Перечислите основные неисправности крана машиниста № 395.

## 18. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы воздухораспределителей.

### 18.1 Назначение конструкция принцип работы воздухораспределителей

Воздухораспределители предназначены для темпа зарядки и глубины разрядки ТМ, должны сообщать ЗР с ТЦ при торможении, удерживать в ТЦ давление при перекрыше и обеспечивать выпуск воздуха в атмосферу при отпуске, а также осуществлять зарядку ЗР. Электровоздухораспределитель усл. № 305-001 применяют на электропоездах, оборудованных электропневматическими тормозами, подключенными по пятипроводной электрической схеме.

Электровоздухораспределитель усл. № 305-001 состоит из четырех основных частей: рабочей камеры 7 (рис.18.1), электрической части с корпусом 23, пневматического реле с корпусом 19 и переключающего клапана 3.



а — устройство электровоздухораспределителя; б — привалочные фланцы пневматического реле, 1 - шпилька крепления воздухораспределителя усл. № 292-002; 2 — фланец для подсоединения к ложному тормозному цилиндру и реле давления; 3 — переключающий клапан; 4, 8, 15 — прокладки; 5 — уплотнение золотника переключающего клапана со стороны электровоздухораспределителя; 6 — уплотнение золотника переключающего клапана со стороны воздухораспределителя; 7 — рабочая камера; 9 — контактная колодка; 10 — контакты; 11, 22 — якоря; 12 — пружина; 13 — крышка питательного клапана; 14 — манжета; 16 — питательный клапан; 17 — нижний зажим диафрагмы пневматического реле; 18 — атмосферный клапан; 19 — корпус пневматического реле; 20, 24 — диафрагмы; 21 — верхний зажим диафрагмы пневматического реле; 23 — корпус электровоздухораспределителя; 25 — катушка электромагнитного вентиля; 26 — сердечник; 27 — каркас; 28, 30 — регулировочные винты; 29 — крышка электровоздухораспределителя; 31 — ядро

Рис. 18.1 Электровоздухораспределитель усл. № 305-001:

Рабочая камера 7 предназначена для установки на ней электровоздухораспределителя и воздухораспределителя Ее полость объемом 1,5 л служит управляющим резервуаром пневматического реле. Корпус камеры имеет четыре фланца. К одному из фланцев через прокладку 8 прикреплен электровоздухораспределитель уел. № 305-001. На этом фланце также размещена контактная колодка 9 с тремя электрическими контактами 10. С противоположной стороны имеется фланец, к которому на шпильках 1 прикреплен воздухораспределитель уел. № 292-002. На фланце, расположенном внизу, закреплен переключательный клапан 3. Четвертый фланец 2 служит для подсоединения устройства к реле давления и ложному тормозному цилиндру. Электрическая часть электровоздухораспределителя является его возбуждающим органом. В зависимости от величины возбуждения током катушек 25 электромагнитных вентилях изменяется давления сжатого воздуха в рабочей камере, что обеспечивает действие прибора. Корпус 23 имеет три фланца, из которых боковой предназначен для соединения с камерой 7, а нижний — для крепления пневматического реле. На верхнем фланце под крышкой 29 расположены электромагнитные вентили и собрана электрическая цепь прибора. Клеммная колодка на рабочей камере имеет три клеммы, соответствующие трем контактам на панели электровоздухораспределителя. Катушки 25 электромагнитов вентилях укреплены на каркасах 27 и сердечниках 26. В конструкции электромагнитов предусмотрена возможность регулировки величины напряжения отпадания и срабатывания якорей вентилях с помощью винтов 28 и 30 без снятия катушек. Вращением этих винтов изменяют воздушный зазор между магнитопроводом катушки (ярмо 31, сердечник 26 и зажимной фланец) и якорями 11 и 22 в притянутом состоянии. Детали обоих электромагнитов взаимозаменяемы, за исключением винтов 28 и 30, которые различаются тем, что винт 28 отпусного вентиля имеет сквозной осевой канал для прохода воздуха. Фланцы электромагнитов уплотнены металлическими диафрагмами 24 и паронитовыми прокладками. Рабочим органом электровоздухораспределителя служит пневматическое реле, наполняющее реле давления сжатым воздухом и выпускающее воздух в атмосферу в зависимости от изменения давления в рабочей камере Реле состоит из корпуса 19 с клапанно-диафрагменным устройством. Резиновая диафрагма 20 по краям зажата между фланцами корпусов электровоздухораспределителя и реле, а в центре — между верхним 21 и нижним 17 зажимами. Последний выполняет функцию корпуса атмосферного клапана 18 Питательный клапан 16 прижат к своему седлу пружиной 12. Полость корпуса, в которой расположен питательный клапан, уплотнена резиновой прокладкой 15 и манжетой 14. В нижней крышке 13 имеются семь атмосферных отверстий. Переключательный

клапан 3 предназначен для подключения реле давления и ложного тормозного цилиндра к каналам электровоздухораспределителя или воздухораспределителя в зависимости от того, в каком режиме управляют тормозами — электрическом или пневматическом. Крышки клапана установлены на прокладках 4. Активные площади обоих уплотнений (6 со стороны воздухораспределителя и 5 со стороны электровоздухораспределителя) одинаковы, поэтому клапан из одного положения в другое перемещается при незначительной разнице давлений воздуха на него с той и другой стороны.

## 18.2 Неисправности воздухораспределителей

Электровоздухораспределители могут иметь следующие неисправности: сопротивление изоляции катушек при проверке напряжением 1000 В переменного тока должно быть не менее 1,5МОм, все контакты и соединения должны быть очищены от окислений. Проверяется плотность мест соединений.

При зарядном давлении 5,0 кгс/кв. см пропуск воздуха в местах соединений деталей и узлов электровоздухораспределителя не допускается;

Электровоздухораспределитель должен обеспечивать начальную ступень давления в тормозном цилиндре при торможении и отпуске не более 0,5 кгс/кв. см и последующие не более 0,3кгс/кв. см.

При создании искусственной утечки воздуха из тормозного цилиндра через атмосферное отверстие диаметром 1 мм при давлении в цилиндре 2,5-3,0 кгс/кв.см электровоздухораспределитель должен поддерживать это давление с отклонением не более + 0,2кгс/кв. см. время наполнения тормозного цилиндра и отпуска. Время наполнения тормозного цилиндра до 3,0 кгс/кв. см при нормальном зарядном давлении в магистрали должно быть 2,5-3,5 с; время снижения давления в тормозном цилиндре при отпуске с 3,0 кгс/кв. см до 0,4 кгс/кв. см для электровоздухораспределителя N 305-000 должно быть в пределах 8-11 с, для электровоздухораспределителя N 305-001 - 3,5-4,5 с;

Электромагнитные вентили должны срабатывать на торможение при повышении напряжения до 30 В (электровоздухораспределители NN 305-000 и 305-001) и до 70 В (электровоздухораспределители N 305-003). Отпуск должен произойти при напряжении 10 и 20 В соответственно. Проверка производится при зарядном давлении 5,0 кгс/кв. см. Плотность переключательного клапана проверяется при давлении в тормозном цилиндре 0,5кгс/кв. см. При обмыливании атмосферных отверстий цоколя реле при пневматическом торможении и выпускного отверстия воздухораспределителя при электропневматическом торможении допускается образование мыльного пузыря с удержанием его не менее 5с.

Плотность клапана при электрическом торможении проверяется после ступени торможения обмыливанием выпускного отверстия воздухораспределителя. Допускается образование мыльного пузыря с удержанием его не менее 10 с. Просроченные и имеющие повреждения резиновые уплотнения, засорённость дроссельных отверстий, заниженное сопротивление диода, неисправность переключательного клапана при переходе с электрического управления тормозом на пневматическое и обратно, неплотности соединения крышек с корпусом, неисправности пневматического реле и т.д.

#### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции электровоздухораспределителя усл. № 305 электропоезда ЭД9М.
2. Поясните принцип работы воздухораспределителя.
3. Перечислите основные неисправности электровоздухораспределителя.

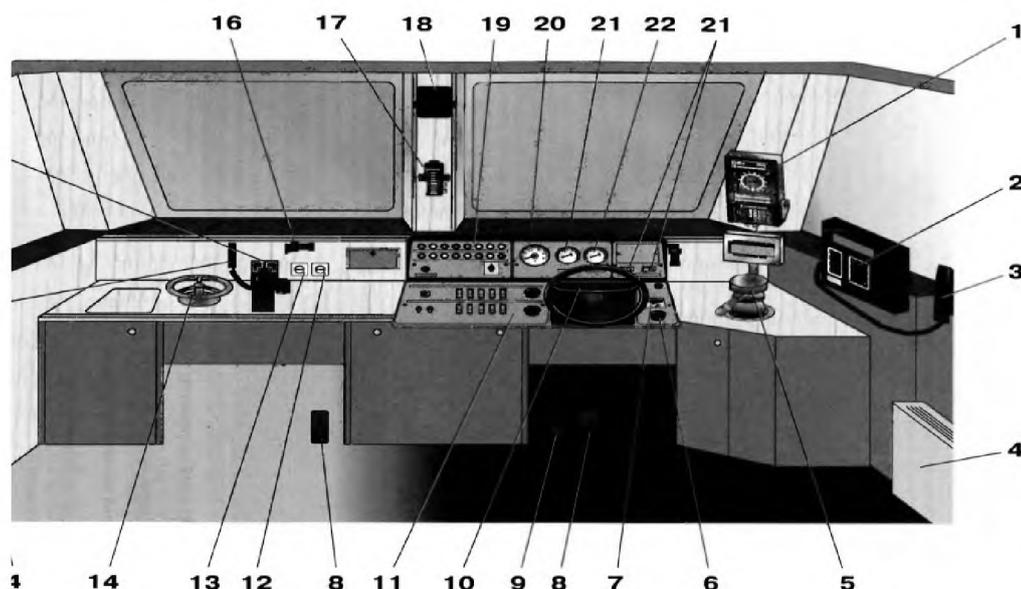
### **19. Расположение оборудования в электропоезде**

#### **19.1 Расположение оборудования в вагонах**

Оборудование расположено в кабине машиниста, служебном помещении, в шкафах, в служебном тамбуре, под вагоном и на крыше вагона. В кабине машиниста находятся аппараты управления, сигнализации, контроля, радиооповещения, межкабинной связи. Эти аппараты расположены на пульте управления со стороны машиниста и помощника машиниста, а также на задней стенке кабины.

Оборудование в электропоездах всех описываемых серий расположено практически одинаково, за исключением особенностей компоновки оборудования головного вагона электропоезда серии ЭР9П. Головной вагон серий ЭД9М и ЭД9Т

Расположение органов управления электропоезда ЭД9М показано на рисунке 19.1 Пульт управления в кабине машиниста выполнен из отдельных блоков, в каждом из которых аппараты скомпонованы по их назначению. Соединение электрических цепей блоков со схемой поезда осуществляется штепсельными разъемами типа ШР, установленными на блоке Ш, находящемся под пультом в средней части. Там же расположен блок Р, на котором установлены резисторы полупроводниково-коммутаторных ламп, для обеспечения помехоустойчивости. Перед машинистом на пульте установлен контроллер машиниста 1 КУ.04О с реверсивной рукояткой.



- 1 - блок индикации БИЛ-2М; 2 - радиостанция; 3 - микрофонная трубка;  
 4 - электрообогреватель; 5 - кран машиниста; 6 - кнопка РБ; 7 - переключатель яркости прожектора; 8 - педаль управления свистком и тифоном; 9 — педаль контроля бдительности машиниста; 10 — контроллер машиниста; 11 — блок переключателей панели управления;  
 12 — розетка 220 В; 13 — розетка 110 В; 14 — штурвал ручного тормоза;  
 15 — дополнительный пульт управления радиостанцией; 16 - плафон освещения рабочего места помощника машиниста; 17 - светофор автоматической локомотивной сигнализации;  
 18 - громкоговоритель радиостанции; 19 - блок сигнальных ламп; 20 - киловольтметр;  
 21 — манометр тормозной магистрали и уравнительного резервуара;  
 22 — манометр тормозного цилиндра и напорной магистрали;  
 23 - выключатели автоматических дверей

Рис. 19.1 Органы управления и оборудование кабины машиниста электропоезда серии ЭД9М

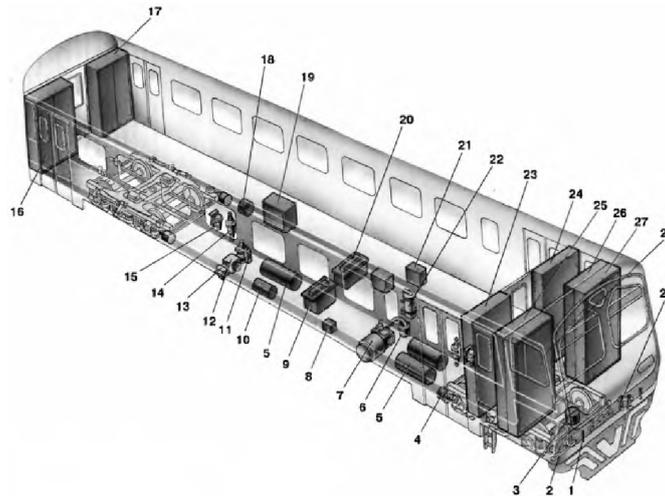
Слева от контроллера расположен блок К с основными выключателями управления движением поезда. На блоке К установлены выключатели: для включения питания дверей, для управления токоприемником, «Отпуск тормозов», «Восстановление защиты», «Отключение ВВ», «Песочницы», тяги (КТ), «Пуск СИО» (системы ССЗ-И), а также тумблеры включения освещения и кабины. Справа от контроллера находится блок А, на котором расположена аппаратура управления АЛСН (кнопка бдительности, кнопка «КП» для проверки АЛСН, переключатель «ДЗ» для установки времени между нажатиями кнопки бдительности на участках без автоблокировки). Над блоком А расположен блок Д с тумблерами управления автоматическими дверями. Управление дверями может осуществляться машинистом или помощником. Для этого кроме выключателей в блоке Д, в рабочем тамбуре на каркасах

шкафов № 0 и № 1 установлены блоки ДВ. Для системы оповещения пассажиров и ведения служебных переговоров между машинистом и кондуктором хвостового вагона используется система ТОН. В средней части пульта, слева от контроллера, установлен пульт с переносным микрофоном манипулятором системы ТОН, еще два микрофона находятся в служебном тамбуре. Два громкоговорителя системы ТОН расположены на потолке кабины. В левой части пульта, слева от радиостанции, расположен маховик ручного тормоза. Над пультом управления находятся дверцы для доступа к прожектору и маршрутным указателям. Под пультом перед креслом машиниста находятся педаль бдительности и педаль включения тифона и свистка.

Справа и слева на стенках кабины установлены дополнительные печи обогрева кабины. светильниками, установленными на потолке. Включаются светильники тумблером, находящемся на блоке К. На задней стенке кабины, за креслом машиниста, расположены светильники зеленого света. Выключатель светильников зеленого света расположен на блоке В. Кроме этого, предусмотрено освещение отдельным светильником маршрутного расписания, расположенного на блоке Д, и освещение рабочего места помощника машиниста.

На задней стенке кабины, за креслом помощника машиниста, находится шкаф для одежды. Рядом с блоком В расположены шкафчик для аптечки и шкафчик для термосов и продуктов. Между этими шкафчиками находятся дверцы для доступа к противопожарным термоконтакторам и выключателю питания охранной сигнализации, а под ними — для доступа к камере калорифера. Все ящики и шкафы с высоковольтным оборудованием снабжены выключателями блокировки, а двери кабины и двери салона вагона оборудованы охранной сигнализацией. На крыше вагона установлены антенны радиостанции (лучевая и дисконусная) и блок резисторов прожектора. На задней торцевой стене вагона установлены розетки и штепсели межвагонных электрических соединений. На лобовой стене вагона имеется ниша с дверцами для двух розеток цепей управления межвагонных соединений, позволяющих соединять головные вагоны друг с другом.

На раме под кузовом вагона подвешены: ящик (см.рис.19.2) с аккумуляторной батареей, электрокомпрессор, блок 1БА. 174.2 (термодатчик зарядного агрегата), трансформатор 1ТР.071.1 (источник питания НОВ заряда батарей), дроссель 1ДР.007.1 для сглаживания пульсаций в цепях ИОВ, электровоздухораспределитель.



- 1 - свисток; 2 - приёмные катушки АЛСН; 3- воздушный резервуар объёмом 20 л; 4- тормозной цилиндр; 5- воздушный резервуар объёмом 170 л; 6 - фильтр компрессора; 7 - компрессор; 8 - термодатчик зарядного агрегата; 9 - ящик с трансформатором 1.ТР.071.01 ЭД9; 10 - воздушный резервуар объёмом 55 л ; 11 - воздухораспределитель усл.№292; 12 - рабочая камера воздухораспределителя; 13 - воздухораспределитель усл.№305; 14 - сбрасывающий клапан; 15 - сигнализатор отпуска тормозов; 16 - шкаф № 4,17; 17 - шкаф № 5; 18 - воздушный резервуар объёмом 16 л ; 19 - ящик с аккумуляторной батареей; 20 - ящик с дросселем; 21 - блок управления установки аэрозольного пожаротушения; 22 - маслоотделитель; 23 - шкаф № 2; 24 - шкаф № 3; 25 - шкаф № 1 ; 26 - шкаф №4 ; 27 - шкаф для одежды; 28 - шкаф кабины; 29 - тифон.

Рис.19.2 Расположение шкафов и подвагонного оборудования головного вагона

Воздухораспределитель, блок управления установки аэрозольного пожаротушения БУ УАП, три воздушных резервуара объемом по 170 л, воздушный резервуар объемом 55 л, уравнивательный резервуар объемом 20 л вспомогательный резервуар объемом 16 л, маслоотделитель, обогреватель фановой трубы, два сбрасывающих клапана, два сигнализатора отпуска тормозов, два свистка, два тифона, вентиль выключающий ВВЗИШ. На рамах тележек расположены тормозные цилиндры. С левой и правой стороны под кузовом вагона установлены патрубки водоснабжения, используемые при механизированной уборке вагона.

В кабине, за креслом машиниста, находится шкаф кабины, в верхней части которого расположен блок В, а в нижней установлены электропневматический клапан автостопа ЭПК-150И, кран двойной тяги, регулятор давления АК-11Б, вентиль замещения электропневматического торможения пневматическим, два разобщительных крана, фильтр, тональное вызывающее устройство (ТВУ), блок предварительной световой сигнализации (БПСС), блок предохранителей защиты поездных проводов (включения вспомогательного компрессора, обогревателя

маслоотделителя, вентиляции и отопления, питания ССЗН - И - 1Б.711 и панель предохранителей ПП1. В шкафу № 0 хранятся межпоездные соединения и блоки системы КПД - 3В.

В шкафу № 1 размещён блок (1БА.169.2) с источниками питания 50В,110В,заряда аккумуляторных батарей, цепи охранной сигнализации, амперметр и вольтметр заряда аккумуляторных батарей, источниками питания 220В,контроля целостности изоляции проводов, пакетный выключатель заряда батарей. На боковой стенке шкафа установлены выключатели освещения служебного тамбура и охранной сигнализации.

В шкафу № 2 установлен блок (1Б.691) аппаратуры АЛСН со схемой поезда; блок (1Б.699) аппаратурой управления отоплением и вентиляцией кабины, электропневматикой; фильтр питания радиостанции; электронный блок ППУ; блок питания стеклоочистителей и стекло обогревателей БП - 01;прибор контроля и передачи извещений системы ССЗ - И ПКПИ - П, ЭБ ППУ.

В шкафу № 3установлены: усилитель низкой частоты У - 100, переходное устройство комплекта аппаратуры ТОН, шкаф с радиооборудованием из комплекта радиостанции, устройство подключения и устройство переговорно - коммутационное (ПКУ) аппараты связи «Сигнал», фильтр локомотивный ФЛ25/75комплект аппаратуры АЛСН В - 1Д,источник питания локомотивный 110 ИП - ЛЭ.

На дверях шкафов №2 и №3 имеются пульты для подключения манипуляторов системы ТОН.

В шкафу№4 установлена панель (1ПА441) с аппаратурой управления; вентиляцией и отоплением салона, компрессором, освещением, электропневматикой.

В шкафу№5 установлена панель (1ПА383) с высоковольтной аппаратурой цепей управления

#### Контрольные вопросы

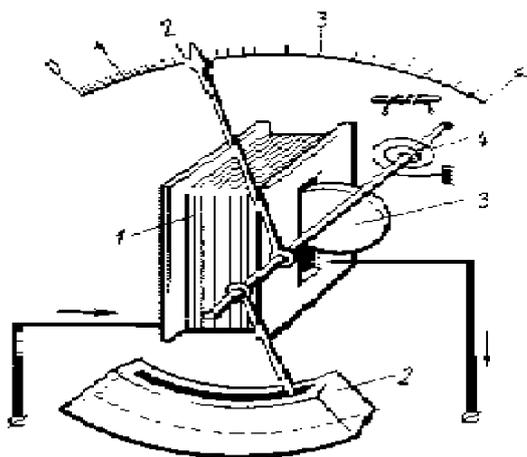
1. Перечислите основные элементы органов управления и оборудование кабины машиниста электропоезда.
2. Поясните расположение шкафов и подвагонного оборудования головного вагона.
3. Перечислите, какое оборудование находится в шкафе № 1.
4. Перечислите, какое оборудование находится в шкафе № 2.
5. Перечислите, какое оборудование находится в шкафе № 3.
6. Перечислите, какое оборудование находится в шкафе № 4.
7. Перечислите, какое оборудование находится в шкафе № 5.

## 20. Назначение конструкция, неисправности и принцип работы измерительных приборов электропоезда.

### 20.1 Назначение конструкция и принцип работы измерительных приборов электропоезда.

Измерение токов тягового двигателя, стабилизатора напряжения, заряда и разряда аккумуляторной батареи производят амперметрами. Ток тягового двигателя измеряют килоамперметром Э-377 электромагнитной системы, который подключают через трансформатор тока ТПОЛ-Ю с коэффициентом трансформации 1000/5.

Приборы электромагнитной системы могут быть использованы для измерения как постоянного, так и переменного тока и состоят из неподвижной катушки 1, обмотка которой выполнена из медного провода, и стального сердечника 3, укрепленного эксцентрично на одной оси с указательной стрелкой. (рис.20.1)



- 1 – неподвижная катушка; 2 – магнитный успокоитель;  
3 – стальной сердечник; 4 – спиральная пружина.

Рис.20.1 Прибор электромагнитной системы для измерения постоянного и переменного токов.

На той же оси укреплены пластинка магнитного успокоителя 2 и спиральная пружина 4, служащая для создания противодействующего момента. Измеряемый ток, проходя по катушке, создает магнитное поле, которое намагничивает сердечник 3. Намагниченный сердечник под действием сил поля втягивается внутрь катушки 1, вызывая поворот подвижной части прибора на угол, зависящий от величины тока.

Таким образом, определенному току соответствует определенный угол поворота указательной стрелки, при котором вращающий момент уравнивается противодействующим моментом пружины 4.

Шкала приборов неравномерная — сжата при малых значениях тока и растянута в зоне больших токов, но специальные конструкционные особенности приборов позволяют избегать большой неравномерности. Приборы электромагнитной системы получили широкое распространение в промышленности, в том числе и на электроустановках подвижного состава.

Амперметр Э-377 однопредельный вибро- и тряскопрочный, специально приспособленный для подвижного состава. Прибор рассчитан для эксплуатации при температуре воздуха от  $-40$  до  $-50$  °С, относительной влажности до  $(95\pm 3)\%$ . Класс точности 1,5 с номинальной частотой 50 Гц. Время успокоения подвижной части прибора не более 4 с.

Измерение токов стабилизатора напряжения, заряда и разряда аккумуляторной батареи производится приборами типа М-4200 магнитоэлектрической системы класса точности 1,5.

Подсоединение амперметров в электрическую цепь производится при помощи шунта 75 ШС на 75 мВ. Допускаемые отклонения сопротивлений калиброванных шунтов от номинальных значений не должны превышать  $\pm 5\%$ . Шунт должен выдерживать в течение 2 ч ток, равный 1,2 номинального. Приборы магнитоэлектрической системы действуют по принципу взаимодействия проводника с током в магнитном поле. Сила, создаваемая магнитным полем при взаимодействии проводника с током,

$$F = B I L,$$

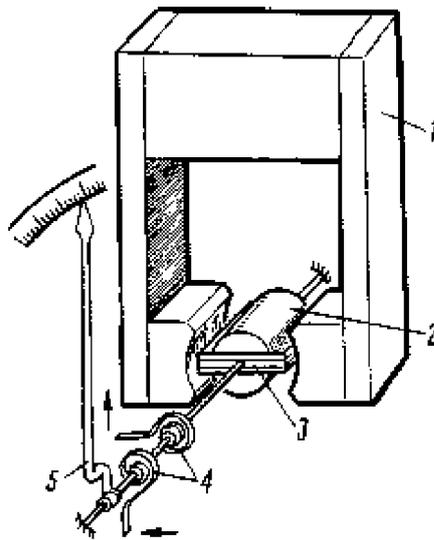
где  $B$  — индукция магнитного поля;

$L$  — длина проводника;

$I$  — ток, протекающий по проводнику

При постоянной индукции магнитного поля, создаваемой постоянным магнитом, и постоянной длине проводников катушки сила поворота подвижной части прибора зависит только от величины тока, протекающего по катушке.

Магнитная цепь измерительного механизма прибора магнитоэлектрической системы состоит из постоянного магнита 1 (рис. 20.2) с полюсными наконечниками.



1 – постоянный магнит; 2 – стальной цилиндр; 3 – катушка; 4 – спиральные пружины; 5 – стрелка.

Рис.20.2 Прибор магнитоэлектрической системы

Между ними расположен стальной цилиндр 2. В воздушном зазоре магнитной цепи возникает радиально направленное магнитное поле. В этом зазоре располагается прямоугольная катушка (рамка) 3. Она смонтирована на двух полуосях, на одной из которых закреплена стрелка 5. Ток к подвижной катушке подводится через две спиральные пружины 4.

Проходящий по катушке ток, взаимодействуя с постоянным магнитным полем, создает пару сил, образующих вращающий момент. Катушка, поворачиваясь на угол, зависящий от величины тока, уравнивается противодействующим моментом, создаваемым пружинами 4. Чем больше ток в катушке прибора, тем больше вращающий момент и тем больше угол поворота подвижной части. По углу поворота подвижной части определяют величину тока и градуируют шкалу.

Амперметр 4200 — щитовой, брызгозащищенный, вибро- и тряскопрочный, рассчитан для эксплуатации в подвижных электроустановках при температуре среды от  $-50$  до  $+60$  °С с относительной влажностью до  $(95 \pm 3)\%$ . Устанавливаются приборы с пределами измерения в цепи стабилизатора напряжения от 0 до 100 А и в цепи батареи — 50 — 0 — 50 А. Вольтметр 4200 для измерения напряжения аккумуляторной батареи с вмонтированным внутри прибора добавочным резистором включается непосредственно в цепь и имеет предел измерения от 0 до 250 В.

Измерение напряжения в контактной сети производится вольтметром переменного тока Д-151. Вольтметр щитовой, ферродинамической системы, в

корпусе брызгозащищенного исполнения, устанавливается на пульте управления электропоездом и подключается к обмотке трансформатора напряжением 220 В.

Приборы ферродинамической системы основаны на взаимодействии двух катушек, обтекаемых электрическим током. Для усиления магнитного поля неподвижную катушку размещают на полюсах ферромагнитного сердечника. Подвижная катушка поворачивается так же, как и в приборах магнитоэлектрической системы, в воздушном зазоре между полюсами и неподвижным цилиндрическим сердечником. При такой конструкции приборы защищены от влияния внешних магнитных полей при увеличенном магнитном потоке, создаваемом катушкой и увеличенным вращающим моментом подвижной части. Приборы ферродинамической системы устойчиво работают в условиях тряски и вибрации, поэтому нашли широкое

Счетчик электронный однофазный типа Ф440, трансформаторного включения, предназначен для учета расхода активной энергии в тяговом режиме на электровозах и электропоездах переменного тока.

Счетчик подключается через измерительные трансформаторы напряжения и тока к однофазной сети переменного тока.

Устройство и принцип работы. Структурная схема счетчика приведена на рис. 220. Основой построения счетчика является преобразование измеряемой энергии во время-импульсный код с последующим интегрированием и запоминанием числа импульсов. Число импульсов соответствует измеряемой активной электроэнергии.

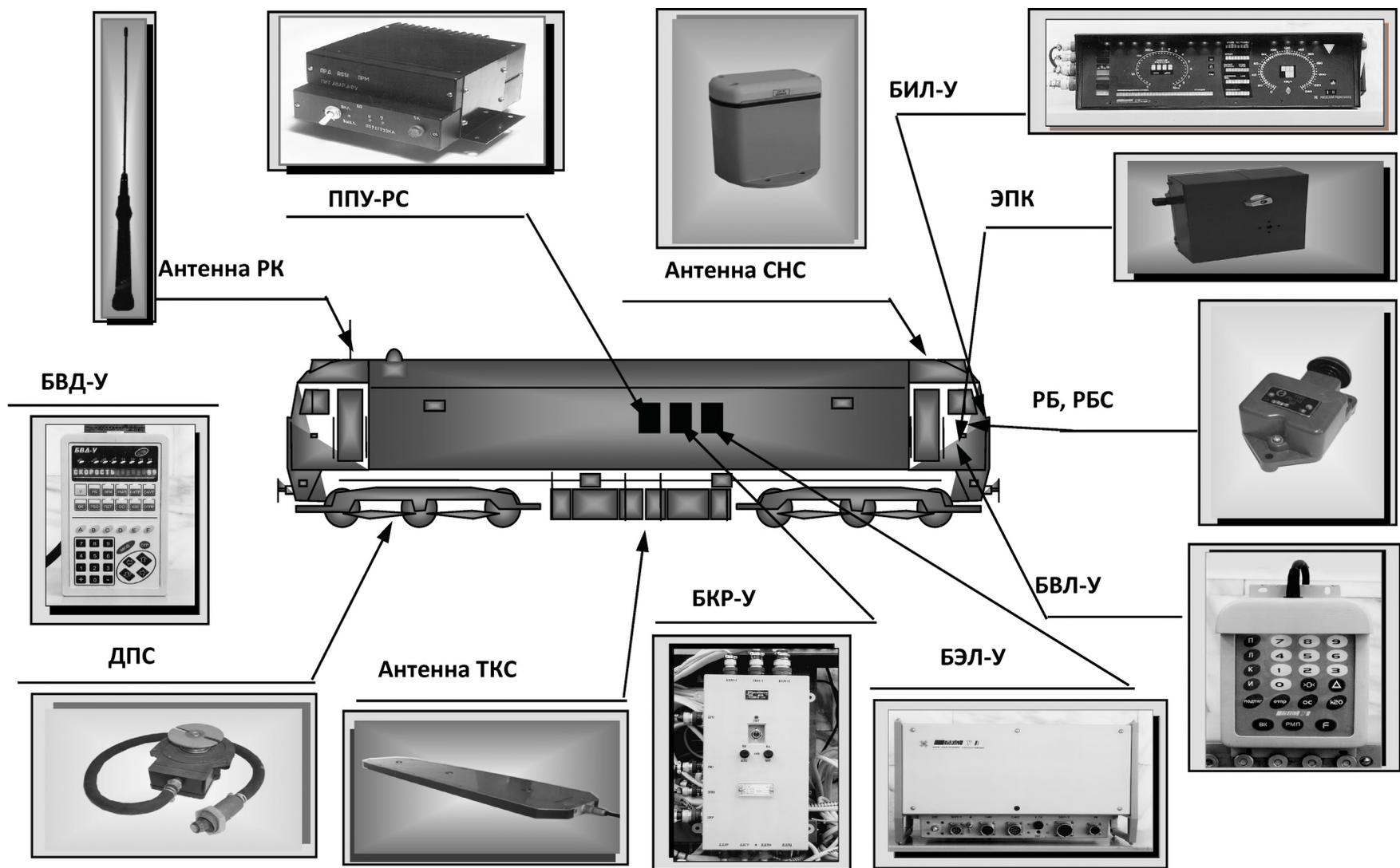
Используемый метод носит название метода двойной модуляции, метода ШИМ-АИМ (широтно-импульсная модуляция — амплитудно-импульсная модуляция).

В состав счетчика входят следующие устройства: входное, множительное, преобразователь «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ), выходное, привод с суммирующим механизмом, блок питания.

Входное устройство предназначено для ввода тока и напряжения в множительное устройство. Множительное устройство предназначено для перемножения мгновенных значений тока и напряжения. В состав множительного устройства входят широтно-импульсный модулятор (ШИМ), амплитудно-импульсный модулятор (АИМ). Преобразователь «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ), интегрируя выходной сигнал множительного устройства, преобразует его из непрерывного (аналогового) в дискретный (цифровой). Частота повторения дискретного сигнала пропорциональна интегралу выходного сигнала множительного устройства.

Выходное устройство согласует выходной сигнал преобразователя «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ) с приводом. Привод с суммирующим механизмом предназначен для интегрирования и запоминания числа импульсов, поступающих с выходного устройства. Число, фиксируемое суммирующим механизмом, соответствует активной энергии, потребленной нагрузкой. Блок питания предназначен для питания блоков счетчика стабилизированными напряжениями  $\pm 12,6$  и  $\pm 9,0$  В.

Ранее в качестве измерительных приборов использовались электромеханические скоростимеры в данный момент им на смену пришли различные системы измерения и контроля одну из которых рассмотрим сейчас - это Комплексное Локомотивное Устройство Безопасности (КЛУБ - У). Составные части КЛУБ-У включают комплектующие аппаратуры (рисунок 2.1): блоки электроники БЭЛ-У и индикации БИЛ-УТ, а также индикации помощника машиниста БИЛ-Пом, коммутации и регистрации БКР-У-1М (БКР-У-2М), антенна спутниковой навигации АУУ-1Н, приемопередающее устройство цифровой радио связи, блоки питания ИП-ЛЭ, ввода и диагностики БВД-У, датчики пути и скорости ДПС-У. Кроме того, система содержит блок согласования интерфейсов БСИ, комплект кабелей, стационарное устройство дешифрации регистрируемых параметров СУД-У (в депо с использованием компьютера). Взаимодействие между модулями системы осуществляется по последовательному интерфейсу типа CAN. Основные блоки КЛУБ-У - БЭЛ, БИЛ и БКР. Локомотивный блок электроники БЭЛ предназначен для получения сигналов от приемных катушек КПУ, антенн точечного канала связи, приемопередатчика РК, антенны СНС, датчиков пути и скорости, а также датчиков давления, цепей локомотива, рукояток и кнопок БИЛ, систем САУТ, ТСКБМ и УСАВП.



Другие функции блока электроники - обработка принимаемой информации, выдача ее на БИЛ для индикации и регистрации в системы САУТ и автоведения, а также управление электропневматическим клапаном ЭПК. Блок БЭЛ имеет модульную структуру. Связь между модулями и с внешними блоками осуществляется по CAN-интерфейсу.

Блок ввода и индикации БИЛ (разработаны и внедрены модификации блока - БИЛ-У, БИЛ-УВ, БИЛ-В, БИЛ-ВВ, БИЛ-УТ) обеспечивает отображение текущего времени, сигналов АЛСН и АЛС-ЕН, параметров движения поезда (координаты, скорости) по данным, поступающим от блока БЭЛ, а также информации о значениях целевой и допустимой скорости движения.

Данный блок формирует световую сигнализацию «Внимание» и звуковую при изменении поступающей информации (кроме координаты, времени и фактической скорости, давления в тормозной магистрали и тормозных цилиндрах), а также при нажатии на кнопки клавиатуры, нажатии и отпуске ручки бдительности РБ и РБС.

Блок БИЛ позволяет осуществить ввод и отображение локомотивных и поездных характеристик; индикацию режима работы, готовности кассеты регистрации, а также информации ввода и тестирования; запись оперативной информации о движении поезда, локомотивных и поездных характеристик, полученных из блока БЭЛ, на кассете регистрации КР.

В состав блока БИЛ входят унифицированный локомотивный блок индикации БИЛ-У, блок ввода БВЛ-У, ручки бдительности РБ, РБС (специальная) и РБП (помощника машиниста). С помощью встроенного блока БВЛ-У вводят предрейсовую информацию и управляют режимом работы системы безопасности.

Блок коммутации и регистрации БКР служит для обработки сигналов от датчиков давления и подключения к БЭЛ периферийных устройств.

Питание аппаратного комплекса КЛУБ-У осуществляется от генератора и аккумуляторной батареи локомотива через источник питания ИП-ЛЭ. Он снабжает электронную аппаратуру постоянным питающим напряжением  $50 \pm 5$  В с электрической изоляцией от первичных напряжений, которые могут составлять 50, 75 или 110 В (в электровозах, тепловозах или электропоездах соответственно).

Приемопередающее устройство ППУ-РС (в КЛУБ-У применяется радиостанция 1Р25СВ-22 «Мост-М1») осуществляет прием и передачу цифровых сообщений в радиоканале связи между базовым стационарным пунктом и локомотивом. Устройство работает в частотном диапазоне 450 - 470 МГц и насчитывает 15 программируемых каналов. При этом скорость передачи

данных равна 9600 бит/с, задержка передачи в радиоканал составляет менее 22 мс, а приема из радиоканала - менее 2,5 мс и готовности радиостанции после передачи - менее 19 мс.

Назначение антенны радиоканала РК - канализация радиосигналов между радиостанциями системы; локомотивной и стационарной. Для автоматической подвижной связи АПС на перегоне расстояние между базовыми станциями БС (зона БС) составляет 20 км. Количество поездов, участвующих в АПС в зоне, может составлять 12 и более. Минимальный период связи БС с каждым поездом (при числе 12 в зоне) - 1 с, случайные одиночные потери связи в движении - максимум 5 %.

Для автоматической подвижной связи на станции максимальный размер ее и парка (зона БС) составляет 6 км. Количество локомотивов, связанных с постом станции, парка в зоне - от 2 до 20, минимальный период связи станции с каждым локомотивом в своей зоне - 1 с. Минимальное время доступа связи между базовой станцией и локомотивом в обоих случаях равно 0,1 с, вероятность не обнаруженной ошибки за одно сообщение -  $10^{-14}$ .

## **20.2 Неисправности измерительных приборов электропоезда.**

К наиболее характерным неисправностям электроизмерительных приборов относятся: износ керна и камней, ослабление крепежных болтов, затирание и заедание подвижной системы, сход ее с подпятников или нарушение балансировки, обгорание проводов рамок подвижной и неподвижной систем или компенсационного и добавочного резисторов, а также трещины в корпусе.

Повышенное трение в подвижной системе выявляют при внешнем осмотре прибора. Если оно отсутствует, то при медленном поворачивании корректора в разные стороны стрелка прибора будет перемещаться плавно, без заеданий. Уравновешенность подвижной части прибора проверяют наклоном прибора в разные стороны, при этом стрелка не должна отклоняться от нулевого положения.

Признаком повышенного трения в опорах или заедания подвижной системы может служить отклонение стрелки при постукивании по корпусу прибора, а невозвращение стрелки в нулевое положение после отключения прибора укажет на возможную деформацию пружины или на малый зазор между керном и опорной поверхностью камня. Колебание стрелки включенного прибора указывает на наличие плохого контакта в его электрической схеме. При обнаружении у прибора перечисленных дефектов его

разбирают и ремонтируют). Если проверяемый прибор дает завышенные показания, то причиной этого может быть короткое замыкание части витков катушки или добавочного резистора (если он есть), смещение центра тяжести подвижной системы. В последнем случае на соответствующую часть подвижной системы можно нанести несколько капель шеллака. Если прибор при повторных включениях дает разные показания для одних и тех же значений тока (по контрольному прибору), значит, велико трение в подпятниках оси или витки токоподводящих пружин касаются друг друга или какой-либо части прибора. Амперметры градуируют с учетом сопротивления проводов, идущих от шунта, включенного в силовую цепь э. п. с., до щитка с приборами (для амперметра батареи в пределах РЩ). Проверенный прибор пломбируют.

Шунты амперметров проверяют, пропуская по ним расчетный ток (1500 или 100 А) от многоамперного генератора. Значение этого тока и падение напряжения на шунте должны соответствовать расчетным данным, которые указаны на литой части шунта.

Счетчики электрической энергии ремонтируют и испытывают в соответствии с инструкциями ЦТ ОАО «РЖД».

#### Вопросы контроля

1. Поясните принцип работы приборов электромагнитной системы для измерения постоянного и переменного токов.
2. Перечислите наиболее характерные неисправности электроизмерительных приборов и причины, вызывающие их появление.
3. Перечислите основные элементы системы КЛУБ.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дайлидко , А. А. Конструкция электровозов и электропоездов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Дайлидко , Ю. Н. Ветров, А. Г. Брагин . - М. : Донской издательский дом, 2014. - 348 с.- Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890357106.html?SSr=360133c7d11274c2326f51d>
2. Дайлидко А.А Электрические машины ЭПС / А.А. Дайлидко . М .: УМЦ ЖДТ, 2017. – 245 с.
3. Ермишкин И.А. Конструкция электроподвижного состава [Электронный ресурс] : учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 376 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358080.html?SSr=210133c77c140c13b9d151d>
4. Ермишкин И.А. Электрические цепи ЭПС [Текст]: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016
5. Маторин , В. В. Автоматические тормоза специального подвижного состава [Текст] : учебное пособие / В. В. Маторин . - М. : Алатырь, 2017. - 106 с.
6. Тяговые электрические машины [Электронный ресурс]: учебник / В.Г. Щербаков и др.; под редакцией В.Г. Щербакова, А.Д. Петрушина. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. — 641 с. – Режим доступа :[http://library.miit.ru/2014books/pdf/Щербаков\\_Петрушин.pdf](http://library.miit.ru/2014books/pdf/Щербаков_Петрушин.pdf)
7. Четвергов, В. А.Техническая диагностика локомотивов [Электронный ресурс] : учеб. /В. А. Четвергов, С. М. Овчаренко, В. Ф. Бухтеев ; под ред. В. А. Четвергова. - М. : ФГБОУ "У МЦ ЖДТ, 2014. - . – 371 с.- Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890357526.html?SSr=360133c7d11274c2326f51d>