

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Электрический подвижной состав»

В. М. ЛАЗЕЕВ, И. С. ЕВДАСЁВ, Н. А. ОЛЕШКЕВИЧ

РЕМОНТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Лабораторный практикум

Гомель 2006

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Электрический подвижной состав»

В. М. ЛАЗЕЕВ, И. С. ЕВДАСЁВ, Н. А. ОЛЕШКЕВИЧ

РЕМОНТ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Лабораторный практикум

*Одобрено методической комиссией
механического факультета*

Гомель 2006

УДК 629.423.004.67(075.8)

ББК 39.232

Л17

Рецензент – Б. А. Чмыхов, доцент кафедры «Тепловозы и тепловые двигатели» (УО «БелГУТ»)

Лазеев, В. М.

Л17 Ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: лабораторный практикум / В. М. Лазеев, И. С. Евдасёв, Н. А. Олешкевич – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 32 с.

Рассмотрены вопросы ремонта подвижных единиц в условиях городского электрического транспорта.

Предназначен для студентов механического факультета специальности «Техническая эксплуатация городского электрического транспорта».

УДК 629.423.004.67(075.8)

ББК 39.232

© В. М. Лазеев, И. С. Евдасёв, Н. А. Олешкевич, 2006.
© Оформление. УО «БелГУТ», 2006

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лабораторная работа № 1</i> Определение подачи воздуха и величины его давления, создаваемого электрокомпрессором	4
<i>Лабораторная работа № 2</i> Изучение работы и принципа действия регулятора давления типа АК-11Б	10
<i>Лабораторная работа № 3</i> Регулировка схождения колес переднего моста троллейбуса	13
<i>Лабораторная работа № 4</i> Применение магнитопорошкового метода контроля деталей подвижного состава городского электрического транспорта	18
<i>Лабораторная работа № 5</i> Регулировка зацепления конических шестерен центрального редуктора	24
<i>Лабораторная работа № 6</i> Определение емкости аккумуляторной батареи и плотности электролита	27

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДАЧИ ВОЗДУХА И ВЕЛИЧИНЫ ЕГО ДАВЛЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО ЭЛЕКТРОКОМПРЕССОРОМ

Цель работы. Изучить устройство и принцип работы электрокомпрессора ЭК 4В. Ознакомиться с порядком проведения испытаний и определением подачи воздуха электрокомпрессора.

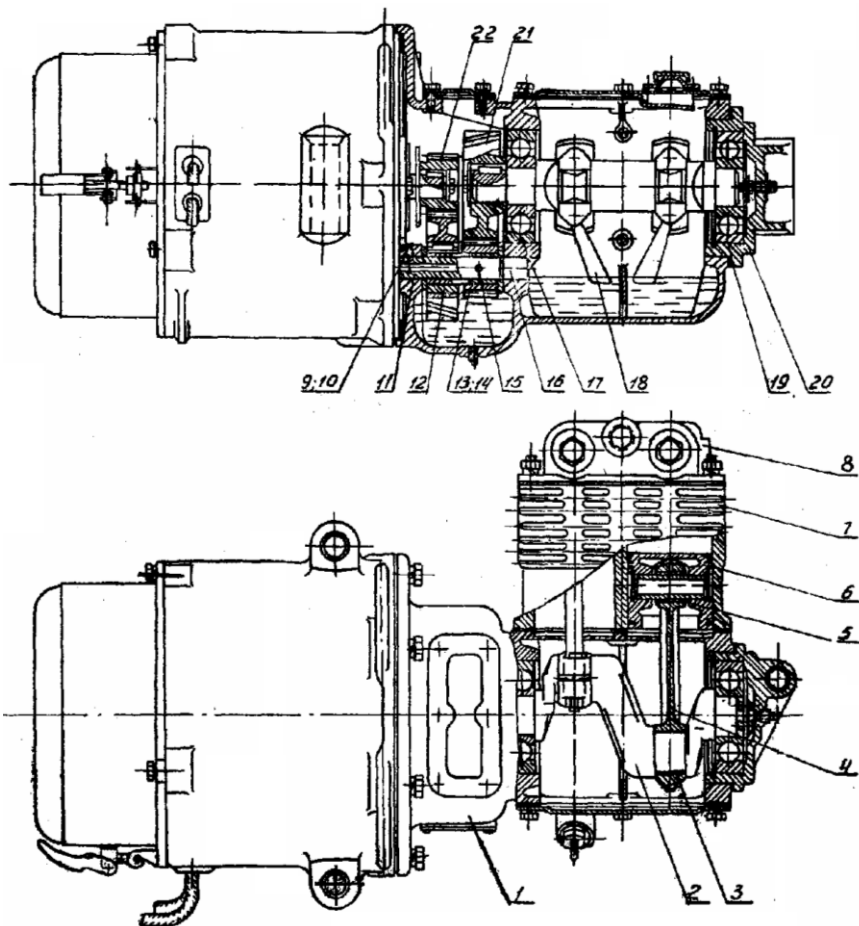
Краткие сведения из теории

Электрокомпрессор ЭК 4В предназначен для производства сжатого воздуха в пневматической схеме питания приводов тормозного оборудования, пневматического подвешивания и приводов дверей подвижного состава городского электротранспорта и является одним из наиболее ответственных агрегатов.

Устройство и принцип работы. Электрокомпрессор состоит из компрессора ЭК 4В и электродвигателя постоянного тока ДК 410. Компрессор ЭК 4В относится к типу горизонтальных поршневых компрессоров низкого давления и малой производительности. Компрессор (рисунок 1) состоит из корпуса 1, коленчатого вала 2, шатунно-поршневой группы 4, 6, блока цилиндров 7, коробки клапанов 8, двухступенчатого редуктора 14.

Корпус компрессора, отлитый из чугуна, является основной базовой деталью. На корпусе крепятся все остальные детали и сборочные единицы. Доступ внутрь корпуса осуществляется через отверстия, плотно закрываемые крышками.

Коленчатый вал – стальной, двухкривошипный. Коренными шейками коленчатый вал опирается на радиальные однорядные шариковые подшипники. Один подшипник расположен в корпусе 1, другой – в крышке 20.



1 – корпус; 2 – коленчатый вал; 3 – шатунный подшипник; 4 – шатун; 5 – втулка; 6 – поршень; 7 – блок цилиндров; 8 – крышка клапанов; 9 – винт стопорный; 10 – регулировочные отверстия; 11 – эксцентриковая ось; 12 – втулка; 13 – блок шестерен; 14 – редуктор; 15 – масляные каналы; 16 – опорная шейка; 17 – шарикоподшипник радиальный однорядный № 411; 18 – маслоразбрызгиватель; 19 – шарикоподшипник радиальный однорядный № 411; 20 – крышка подшипника; 21, 22 – шестерни

Рисунок 1 – Общий вид электрокомпрессора ЭК 4В

Шатуны изготовлены из стали. В раземе между стержнем и крышкой каждого шатуна расположен маслоразбрызгиватель 18 и регулировочные прокладки.

Подшипники скольжения в нижней головке изготовлены из баббита в виде заливки, в верхней – из бронзы в виде разрезной втулки.

Поршни – чугунные. На каждом поршне расположены по два уплотнительных и маслосъемных кольца. Кольца изготовлены из специального чугуна или полимерного материала.

Блок цилиндров отлит из чугуна. Наружная поверхность блока оребрена для более эффективного охлаждения.

Коробка клапанов также изготовлена из чугуна. Внутри коробки расположена перегородка, разделяющая всасывающую полость от нагнетательной. В коробке установлены два всасывающих и два нагнетательных клапана.

Клапаны – самодействующие, кольцевые со спиральной пружиной, прижимающей пластину к седлу. Детали клапана изготовлены из стали, пластина – из хромистой стали.

Двухступенчатый редуктор состоит из колеса зубчатого на коленчатом валу 2, колеса зубчатого на валу электродвигателя 18 и блока колес зубчатых на оси эксцентриковой 10. Блок колес зубчатых состоит из двух колес, изготовленных из стали. В блок запрессованы бронзовые втулки 11. Блок должен свободно вращаться на эксцентриковой оси при отсутствии зацепления с колесами электродвигателя и коленчатого вала. Смазка зубчатых колес редуктора осуществляется за счет частичного погружения колес в масло. Смазка остальных трущихся поверхностей деталей компрессора осуществляется при помощи двух разбрызгивателей, установленных в разьеме шатунов.

Для заправки масла в корпусе имеется отверстие с ввернутым в него маслоуказателем (рисунок 2).

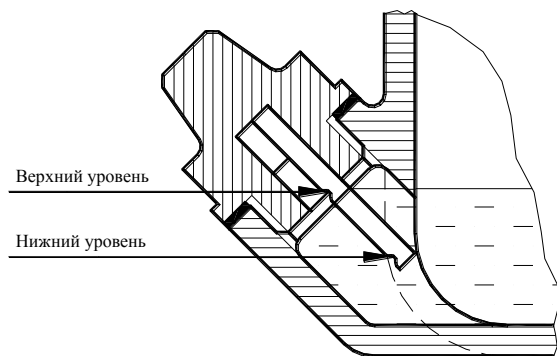


Рисунок 2 – Маслоуказатель

По линейке маслоуказателя определяется уровень масла в корпусе компрессора.

Работа компрессора с уровнем масла ниже нижней риски маслоуказателя не допускается.

Техническая характеристика

Тип электрокомпрессора	ЭК 4В
Подача, м ³ /мин	не менее 0,3
Давление нагнетания (избыточное), МПа	0,8
Потребляемая мощность, кВт, не более	2,7
Режим работы	ПВ50
Наибольшее время непрерывной работы, мин	не более 15 (не чаще одного раза в течение двух часов)
Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин	330
Диаметр цилиндров, мм	112
Ход поршня, мм	92
Передаточное число редуктора	3,4
Масса, кг, не более	300

Тип электродвигателя	ДК-410
Номинальная мощность, кВт	3,5
Номинальный ток, А	9,35
Номинальное напряжение, В	550
Номинальная частота вращения, об/мин	1130
Номинальный вращающий момент, Н·м	29,6
КПД, %	68,0

Порядок проведения испытаний электрокомпрессора. Программа испытаний [3, 4] электрокомпрессора воздушного ЭК 4В в сборе с приводным двигателем ДК 410 включает: испытания на холостом ходу, приработку, испытания под нагрузкой и определение подачи.

Приработка электрокомпрессора производится на холостом ходу. Это осуществляется подключением в пневмосхеме краном управления цепи соединения с атмосферой. По требованиям проведения испытаний [3] электрокомпрессор проверяется на холостом ходу в течение 2 часов¹⁾. Включение электрокомпрессора на номинальную частоту вращения вала осуществляется в несколько ступеней выведением из цепи якоря двигателя реостата. Это обеспечивает лучший режим приработки. Ступени включения рекомендуются выбирать в следующей пропорции [1]:

- 1-я ступень – 25 % номинальной частоты вращения, включение 10 минут;
- 2-я ступень – 75 % номинальной частоты вращения, включение 10 минут;
- 3-я ступень – 125 % номинальной частоты вращения, включение на остатальное время.

¹⁾ В соответствии с [1] необходимо обкатывать компрессор в течение двух часов с остановкой через каждый час работы для полного охлаждения. По [4] обкатка на холостом ходу осуществляется в течение 30 минут.

При испытании компрессора на холостом ходу на слух определяются удары, заедания, посторонние шумы, а также осуществляется приработка деталей и сборочных единиц.

Во время испытаний на холостом ходу без подключения к пневмосхеме проверяется также выброс масла через клапанную коробку. Наиболее простым методом данная проверка производится путем установки чистого листа на расстоянии 50 мм от нагнетательного отверстия. Результат проверки считается положительным, если в течение 1 минуты работы компрессора на листе нет следов масла.

После обкатки на холостом ходу и устранения неисправностей производится испытание электрокомпрессора под нагрузкой при противодавлении в пневматической системе 0,9 МПа в течение 5 минут. В компрессоре не должно быть чрезмерного нагрева (масла не более 80 °С, а нагнетаемого воздуха на расстоянии 0,8...1,0 м не более 200 °С), ударов, заеданий и посторонних шумов. Для проведения данного этапа испытаний в пневматической схеме стенда необходимо заблокировать автоматический регулятор давления, который при давлении 0,8 МПа отключает цепи управления электрокомпрессора.

Последним и наиболее важным этапом испытаний является проверка подачи компрессора в соответствии с [3]. Для проверки электрокомпрессора в рабочем режиме необходимо включить двигатель на номинальную частоту вращения вала. Испытания в рабочем режиме производятся в течение одного часа при работе компрессора в повторно-кратковременном режиме с ПВ 50 %.

Подача компрессора проверяется путем наполнения резервуара стенда объемом 0,075 м³ от 0 до 0,8 МПа при номинальной частоте вращения двигателя. Время наполнения не должно превышать 4 минуты.

Более точным методом является определение подачи электрокомпрессора расчетным путем по формуле [1]

$$\text{Ошибка!} \tag{1}$$

где V – объем резервуара, м³;

p – избыточное давление воздуха в резервуаре, МПа; определяется по манометру;

p_0 – атмосферное давление, МПа;

t – время наполнения резервуара до давления 0,8 МПа, мин;

$T_{\text{нв}}$ – температура наружного воздуха, К;

$T_{\text{св}}$ – температура сжатого воздуха, К.

На практике часто возникает потребность в проверке электрокомпрессора без снятия с подвижного состава, например, после проведения технического обслуживания или непланового ремонта. При такой проверке электрокомпрессора совместно с другим пневмооборудованием на подвижном составе необходимо также определить утечку воздуха из пневмосистемы.

Утечка сжатого воздуха определяется по скорости падения давления в

резервуаре. При объеме резервуара $0,14 \text{ м}^3$ и давлении в нем $0,7 \text{ МПа}$ скорость его падения на $0,1 \text{ МПа}$ не должна превышать 5 минут .

При другом объеме резервуара наибольшее время падения давления под- считывается по формуле

$$t = \frac{5V;0}{14} . \quad (2)$$

Порядок выполнения работы

1 Изучить конструкцию электрокомпрессора ЭК 4В на натурном образце в лаборатории.

2 Ознакомиться с порядком проведения испытаний электрокомпрессора ЭК 4В. Составить план проведения испытаний без снятия компрессора с троллейбуса и перечень необходимого оборудования (рисунок 3).

<p>План проведения испытаний компрессора ЭК 4В без снятия с троллейбуса: Провести инструктаж по технике безопасности на рабочем месте. Подготовить пневмосистему к испытанию, установив необходимое обо- рудование. Подать напряжение на троллейбус. ... Перечень необходимого оборудования для испытания: троллейбус (лабораторный стенд); термометр с пределом измерений $0 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$; ... Составил студент группы МГ 41</p>	<p>В. В. Иванов</p>
---	---------------------

Рисунок 3 – Пример составления плана проведения испытаний компрессора

3 Произвести внешний осмотр электрокомпрессора, выявленные дефек- ты занести в отчет по лабораторной работе.

4 Произвести испытания электрокомпрессора без снятия с троллейбуса. Выявленные дефекты и измеряемые при испытании параметры занести в отчет.

5 Определить подачу компрессора и утечку сжатого воздуха из пневма- тической системы по формулам (1) и (2). Расчеты привести в отчете по ла- бораторной работе.

6 Сделать вывод по проведенному испытанию; указать достоверность полученных результатов, выявленные дефекты и способы их устранения.

Контрольные вопросы

- 1 Как устроен и работает электрокомпрессор?
- 2 Для какой цели необходим компрессор на троллейбусе?
- 3 Как производится смазка трущихся деталей компрессора?
- 4 Техническая характеристика электрокомпрессора ЭК4В.
- 5 Назовите порядок испытаний электрокомпрессора.
- 6 Зачем проводится приработка компрессора?
- 7 Как определить подачу электрокомпрессора?
- 8 Как определить время падения давления в резервуаре?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Бондаревский, Д. И.** Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д. И. Бондаревский, В. М. Кобозев. – М.: Высшая школа, 1973. – 392 с.
- 2 **Веклич, В. Ф.** Диагностирование технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
- 3 Правила технической эксплуатации троллейбуса. – Мн., 1996. – 96 с.
- 4 Электрокомпрессор воздушный модели ЭК 4В-М. Паспорт. ЭК 4В-М.00.000 ПС. – М., 1994. – 38 с.
- 5 Электрокомпрессор воздушный ЭК 4В-М. Инструкция по эксплуатации. ЭК 4В-М.00.000 ИЭ. – М., 1991. – 125 с.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ТИПА АК-11Б

Цель работы. Изучить устройство и принцип работы регулятора давления типа АК-11Б.

Краткие сведения из теории

Регулятор давления АК-11Б предназначен для поддержания определенного давления воздуха в пневмосистеме на протяжении работы подвижной единицы. От качества настройки и технического состояния регулятора зависит срок службы основных элементов пневмосистемы.

Устройство и принцип работы. Регулятор давления типа АК-11Б (рисунок 1) устроен следующим образом.

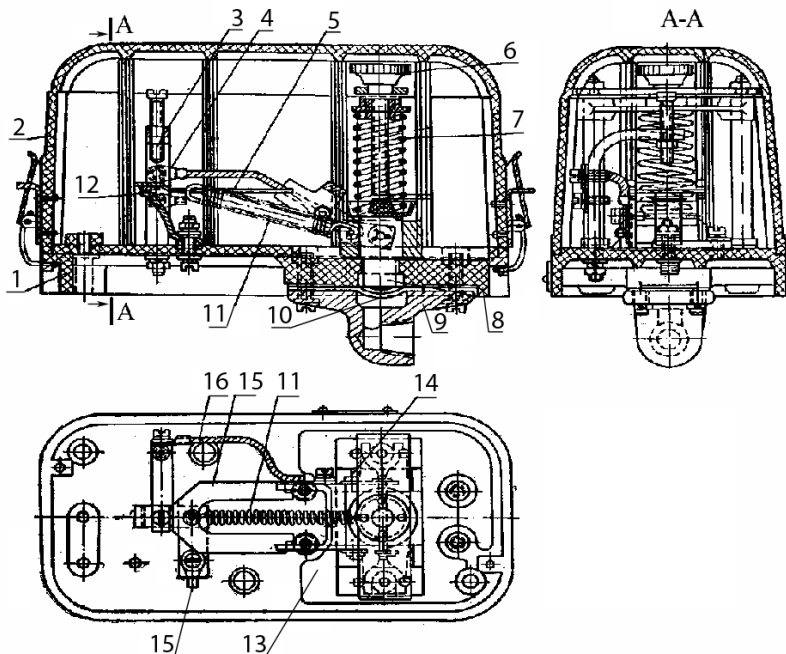


Рисунок 1 – Регулятор давления типа АК-11Б

На изоляционном основании *1* смонтирован механизм регулятора, закрытый кожухом *2*. С нижней стороны основания крепится чугунный фланец *9*, который прижимает к основанию резиновую диафрагму *10* толщиной 2 мм. К фланцу подводится воздухопровод. Над фланцем установлена направляющая, в которой расположен изоляционный упор *8*, соединенный с концом рычага *13* при помощи валика. Нижний конец упора *8* касается диафрагмы, а верхний упирается в главную пружину *7*.

Рычаг *13* сидит на неподвижной оси *14*. В верхнем конце рычага есть призматические вырезы, в которые вставлена вилка подвижного контакта *5*. Последний прижимается к рычагу *13* контактной пружиной *11*. Неподвижный контакт *12* электрически соединен с выводной клеммой *15*. Над подвижным контактом *5* расположен винт-упор *3*. Передача тока от подвижного контакта ко второй выводной клемме *4* осуществляется гибким кабелем *16*.

При давлении воздуха под диафрагмой, не достигающем предельной величины (0,8 МПа для троллейбуса ЗИУ-682 и 0,65 МПа для троллейбуса АКСМ-101), при которой компрессор должен выключаться, подвижный контакт *5* прижимается пружиной *11* к неподвижному контакту *12* и включает двигатель компрессора. При давлении воздуха, достаточном для от-

ключения (0,65 МПа для троллейбуса ЗИУ-682 и 0,5 МПа для троллейбуса АКСМ-101), диафрагма преодолевает сопротивление главной пружины 7, упор 8 движется вверх и поворачивает рычаг 13 вокруг оси 11. При этом вилка подвижного контакта 5 меняет свое положение, а пружина 11 размыкает контакты, посылая контакт 5 до упора 3. Компрессор перестает работать. Выключение и включение контактов происходит мгновенно при достижении давлением воздуха заданных регулировкой величин.

Давление отключения регулируется вращением головки 6 винта главной пружины. Давление включения регулируется (по величине перепада) винтом 3 (величина перепада уменьшается при уменьшении раствора контактов).

Порядок выполнения работы

1 Изучить устройство регулятора давления АК-11Б.

2 Подготовить троллейбус к работе, включить низковольтные электрические цепи, включить компрессор и наполнить пневмосистему сжатым воздухом. По показаниям манометра определить максимальное давление в пневмосистеме. Данные занести в рабочий журнал (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты измерения давления

Номер опыта	Давление максимальное (отключение компрессора), МПа	Число оборотов винта главной пружины	Давление включения компрессора, МПа	Перепад давления, МПа	Число оборотов винта-упора

3 Понизить давление в пневмосистеме (для более интенсивного снижения давления можно нажать на тормозную педаль). Регистрировать давление включения компрессора.

4 Произвести 1–2 оборота винта главной пружины 6 регулятора давления. Включить компрессор и регистрировать максимальное давление в пневмосистеме.

5 Произвести работы по пп. 3, 4 несколько раз. По полученным данным построить зависимости отключения и включения электрокомпрессора от количества оборотов винта главной пружины.

6 Определить необходимое число оборотов винта главной пружины для установки регулятора на максимальное давление в пневмосистеме на 0,8 МПа.

7 Повторить работы по п. 3. Определить перепад давлений отключения и включения компрессора.

8 Произвести 1–2 оборота винта-упора 3. Включить компрессор и накачать воздух в пневмосистему. Снижение давления от максимального до давления включения компрессора производить медленно (несколькими кратковременными нажатиями на тормозную педаль).

9 Работы по п. 8 произвести несколько раз. По полученным данным построить зависимость перепадов давления от числа оборотов винта-упора.

10 Определить необходимое число оборотов винта-упора для установки регулятора на нормируемый перепад давления в пневмосистеме (0,15 МПа).

Контрольные вопросы

- 1 Назначение регулятора давления на троллейбусе.
- 2 Принцип работы и устройство регулятора давления.
- 3 Как регулировать наибольшее давление?
- 4 Как установить перепад давления?
- 5 Действие регулятора давления в электрической схеме управления троллейбуса.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Бондаревский, Д. И.** Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д. И. Бондаревский, В. М. Кобозев. – М.: Высшая школа, 1973. – 392 с.
- 2 Правила технической эксплуатации троллейбуса. – Мн., 1996. – 96 с.
- 3 **Веклич, В. Ф.** Диагностирование технического состояния троллейбуса. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.

Лабораторная работа № 3

РЕГУЛИРОВКА СХОЖДЕНИЯ КОЛЕС ПЕРЕДНЕГО МОСТА ТРОЛЛЕЙБУСА

Цель работы. Изучить принцип регулировки и способы проверки схождения колес переднего моста троллейбуса.

Краткие сведения из теории

Качество состояния ведомого моста троллейбуса влияет на такие параметры, как легкость управления, точность поворота колес, способность их возвращения в положение прямолинейного движения, скорость износа шин, уровень воздействий неровностей дороги на рулевое колесо, потерю мощности при качении колес и др.

Названные параметры, а также безотказность всех элементов моста и рулевого управления оказывают решающее влияние на безопасность дорожного движения, экономичность эксплуатации троллейбусов и условия работы водителя.

При конструировании ведомого моста оптимизация значений и направлений сил, возникающих в зоне контакта колеса с дорогой, достигается установкой колес и шкворней под углом как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Углами установки колес являются углы их развала и схождения, а углами наклона шкворней – поперечный и продольный углы наклона.

Угол развала колес α_p (рисунок 1) представляет собой угол между средней плоскостью колеса и перпендикуляром к поверхности дороги.

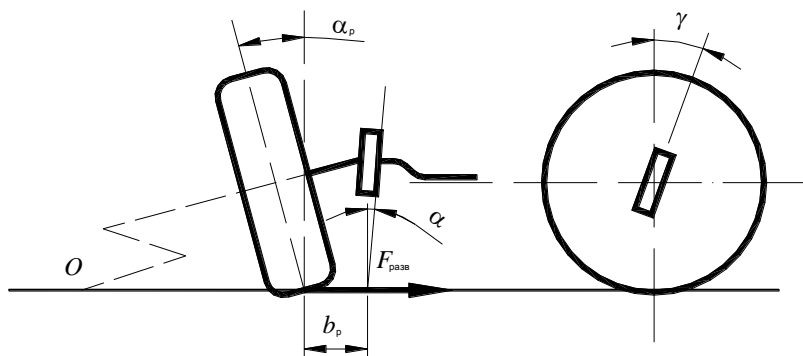


Рисунок 1 – Схема развала колес

Он образуется наклоном оси поворотной цапфы на угол α_p по отношению к плоскости, параллельной дороге. Вследствие установки колес с так называемым положительным развалом уменьшается расстояние b_p между точками пересечения продольной оси шкворня и касания колеса с дорогой, а следовательно, уменьшается плечо оси сопротивления повороту колеса, что облегчает управление троллейбусом.

Угол развала α_p устанавливают на троллейбусах ЗиУ-682 равным 1° .

Как видно из рисунка 1, вследствие наклона колеса в вертикальной плоскости развала колёс возникает боковая сила $F_{\text{разв}}$, которая вызывает, с одной стороны, положительное воздействие, прижимая ступицу колеса к внутреннему подшипнику и уменьшая осевую нагрузку на внешний подшипник и его гайку. С другой стороны, при наличии развала возникает вредное боковое скольжение колеса из-за стремления последнего катиться в сторону от троллейбуса по дуге вокруг точки O (см. рисунок 1), находящейся на пересечении оси колеса с опорной поверхностью.

Жесткая связь колес посредством балки переднего моста препятствует такой траектории движения, вследствие чего и возникает боковое скольжение. Последнее увеличивает сопротивление качению колеса, износ шины, ухудшает управляемость троллейбусом.

Для компенсации возникающих вследствие развала колес неблагоприятных явлений при сохранении основного преимущества развала (уменьшения

момента сил сопротивления повороту колеса) колёса устанавливают с углом схождения (углом наклона колес в горизонтальной плоскости). В результате установки колес с углом наклона в вертикальной плоскости, равным β_{cx} , и образованным горизонтальными диаметрами колес (рисунок 2), появляются боковые силы F_{cx} .

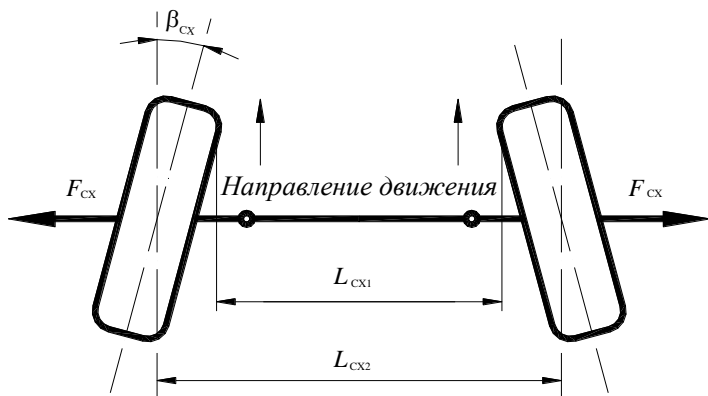


Рисунок 2 – Схема схождения колес

При установке колес с так называемым положительным схождением, как показано на рисунке 2, боковая сила направлена в сторону, противоположную силе, вызванной развалом колес. При отсутствии схождения ($\beta_{cx} = 0$), кроме отрицательных последствий, вызываемых действием нескомпенсированной боковой силы от развала колес, силы сопротивления качению и люфты в рулевом приводе приводят к образованию отрицательного угла схождения колес, что резко увеличивает их боковое скольжение.

На современных троллейбусах углы схождения управляемых колес устанавливают в пределах $0,2-0,3^\circ$. Из-за сложности измерения на практике таких малых углов схождение колес на троллейбусах измеряют обычно в линейных размерах как разницу расстояний между передними и задними торцами тормозных барабанов.

Рекомендуется устанавливать схождение колес для ЗиУ-682 равным 4–6 мм, АКСМ-201 – 1–2 мм [3]; АКСМ-101 – 4–6 мм [4].

Поперечный наклон шкворня под углом α к линии, перпендикулярной к опорной поверхности, и продольный, образующий угол γ (см. рисунок 1) между продолжением оси шкворня и линией, перпендикулярной к опорной поверхности, обеспечивают стабилизацию управляемых колес. Имеется в виду способность колес возвращаться в нейтральное положение, соответствующее прямолинейному движению троллейбуса, и противодействие колес их выходу из нейтрального положения под воздействием неровностей дороги, порывов ветра и т. п.

На эксплуатируемых троллейбусах ЗиУ-682 устанавливают следующие углы наклона шкворней: 8° поперечный и $1^\circ 30'$ продольный.

На эксплуатируемых троллейбусах применена подвеска управляемых колес с нерегулируемыми углами развала колес, поэтому изменение боковых касательных сил в зоне контакта колеса с опорной поверхностью достигается регулированием только угла схождения.

В процессе эксплуатации троллейбуса происходит износ деталей ведомого моста и рулевого управления, увеличиваются зазоры в подшипниках ступиц из-за износа конических подшипников ступиц; зазоры в шкворневом соединении вследствие износа шкворней и сопрягаемых с ними втулок поворотных кулаков; люфты в рулевых тягах и рычагах из-за износа поверхностей шаровых пальцев, сухарей, подшипников и потери упругости в этих узлах; люфт в рулевом механизме вследствие износа деталей механизма. Встречаются также деформации рулевых тяг.

Возникающие зазоры в подшипниках ступиц и шкворневых соединениях изменяют углы установки колес. В результате ухудшается управляемость троллейбусом, снижается стабилизирующий момент, увеличивается износ шин и расход электроэнергии на движение.

Контроль схождения управляемых колес производят двумя принципиально разными методами: измерением геометрических параметров схождения (угол установки колес или пропорциональная углу линейная величина схождения) или измерением динамического параметра (суммарная боковая сила при взаимодействии колеса с опорной поверхностью).

В троллейбусных депо наибольшее распространение получил метод контроля линейного схождения посредством специальной линейки.

Стенды, которые позволяют измерять суммарную боковую силу в зоне взаимодействия колеса с опорной поверхностью, подразделяют на две группы, действующие по принципу *«подвижный экипаж»* или *«подвижная дорога»*.

Стенды первой группы состоят из двух механически не связанных между собой площадок. Их устанавливают на уровне пола на роликах, позволяющих смещаться каждой площадке в направлении, перпендикулярном движению экипажа. Каждая площадка связана с неподвижной рамой стенда через упругий элемент, воспринимающий боковую силу от взаимодействия площадки и проезжающего по ней с небольшой скоростью троллейбуса. По значению бокового увода на единицу пути колеса или по боковой силе, которую оператор считывает с пульта стенда (ленты самописца), определяют правильность углов установки управляемых колес.

Стенды площадочного типа отличаются высокой производительностью, особенно при экспресс-контроле. Их недостаток состоит в том, что для повторной проверки боковой силы после регулировочных работ необходим выезд и повторный заезд на него. Кроме того, как показал опыт автотранспортных предприятий, точность этого метода невысока.

Стенды второй группы, действующие по принципу «подвижная дорога», свободны от этих недостатков – обладают большой точностью и позволяют производить многократные замеры боковых сил, а также регулирование значения этих сил непосредственно на стенде, что крайне важно для условий троллейбусных депо.

Стенды этой группы состоят из беговых барабанов, приводимых во вращение электродвигателем через редуктор. В зависимости от числа барабанов, приходящихся на каждое колесо, стенды подразделяют на одно- и двухбарабанные. В последних фиксация управляемых колес осуществляется автоматически, а в однобарабанных – посредством специальных фиксирующих устройств.

Порядок выполнения работы

1 Теоретически изучить способы проверки схождения колес переднего моста троллейбуса. В отчете по лабораторной работе привести схему проверки схождения колес геометрическим способом.

2 Произвести замер схождения колес геометрическим способом (см. рисунок 2) на макете переднего моста в лаборатории. Результаты проверки занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты регулировки и проверки схождения колес переднего моста троллейбуса

Наименование операции	Схождение,		Время операции, мин	Примечание
	мм	град		

3 Провернуть регулировочную тягу на 5–10 оборотов в любом направлении. Произвести замер схождения колес.

4 Определить удельное схождение на один оборот регулировочной тяги (мм/об). Рассчитать число оборотов регулировочной тяги для установления нормированного схождения колес переднего моста троллейбуса. Расчеты привести в отчете по лабораторной работе.

5 Провернуть регулировочную тягу на рассчитанное число оборотов. Произвести замер схождения колес. При установленной величине схождения, отличающейся от нормированной, произвести повторно работы по п. 4.

6 Для всех замеренных величин схождения определить угол схождения $\beta_{сх}$. В отчете привести расчет, результаты измерений занести в таблицу 1.

7 В выводе по работе указать достоинства и недостатки геометрического способа проверки схождения колес переднего моста троллейбуса.

Контрольные вопросы

- 1 Какие регулировки проводятся для колес переднего моста троллейбуса?
- 2 Какие цели достигаются при регулировке передних колес троллейбуса?
- 3 Что такое угол развала передних колес ведомого моста?
- 4 Что такое угол схождения передних колес ведомого моста?
- 5 Каковы величины углов развала и схождения колес ведомого моста?
- 6 Назовите порядок выполнения работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Бондаревский, Д. И.** Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д. И. Бондаревский, В. М. Кобозев. – М.: Высшая школа, 1973. – 392 с.
- 2 **Веклич, В. Ф.** Диагностирование технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
- 3 Троллейбус пассажирский 201. Инструкция по обслуживанию. АКСМ 201 – 000 000.000 И О. – Мн., 1996. – 94 с.
- 4 Троллейбус пассажирский 101. Инструкция по обслуживанию. АКСМ 101 – 000 000.000 И О. – Мн., 1996. – 90 с.

Лабораторная работа № 4

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОПОРОШКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Цель работы. Изучить устройство магнитопорошкового дефектоскопа и методику проведения контроля оси колесной пары трамвая.

Краткие сведения из теории

Магнитопорошковый метод является одним из наиболее эффективных методов неразрушающего контроля деталей из ферромагнитного материала на поверхностные дефекты (трещины, раковины и др.). Возможность выявления дефектов основана на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на поверхность магнитного потока, связанного с наличием в контролируемой детали нарушений сплошности. Намагничивание контролируемой детали производится намагничивающим устройством или протеканием по детали тока. В качестве намагничивающего устройства могут применяться:

- постоянный магнит – для контроля тонкостенных деталей 1–2 мм. Постоянный магнит изготавливается из железо-никель-алюминиевых сплавов, которые имеют большую коэрцитивную силу и остаточную магнитную индукцию до 1 Т;
- электромагнит – детали различных конфигураций;

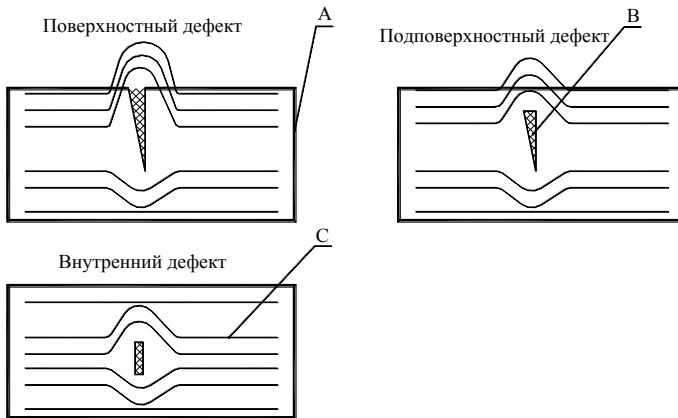
- соленоид, тороид – выявление продольных дефектов.

Различают два основных метода магнитопорошковой дефектоскопии:

1) *метод приложенного поля* – контроль детали производится непосредственно в магнитном поле намагничивающего устройства или при протекании тока по детали. В данном типе может применяться постоянный, переменный и импульсный ток;

2) *метод остаточной намагниченности* – контроль детали производится после снятия магнитного поля намагничивающего устройства или после прекращения протекания тока по детали в поле остаточной намагниченности материала детали. Данный способ приемлем для ферромагнитных материалов с большой коэрцитивной силой.

При намагничивании детали дефекты вызывают неравномерное перераспределение магнитного потока и выход части магнитных линий на поверхность (рисунок 1).



А – исследуемая деталь; В – дефект; С – магнитные линии

Рисунок 1 – Схемы расположения дефекта

На поверхности детали создаются локальные магнитные полюсы, притягивающие частицы магнитного порошка, в результате чего место дефекта становится видимым.

На чувствительность магнитопорошкового метода выявления дефектов деталей оказывает влияние ряд факторов:

- *магнитные свойства порошка или суспензии.* Применяются магнитные порошки из магнитомягких материалов, окалины, магнетина, электроискровые, также могут применяться в суспензии из данных порошков с добавлением керосина. Суспензия готовится из расчета 1 л керосина на 15–30 г магнитного порошка. Суспензия позволяет равномерно распределить поро-

шок на поверхности, а также, растекаясь, выявить дефект на наклонных поверхностях детали;

- *размер частиц магнитного порошка.* С увеличением размера частиц порошка при одинаковых магнитных характеристиках порошка и детали выявляемость одних и тех же дефектов резко снижается;

- *геометрические размеры и расположение дефекта.* Классический метод магнитопорошковой дефектоскопии описывается для выявления дефектов, расположенных перпендикулярно линиям магнитного поля, но опыты показывают, что выявляются также и дефекты, расположенные под углом к линиям магнитного поля. Допустимый угол между границей дефекта и линией магнитного поля определяется величиной нормальной составляющей вектора магнитной индукции к границе дефекта и зависит от многих параметров (величины поля, создаваемого намагничивающим устройством; магнитных свойств контролируемой детали; геометрических размеров дефекта и т. д.). Вышесказанные положения относятся и к выявлению подповерхностных дефектов детали;

- *величина приложенного или остаточного магнитного поля.* По величине приложенного или остаточного поля классифицируют три режима контроля деталей магнитопорошковым методом (таблица 1);

Таблица 1 – **Режимы контроля деталей магнитопорошковым методом**

Режим	Напряженность магнитного поля, А/м	Размер выявляемого дефекта, мм
Повышенной жесткости	11950	0,05
Пониженной жесткости	2390	0,30
Обработка по грубым дефектам	1590	1,00

- *чистота обработки контролируемой поверхности.* При значительной шероховатости поверхности линии магнитного поля выпучиваются между смежными вершинами, и магнитный порошок, располагаясь по линиям магнитного поля, неплотно прилегает к поверхности. При такой картине довольно трудно рассмотреть небольшие дефекты.

Важным этапом в проведении контроля деталей магнитопорошковым методом является снятие остаточной намагниченности. Данная операция может быть выполнена двумя способами:

- постепенное удаление детали из постоянного магнитного поля с медленным вращением;

- постепенное уменьшение переменного магнитного поля при нахождении в нем контролируемой детали.

В трамвайных депо для проведения магнитопорошкового контроля колесных пар наибольшее распространение получил магнитный дефектоскоп МД-12П (рисунок 2).

Дефектоскоп магнитопорошковый МД-12П специализированного назначения применяется для обнаружения поверхностных поперечных трещин во внутренних шейках и средних частях осей колесных пар трамвая – в комплекте с намагничивающим устройством седлообразного типа (исполнение МД-12ПС). Допускается применение данного дефектоскопа для контроля других деталей из ферромагнитных материалов при условии, что дефектоскоп обеспечит на поверхности контролируемой детали напряженность магнитного поля в соответствии с установленным уровнем чувствительности [1].

Магнитопорошковый дефектоскоп состоит из блока управления, намагничивающего устройства седлообразного типа (в моделях МД-12ПЭ эксцентриковый тип намагничивающего устройства, МД-12ППШ – шеечный), кабеля питания и соединительного кабеля.

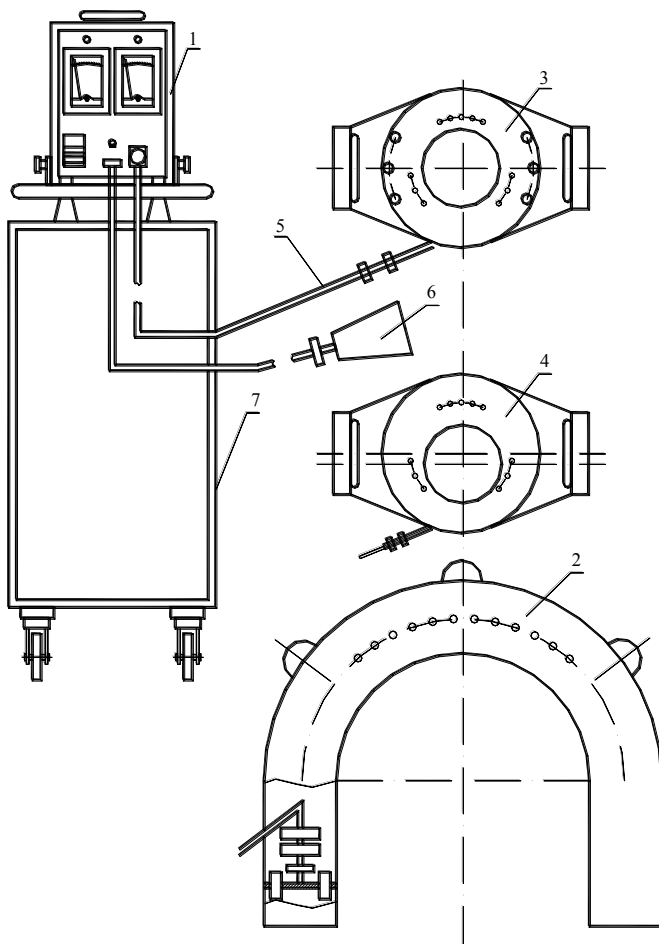
Корпус блока управления состоит из сварного каркаса и съемного П-образного кожуха. На лицевой панели блока управления расположены: стрелочные измерительные приборы тока намагничивания и напряжения сети, лампы световой сигнализации включенного состояния блока управления и намагничивающего устройства, выключатель «СЕТЬ», розетка и тумблер «ОСВЕЩЕНИЕ» для подключения переносного светильника.

Намагничивающее устройство состоит из катушки, помещенной в пластмассовый корпус. На корпусе установлены тумблер для включения намагничивающего устройства, разъем для подключения соединительного кабеля и контрольные гнезда. Для создания большей напряженности магнитного поля намагничивающее устройство имеет сердечник, выполненный из электротехнической стали.

Намагничивающее устройство во время работы включается только для контроля и размагничивания деталей. **Длительное включение устройства может привести к перегреву устройства.** Цикличность работы намагничивающего устройства устанавливается из соотношения

$$\text{Ошибка!} \quad (1)$$

где A – время выключенного состояния намагничивающего устройства, с;
 B – время включенного состояния намагничивающего устройства, с.



1 – блок управления; 2 – устройство намагничивающее МД-12ПС; 3 – устройство намагничивающее МД-12ПШ; 4 – устройство намагничивающее МД-12ПЭ;
5 – кабель; 6 – светильник; 7 – подставка-фуляр

Рисунок 2 – Общий вид магнитопорошкового дефектоскопа

Время включенного состояния намагничивающего устройства не должно превышать 30 мин.

Оборудование и приборы

Дефектоскоп магнитопорошковый МД-12ПС.

Порядок выполнения работы

1 Изучить основные принципы метода магнитопорошковой дефектоскопии деталей. Ознакомиться с устройством дефектоскопа. **При работе с магнитным дефектоскопом снять с руки механические часы.**

2 Подготовить магнитный дефектоскоп к проведению контроля. Включить блок управления. Произвести пробное включение намагничивающего устройства.

3 Осмотреть поверхность контролируемой детали. В отчете по лабораторной работе привести краткое описание контролируемой детали и эскиз её внешнего вида.

4 На поверхность детали нанести магнитный порошок и равномерно распределить его.

5 Внести контролируемую деталь в область намагничивания и включить намагничивающее устройство.

6 Выключить намагничивающее устройство и рассмотреть рисунок на контролируемой детали. Зарисовать рисунок распределения магнитного порошка на поверхности детали.

7 Включить намагничивающее устройство и произвести размагничивание детали путем медленного вынесения из магнитного поля с поворачиванием вокруг вертикальной оси.

8 Работы по пп. 4–7 произвести еще раз с намагничиванием детали в перпендикулярном направлении.

9 В отчете по лабораторной работе привести эскиз магнитопорошкового дефектоскопа.

Контрольные вопросы

1 Назначение магнитопорошкового метода контроля.

2 Устройство магнитного дефектоскопа.

3 Назовите факторы, влияющие на чувствительность магнитопорошкового метода.

4 Достоинства метода магнитного контроля.

5 Недостатки методов магнитного контроля.

6 Каков порядок определения дефектов магнитным дефектоскопом?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 21105 – 87. Контроль неразрушающий (магнитопорошковый метод).

2 Дефектоскоп магнитопорошковый МД-12П. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 45003-00-00 ТО. – Мн., 1985. – 20 с.

3 Магнитные методы дефектоскопии, анализа и измерений: сб. докл. науч.-техн. совещания. – Свердловск: Уральский рабочий, 1959. – 359 с.

РЕГУЛИРОВКА ЗАЦЕПЛЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕДУКТОРА

Цель работы. Изучить устройство заднего моста троллейбуса ЗИУ-682. Ознакомиться с принципами регулировки центрального редуктора.

Краткие сведения из теории

Задний мост является основной несущей частью шасси троллейбуса. Наличие в нём главного и колесного редукторов также требует специальных навыков и знаний в ремонте и обслуживании моста. Надежная работа заднего моста в значительной степени зависит от своевременного и качественного технического обслуживания.

Устройство и принцип работы. Задний мост имеет двойную разнесенную главную передачу, состоящую из центрального конического редуктора и планетарных колесных передач, размещенных в ступицах колес.

Редуктор заднего моста (рисунок 1) состоит из пары конических шестерен 3, 5 с круговыми зубьями и конического дифференциала. Крутящий момент на ведущую коническую шестерню передается посредством фланца 9.

Вал ведущей конической шестерни 5 опирается на два конических роликовых подшипника 4, 7, установленных в картере 15.

Ведомая коническая шестерня 3 крепится к чашке дифференциала 2 восьмью болтами.

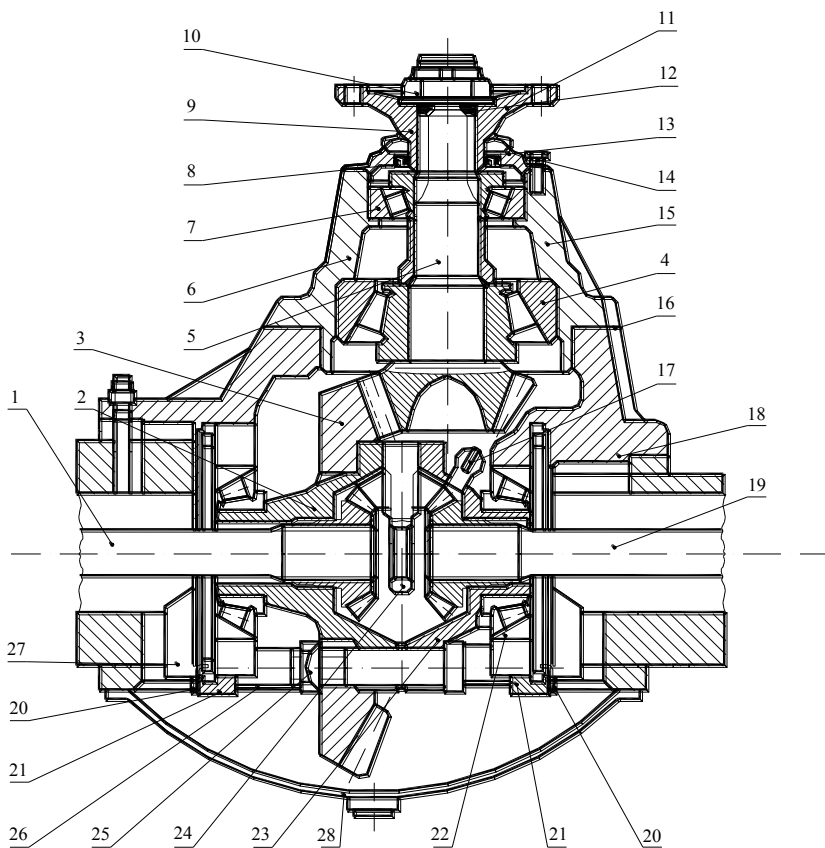
Дифференциал заднего моста конический, симметричный, с четырьмя сателлитами 17, вращающимися на шипах крестовины 24, и двумя полуосевыми шестернями 25, установленными в чашках, а также между опорными поверхностями полуосевых шестерен и чашками установлены бронзовые шайбы.

Дифференциал опирается на два конических роликовых подшипника 22 и крепится с помощью двух гаек 20.

Колесная передача представляет собой планетарный редуктор, состоящий из прямозубых цилиндрических шестерен с внешним и внутренним зацеплением. Ведущая шестерня установлена на шлицах полуоси.

Сателлиты с роликовыми игольчатыми подшипниками качения смонтированы на осях, закрепленных в гнездах водила, которые крепятся к ступице задних колес.

Ведомая шестерня внутреннего зацепления посредством ступицы установлена на шлицевом конце картера. Ступица ведомой шестерни удерживается от осевого перемещения гайками. Перемещение полуоси ограничивается сухарем и упором полуоси.



1, 19 – полуоси; 2, 23 – чашки дифференциала; 3 – шестерня ведомая; 4, 7, 22 – подшипники;
 5 – шестерня ведущая; 6, 16 – прокладки регулировочные; 8 – сальники; 9 – фланец;
 10 – гайка; 11 – шайба; 12 – уплотнитель; 13 – крышка; 14 – болт; 15 – картер; 17 – сателлит;
 18 – кольцо упорное; 20 – гайка подшипника дифференциала; 21 – крышка подшипника;
 24 – крестовина; 25 – шестерня полуосевая; 26 – шайба; 27 – стопор гайки подшипника;
 28 – картер моста

Рисунок 1 – Редуктор заднего моста троллейбуса

Регулировка зацепления конических шестерен

1 Насухо протереть зубья конических шестерен и нанести на боковые поверхности нескольких зубьев тонкий слой краски (сурика) средней густоты.

2 Установить в картер редуктора стакан с ведущей шестерней, завернуть четыре накрест лежащие гайки шпилек.

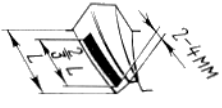



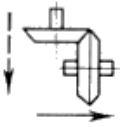


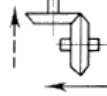






3 Провернуть за фланец ведущую шестерню в обе стороны.

4 Вынуть ведущую шестерню и осмотреть пятно контакта (общий вид возможных вариантов пятен контакта приведен в таблице 1).

5 Отрегулировать зацепление конических шестерен регулировочными прокладками под фланец стакана (перемещение ведущей шестерни) и регулировочными гайками¹⁾ (перемещение ведомой шестерни).



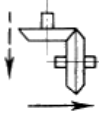


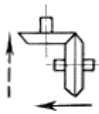
Обкаточные испытания заднего моста. Испытания моста производятся на стенде. В таблице 1 приведены основные методы регулировки и пояснения к ним.

Таблица 1 – Способы регулировки зацепления конических шестерен центрального редуктора в зависимости от положения контактного пятна на зубьях шестерни

Положение контактного пятна на зубьях шестерни		Способ регулировки зацепления
вращение вала двигателя по часовой стрелке	вращение вала двигателя против часовой стрелки	
		Правильное зацепление
		
		
		
		

¹⁾ При регулировании положения ведомой шестерни, чтобы не нарушить регулировку натяга подшипников дифференциала, необходимо заворачивать (отворачивать) указанные гайки на один и тот же угол.

Продолжение таблицы 1

Положение контактного пятна на зубьях шестерни		Способ регулировки зацепления
вращение вала двигателя по часовой стрелке	вращение вала двигателя против часовой стрелки	
		
		
<p><i>Примечание</i> – Сплошной стрелкой показано основное действие регулировки зацепления, а пунктирной – вспомогательное.</p>		

Контрольные вопросы

- 1 Назначение и устройство центрального редуктора.
- 2 Задачи регулировки зацепления центрального редуктора.
- 3 Порядок регулировки зацепления конических шестерен.
- 4 Назначение обкаточных испытаний заднего моста.
- 5 Назовите способы регулировки зацепления конических шестерен центрального редуктора.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Бондаревский, Д. И.** Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Д. И. Бондаревский, В. М. Кобозев. – М.: Высшая школа, 1973. – 392 с.
- 2 **Богдан, Н. В.** Троллейбус. Теория, конструирование, расчет / Н. В. Богдан, Ю. Е. Атаманов, А. И. Сафонов. – Мн.: Ураджай, 1999. – 315 с.
- 3 Технический справочник по городскому электротранспорту. Т. 3. Троллейбус / Министерство коммунального хозяйства РСФСР. – М., 1963. – 402 с.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ И ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТА

Цель работы. Изучить конструкцию аккумуляторной батареи, научиться определять плотность электролита и напряжение аккумуляторной батареи.

Краткие сведения из теории

Аккумуляторные батареи на транспорте эксплуатируются в переменных температурных условиях, подвергаются действию пыли, грязи, влаги, а также тряске, вибрации и толчкам. Эти условия без надлежащего ухода за батареями приводят к сокращению срока их службы. Работа аккумуляторов при температуре выше 45 °С приводит к размягчению активной массы пластин и, ослабляя ее связь с решеткой, способствует оползанию. Глубоко разряженная батарея подвергается опасности замерзания при низкой температуре.

На транспорте применяют кислотные и щелочные аккумуляторные батареи, так как они наиболее приспособлены к условиям работы на городском транспорте (в тяжелых условиях). Однако они имеют и некоторые недостатки. Этот тип аккумуляторных батарей недостаточно прочен и слишком чувствителен к сильной тряске и небрежному обращению. Щелочные аккумуляторные батареи требуют меньшего ухода и менее прихотливы, их способность к саморазряду весьма мала. Они обладают очень прочной конструкцией и выдерживают более сильную тряску и толчки. Однако это справедливо только при правильной эксплуатации, в противном случае срок их службы может оказаться значительно меньше кислотных.

Достоинствами щелочных аккумуляторов являются: сравнительно малая чувствительность к механическим воздействиям, простота обслуживания, малая способность к саморазрядам, также малая чувствительность к разрядам большими токами. Однако меньшая ЭДС и емкость, большая масса и объем, более высокая стоимость пока не позволяют полностью на транспорте заменить ими кислотные аккумуляторы.

Основной неисправностью щелочных батарей является потеря емкости из-за накопления углекислых солей в электролите в процессе эксплуатации или хранения, длительной работы на электролите без добавления едкого лития, при пониженном уровне электролита, систематического недозаряда, заряда при высокой температуре, загрязнения электролита вредными примесями, повышенного саморазряда и короткого замыкания внутри аккумуляторной батареи.

Накопление углекислых солей в электролите происходит наиболее интенсивно в летнее время и при повреждении или отсутствии пробок на аккумуляторах, загрязнения электролита вредными примесями.

Короткое замыкание возможно как внутри, так и снаружи, через корпус.

Уход. Для продления срока службы батареи следует повседневно следить за чистотой, плотностью установки пробок, удельной массой, температурой электролита и напряжением. Уровень электролита проверяют стеклянной трубкой и при необходимости доливают дистиллированную воду на 15-20 мм выше верхнего уровня пластин (рисунок 1).

Нормальная плотность электролита должна быть 1,19–1,21, а эксплуатационная температура – не выше 30 °С. В зимний период батарею утепляют,

так как КПД заряда при пониженных температурах ниже, чем при нормальных. В зимнее время ежемесячно, а летом 1 раз в 3 месяца электролит берут на химический анализ.

В процессе эксплуатации не следует допускать глубоких разрядов, так как при разрядке ниже конечного напряжения 1 В происходят необратимые процессы, приводящие к потере емкости. Не реже чем через 6 месяцев батарею снимают с подвижной единицы и проводят тренировочные циклы заряда-разряда для стабилизации емкости, а также проверяют сопротивление изоляции. Графики процессов разряда и заряда аккумуляторной батареи представлены на рисунке 2.

Восстановление емкости почти во всех случаях требует смены электролита, вызываемой в основном загрязнением его карбонатами. Если количество карбонатов не превышает 70 г/л, заменяют (обновляют) электролит частично, если больше – полностью. При температуре ниже минус 15 °С летний электролит плотностью 1,19–1,21 заменяют электролитом плотностью 1,26–1,3.

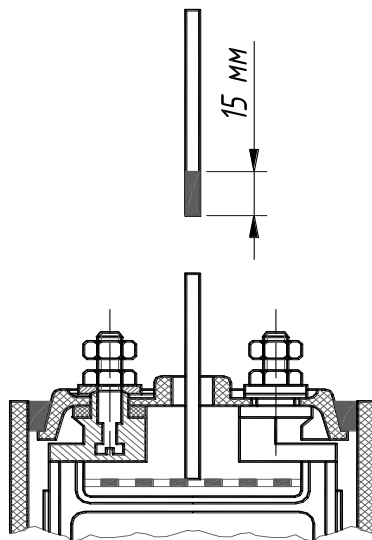


Рисунок 1 – Уровень электролита в аккумуляторе

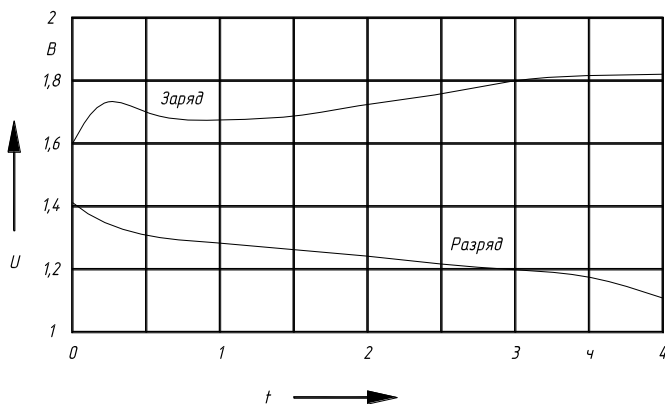


Рисунок 2 – Кривые напряжения элемента при заряде и разряде

При частичном обновлении после каждого разряда током 90 А до 1 В на банку в течение пяти циклов зарядки-разрядки отбирают электролит до

пластин и доливают свежий. При полной замене после разряда током 110 А до достижения напряжения 1 В у 10–15 % аккумуляторных батарей электролит выливают, а банку промывают подщелоченной дистиллированной водой до удаления остатков грязи (обычно 3–4 раза). Промытые банки сразу же заливают новым электролитом. Через 2 ч после заливки батарею заряжают током 100–110 А в течение 6 ч, доводя номинальную емкость до 150–175 %.

Для получения раствора едкого кали плотностью 1,19–1,21 берется одна весовая часть едкого кали на три весовые части воды, а плотностью 1,26–1,30 – одна весовая часть едкого кали на две весовые части воды. Дозированную щелочь заливают необходимым количеством холодной воды и перемешивают раствор стеклянной или железной палочкой для ускорения растворения. Остывший раствор при температуре не выше плюс 30 °С корректируют до требуемой удельной массы, добавляя щелочь. При применении жидкой щелочи ее разбавляют водой до требуемой плотности. Для приготовления составного электролита в готовый раствор при перемешивании добавляют моногидрат лития из расчета 20 г на 1 л раствора. Добавка лития способствует увеличению срока службы аккумуляторов, особенно летом при повышенных температурах. Напряжение одной банки измеряют нагрузочной вилкой (рисунок 3), а плотность электролита проверяют ареометром (рисунок 4).

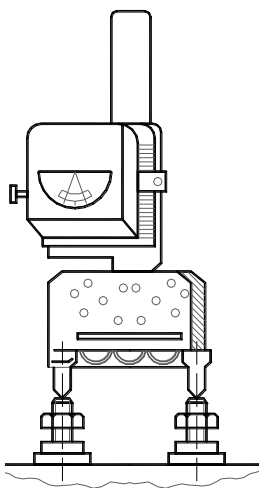


Рисунок 3 – Нагрузочная вилка

Техника безопасности при работе с аккумуляторными батареями. Эксплуатация и ремонт кислотных и щелочных батарей требуют особой осторожности и строгого соблюдения технологии обслуживания. При работах с аккумуляторной батареей во избежание замыкания и взрыва не следует пользоваться инструментом с неизолированными ручками и открытым огнем.

Серная кислота аккумуляторов раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, в особенности слизистые оболочки носа и глаз. При отравлении кислотными парами, которое может иметь место при плохой вентиляции, наблюдается чихание, насморк, кашель, затруднение дыхания, жжение и колющая боль в глазах. Временами наблюдается болевая чувстви-

тельность зубов. Серная кислота и щелочи обладают очень сильными едкими свойствами и при попадании на незащищенные места вызывают на теле сильные ожоги, весьма болезненные и трудно поддающиеся заживлению. При приготовлении растворов твердые щелочи следует растворять только в холодной воде, так как в противном случае за счет повышения температуры раствор может вскипеть, что вызывает разбрызгивание. Ни при каких об-

стоятельствах не следует брать щелочи руками, а обязательно щипцами или железной ложкой.

При растворении кислоты во избежание опасных брызг сначала льют в сосуд воду, затем осторожно вливают в нее кислоту при непрерывном перемешивании.

Особую опасность представляет попадание капель кислоты или щелочей в глаза: они вызывают тяжелое поражение, даже потерю зрения. Действие растворов кислоты и щелочей на кожу или глаза тем сильнее, чем они крепче и чем выше их температура.

Эффективным и наиболее простым способом удаления попавших на кожу капель кислоты или щелочи является смывание обильной струей воды. Для этого в местах работы с кислотой или щелочами должен быть установлен на водопроводной сети пробковый кран с резиновым шлангом и специальными насадками в виде «душа». Для предохранения тела и одежды от действия щелочи и особенно серной кислоты надевают резиновые перчатки и шерстяные или резиновые фартуки. Глаза должны быть защищены специальными очками. Кожаная обувь разрушается серной кислотой, поэтому и надлежит пользоваться резиновыми сапогами или галошами. Совместное хранение в непосредственной близости друг от друга серной кислоты и щелочи и их растворов **категорически запрещается**. Хранение кислоты в подвалах недопустимо. Электролит перевозят в стеклянной таре на специальных тележках. Все инструменты и индивидуальные средства защиты, применяющиеся во время работы, по ее окончании промывают водой. Использованную для промывки инструмента и аккумуляторов воду нельзя сливать в общую канализационную систему, открытые водоемы или реки во избежание загрязнения окружающей среды.

Устройство и принцип работы. Аккумуляторная батарея относится к вторичным источникам тока. В основе ее работы лежит гальванический элемент, который схематично изображен на рисунке 5. Действие данного элемента основано на окислительно-восстановительной реакции

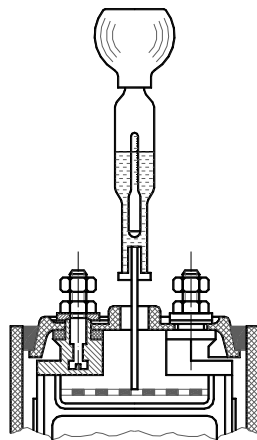
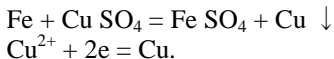


Рисунок 4 – Ареометр

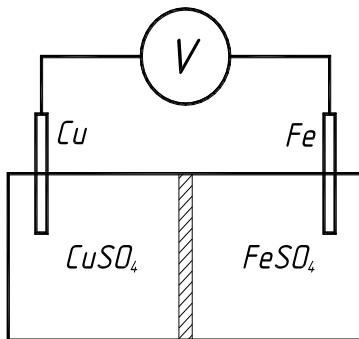


Рисунок 5 – Принцип работы гальванического элемента

Электрод, на котором происходит окисление, называется *анодом*, а электрод, на котором происходит восстановление, – *катодом*. ЭДС – это разность потенциалов между катодом и анодом.

Химическая реакция для *кислотной* аккумуляторной батареи
 $PB + PB O_2 + 2H_2 SO_4$ **Ошибка!** $2PB SO_4 + 2H_2O$.

Химическая реакция для *щелочной* аккумуляторной батареи
 $2KOH + Fe + 2Ni (OH)_3$ **Ошибка!** $Fe (OH)_2 + 2Ni (OH)_2 + 2KOH$.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с техникой безопасности при работе с аккумуляторной батареей.
- 2 Замерить уровень электролита в каждой из банок аккумуляторной батареи, результаты измерения занести в таблицу.
- 3 При помощи ареометра измерить плотность электролита в любой из банок аккумулятора, сделать вывод о его плотности и в случае непригодности его использования пояснить, какие меры нужно предпринять.
- 4 Замерить напряжение каждой банки аккумулятора нагрузочной вилкой, вычислить его полное напряжение, результаты измерения занести в таблицу.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего необходима аккумуляторная батарея на троллейбусе?
- 2 Какие аккумуляторные батареи применяются на троллейбусе?
- 3 Каковы условия работы аккумуляторных батарей на транспорте?
- 4 Назовите возможные неисправности аккумуляторных батарей.
- 5 В чем заключается уход за аккумуляторной батареей?
- 6 Как производится восстановление емкости аккумуляторной батареи?
- 7 Как готовится электролит?
- 8 Как измерить плотность электролита?
- 9 Как измерить емкость аккумуляторной батареи?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Справочник по аккумуляторным батареям. – М., 1985. – 214 с.
2. Правила технической эксплуатации троллейбуса. – Мн., 1996. – 96 с.

Учебное издание

ЛАЗЕЕВ Валерий Михайлович
ЕВДАСЁВ Игорь Сергеевич
ОЛЕШКЕВИЧ Николай Александрович

Ремонт электрического подвижного состава

Лабораторный практикум

Редактор Н. А. Дашкевич
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 22.05.2006 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,85. Тираж 200 экз.
Изд. № 4274. Зак. № .

Редакционно-издательский отдел УО "БелГУТ", 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.
ЛИ № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.

Типография УО "БелГУТ", 246022, г. Гомель, ул. Кирова, 34.
ЛП № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.