

Министерство транспорта Российской Федерации  
Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный  
университет путей сообщения»

Кафедра «Тепловозы и тепловые двигатели»

И.В. Дмитренко Д.Н. Никитин

# **ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛОКОМОТИВОВ**

Сборник лабораторных работ

Издание второе, дополненное

Рекомендовано  
Методическим советом ДВГУПС  
в качестве учебного пособия

Хабаровск  
Издательство ДВГУПС  
2010

УДК 629.424.1.078(075.8)  
ББК О235.2-08я73  
Д 533

Рецензенты:

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»  
Тихоокеанского государственного университета  
(заведующий кафедрой доктор технических наук профессор *Г.Б. Горелик*,  
доктор технических наук профессор *В.А. Лашко*)

Заместитель начальника ремонтного локомотивного депо  
Дальневосточное (г. Хабаровск)  
*А.В. Чернов*

**Дмитренко, И. В.**

**Д 533** Текущий ремонт и техническое обслуживание локомотивов :  
сб. лаб. работ / И. В. Дмитренко, Д. Н. Никитин. – 2-е изд., доп. –  
Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2010. – 74 с. : ил.

Учебное пособие соответствует ГОС ВПО направления подготовки дипломированных специалистов 190300 «Подвижной состав железных дорог» специальности 190301 «Локомотивы» по дисциплине «Текущий ремонт и техническое обслуживание локомотивов».

Приведены методики выполнения лабораторных работ по технологии ремонта и испытания основных деталей и узлов локомотивов.

В них включены работы по механическим и электрическим узлам современных тепловозов. В качестве оборудования используются типовые установки, применяемые на локомотиворемонтных предприятиях.

Освоение лабораторного практикума позволяет студентам приобрести практические навыки, необходимые для будущего руководителя ремонтным производством локомотивного хозяйства.

Предназначен для студентов 4–6-го курсов всех форм обучения.

**УДК 629.424.1.078(075.8)**  
**ББК О235.2-08я73**

© ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный  
университет путей сообщения» (ДВГУПС), 2010

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно квалификационной характеристике инженера путей сообщения – электромеханика он должен знать технологию обслуживания и ремонта локомотивов, методы проведения испытания их узлов и систем; владеть современными методами технической диагностики состояния подвижного состава и определять пути устранения неисправностей.

Решению этих задач и посвящен сборник лабораторных работ по дисциплине «Текущий ремонт и техническое обслуживание локомотивов».

Преподаватель перед началом занятий проверяет подготовленность каждого студента к выполнению лабораторной работы путем устного опроса. При отрицательных ответах студент к работе не допускается.

Каждая работа выполняется студентом самостоятельно. Все неясные вопросы, возникающие в процессе выполнения работы, должны решаться преподавателем или лаборантом.

Лабораторная работа засчитывается в том случае, если студент освоил технологический процесс и умеет пользоваться оборудованием и оснасткой. Работа выполняется полностью и аккуратно оформлена. При отчете студент должен освоить один из разделов руководства по техническому обслуживанию (ТО) и текущему ремонту (ТР), доложить результаты исследования и дать предложения по устранению выявленных недостатков.

Все лабораторные работы проводятся на стендах, установках и с помощью измерительных приборов, применяемых при ремонте локомотивов.

В качестве основного объекта используется дизель 20ЧН26/26 мощностью 4400 кВт, который в дальнейшем будет обозначаться как дизель типа Д49.

Включать в работу установки и стенды можно только в присутствии преподавателя или лаборанта.

Студент, выполняя лабораторные работы, обязан строго соблюдать правила техники безопасности, быть аккуратным и беречь лабораторное оборудование.

# НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ

## Лабораторная работа № 1 МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ

Наиболее ответственные детали железнодорожного подвижного состава, изготовленные из магнитных материалов, проверяют магнитной дефектоскопией. Устройство контрольной аппаратуры и обращение с ней несложно. Проверка этим методом надежна и наглядна.

**Цель работы:** студенты приобретают практические навыки работы с дефектоскопом, учатся оценивать состояние деталей локомотивов и давать рекомендации по их использованию.

### 1.1. Технологическое оборудование и материалы

При выполнении данной работы используется дефектоскоп типа ПМД-70 с контрольным эталоном и магнитной смесью и контролируемые детали: шатунный болт ДВС, крестовина вала привода вентилятора холодильника, вал распределительного редуктора и ведущая шестерня тягового электродвигателя (ТЭД).

Магнитный дефектоскоп типа ПМД-70 переменного тока относится к числу соленоидных приборов. Он предназначен для выявления трещин круглых стержней или деталей другого поперечного сечения.

Дефектоскоп состоит из импульсного блока, блока управления и намагничивающих устройств (рис. 1.1, 1.2).



Рис. 1.1. Блок импульсный дефектоскопа ПМД-70

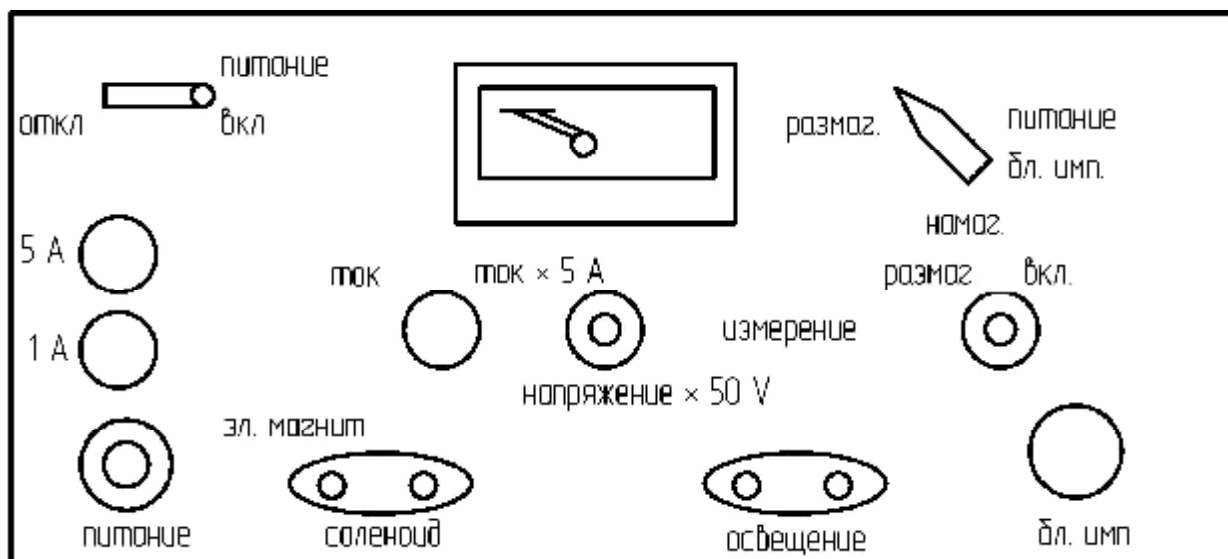


Рис. 1.2. Блок управления дефектоскопа ПМД-70

Импульсный блок предназначен для намагничивания и размагничивания деталей импульсным током. Блок управления может использоваться в качестве отдельного, питающегося от сети постоянного или выпрямленного тока 24 В, переносного дефектоскопа, работающего с соленоидом или электромагнитом. Для питания блока управления от сети переменного тока его подключают к импульсному блоку.

В состав намагничивающих устройств дефектоскопа входят:

- при работе с блоком управления шарнирный электромагнит постоянного тока, снабженный универсальными полюсными наконечниками игольчатой конструкции, обеспечивающий удовлетворительный контакт с деталями произвольной геометрической формы;

- соленоид с диаметром отверстий 90 мм и длиной 160 мм, рассчитанный для работы с блоком управления и для непосредственного включения в сеть. На щитке соленоида установлен выключатель «Постоянный ток» – «Переменный ток». Эти надписи носят условный характер: в первом случае параллельное соединение обмотки, во втором – последовательное. При работе от сети 50 Гц 220 В работа в положении «Постоянный ток» допускается кратковременно;

- электроконтакты, содержащие кабель сечением 10 мм<sup>2</sup> и длиной 1,5 м, для пропуска импульсного тока через деталь;

- гибкий кабель сечением 10 или 4 мм<sup>2</sup>, питаемый импульсным током, для намагничивания деталей переменных форм и размеров.

Два последних устройства предназначены для работы с импульсным блоком.

## 1.2. Порядок выполнения работы

Технологический процесс контроля деталей магнитным дефектоскопом состоит из следующих операций:

- измерения сопротивления изоляции токоведущих частей дефектоскопа и проверки надежности заземления его металлических частей;
- проверки качества выявления дефектов прибором по контрольному эталону;
- подготовки деталей для контроля;
- дефектоскопии и размагничивания.

Состояние изоляции токоведущих частей и надежность заземления металлических частей дефектоскопа проверяется измерением сопротивления изоляции мегаомметром, которое должно быть не менее 2 МОм, а заземление частей равно нулю.

При намагничивании деталей постоянным током или пульсирующим полем применяют электромагнит или соленоид, которые подключаются к блоку управления в розетку «Эл. магнит-соленоид». Выключатель на щитке электромагнита устанавливают в положение «Питание», переключатель «Питание бл. имп.» устанавливают в положение «Намаг», переключатель «Измерение-напряжение  $\times 50$  В – ток  $\times 50$  А» в положение «Ток». Регулятором «Ток  $\times 50$  А» по шкале стрелочного индикатора устанавливают необходимую величину тока.

Исправность дефектоскопа и намагничивающего устройства проверяют контрольным эталоном, который помещают в соленоид и поливают магнитной смесью. Смесью состоит из ферромагнитного порошка (мягкая сталь, кузнечная окалина, доведенные до пылевидного состояния) и жидкой основы (органическое масло или керосин). На один литр жидкости добавляют 200 г порошка. Жидкая основа служит для удержания порошка на поверхности детали. При исправном дефектоскопе схема трещин на эталоне должна совпадать с дефектограммой.

Подготовка детали к магнитному контролю заключается в очистке ее до металлического блеска от смазки, пыли, краски и коррозии.

Чтобы обеспечить свободное стекание магнитной смеси с неповрежденных мест детали, ее устанавливают с некоторым наклоном к горизонту. В процессе контроля, т. е. во время поливки магнитной смесью и осмотра детали, дефектоскоп может оставаться на детали включенным (метод приложенного магнитного поля) или деталь сначала намагничивается, а затем на нее наносится магнитная смесь (метод остаточной намагниченности). В случае скопления на каком-либо участке поверхности детали магнитного порошка в виде характерной темной жилки, указывающей на наличие трещины, это место следует обтереть и вновь проверить, но более внимательно. Дефектное место следует очертить мелом.

После контроля деталь следует размагнитить. Для этого переключатель режимов устанавливают в положение «Размаг.», а затем нажимают и опускают кнопку «Размаг.», «Вкл.». Процесс размагничивания контролируют по стрелочному индикатору.

В случае намагничивания деталей гибким кабелем его подключают к разъему «Питание». Переключатель режимов работы импульсного блока устанавливают в положение «Намаг.». Выключатель «Питание – откл.» устанавливают в положение «Питание». Нажатием кнопки «Пуск» пропускают импульс тока намагничивания при этом загорается сигнальная лампочка «Ток». Для размагничивания детали переключатель ставят в положение «Размаг.» и нажатием кнопки «Пуск» пропускают через кабель серию размагничивающих импульсов. Окончание цикла размагничивания сигнализируется угасанием лампочки «Ток».

### 1.3. Оформление отчета

В карту журнала лабораторных работ следует внести схемы намагничивания контролируемой детали, ее эскиз с указанием места нахождения трещины; параграф Руководства по ТО и ТР тепловозов, согласно которому при наличии данного дефекта деталь бракуется, и сроки ее контроля.

#### Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы намагничивания деталей?
2. Какие способы намагничивания детали вы знаете? В чем их различие, для отыскания каких трещин они применяются?
3. В чем заключается подготовка детали к магнитной дефектоскопии?
4. Какой материал используется в качестве искателя дефекта?
5. С какой целью следует проводить размагничивание детали и как оно выполняется?

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ

### Лабораторная работа № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ИЗНОСА ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

В процессе эксплуатации двигателя внутреннего сгорания (ДВС) из-за неравномерного износа коренные и шатунные шейки становятся овальными. Овальность шеек приводит к искажению их геометрической оси. В результате ухудшаются условия работы подшипников, что приводит к большому их износу.

**Цель работы:** приобрести практические навыки в оценке износа шеек коленчатого вала ДВС тепловоза.

## 2.1. Технологическая оснастка и оборудование

Проверка шеек коленчатого вала осуществляется контактным способом (метод микрометража), для этого используются микрометры с пределом измерения 175–200 и 200–225 мм. Микрометры перед измерением необходимо проверить и выставить по прилагаемым к ним эталонам. Работа проводится с использованием верхнего коленчатого вала ДВС типа 2Д100 и коленчатого вала ДВС типа Д49.

## 2.2. Порядок выполнения работы

Контроль состояния шеек коленчатого вала (кроме операции осмотра и выявления трещин) состоит из измерения овальности и конусности коренных и шатунных шеек. По величине овальности и конусности шейки судят о характере ее износа. Овальность и конусность шейки находят путем измерения ее диаметра микрометром в следующем порядке.

Измеряют диаметр коренной шейки коленчатого вала дизеля 2Д100 и шатунной шейки коленчатого вала дизеля Д49 микрометром в двух поясах и в четырех плоскостях (рис. 2.1). Результаты обмеров заносят в карту измерений журнала лабораторных работ.

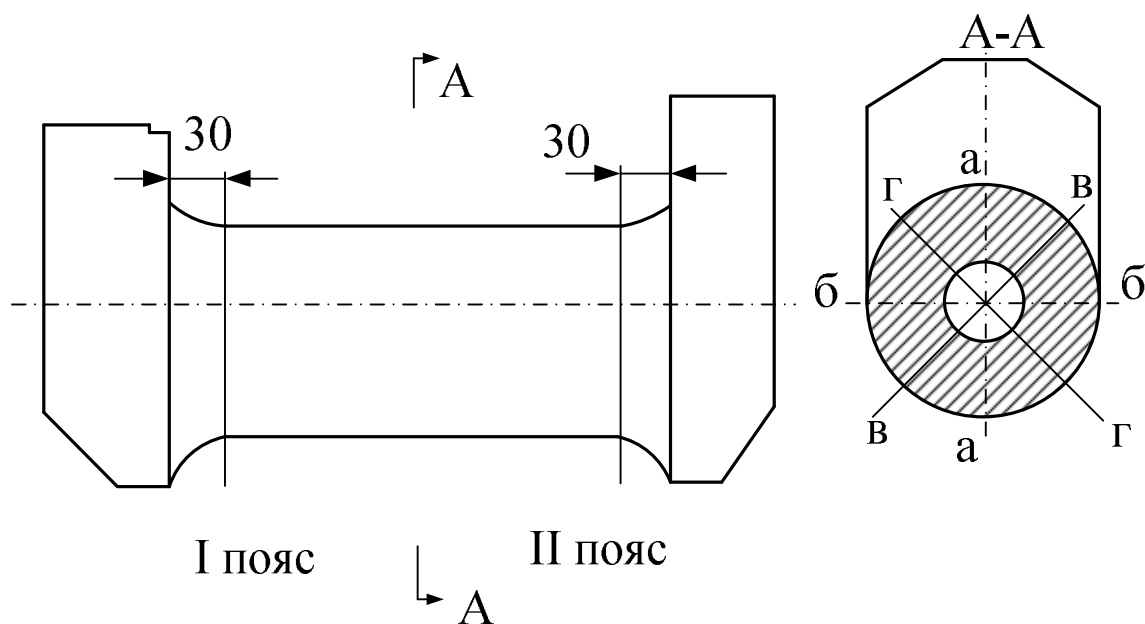


Рис. 2.1. Схема измерения шеек коленчатого вала

Находят наибольшую алгебраическую разность диаметров в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях  $a-a$ ,  $b-b$ ,  $v-v$ ,  $g-g$  отдельно по каждому поясу. Максимальная разность принимается за действительную величину овальности данной шейки.



Находят наибольшую разность диаметров в одной из четырех плоскостей I и II поясов измерений. Эта разность принимается за действительную конусность контролируемой шейки вала.

Действительные величины овальности и конусности шеек сравнивают с допустимыми, указанными в Руководстве ТО и ТР тепловозов типа ТЭ10, и делают соответствующий вывод о возможности дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта вала.

Например, путем измерения определены следующие диаметры шатунной шейки (табл. 2.1).

Таблица 2.1

### Диаметры шатунной шейки

Плоскости	I пояс	II пояс
<i>а–а</i>	171,73	171,76
<i>б–б</i>	171,84	171,84
<i>в–в</i>	171,83	171,82
<i>г–г</i>	171,83	171,83

Действительная овальность шейки:  $171,84 - 171,73 = 0,11$  мм.

Действительная конусность шейки:  $171,76 - 171,73 = 0,03$  мм.

### 2.3. Оформление отчета

Результаты измерения геометрии коренной и шатунной шеек необходимо внести в журнал лабораторных работ и определить действительные значения овальности и конусности. Сравнивая полученные величины с допустимыми (см. Руководство по ТО и ТР тепловозов типа ТЭ10), делают вывод о состоянии шеек. В случае невозможности дальнейшей эксплуатации необходимо дать предложения по восстановлению шеек коленчатого вала.

#### Контрольные вопросы

1. Что принимается за действительную овальность шейки?
2. Что принимается за действительную конусность шейки?
3. В чем причины неравномерного износа коренной шейки коленчатого вала?
4. Каким способом восстанавливается геометрия шеек коленчатого вала ДВС?
5. Сколько градаций имеют шейки коленчатого вала ДВС типа 10Д100 и Д49?
6. Как определить градацию шейки?

### **Лабораторная работа № 3**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ИЗНОСА**

## **ВТУЛКИ ЦИЛИНДРА ДИЗЕЛЯ**

В процессе работы ДВС износ втулки цилиндров происходит неравномерно как по высоте, так и по диаметру. Больше всего втулка изнашивается в зоне ее контакта с верхним компрессионным кольцом при положении поршня в верхней (внутренней) мертвой точке и, особенно в плоскости, перпендикулярной оси коленчатого вала. Об искажении цилиндрической формы втулки судят по величине овальности и конусности ее рабочей поверхности, а об износе – по увеличению ее диаметра в зоне максимального износа.

**Цель работы:** студенты приобретают практический навык по выявлению характера и определению величины износа втулки цилиндра при помощи микрометрического инструмента.

### **3.1. Технологическая оснастка**

В данной работе используются втулки ДВС типа 10 Д100 и Д49 и измерительный инструмент.

Для измерения рабочей поверхности втулки ДВС 10Д100 требуется индикаторный нутромер с пределом измерения 160–250 мм, а для ДВС Д49 – с пределом измерения 250–450 мм. Перед измерением нутромер выставляется по микрометру на требуемый размер. Например, для втулки 10Д100 – на размер 207 мм (номинальный диаметр), а для Д49 – на размер 260 мм.

После этого в микрометр устанавливают индикаторный нутромер и выдвигают ножку еще на 1 мм (т. е. создают натяг). При этом большая стрелка индикатора должна быть установлена на ноль, а маленькая – на единице. В этом случае нутромер устанавливается на максимальный размер: при измерении втулки 10Д100 на 208 мм, при измерении втулки Д49 – на 261 мм. Для определения действительного диаметра втулки необходимы показания индикатора, после установки его во втулку отнимать от максимального размера.

### **3.2. Порядок выполнения работы**

Сначала измеряют диаметр втулки в двух плоскостях и шести поясах (для ДВС 10Д100) и трех – для Д49 согласно схемам представленным на рис. 3.1. При измерении индикатор вставляют во втулку и подвижную ножку прижимают к стенке втулки. После чего индикатор слегка покачивают в вертикальной плоскости и замечают минимальное отклонение его большой стрелки от среднего положения в обе стороны.



**Результаты замеров втулки Д49**

Пояс измерения	Плоскость измерения	
	<i>а–а</i>	<i>б–б</i>
1	260,43	260,24
2	260,25	260,18
3	260,09	260,08

Действительная овальность втулки:  $260,43 - 260,24 = 0,19$  мм

Действительная конусность втулки:  $260,43 - 260,09 = 0,34$  мм

Действительный износ втулки:  $260,43 - 260,05 = 0,38$  мм.

**3.3. Оформление отчета**

Результаты измерений двух втулок заносят в журнал лабораторных работ и определяют действительные значения износа, овальности и конусности. Сравнивая полученные величины с допустимыми (Руководство по ТО и ТР тепловозов серии ТЭ10), делают вывод о состоянии втулок. В случае невозможности дальнейшей эксплуатации необходимо дать предложения по восстановлению рабочей поверхности втулки.

**Контрольные вопросы**

1. В каких поясах наблюдается максимальный износ цилиндрических втулок ДВС 10Д100 и Д49?
2. Какие причины вызывают неравномерный износ втулки по высоте?
3. В чем причина овальности рабочей поверхности втулки?
4. Какими способами можно восстановить геометрию рабочей поверхности втулки?
5. Какова технология настройки индикаторного нутромера?

**Лабораторная работа № 4**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ**  
**К РАБОТЕ БАНДАЖА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ**

Состояние колесных пар локомотива оказывает непосредственное влияние на безопасность движения поездов. В связи с этим виды технического обслуживания и ремонта колесных пар, а также сроки их проведения устанавливаются отдельной инструкцией ОАО «РЖД».

В процессе эксплуатации происходит постоянный износ различных элементов колесных пар и в первую очередь бандажа и гребня.

Их профиль сказывается как на тяговых свойствах локомотива, так и на безопасности движения. Поэтому в депо периодически производят измерение этих элементов. В случае предельных размеров их обтачивают без выкатки из-под локомотива на специальных станках полуавтоматах.

Кроме нормального износа, в случае неправильного управления тормозами на бандаже может возникнуть местный износ в виде ползунов и выбоин.

Характерные условия эксплуатации: большое количество кривых малого радиуса и неправильный монтаж колесных пар часто приводят к усиленному износу гребня, который называется подрезом. По мере износа и обточек бандаж уменьшается по высоте, величина которой ограничивается механической прочностью при реализации локомотивом тягового усилия, особенно в режиме буксования.

**Цель работы:** получение практических навыков в измерении износа бандажа и гребня колесной пары и определение пригодности ее эксплуатации.

#### **4.1. Технологическая оснастка**

Для измерения состояния бандажа используется специальный инструмент: универсальный шаблон У1, шаблоны для измерения проката, толщины гребня и для измерения вертикального подреза гребня, толщиномер. Работа проводится на колесной паре тепловоза серии ТЭ10 В.

#### **4.2. Порядок выполнения работы**

Измеряется величина проката бандажа по кругу катания с помощью специального шаблона (рис. 4.1). Прокат имеет форму желоба с максимальным углублением в средней части. Для его измерения шаблон устанавливается на бандаж и плотно прижимают ножку к внутренней поверхности бандажа в радиальном направлении. После этого перемещают вертикальный движок до упора в углубление проката.

Измеряется толщина гребня. Фактическую толщину гребня измеряют на расстоянии 20 мм от его вершины. На это расстояние отрегулирован горизонтальный движок на шаблоне. Передвигая его до упора в гребень, определяют толщину гребня.

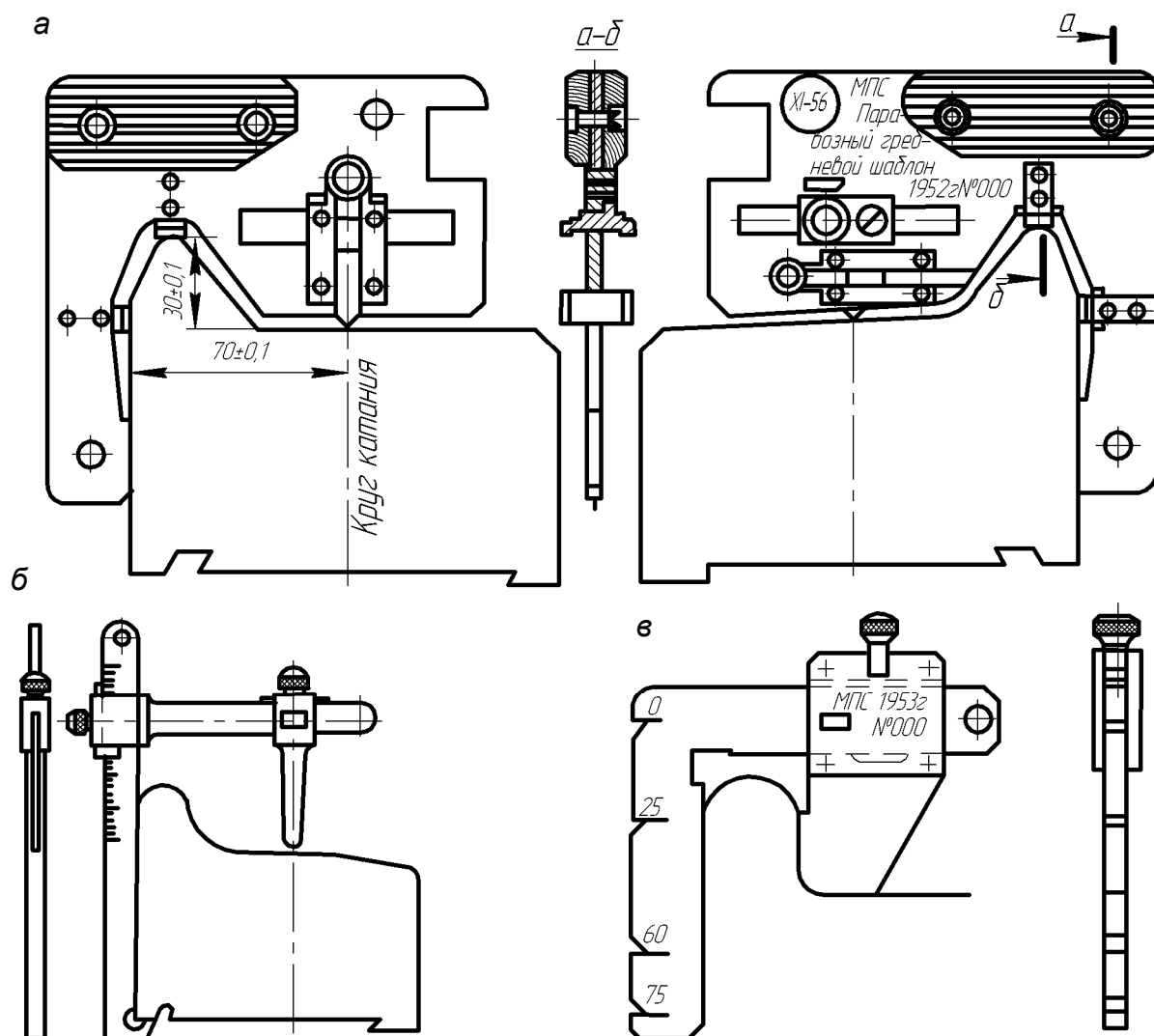


Рис. 4.1. Инструмент для измерения бандажа колесной пары: а – шаблон для измерения проката и толщины гребня бандажа; б – толщиномер для бандажа; в – шаблон для измерения вертикального подреза гребня бандажа

Измеряется вертикальный подрез гребня с помощью специального шаблона (рис. 4.1, в). С этой целью ножку шаблона прижимают к внутренней поверхности, а движок перемещают в сторону гребня до соприкосновения с ним. Если при этом торцовая поверхность совпадает с подрезанным гребнем, бандаж бракуется.

Величина ползуна на поверхности катания измеряется с помощью шаблона для определения проката.

Измеряется толщина бандажа с помощью толщиномера (рис. 4.1, б).

Вертикальную стойку толщиномера прижимают плотно к внутренней грани до упора в нижней части. По вертикальной штанге определяют толщину.

### 4.3. Оформление отчета

Результаты обмера заносят в карту измерения журнала лабораторных работ. Допустимые величины контролируемых параметров устанавливают из инструкции по формированию и содержанию колесных пар. Сравнивая полученные результаты с допустимыми, изложенными в Инструкции по формированию и содержанию колесных пар тягово-подвижного состава железнодорожной колеи 1520 мм, устанавливают степень пригодности колесной пары к дальнейшей эксплуатации и в случае предельных размеров дают рекомендации по восстановлению бандажа.

Контрольные вопросы

1. С какими неисправностями нельзя эксплуатировать колесные пары?
2. Почему нельзя эксплуатировать колесную пару с предельным прокатом бандажа?
3. Почему нельзя эксплуатировать колесную пару с предельным износом гребня бандажа?
4. Почему нельзя эксплуатировать колесную пару с предельной толщиной бандажа?
5. Почему нельзя эксплуатировать колесную пару с подрезанным гребнем бандажа?
6. Почему нельзя эксплуатировать колесную пару с предельным ползуном на бандаже?
7. Как восстанавливается профиль бандажа колесной пары?

### **Лабораторная работа № 5** **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ** **ДИЗЕЛЯ ИНТЕГРАЛЬНЫМ СПОСОБОМ**

По мере износа деталей топливной аппаратуры ДВС и особенно прецизионных пар нарушается четкая работа насосов и форсунок.

У топливного насоса эти нарушения вызываются главным образом увеличением зазора между деталями плунжерной пары и искажением геометрической формы головки плунжера из-за появления раковин и завалов у кромок и у отсечной спирали.

Об износе плунжерной пары косвенно судят по ее гидравлической плотности, измеряемой в секундах.

**Цель работы:** ознакомление студентов с интегральным способом определения износа деталей топливной аппаратуры и применяемым при этом оборудованием и оснасткой.

#### **5.1. Технологическая оснастка и оборудование**

При проведении данной работы применяется стенд типа А53, секундомер и плунжерные пары ДВС типа Д100. Стенд А 53 универсальный, позволяет контролировать гидравлическую плотность плунжерных пар топливных насосов ДВС типа 10Д100, Д50, Д49, М756.

Принципиальная схема стенда представлена на рис. 5.1. Стенд состоит из топливного бака 6, стола 1 и рычажной системы с грузом 9. К столу снизу прикреплены два одинаковых стакана с вмонтированными в них толкателями. На левом стакане крепится контролируемый топливный насос в сборе, а на правом – фиксатор 4 для проверки плотности отдельной плунжерной пары. Устройство фиксатора вместе с верхним корпусом 18 и толкателем 20 показано на рис. 5.1, б. Важной деталью стенда является установочная втулка 17, которая позволяет фиксировать детали проверяемой плунжерной пары в положении, соответствующем подаче топлива при работе ДВС на номинальной мощности.

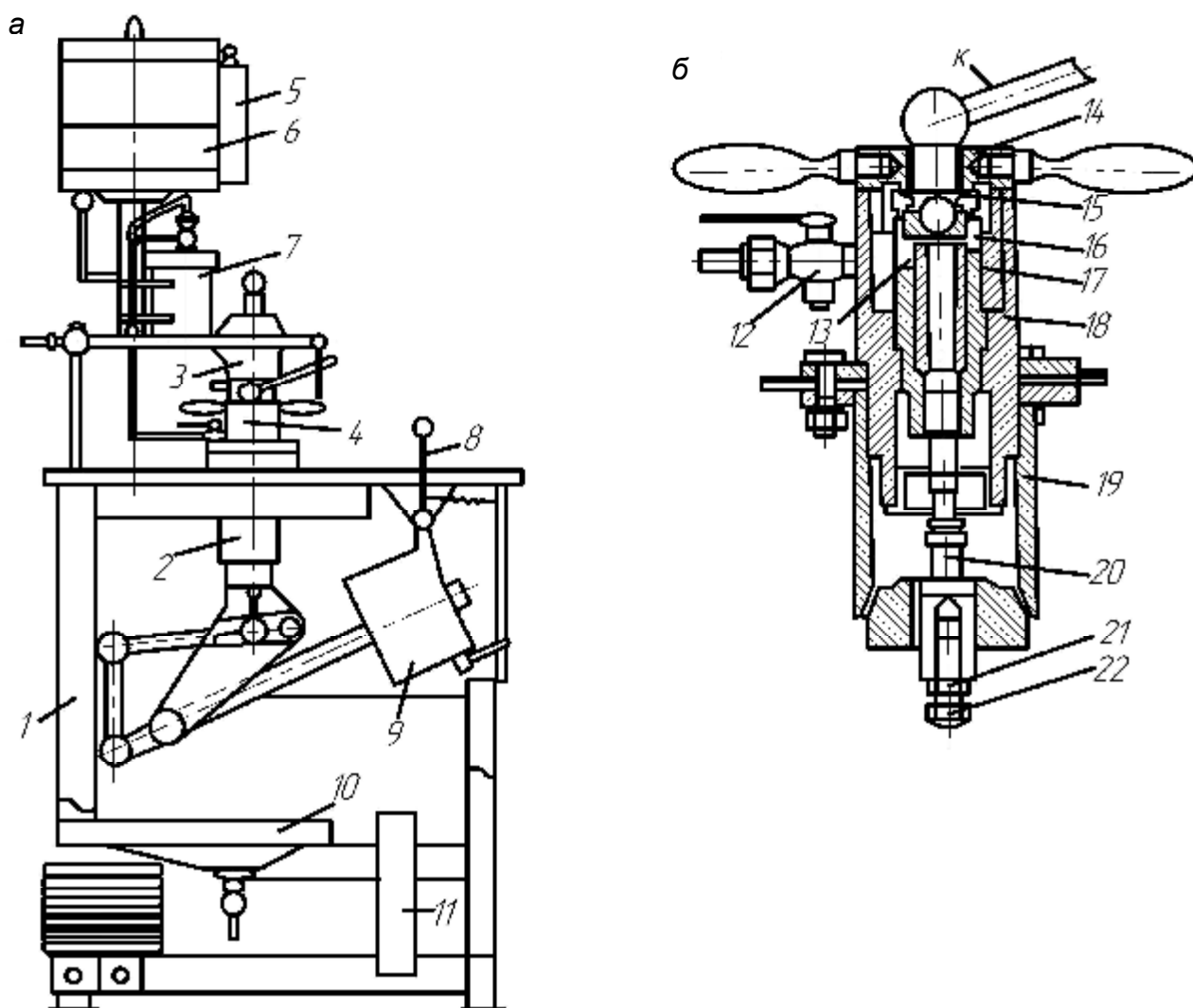


Рис. 5.1. Стенд А53 для проверки плунжерных пар: а – эскиз стенда: 1 – стол; 2 – устройство для проверки плотности плунжерной пары; 3 – контролируемый топливный насос; 4 – фиксатор; 5 – указатель уровня топлива; 6 – топливный бак; 7 – фильтр; 8 – ручная защелка; 9 – груз; 10 – поддон; 11 – буферное устройство; б – эскиз установки плунжерной пары: 12 – кран; 13 – фиксирующий винт; 14 – крышка; 15 – прижимной винт; 16 – уплотнитель; 17 – установочная втулка; 18, 19 – верхний и нижний корпуса; 20 – толкатель; 21 – контргайка; 22 – регулировочный болт



Технологический процесс контроля гидравлической плотности плунжерной пары топливного насоса состоит из следующих операций: подготовки деталей к контролю, установки контролируемой пары на стенде и определение гидравлической плотности.

Подготовительная операция заключается в промывке плунжерной пары в дизельном топливе и в ее визуальном осмотре. Плунжер, вынутый на 1/3 из гильзы в вертикальном положении, должен плавно опуститься под действием собственного веса при любом его повороте вокруг оси.

В процессе проверки с плунжерной парой следует быть предельно осторожным. Даже легкий удар по кромке плунжера может вызвать незаметную глазом забоину и плунжер нельзя будет вставить в гильзу, так как зазор между этими деталями составляет всего 0,002–0,003 мм.

## **5.2. Порядок выполнения работы**

Для контроля гидравлической плотности плунжерная пара должна быть установлена на стенде так, чтобы ее детали заняли положение, соответствующее подаче топлива при работе на номинальной мощности. Для этого гильзу плунжера помещают в установочную втулку стакана 17 и фиксируют винтом. Винт не должен зажимать гильзу и мешать ее вертикальному перемещению. Поднимают груз и фиксируют его защелкой 8.

Затем в гильзу вставляют плунжер. При этом шлицы плунжера топливного насоса ДВС типа 10Д100 должен войти в прорези установочной втулки 17. В таком положении установочную втулку вместе с плунжерной парой помещают в верхнюю часть корпуса стенда, когда груз последнего находится на защелке (в верхнем положении). Из верхнего положения плунжер следует опустить до упора при помощи медного стержня. Затем надплунжерное пространство заполняется топливом из бака стенда. После того как пузырьки исчезнут, гильзу плунжера закрывают сверху крышкой 14. Чтобы избежать деформации гильзы, рукоятку крышки следует затягивать небольшим усилием.

Для определения гидравлической плотности контролируемой плунжерной пары груз стенда освобождают от защелки и по секундомеру фиксируют время падения его до нижнего положения, т. е. до пружинного упора стенда. В момент снятия с фиксатора груз необходимо придерживать рукой.

Проверку гидравлической плотности каждой плунжерной пары производят дважды. При повторной проверке груз стенда приподнимают и ставят на защелку, снимают крышку, заполняют надплунжерное пространство топливом и вновь ставят на место уплотнитель.

### 5.3. Оформление отчета

Зафиксированную гидравлическую плотность плунжерной пары (после каждой проверки) заносят в журнал лабораторных работ. Среднеарифметическое время двух замеров принимается за действительную плотность контролируемой плунжерной пары. Контролю подвергается 2–3 плунжерной пары. Сравнивая полученные величины с допустимыми (см. Руководство по ТО и ТР тепловозов серии ТЭ10), делают вывод о состоянии плунжерных пар. В случае невозможности их эксплуатации студент должен предложить метод восстановления плотности плунжерных пар.

#### Контрольные вопросы

1. Что принимается за гидравлическую плотность плунжерной пары?
2. Что собой характеризует плотность?
3. Как оказывает на величину плотности температура топлива?
4. Как учесть температуру топлива при оценке плотности плунжерной пары?
5. Как отражается на работе ДВС использование плунжерных пар с предельной плотностью?

### **Лабораторная работа № 6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДИЗЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЗОВ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МАСЛА**

Современная техника не позволяет пока создавать ДВС с идеальными равноизнашивающимися характеристиками ответственных узлов и деталей. Некоторые детали изнашиваются быстро, а другие – могут обеспечить длительную работу без замены и ремонтов.

Для того чтобы оценить состояние деталей без разборки, используются методы технической диагностики. Одним из таких методов является определение динамики изменения концентрации продуктов износа в масле. Освоение для этой цели спектрального анализа картерного масла расширило возможности оценки состояния ДВС, так как количественное определение практически неограниченного числа элементов в масле может характеризовать не только общий износ, но и состояние отдельных трущихся пар. Метод эмиссионного спектрального анализа вещества опирается на свойство атома воспроизводить в одних и тех же условиях возбуждения, характерные для каждого химического элемента линейчатые спектры.

**Цель работы:** ознакомление студентов с общепринятой схемой эмиссионного спектрального анализа, принципом работы спектроскана МАКС-GV. При этом приобретаются навыки использования метода в оценке технического состояния узлов ДВС и установления оптимального объема работ при техническом обслуживании тепловозов.

### 6.1. Технологическая оснастка и оборудование

Для проведения работы используется спектроскан типа МАКС-GV (рис. 6.1). Он предназначен для качественного и количественного рентгенофлуоресцентного анализа. Управление спектросканом обеспечивает компьютер. Спектроскан может быть использован в различных областях:

- промышленности, для определения элементарного состава различных продуктов производства;
- черной и цветной металлургии, для контроля составов и сплавов;
- машиностроении и в авиации, для контроля ресурса двигателей;
- экологии, для определения содержания тяжелых металлов в атмосфере, почве и в воде.

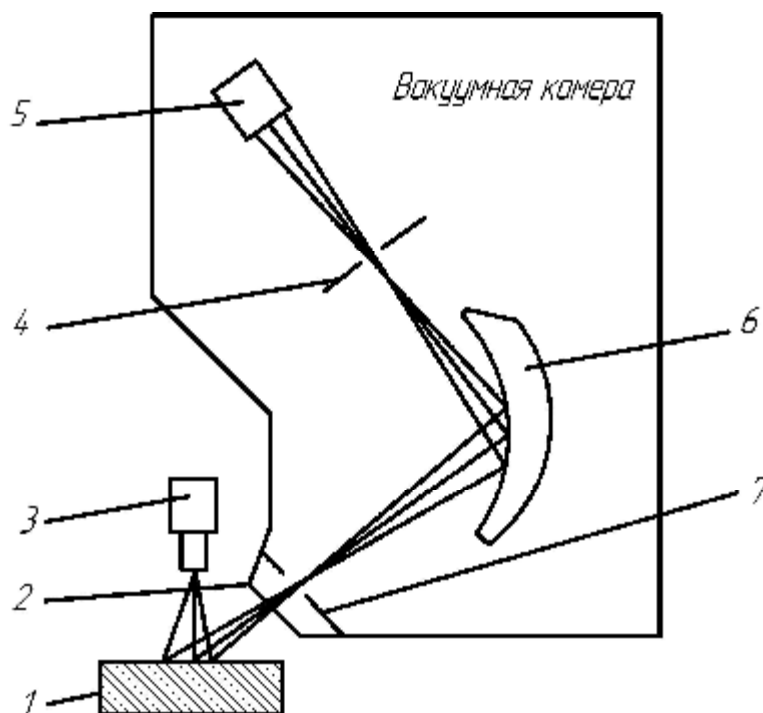


Рис. 6.1. Рентгенооптическая схема спектроскана:  
1 – образец; 2 – окно вакуумной камеры; 3 – рентгеновская трубка; 4 – приемная щель; 5 – блок детектирования; 6 – кристалл-анализатор; 7 – входная щель

*Технические характеристики прибора:* потребляемая мощность – 1,5 кВт; диапазон рабочих температур – от +10 до + 30 °С; анализируемые образцы могут быть твердые (диаметр 20 мм или 40 мм, толщина до 12 мм), порошковые, жидкие и фильтры; диапазон определяемых химических элементов от натрия до урана.

*Принцип работы спектроскана:* исследуемый образец облучается рентгеновской трубкой. В результате в образце возникает флуоресцентное излучение, в спектре которого присутствуют линии элементов образца. По интенсивности линий судят о содержании химических элементов. Прибор построен по оригинальной рентгенооптической схеме, обладающей высокой светосилой. Так как рентгеновское излучение легких элементов сильно поглощается воздухом, прибор снабжен вакуумметром (рис. 6.1).

Первичное излучение возбуждает в образце 1 флуоресцентное излучение, которое через окно 2 вакуумной камеры и через входную щель 7 попадает на фокусирующий кристалл-анализатор 6, выделяющий из спектра образца характеристическую линию. Угол падения первичного излучения на образец 60°, а угол отражения 40°. Выделенное излучение кристалл-анализатор 6 фокусирует в приемную щель 4 блока детектирования 5, сигнал с которого поступает на вход усилителя-дискриминатора, а затем – на вход счетного устройства. Число импульсов пропорционально содержанию химического элемента и может быть пересчитано в процентную концентрацию или в массовую долю элемента в образце.

После проведения анализа студент должен ознакомиться с содержанием формы, получаемой из персонального компьютера, где приняты следующие обозначения:

Д – диагноз по каждому контролируемому узлу;

ДК – диагностический коэффициент по каждому контролируемому узлу;

П – прогноз остаточного ресурса в количестве ТО-3.

ДВС предусматривает диагноз по следующим узлам и неисправностям:

1) вкладыши подшипников коленчатого вала – по зазору на масло;

2) вкладыши подшипников коленчатого вала – по выкрашиванию;

3) поршневые кольца – по излому и износу;

4) поршни – по износу;

5) подшипники турбокомпрессора – по износу;

6) топливные форсунки – по плохому распылу;

7) водяная система – по течи;

8) втулки верхней головки шатуна – по износу;

9) выпускной коллектор – по нагару;

10) воздушный ресивер – по загрязнению;

11) топливный насос высокого давления – по завышенной производительности.

По каждому узлу ПК определяет уровень его состояния: 0 – состояние хорошее; 1 – состояние удовлетворительное; 2 – состояние, требующее повышенного контроля; 3 – состояние неудовлетворительное.

Прогноз остаточного ресурса производится по нарастанию концентрации продуктов износа и общей загрязненности масла для следующих узлов:

- 1) по железу – износ поршневых колец;
- 2) по свинцу – износ подшипников коленчатого вала;
- 3) по кремнию – состояние воздушного ресивера;
- 4) по алюминию – износ корпуса нагнетателя второй ступени и рабочего колеса турбокомпрессора;
- 5) по олову – износ поршней;
- 6) по меди – износ втулок верхней головки шатуна и поршневых колец;
- 7) по хрому – износ деталей, содержащих хром;
- 8) по общей загрязненности – состояние поршней по нагару во внутренних полостях;
- 9) по вязкости – наличие топлива в масле.

## **6.2. Оформление отчета**

Полученные результаты спектрального анализа масла заносят в табл. 1 журнала лабораторных работ. Затем определяют среднее значение напряжения и по тарировочным графикам – концентрацию продуктов износа в г/т.

Используя форму, полученную из ПК, заносят в табл. 2 результаты диагноза: сначала уровни технического состояния (данные обозначенные буквой Д), а затем – предложения по выполнению работ в объеме ТО-3 по каждому из них (согласно Руководству по ТО и ТР тепловозов ТЭ10).

На последнем этапе в табл. 3 вносят остаточный ресурс узлов ДВС: сначала в количестве ТО-3, а затем – в единице пробега тыс. км, для чего умножают количество ТО-3 на норму пробега между этими обслуживаниями.

В заключение делают предложения по срокам проведения ТО-3 для наименее надежных узлов.

### **Контрольные вопросы**

1. Объяснить принцип работы спектроскана.
2. Из каких узлов состоит спектроскан?
3. Состояние каких узлов ДВС можно определить по спектральному анализу масла?
4. По каким уровням оценивается состояние узлов ДВС?

5. Как корректируется объем работ на ТО-3 по результатам анализа масла?

6. Как рассчитывается срок выполнения работ по узлу ДВС, исходя из результатов анализа масла?

## ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ ОБЪЕКТА РЕМОНТА

### Лабораторные работы № 7 и 8 ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ КОРЕННЫХ И ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДИЗЕЛЯ

Вследствие износа деталей подшипниковых узлов (шеек и подшипников) первоначальные зазоры, установленные между ними, увеличиваются. При зазорах больше допустимых происходит чрезмерная утечка масла и уменьшение поступления его в подшипники, а это в свою очередь ведет к резкому ухудшению условий работы трущихся деталей.

Для оценки качества сборки подшипников коленчатого вала необходимо определить зазор «на масло» и «провисание» шейки коленчатого вала.

Зазором на «масло» называется зазор между шейкой коленчатого вала и нерабочим и рабочим вкладышами подшипника, измеренный в вертикальной плоскости в точках А и Б (рис. 7.1), со стороны генератора и отсека управления.

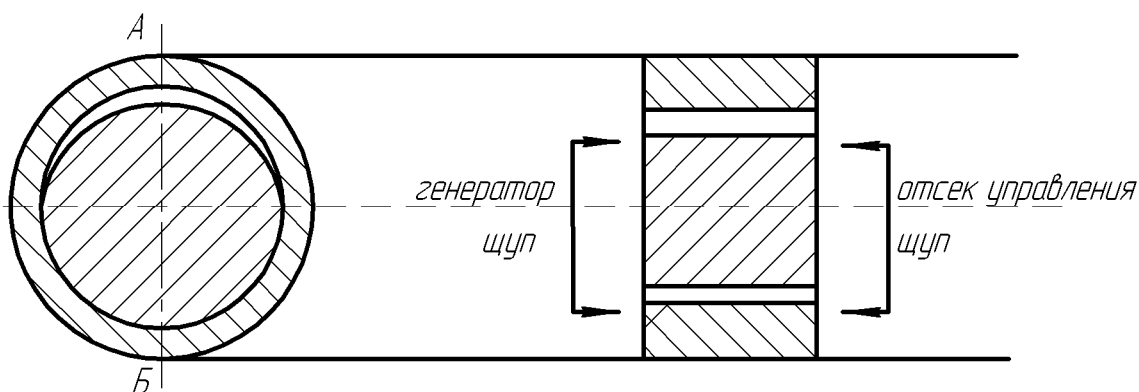


Рис. 7.1. Схема измерения зазоров в подшипниках коленчатого вала:  
А – точка измерения зазора «на масло»; Б – точка измерения «провисания»

«Провисанием» шейки коленчатого вала называется зазор между коренной шейкой и рабочим вкладышем по оси вала в вертикальной плоскости (для нижнего вала зазор в точке Б), измеренный со стороны генератора и отсека управления.

Зазор «на масло» и «провисание» у собранного коренного подшипника измеряется пластинами щупа, а шатунного – непосредственным измерением диаметра подшипника и вала.

**Цель работы:** ознакомление студентов с техникой измерения зазоров в подшипниках коленчатого вала ДВС.

### 7.1. Технологическая оснастка

Измерение зазоров в коренных подшипниках коленчатого вала проводится на дизеле Д49, а в шатунных – на шейках коленчатого вала и на двух шатунах дизеля 10 Д100.

В качестве измерительного инструмента: набор щупов № 4, микрометр и нутромер с пределом измерения 150–175 мм.

### 7.2. Порядок выполнения работы

Зазор «на масло» и «провисание» у коренного подшипника коленчатого вала измеряют до разборки и после сборки, а зазор «на масло» у шатунного подшипника – после демонтажа поршня с шатуном из цилиндра.

#### 7.2.1. Измерение зазора у коренного подшипника коленчатого вала

Измерение зазоров у подшипника нижнего коленчатого вала производят в следующем порядке:

а) измеряют щупом зазор между шейкой и нерабочим вкладышем в точке А с двух сторон подшипника, устанавливая поочередно соседние шатунные шейки в нижней мертвой точке. При этом пластина щупа должна входить между деталями на всю длину;

б) измеряют зазор между шейкой и рабочим вкладышем в точке Б, с обеих сторон подшипника, устанавливая поочередно соседние шатунные шейки в верхней (внутренней) мертвой точке.

#### 7.2.2. Оформление отчета

Результаты обмера записывают в карту измерения журнала лабораторных работ. За действительный зазор в коренном подшипнике принимается зазор «на масло» – как суммарная среднеарифметическая величина зазоров А и Б с обеих сторон подшипника, т. е.

$$Z_M = [(A_y + A_r) + (B_y + B_r)] / 2, \quad (7.1.)$$

где  $A_y$ ,  $B_y$  – зазор «на масло» и «провисание» со стороны управления;  $A_r$ ,  $B_r$  – зазор «на масло» и «провисание» со стороны генератора.

Пример вычисления зазоров: в результате измерения седьмого коренного подшипника нижнего коленчатого вала ДВС Д49 были зафиксированы зазоры, представленные в табл. 7.1.

Таблица 7.1

**Результаты измерения зазоров, мм**

Сторона управления		Сторона генератора	
А <sub>у</sub>	Б <sub>у</sub>	А <sub>г</sub>	Б <sub>г</sub>
0,19	0,07	0,22	0,09

Действительный зазор «на масло»:

$$З_{\text{м}} = [(0,19 + 0,22 + 0,07 + 0,09)] / 2 = 0,285 \text{ мм.}$$

«Провисание» как суммарная среднеарифметическая величина зазора Б с обеих сторон подшипника определяется по формуле

$$З_{\text{п}} = (Б_{\text{у}} + Б_{\text{г}}) / 2. \quad (7.2)$$

Пользуясь условиями вышеприведенного примера, определим «провисание»

$$З_{\text{п}} = (0,07 + 0,09) / 2 = 0,08 \text{ мм.}$$

В заключение сравниваются полученные зазоры с допустимыми, приведенными в Руководстве по ТО и ТР тепловозов ТЭ10. Дается оценка качества сборки коренных подшипниковых узлов коленчатого вала и рекомендации по их регулировке.

**7.2.3. Измерение зазора в шатунном подшипнике коленчатого вала дизеля**

Из-за конструктивных особенностей подшипникового узла измерить щупом зазор «на масло» у шатунных подшипников ДВС типа 10Д100 в собранном виде нельзя. Поэтому его определяют путем непосредственного обмера деталей:

а) собирают нижнюю головку шатуна. Для этого ставят в шатун и в крышку вкладыши (согласно клеймам) и равномерно затягивают гайки шатунных болтов до совпадения меток, нанесенных на гайках и шатунных болтах;

б) измеряют индикаторным или микрометрическим нутромером диаметр подшипника в двух поясах I и II в плоскости симметрии шатуна а–а (рис. 7.2);

в) измеряют микрометром диаметр шатунной шейки контролируемого подшипника согласно схем, представленных на рис. 2.1.



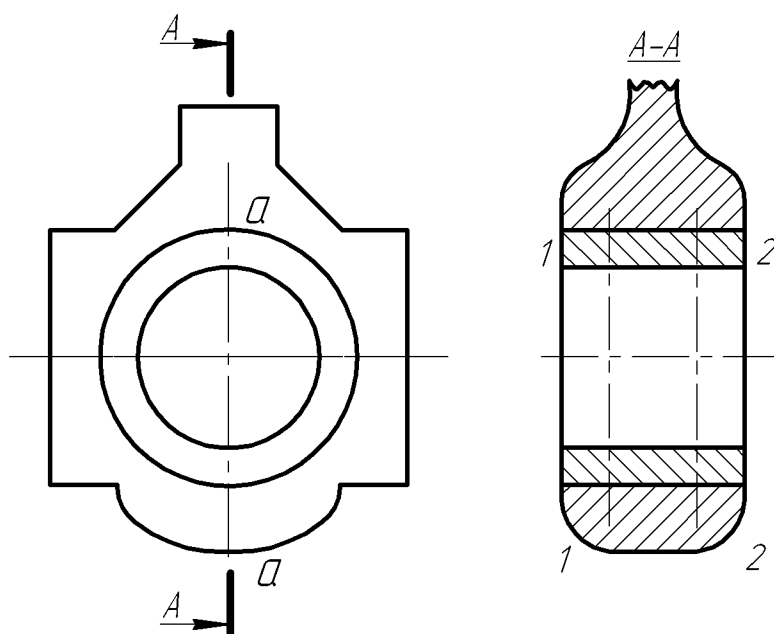


Рис. 7.2. Схема измерения диаметра шатунного подшипника коленчатого вала

#### 7.2.4. Оформление отчета

Результаты обмеров заносят в карту измерения журнала лабораторных работ. Зазор «на масло» в шатунном подшипнике находят как разность между диаметром подшипника  $D$  в плоскости оси симметрии шатуна и наименьшим диаметром  $d$  шатунной шейки коленчатого вала

$$z_{\text{ш}} = D - d. \quad (7.3)$$

За действительный зазор «на масло» в контролируемом подшипнике принимают среднеарифметическую величину зазоров, полученных с каждой стороны подшипника в I и II поясах, определяемую по формуле

$$z_{\text{ш}} = (z_{\text{ш1}} + z_{\text{ш2}}) / 2. \quad (7.4)$$

Пример вычисления зазоров: в результате измерения были найдены размеры деталей, приведенные в табл. 7.2.

Таблица 7.2

#### Результаты замеров зазоров «на масло»

Пояс измерения	Диаметр подшипника, мм	Диаметр шейки вала, мм	
		<i>а-а</i>	<i>в-в</i>
I	178,08	177,80	177,86
II	178,10	177,78	177,85

$$Z_{ш1} = 178,08 - 177,80 = 0,28 \text{ мм};$$

$$Z_{ш2} = 178,10 - 177,78 = 0,32 \text{ мм}.$$

Действительный зазор в подшипнике составит:

$$Z_{ш} = (0,28 + 0,31) / 2 = 0,30 \text{ мм}.$$

В заключение сравниваются полученные зазоры с допустимыми, согласно Руководству по ТО и ТР тепловозов ТЭ10, дается оценка качества комплектования подшипниковых узлов шатуна ДВС и рекомендации по их регулировке.

### Контрольные вопросы

1. Как измеряется суммарный зазор «на масло» в коренном подшипнике?
2. Как измеряется «провисание» шейки коленчатого вала?
3. Какой суммарный зазор «на масло» и «провисание» допускается при выпуске из ТР-3?
4. Как определяется зазор «на масло» в шатунном подшипнике?
5. Как регулируется суммарный зазор «на масло» в коренном подшипнике?
6. Как устраняется «провисание» шеек коленчатого вала?
7. Как регулируется суммарный зазор «на масло» в шатунном подшипнике?

## **Лабораторная работа № 9 ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ УЗЛОВ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ И ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ**

### **9.1. Проверка качества сборки роликового подшипника буксы колесной**

Чтобы достигнуть надежной работы узлов с подшипниками качения, к их сборке предъявляют жесткие требования: обойма подшипника, устанавливаемая на вращающуюся деталь, монтируется с натягом, а на неподвижную – с зазором. Исходя из этого правила, на большей части узлов с подшипниками качения внутренняя обойма ставится с натягом, а наружная – с зазором. При этом не допускается как чрезмерный натяг, который может привести к разрыву внутреннего кольца или к заклиниванию роликов (шариков), так и малый, который может привести к ослаблению и проворачиванию кольца. Опасно монтировать с натягом и наружную обойму, что может привести к уменьшению радиального зазора и к заклиниванию подшипника.

Учитывая это обстоятельство, после сборки узла с подшипниками качения, обязательно контролируют так называемый «посадочный зазор» путем измерения щупом радиального зазора между роликами и кольцом.

**Цель работы:** ознакомление студентов с техникой измерения зазоров в подшипниках качения контактным способом.

### 9.1.1. Технологическая оснастка

В качестве технологической оснастки используется набор щупов № 4. Работа проводится с использованием колесной пары тепловоза серии ТЭ10.

### 9.1.2. Порядок выполнения работы

Для измерения радиального зазора в роликовом подшипнике буксы открывают ее крышку. Поворачивают буксу вокруг оси колесной пары (или наоборот), и через каждые четверть оборота пластиной щупа измеряют зазор между внутренним кольцом и роликом в вертикальной плоскости. При этом зазор у подшипника измеряют в верхней части, так как колесная пара не касается головки рельсов (рис. 9.1).

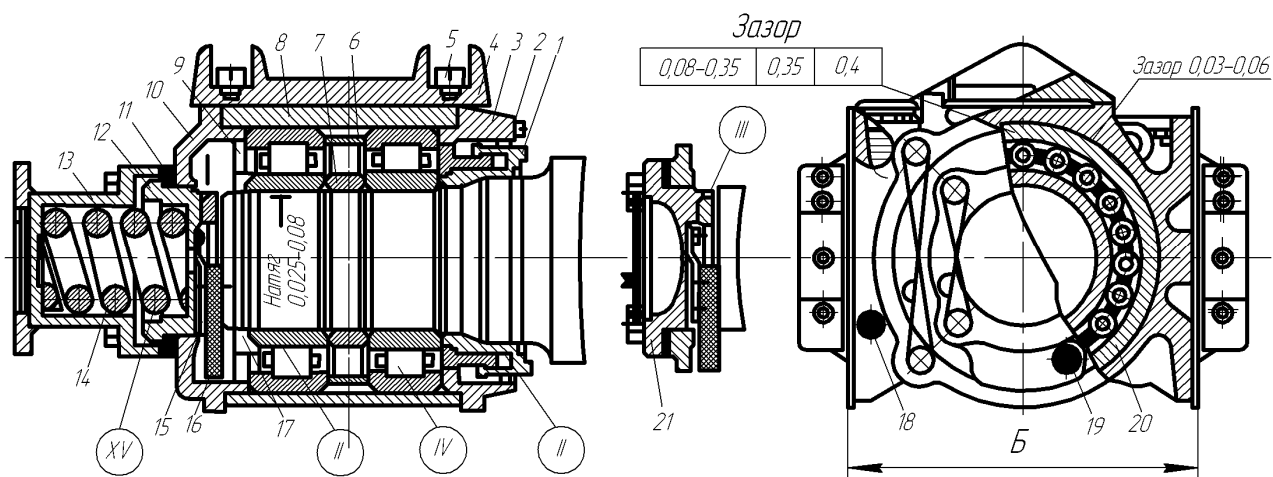


Рис. 9.1. Букса колесной пары тепловоза: 1 – лабиринтовое кольцо; 2 – предохранительная планка; 3 – задняя крышка; 4 – арка; 5 – опора балансира; 6, 7 – дистанционные кольца; 8 – корпус буксы; 9 – разделительная диафрагма; 10 – передняя крышка; 11 – регулировочная прокладка; 12 – осевой упор; 13 – крышка; 14 – пружина; 15 – пластинчатая пружина; 16 – войлочный фитиль; 17 – стопорное кольцо; 18, 19 – пробки для заполнения твердой и жидкой смазки; 20 – роликоподшипник; 21 – осевой упор средней колесной пары

### 9.1.3. Оформление отчета

Результаты измерения заносят в журнал лабораторных работ. За действительный «посадочный зазор» в подшипнике качения принимается наименьший (из четырех) радиальных зазоров. Действительный зазор сравнивают с допустимым размером, исходя из норм, изложенных в Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту узлов с подшипниками качения локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава (№ ЦТ/330-1995 г).

## 9.2. Проверка качества сборки зубчатой передачи

Для достижения нормальной работы любой зубчатой передачи, при ее сборке соблюдают ряд условий, наиболее существенным из которых является установление необходимого бокового и радиального зазоров между зубьями шестерен. Отсутствие этих зазоров приводит к заклиниванию зубьев и их поломке, при больших зазорах работа передачи сопровождается большим шумом, толчками и рывками. У собранной зубчатой передачи зазоры между зубьями можно измерить (в зависимости от конструкции передачи): боковой зазор – щупом, индикаторным приспособлением или выжимкой; радиальный зазор-выжимкой. Наиболее точные результаты получают при помощи выжимки из свинца, алюминия или пластмассы. Объясняется это тем, что при пропуске выжимки между зубьями шестерен, последние раздвигаются и занимают примерно такое положение, как при работе передачи.

**Цель работы:** измерение зазоров в подшипниках букс колесных пар и зубчатых передачах дизеля и вспомогательного оборудования.

### 9.2.1. Технологическая оснастка

Для выполнения этой работы необходимо иметь выжимки и приспособление с индикатором. Работа проводится на косозубой передаче привода вентилятора централизованного воздухообеспечения (ЦВС) тепловоза 2ТЭ136 и на цилиндрической передаче привода водяного насоса дизеля Д49.

### 9.2.2. Порядок выполнения работы

Согласно Руководству по ТО и ТР тепловозов ТЭП70 при ревизии косозубой передаче привода вентилятора ЦВС измеряют и при необходимости регулируют боковые зазоры между зубьями шестерен.

Конструкция передачи позволяет измерить зазоры любым из перечисленных способов. В данной работе боковой зазор измеряют выжимкой. Для этого устанавливают выжимку перпендикулярно зубу шестерни и проворачивают валы по ходу. После этого минимальную толщину обжатой выжимки измеряют микрометром с обеих сторон зуба и за действительный зазор принимают их сумму. Выполняется четыре измерения через 90°.

После этого измеряют боковой зазор между зубьями шестерен привода водяного насоса дизеля Д49. Этот зазор измеряют при помощи стойки с индикатором (рис. 9.2).

Стойку устанавливают на блок дизеля, а ножку индикатора, соединенную со штангой, упирают в зуб передачи в районе делительной окружности. Выбирают зазор против вращения шестерни (без вращения коленчатого вала), устанавливают большую стрелку на ноль, а маленькую с натягом 5–6 мм. После этого поворачивают шестерню в сторону вращения на величину бокового зазора (без вращения коленчатого вала) и фиксируют показания индикатора. В связи с тем, что крутящий момент от коленчатого вала к валу водяного насоса передается через четыре шестерни, для получения действительного значения бокового зазора следует показание индикатора разделить на четыре.

В том случае, когда нет свободного доступа к зубчатой передаче, используют поводок 1. Если ножка индикатора будет находиться в зоне делительной окружности, то показание индикатора даст действительный боковой зазор, если ножка будет смещена относительно делительной окружности, то действительный боковой зазор рассчитывают по формуле, мм,

$$БЗ = R a / L, \quad (9.1)$$

где  $R$  – радиус делительной окружности зубчатого колеса, на валу которого установлен поводок;  $a$  – показание индикатора;  $L$  – расстояние от оси зубчатого колеса до точки упора ножки индикатора.

### 9.2.3. Оформление отчета

За действительный боковой зазор между зубьями конических шестерен вала привода вентилятора ЦВС берется средний из четырех измеренных.

За действительный боковой зазор в шестернях привода водяного насоса принимается среднее значение из четырех.

Действительные зазоры сравнивают с допустимыми, указанными в Руководстве по ТО и ТР тепловозов ТЭ10, и делают выводы о качестве монтажа исследуемых зубчатых передач.

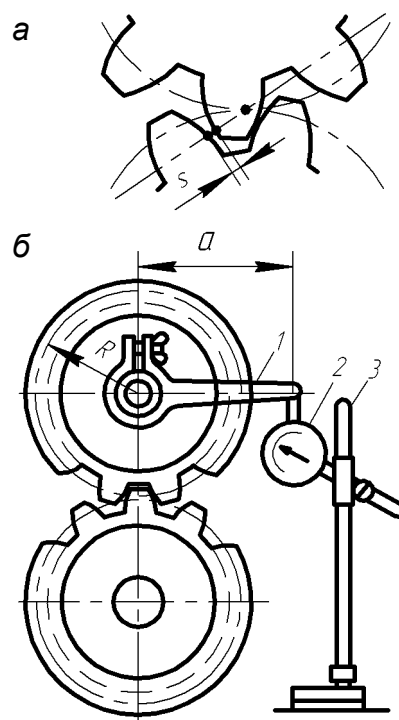


Рис. 9.2. Схема измерения зазоров в зубчатой передаче: а – выжимкой; б – стойкой с индикатором; 1 – поводок; 2 – индикатор; 3 – стойка

Пример вычисления зазоров. Измерениями зафиксированы зазоры в зубьях шестерен привода водяного насоса (9.1).

Таблица 9.1

**Результаты замеров бокового зазора  
в передаче привода водяного насоса дизеля Д49**

Угол поворота	0°	90°	180°	270°
Показание индикатора	0,25	0,21	0,23	0,27

Действительный боковой зазор составит 0,24 мм.

Контрольные вопросы

1. Как определяется радиальный зазор в подшипнике качения выжимкой?
2. Какие нарушения в монтаже подшипника качения могут привести к уменьшению радиального зазора?
3. Что принимается за действительный боковой зазор в конической передаче?
4. Как определяется боковой зазор с помощью стойки с индикатором?
5. Как рассчитать действительный боковой зазор, если ножка индикатора сдвинута относительно делительной окружности?
6. Как регулируется боковой зазор в цилиндрической передаче?

**Лабораторная работа № 10  
ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

Тяговый электродвигатель (ТЭД) является сложным узлом, состояние которого влияет на работоспособность всего локомотива. В процессе эксплуатации тягового электродвигателя часто происходят отказы его основных узлов. Надежная работа ТЭД зависит во многом от качества сборки подшипниковых и коллекторно-щеточных узлов.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в деле оценки качества сборки ТЭД.

**10.1. Технологическая оснастка и инструмент**

В качестве технологической оснастки и инструмента используются: указатель нажатия щеток типа УСН-4, приспособление для измерения осевого разбега якоря, комплект для проверки электрических машин постоянного тока типа КПЭМ, приспособление для измерения биения коллектора якоря, набор щупов № 4, штангенциркуль, линейка. Работа проводится на ТЭД типа ЭД118Б.

## 10.2. Порядок выполнения работы

Качество сборки ТЭД выполняется как в процессе сборки, так и после нее. Сначала проверяется состояние подшипникового узла. Для этого определяют: осевой разбег якоря в подшипниках качения; радиальный зазор в подшипнике; зазор между подшипниковым щитом и остовом; зазор между крышкой подшипника и подшипниковым щитом.

Для измерения осевого разбега якоря его сдвигают в одну из сторон, а на торец оси устанавливают ножку индикатора специального приспособления. Выбирая зазор в противоположную сторону по шкале индикатора, фиксируют величину осевого разбега (рис. 10.1 положение А).

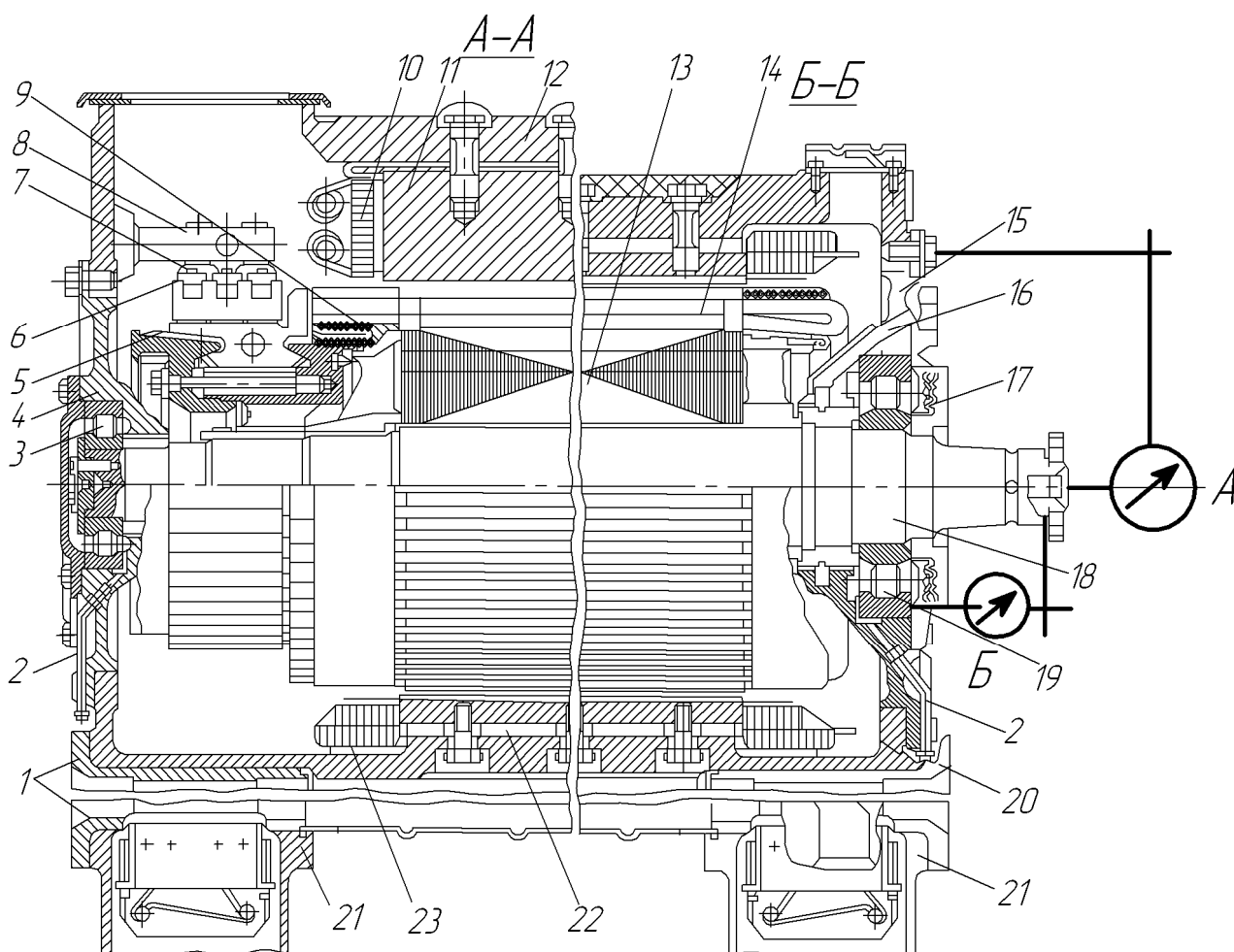


Рис. 10.1. Схема оценки состояния подшипникового узла ТЭД: 1 – вкладыши моторно-осевого подшипника; 2 – трубки подачи смазки; 3, 19 – роликовые подшипники; 4, 15 – щиты подшипниковые передний и задний; 5 – коллектор; 6 – щеткодержатель; 7 – изолятор; 8 – кронштейн; 9 – уравниватель; 10 – катушка добавочного полюса; 11 – добавочный полюс; 12 – корпус; 13 – сердечник якоря; 14 – обмотка якоря; 16 – дренажное отверстие; 17 – уплотнительное лабиринтное кольцо; 18 – вал; 20 – пробка; 21 – корпус осевого подшипника; 22 – главный полюс; 23 – катушка главного полюса

Радиальный зазор в роликовом подшипнике измеряют щупом в четырех точках между внутренней обоймой и роликом. За действительное значение принимается наименьший из четырех радиальных зазоров.

О качестве монтажа подшипникового щита судят по плотности его прилегания к остоу. В свою очередь плотность прилегания определяется щупом в четырех точках. Также щупом измеряется зазор между крышкой подшипника и подшипниковым щитом.

С помощью индикатора измеряется биение наружной обоймы роликового подшипника (рис. 10.1 положение Б). В данной работе оно не измеряется, так как на валу установлена шестерня, которая не позволяет снять крышку подшипника.

О состоянии коллекторно-щеточного узла судят по следующим замерам: биению коллектора, нажатию пружины на щетку, качеству притирки щетки, зазору между щеткой и щеткодержателем, зазору между щеткодержателем и петушками, зазору между щеткодержателем и коллектором, расстановке щеток на физической нейтрали.

Биение коллектора измеряют индикатором, на ножку которого одевают «шляпку» с тем, чтобы она не проваливалась в дорожки между коллекторными пластинами. Поворачивают якорь и через 45° снимают показания, по которым строят круговую диаграмму. Отклонение стрелки индикатора от нуля против часовой стрелки записывают со знаком минус, а по часовой – со знаком плюс. За действительное биение принимается наибольшая **алгебраическая** разность показаний в диаметрально-противоположных точках.

Нажатие щетки на коллектор определяют электронным прибором типа УСН-4, для чего включают питание и проверяют установку нуля. Устанавливают баланс измерительного моста переменным резистором «Баланс», при этом измерительный прибор должен показывать ноль. После настройки щуп прибора устанавливают между пружиной и щеткой и по стрелочному индикатору определяют нажатие. Нажатие следует определить для всех щеток щеткодержателя.

Качество притирки щеток определяют визуально по площади прилегания после того, как щетка извлечена из щеткодержателя.

Зазор между щеткой и щеткодержателем определяют путем ввода пластины щупа между широкой стороны щетки и гнездом корпуса щеткодержателя.

Зазор между щеткодержателем и петушками измеряют штангенциркулем или линейкой, предварительно сдвинув якорь в сторону щеткодержателя.

Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора измеряют щупом в крайних точках щеткодержателя и по разности замеров судят о перекосе щеткодержателя.

Расстановку щеток на физической нейтрали проверяют прибором КПЭМ следующим образом. Подключают выход генератора сигналов к обмотке возбуждения, а измеритель – к разнополярным щеткам. Включают генератор, при этом должен загореться индикатор замыкания исследуемой цепи. Включают измеритель. Устанавливают переключате-



лем «чувствительность» необходимый уровень. Поворотом траверсы со щетками добиваются минимального показания измерительного прибора. Переключают измеритель на более чувствительный диапазон и подрегулируют положение траверсы. После настройки отключают генератор сигналов и измеритель.

Данная проверка не выполняется для тепловозных ТЭД, так как кронштейн щеткодержателя вварен в остов ТЭД и изменить положение траверсы нельзя.

### 10.3. Оформление отчета

В журнал лабораторных работ вносятся все измеренные величины и допустимые размеры, взятые из Правил ремонта электрических машин тепловозов. При необходимости даются рекомендации по регулировке размеров, выходящих за допустимые размеры.

#### Контрольные вопросы

1. Как проверить осевой разбег якоря?
2. Как отрегулировать осевой разбег якоря?
3. К каким неисправностям приводит эксплуатация ТЭД с предельным биением коллектора?
4. Как влияет на работу ТЭД разное нажатие щеток на коллектор?
5. К чему может привести заниженный радиальный зазор в подшипнике?
6. К каким неисправностям приводит завышенный и заниженный зазор между щеткодержателем и петушками?
7. Почему между подшипниковым щитом и остовом зазор не должен иметь место, а между крышкой подшипника и подшипниковым щитом зазор обязателен?

## Лабораторная работа № 11 ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ КОЛЕСО-МОТОРНОГО БЛОКА

Под колесно-моторным блоком (КМБ) подразумевается соединение ТЭД с колесной парой. Взаимодействие этих двух сборочных единиц осуществляется через тяговую зубчатую передачу и моторно-осевые подшипники (МОП). Надежная работа КМБ на прямую связана с состоянием этих узлов.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в деле оценки качества сборки КМБ.

### 11.1. Технологическая оснастка и инструмент

В качестве инструмента в работе используются: щуп № 4, выжимка и микрометр с пределом измерения от 0–25 мм. Работа проводится на КМБ электровоза серии ВЛ85.

## 11.2. Порядок выполнения работы

### 11.2.1. Контроль сборки моторно-осевых подшипников

Качество сборки МОП производят путем измерения зазора «на масло» и осевого разбега ТЭД на оси колесной пары.

Под зазором «на масло» понимается зазор между нижним вкладышем МОП и шейкой колесной пары. Его измеряют при помощи щупа, вводя его в нижнюю точку МОП. Необходимо измерить зазоры в правом и левом подшипниках (рис. 11.1).

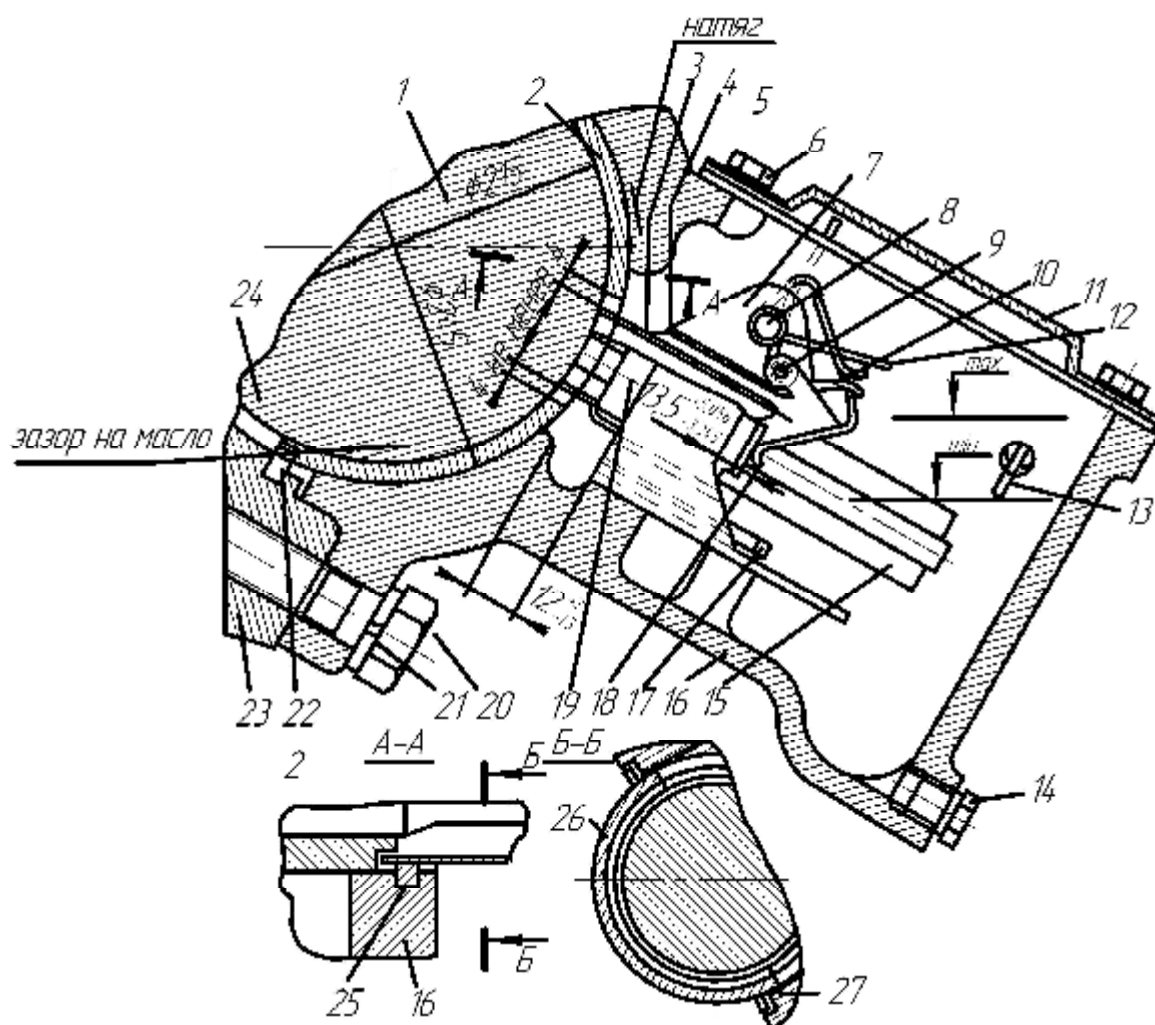


Рис. 11.1. Измерение зазора «на масло» в МОП: 1 – ось колесной пары; 2, 24 – вкладыши нижний и верхний; 3 – пружина пластинчатая; 4 – направляющая корпуса; 5 – прокладка; 6, 17, 20 – болты; 7 – корпус полистера; 8 – стержень; 9 – ось рычага; 10 – пружина; 11, 27 – крышка; 12 – фиксатор пружинный; 13 – масломер; 14 – пробка сливная; 15 – пакет фитилей; 16 – корпус подшипника; 18 – рычаг; 19 – коробка пакета фитилей; 21 – шайба; 22 – шпонка; 23 – осто́в тягового двигателя; 25 – шнур уплотнительный; 26 – уплотнение; 28 – скоба

Под разбегом ТЭД на оси колесной пары понимается зазор между ступицей колесного центра или ступицей ведомой шестерни и буртом вкладыша МОП. Перед измерением ТЭД смещают в одну сторону и щупом измеряют зазор.

Подшипники МОП устанавливаются в постель ТЭД с натягом, для проверки его наличия следует убедиться в отсутствии зазора по стыкам вкладыша. Данный зазор измеряется пластинами щупа.

### 11.3.2. Контроль сборки зубчатой тяговой передачи

Контроль сборки зубчатой передачи производится путем измерения бокового зазора и проверки прилегания зубьев.

Боковой зазор измеряется щупом или выжимкой в четырех точках (рис. 11.2). За действительный принимается средний. Прилегание зубьев проверяется по краске, которую наносят на зубья ведущей шестерни. После прокручивания колесной пары определяют размер и расположение отпечатка на зубьях ведомой шестерни.

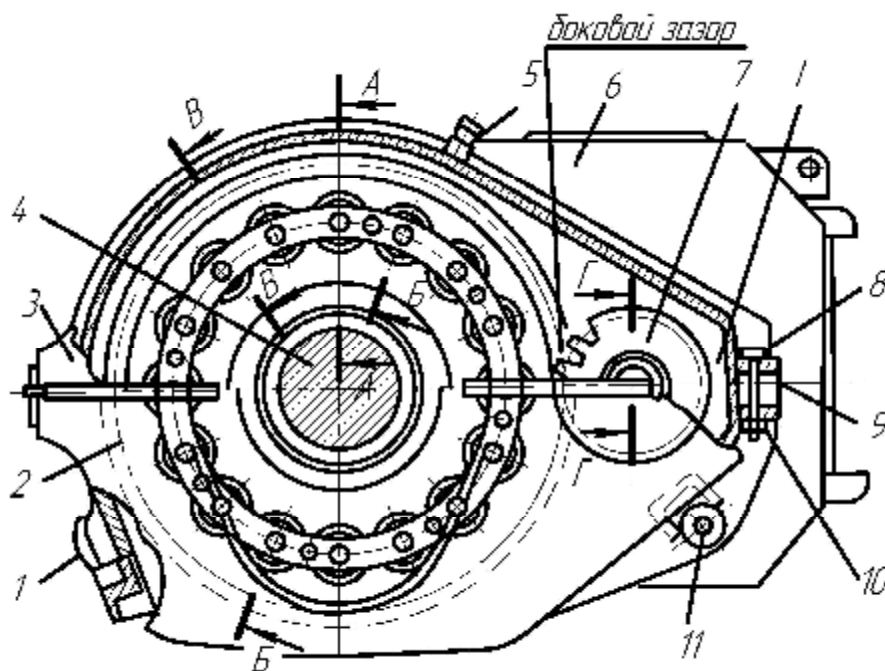


Рис. 11.2. Измерение бокового зазора в зубьях тягового редуктора: 1 – пробка заливной горловины; 2, 3 – половина кожуха нижняя и верхняя; 4 – ось колесной пары; 5 – сапун; 6 – тяговый электродвигатель; 7 – шестерня ведущая; 8, 11, 22 – болты; 9 – прокладка; 10 – гайка

#### 11.3.4. Оформление отчета

В журнал лабораторных работ вносят полученные результаты измерений, сравнивают с допустимыми, указанными в руководстве по ТО и ТР, и делают выводы о качестве сборки узлов КМБ. При необходимости даются рекомендации по регулировке размеров, выходящих за пределы допусков.

#### Контрольные вопросы

1. Как измерить зазор «на масло» в МОП?
2. К каким неисправностям приводит эксплуатация МОП с зазором «на масло» меньше допустимого?
3. Как определить оптимальный внутренний диаметр МОП?
4. К каким неисправностям приводит большая разница зазоров «на масло» между правым и левым МОП?
5. Как измерить осевой разбег ТЭД?
6. Как регулируется осевой разбег ТЭД?
7. Как можно оценить наличие натяга вкладышей МОП?
8. Как определить оптимальный наружный диаметр МОП?

### ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ДИЗЕЛЯ Д49

#### Лабораторная работа № 12

#### ПРОВЕРКА ПОЛОЖЕНИЯ ПОРШНЯ В ВЕРХНЕЙ МЕРТВОЙ ТОЧКЕ И ЗАЗОРОВ В КЛАПАНАХ КРЫШКИ ЦИЛИНДРОВ

##### 12.1. Проверка положения поршня в верхней мертвой точке

Поршень, находящийся в верхней мертвой точке (ВМТ), образует камеру сгорания, от величины которой зависит рабочий процесс в цилиндре двигателя внутреннего сгорания. В свою очередь положение поршня в ВМТ позволяет правильно определить общий угол опережения подачи топлива насосами высокого давления и фазы газораспределения.

**Цель работы:** определение положения поршня в верхней мертвой точке.

##### 12.1.1. Техническая оснастка и оборудование

Проверка положения поршня в верхней мертвой точке проводится на дизеле Д49 с использованием индикаторного приспособления.

### *12.1.2. Порядок выполнения работы*

На торце ведущего диска муфты дизеля нанесена градуировка от 0 до 360 градусов с ценой деления в один градус и метки ВМТ для первого цилиндра дизеля, отсчет которых начинается от тягового генератора. В связи с тем, что расположение цилиндров V-образное, левый ряд обозначается буквой А, а правый – В, если смотреть со стороны тягового генератора. На корпусе закрытия коленчатого вала закреплена указательная стрелка. Нормальное направление вращения коленчатого вала, если смотреть со стороны тягового генератора, против часовой стрелки.

Определение положения поршня в ВМТ производится в следующей последовательности:

- снимают с первого цилиндра ряда А индикаторный кран и устанавливают приспособление с индикатором;
- вращая коленчатый вал против часовой стрелки, устанавливают поршень приблизительно в ВМТ;
- устанавливают на индикаторе натяг 5–6 мм, а большую стрелку совмещают с цифрой ноль;
- поворачивают коленчатый вал по часовой стрелки так, чтобы поршень опустился на 4 мм (по индикатору), а затем поворачивают коленчатый вал против часовой стрелки на такой угол, чтобы стрелка установилась на делении 6 мм. Делают отметку на диске муфты против острия стрелки и записывают показания индикатора;
- снова поворачивают коленчатый вал против часовой стрелки так, чтобы поршень опустился, пройдя ВМТ на отметку 4 мм (по индикатору), а затем поворачивают коленчатый вал в обратную сторону на такой угол, чтобы стрелка индикатора установилась на делении 6 мм. Делают вторую отметку на диске муфты против указательной стрелки;
- делят на две равные части дугу на диске между полученными отметками и поворачивают коленчатый вал до совмещения отметки середины дуги со стрелкой. Это положение диска муфты будет соответствовать положению поршня в ВМТ.

### *12.1.3. Оформление отчета*

В журнал лабораторных работ вносят показания индикатора при положении поршня до и после ВМТ и положение диска относительно стрелки. После чего делают вывод: положение поршня совпадает (не совпадает) с градуировкой на диске и дают рекомендации по его регулировке.

## **12.2. Проверка биения выпускного клапана**

Изменение геометрии клапана, т. е. смещение геометрической оси приводит к нарушению его герметичности относительно гнезда, что отрицательно сказывается на рабочем процессе.

**Цель работы:** проверить биение клапана.

### 12.2.1. Техническая оснастка и оборудование

Проверка биения клапана производится на специальном приспособлении, где в качестве измерительного инструмента используется индикатор часового типа.

### 12.2.2. Порядок выполнения работы

Клапан после очистки устанавливается в опоры приспособления (рис. 12.1). Ножку индикатора устанавливают на посадочную поверхность тарелки А, стрелки индикатора должны стоять на нуле, клапан медленно поворачивают на один оборот, фиксируя показания индикатора через каждые 90°. Искомой величиной биения является **наибольшая алгебраическая разность** между показаниями индикатора в вертикальной плоскости. При измерении биения необходимо учитывать положение большой стрелки: если она не дошла до нуля, то показание берется со знаком минус, если перешла – то со знаком плюс. Затем ножку индикатора устанавливают на выточку под сухарь Б и выполняют те же измерения.

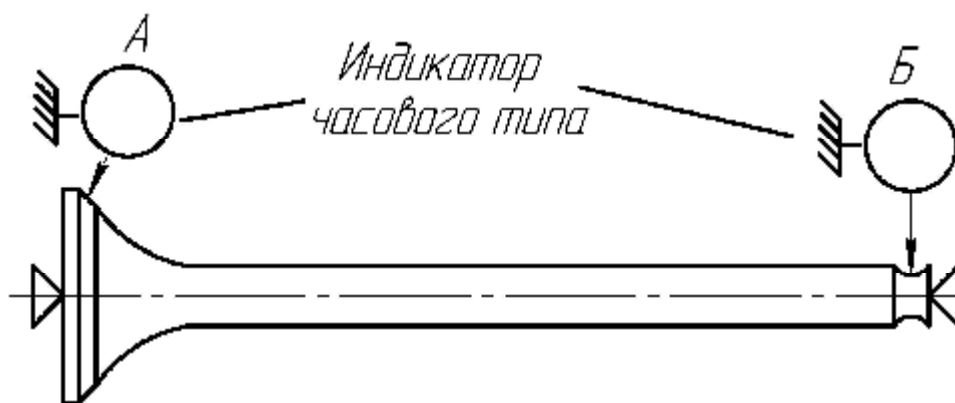


Рис. 12.1. Схема измерения биения клапана: А – посадочная поверхность тарелки; Б – выточка под сухарь

Например, путем измерения определены следующие показания индикатора: при 0° большая стрелка установлена на нуле; при 90° большая стрелка установилась на делении +0,12 мм; при 180° большая стрелка установилась на делении +0,10 мм; при 270° большая стрелка установилась на делении –0,14 мм. Определяем биение между точками 0 и 180°:  $0 - 0,10 = 0,10$  мм; между точками 90 и 270°:  $0,12 - (-0,14) = 0,26$  мм. За действительную величину биения принимается максимальное из двух, т. е. 0,26 мм.

### 12.2.3. Оформление отчета

Результаты измерения вносят в таблицу измерения, рассчитывают величину биения в двух плоскостях и определяют действительную величину для точек А и Б. Полученные результаты сравнивают с данными Руководства по ТО и ТР тепловозов ТЭ10 и делают вывод.

### 12.3. Проверка зазоров «на масло» в гидротолкателях клапанов

Положение клапанов, а вернее зазоры в гидротолкателях клапанов крышки цилиндра играют важную роль в обеспечении надежности этого узла. Увеличенные зазоры вызывают разрушение седел, нагретых до высоких температур. Для ослабления ударов в звеньях клапанного механизма профиль кулачка должен обеспечивать в начале подъема и в момент посадки ограниченную скорость – около 0,5 м/с. Другим эффективным методом для ликвидации ударов является применение гидравлической системы компенсации зазоров.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в проверке и регулировке зазоров «на масло» в гидротолкателях привода клапанов. Зазоры «на масло» в гидротолкателях устанавливаются с целью компенсации теплового удлинения клапанно-рычажного механизма крышки цилиндра и штанг.

#### 12.3.1. Техническая оснастка и оборудование

Зазоры «на масло» в гидротолкателях измеряются на дизеле Д49 с помощью приспособления, где в качестве измерительного прибора используется индикатор часового типа (рис. 12.2) и набор щупов № 4.

#### 12.3.2. Порядок выполнения работы

Проверка проводится в следующей последовательности:

- вращением коленчатого вала устанавливают поршень проверяемого цилиндра в ВМТ при такте сжатия (ролики рычагов распределительного вала должны находиться на цилиндрической части кулачка, а штанги свободно проворачиваются от руки); с помощью приспособления снимают штанги и вынимают из рычагов гидротолкатели;
- с помощью приспособления удаляют масло из гидротолкателей и устанавливают их в рычаги;
- с помощью сжатого воздуха удаляют масло из штанг;

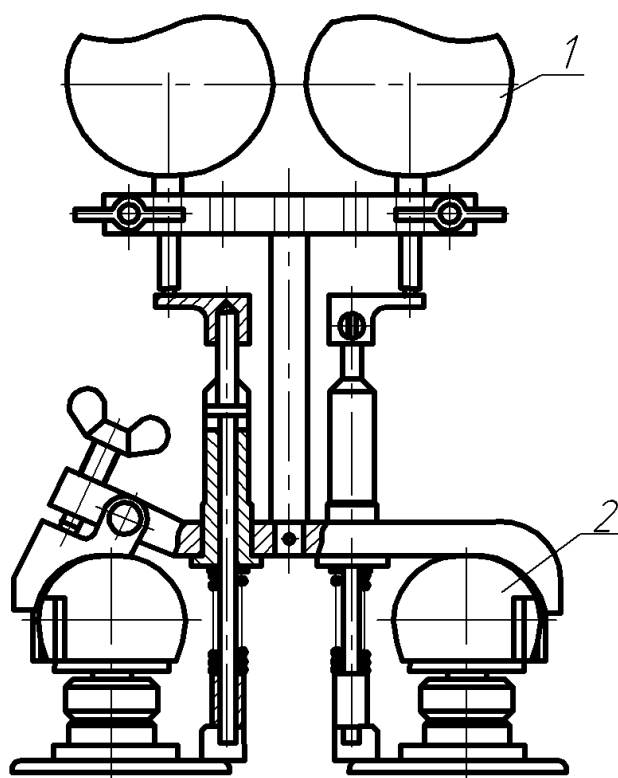


Рис. 12.2. Приспособление для измерения зазора «на масло» в гидротолкателях: 1 – индикатор часового типа; 2 – опора на гидротолкателях

- с помощью приспособления устанавливают штанги в распор в опорные втулки рычага цилиндровой крышки и вертикального рычага лотка;
- устанавливают щуп толщиной 0,06 мм между колпачком толкателя и колпачком клапана;
- приспособлением прижимают рычаги и оценивают степень сжатия пластины щупа. При необходимости зазор «на масло» регулируют длиной штанги.

### 12.3.3. Оформление отчета

В журнал лабораторных работ вносят размеры действительных зазоров «на масло» в гидротолкателях, рассчитывают неодновременность их открытия, сравнивают с данными Руководства по ТО и ТР тепловозов ТЭ10, делают вывод и приводят технологию регулирования зазоров.

#### Контрольные вопросы

1. Как определяется положение поршня в ВМТ?
2. Каким инструментом определяется положение поршня в ВМТ?
3. Как измеряется биение поверхности клапана?
4. Как рассчитывается биение?
5. Как измеряется зазор «на масло» в гидротолкателях клапанов крышки цилиндров?

## **Лабораторная работа № 13** **ПРОВЕРКА ОБЩЕГО УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ПОДАЧИ ТОПЛИВА** **НАСОСАМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ** **И ПРОВЕРКА ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

### **13.1. Проверка общего угла опережения подачи топлива насосами высокого давления**

Топливо, подаваемое в цилиндр ДВС, воспламеняется не сразу, с некоторым запаздыванием. Это запаздывание называется периодом задержки воспламенения. Обычно на экономных режимах он составляет 0,001–0,002 с, а на режимах малых нагрузок и холостого хода – 0,005–0,007 с. Скорость увеличивается при повышении степени сжатия, более мелком распыливании топлива, большем завихрении воздуха и от других причин. В связи с этим для обеспечения максимального индикаторного кпд необходимо топливо подавать несколько раньше, чем поршень достигнет ВМТ. Эта характеристика называется **углом опереже-**



**ния подачи топлива.** От угла опережения подачи топлива в большей мере зависит характер протекания рабочего процесса и температура деталей цилиндропоршневой группы. Неправильная установка угла опережения подачи топлива может вызвать ряд нежелательных явлений.

Угол опережения устанавливается более ранним. В этом случае увеличивается давление сгорания (неточность в 1 градус поворота коленчатого вала изменяет максимальное давление сгорания от 0,3 до 0,4 МПа в зависимости от форсирования двигателя) и жесткость работы двигателя (ощущаются «на слух» звонкие удары в цилиндрах, особенно в диапазоне частоты вращения коленчатого вала от 400 до 700 об/мин). В результате снижается ресурс ДВС за счет динамических нагрузок на детали цилиндропоршневой группы и подшипники коленчатого вала. Угол опережения меньше установленного, т. е. поздняя подача топлива. В этом случае происходит уменьшение максимального давления сгорания и жесткости работы двигателя, дымность выпуска увеличивается, повышается температура отработанных газов и снижается экономичность в диапазоне 70–100 % номинальной мощности.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в определении общего угла опережения подачи топлива насосами высокого давления.

#### *13.1.1. Технологическая оснастка и оборудование.*

Угол опережения подачи топлива проверяется на дизеле Д49 с помощью приспособления, где в качестве измерительного прибора используется индикатор часового типа (рис. 13.1). Угол опережения называется условным, так как его определяют по подъему ролика приспособления над цилиндрической частью кулачка на 5 мм.

#### *13.1.2. Порядок выполнения работы*

Проверка общего угла опережения подачи топлива производится по цилиндру А1 в следующей последовательности:

- проверяют ВМТ цилиндра А1 и соответствует ли ей положение стрелки, установленной на корпусе закрытия коленчатого вала;

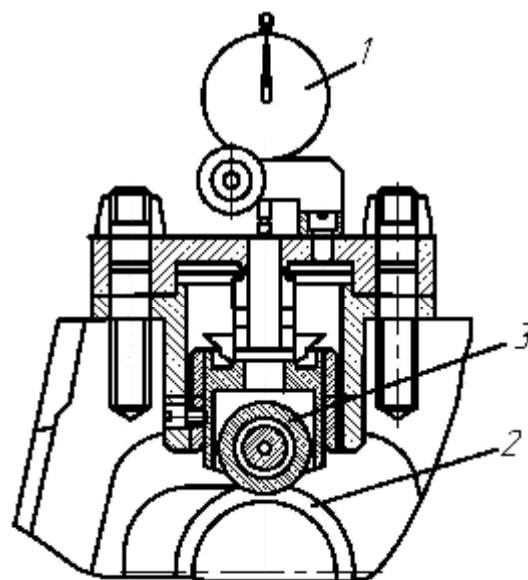


Рис. 13.1. Приспособление для проверки общего угла опережения подачи топлива: 1 – индикатор часового типа; 2 – кулачок распределительного вала; 3 – ролик приспособления

- снимают топливный насос и устанавливается приспособление так, чтобы ролик приспособления коснулся кулачка толкателя;
- валоповоротным механизмом поворачивают коленчатый вал по направлению вращения до тех пор пока ролик не установится на цилиндрической части кулачка;
- устанавливают на индикаторе по маленькой стрелке натяг 2–3 мм и цифру ноль шкалы – против большой стрелки;
- поворачивают коленчатый вал по направлению вращения до подъема ножки индикатора на 5 мм. Это положение соответствует условному началу подачи топлива;
- на диске муфты определяют число градусов между стрелкой и меткой ВМТ проверяемого цилиндра.

### *13.1.3. Оформление отчета*

В журнал лабораторных работ вносят полученные результаты измерения действительного угла опережения подачи топлива, сравнивают с Инструкцией по эксплуатации и обслуживанию дизелей Д49 и приводят технологию его регулирования.

## **13.2. Проверка фаз газораспределения**

Организация рабочего процесса в четырехтактном ДВС происходит за счет открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов. Порядок их работы обеспечивается распределительным валом, связанным с клапанами через штанги и рычаги от коленчатого вала.

В случае съёмки распределительного вала и его ремонта необходимо проверить по углу поворота коленчатого вала очередность работы клапанов.

**Цель работы:** научить студентов измерять фазы газораспределения дизеля Д49.

### *13.2.1. Технологическая оснастка и инструмент*

Проверка фаз газораспределения проводится на дизеле Д49 с помощью приспособления, где в качестве измерительного инструмента используется индикатор часового типа, шток которого упирается в тарелку клапана. Сначала определяется условный угол открытия выпускного клапана, а затем – условный угол открытия впускного клапана. Углы являются условными, так как их определяют по подъему штока приспособления над цилиндрической частью кулачка на 5 мм (рис. 13.2).

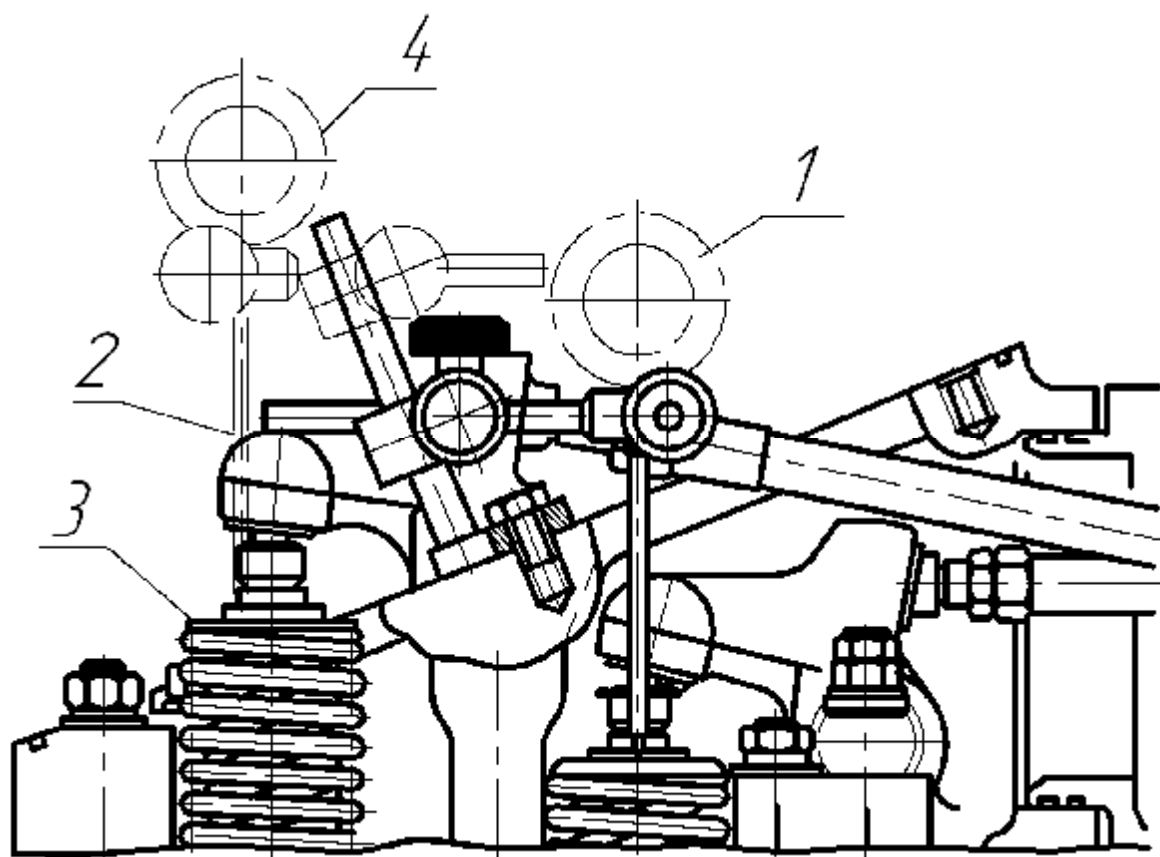


Рис. 13.2. Приспособление для проверки фаз газораспределения: 1 – индикатор часового типа; 2 – шток индикатора; 3 – тарелка клапана

### 13.2.3. Порядок выполнения работы

Проверка фаз газораспределения производится в следующей последовательности:

- проворачивают коленчатый вал против часовой стрелки так, чтобы кривошип установился в положение 85–90 градусов до НМТ, когда проверяют начало открытия выпускного клапана, и в положение 85–90 градусов до ВМТ, когда проверяют начало открытия впускного клапана (рис. 13.3.);
- устанавливают приспособление так, чтобы шток индикатора опирался на тарелку клапана;
- индикатор устанавливают с натягом 7–8 мм, а цифру ноль шкалы устанавливают против большой стрелки;

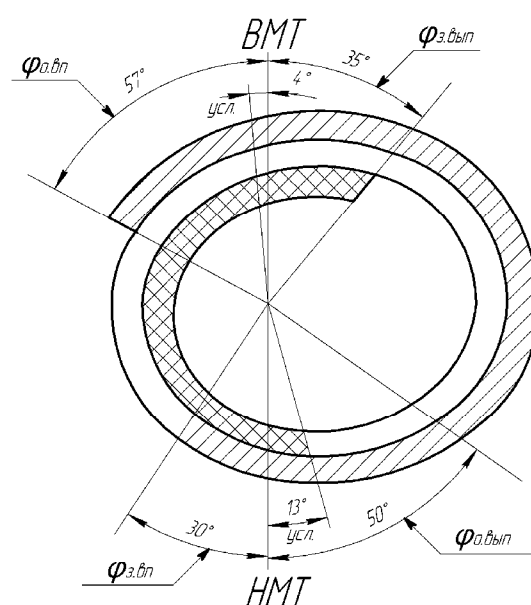


Рис. 13.3. Диаграмма фаз газораспределения дизеля Д49

– вращают коленчатый вал против часовой стрелки и отсчитывают по шкале индикатора 5 мм открытия клапана;

– отсчитывают число градусов на диске муфты между положением стрелки и меткой НМТ при проверке начала открытия выпускного клапана и меткой ВМТ при проверке начала открытия впускного клапана.

#### *13.2.4. Оформление отчета*

В журнал лабораторных работ вносят полученные результаты угла открытия впускного и выпускного клапанов, сравнивают с диаграммой газораспределения и приводят технологию регулирования фаз газораспределения.

#### Контрольные вопросы

1. К чему приводит ранний впрыск топлива в цилиндр?
2. К чему приводит поздний впрыск топлива?
3. Как измеряется общий угол опережения подачи топлива?
4. Как сказывается на рабочий процесс изменение фаз газораспределения?

## **СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СОБРАННОГО ОБЪЕКТА**

### **Лабораторная работа № 14**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ И РЕГУЛИРОВКА ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ**

Заметное влияние на качество распыливания и на количество топлива, подаваемое форсункой в цилиндр, оказывает износ деталей распылителей. Так, например, нарушение притирки между иглой и корпусом распылителя вызывает подтекание топлива, приводящее к ухудшению его распыливания и сгорания, к загоранию отверстий распылителя и в конечном счете к перерасходу топлива.

Увеличение зазора между иглой и корпусом распылителя сказывается на количестве топлива, поступающего в цилиндр, так как часть его вытекает через этот зазор.

Учитывая важную роль форсунок для исправной и экономичной работы ДВС, их состояние контролируют не только при всех видах ремонта, но и при каждом техническом обслуживании тепловоза.

**Цель работы:** ознакомление студентов с технологическим процессом проверки собранной форсунки и необходимым для этого оборудованием.

### 14.1. Технологическое оборудование

Проверку работы собранной форсунки ДВС типа Д100 и Д49 производят на стенде типа А106. Стенд универсальный, на нем можно проверять форсунки ДВС типа Д100, Д50, Д49 и М756 (рис. 14.1). На столе 1 смонтированы все его сборочные единицы. Топливо из бака 12 через фильтр 13 поступает в насос 8, в качестве которого применен топливный насос ДВС типа Д100. При прокачке насосом ручкой 10 – топливо нагнетается в коллектор, откуда поступает в проверяемую форсунку 3, укрепленную в зажимном устройстве 4. Манометр 6 подсоединен к форсунке 3 для измерения давления топлива. Пневмоцилиндр 7 с краном 5 управляет зажимным устройством 4. Ручка насоса 10 имеет выключатель 11. Промывочный аккумулятор 14 с краном 9 и отстойник 15 с вентиляционным патрубком 16 обеспечивают промывку форсунки.

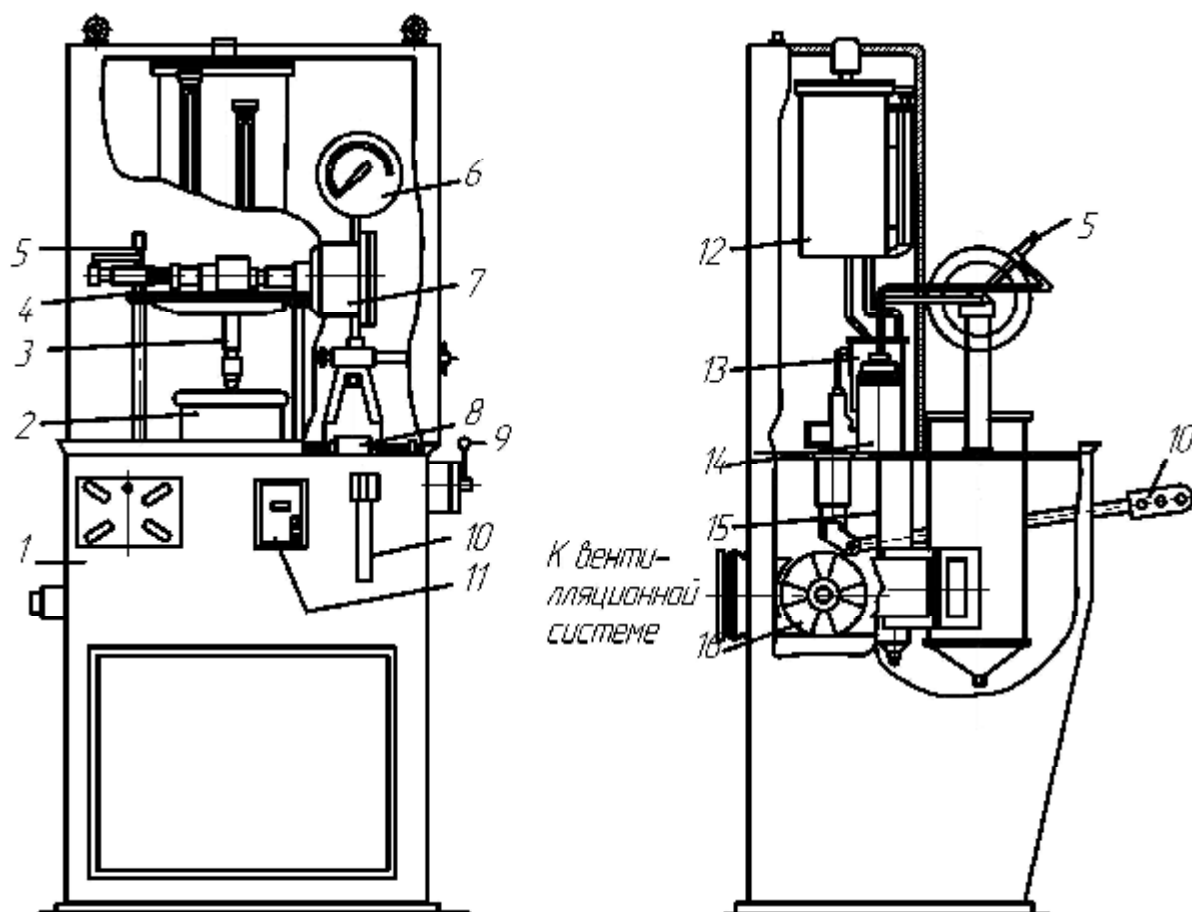


Рис. 14.1. Стенд А106 для проверки работы форсунок ДВС: 1 – стол; 2 – сборник; 3 – проверяемая форсунка; 4 – зажимное устройство; 5, 9 – краны; 6 – манометр; 7 – пневмоцилиндр; 8 – топливный насос; 10 – ручка насоса; 11 – выключатель; 12 – топливный бак; 13 – фильтр; 14 – промывочный аккумулятор; 15 – отстойник; 16 – вентиляционный патрубок

### 14.2. Порядок выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с конструкцией и работой стенда.

Технологический процесс проверки работы и регулировки форсунки состоит из следующих операций:

- проверки герметичности стенда;
- промывки внутренних полостей форсунки;
- проверки герметичности запорного конуса распылителя;
- определения гидравлической плотности распылителя;
- регулировки усилия затяжки пружины (давления начала подъема иглы);
- контроля качества распыливания и отсечки топлива.

Герметичность стенда проверяют следующим образом. Сначала прокачивают насосом топливо, чтобы удалить воздух из трубопроводов. Затем вместо форсунки зажимают заглушку и поднимают давление топлива в стенде до 40 МПа. Подкачку топлива прекращают и измеряют время падения давления до 30 МПа, которое не должно быть меньше 5 мин.

После установки форсунки на стенд промывают внутренние полости. Для этого ослабляют пружину форсунки, ручку 10 фиксируют в верхнем положении, включают выключатель 11 электропривода насоса, краном 5 приводят в действие промывочный аккумулятор 14. Промывку ведут в течение 1–2 мин. Данную операцию выполняют, если стенд оборудован электроприводом топливного насоса.

Для контроля герметичности запорного конуса распылителя отворачивают регулировочный болт (чтобы ослабить пружину) и делают несколько впрысков топлива для удаления воздуха из системы стенда. Затем начинают увеличивать затяжку пружины, создавая давление на 1,0–1,5 МПа ниже давления впрыска. Для форсунок ДВС типа Д100 – 20 МПа, для Д49 – 31 МПа, для Д50 – 26,5 МПа. Такое давление поддерживают в течение 10–15 с, периодически подкачивая топливо насосом. Если за это время на кончике распылителя не появится капля топлива, то качество притирки иглы к корпусу распылителя считается удовлетворительным. Проверку повторяют дважды.

Гидравлическая плотность распылителя определяется следующим образом. Ослабив пружину форсунки, делают несколько впрысков топлива. Затем увеличивают затяжку пружины форсунки ДВС типа Д100 до 40 МПа. После чего подкачку топлива прекращают и засекают время падения давления с 35 до 30 МПа. Для форсунок ДВС типа Д49 – с 25 до 20 МПа, а для форсунок ДВС типа Д50 – с 38 до 35 МПа. Операцию повторяют дважды. Среднеарифметическое время двух измерений принимают за действительную плотность форсунки. Полученную плотность сравнивают с плотностью, указанной в Руководстве по ТО и ТР тепловозов ТЭ10.

Усилие затяжки пружины форсунки (давление начала подачи топлива) регулируют поворотом регулировочного болта таким образом, чтобы при медленном нажатии на рычаг стенда впрыск топлива произошел при заданном давлении. Для форсунок ДВС типа Д100 – при 21 МПа, для

форсунок ДВС типа Д49 – при 32 МПа и для форсунок ДВС типа Д50 – при 27,5 МПа.

Качество распыливания и отсечки топлива форсунки контролируют визуально. Для этого в одну минуту делают примерно 30 равномерных впрысков топлива. Нормально работающая форсунка впрыскивает топливо в туманообразном виде, длина и форма струй (факелов) из всех ее распыливающих отверстий одинакова. Начало и конец каждого впрыска сопровождается четким и резким звуком, факел топлива как бы отсекается распылителем. Кроме того, после 4–6 впрысков на кончике распылителя не должна появляться капля топлива. Подтекание топлива или подвпрыскивание в виде слабых струй указывает на неудовлетворительное распыливание и плохую отсечку топлива форсункой. Признаком правильной сборки форсунки может служить «дробящее впрыскивание», т. е. когда при медленном опускании рычага стенда происходят частые, следующие один за другим четкие впрыскивания топлива.

### **14.3. Оформление отчета**

В журнале лабораторных работ вносятся параметры проверки стенда и форсунок, допустимые величины, установленные Руководством по ТО и ТР тепловозов ТЭ10. Дается оценка качеству распыливания. При необходимости приводятся рекомендации по регулировке параметров, выходящих за пределы допусков.

#### **Контрольные вопросы**

1. Состояние каких поверхностей оценивают при проверке герметичности запорного конуса?
2. Как восстанавливается герметичность запорного конуса?
3. Состояние каких поверхностей оценивают при проверке гидравлической плотности распылителя?
4. Как восстанавливается гидравлическая плотность распылителя?
5. Как влияет на рабочий процесс ДВС качество распыливания топлива?
6. Как влияет на величину плотности распылителя температура топлива?
7. Каким образом корректируется плотность распылителя, если температура топлива не равна +20 °С?

### **Лабораторная работа № 15 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТИПА Д49**

Топливные насосы высокого давления (ТНВД) предназначены для обеспечения своевременной, равномерной и определенной подачи топлива во все цилиндры. От работы насосов во многом зависит надежная

и экономичная работа ДВС. В связи с этим на каждом ТР-2 и ТР-3 насосы демонтируются с ДВС и проверяются на стенде. При необходимости их разбирают и ремонтируют.

**Цель работы:** ознакомление студентов с действием стенда для испытания топливного насоса и приобретения навыков в определении и регулировке их производительности.

### 15.1. Технологическое оборудование

В настоящее время в локомотиворемонтных предприятиях используется типовой стенд, который имеет существенные недостатки. Во-первых, впрыск топлива осуществляется в атмосферу, тогда как на дизеле давление за соплами форсунки в 20–50 раз выше атмосферного. Во-вторых, линия высокого давления значительно отличается от условий на дизеле не только конфигурацией, но и продолжительностью. В-третьих, на существующих стендах используется измерительная аппаратура недостаточной точности. Поэтому при выполнении данной работы используется стенд, изготовленный на кафедре «Тепловозы и тепловые двигатели» ДВГУПС, для обкатки и проверки производительности топливного насоса ДВС типа Д49 (рис. 15.1).

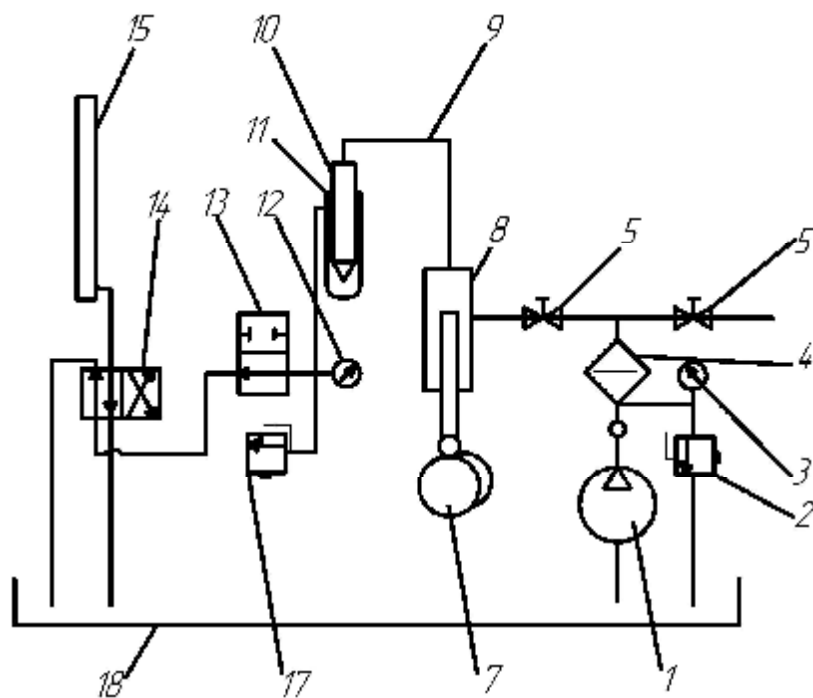


Рис. 15.1. Гидравлическая схема стенда: 1 – топливоподкачивающий насос; 2, 17 – клапаны; 3, 12 – манометры; 4 – топливный фильтр; 5, 6 – вентили; 7 – приводной вал; 8 – топливный насос высокого давления; 9 – трубка высокого давления; 10 – форсунка; 11 – резервуар; 13, 14 – гидрораспределители; 15 – цилиндр Снелена; 16 – топливный бак



Основу стенда составляет рама с габаритными размерами 1200×1000×1600 мм, на верхней плите которой размещены два рабочих места для топливных насосов. Штуцера насосов соединены штатными трубками с форсунками 10, герметично установленными в резервуары малого объема 11. Давление в резервуарах определяется положением золотника гидрораспределителя 13 и затяжкой пружины клапана 17. Если противодавление не требуется, то гидрораспределитель сообщает цилиндр с топливным баком 4 или с измерительным цилиндром 15. При другом положении гидрораспределителя топливо направляется к клапану 17, затяжкой пружины которого устанавливается требуемое противодавление. В этом случае топливо впрыскивается в резервуар, заполненный топливом заданного давления, величина которого контролируется манометром 12. Под плитой расположен топливный бак, топливоподкачивающий насос и топливный фильтр. Привод к плунжеру топливного насоса осуществляется через вал, кулачки которого расположены под углом 180°, т. е. в противофазе, что улучшает динамические характеристики привода.

Кулачковый вал приводится во вращение электродвигателем переменного тока, частота вращения которого регулируется статическим преобразователем.

Особенностью стенда является использование в качестве мензурок цилиндры Снелена, которые, наряду с традиционным визуальным контролем, имеют дискретные датчики уровня топлива на основе оптоэлектронной пары. Последние предотвращают переполнение цилиндра, так как в этом случае они через гидрораспределитель направляют топливо в бак. Гидрораспределители имеют электрический привод, питающийся от напряжения 12 В постоянного тока. Давление, создаваемое топливоподкачивающим насосом, регулируется клапаном 2 и контролируется манометром 3 с помощью тензoeлектрического датчика.

## **15.2. Порядок выполнения работы**

Перед установкой ТНВД на стенд на его корпус необходимо поставить прокладки, толщина которых выбита на нем. Этим самым обеспечивается закон топливоподдачи, т. е. угол опережения подачи топлива.

После установки насоса, не подсоединяя трубку к форсунке, следует проверить герметичность нагнетательного клапана. Для этого устанавливают рейку насоса на величину 69 мм, включают топливоподкачивающий насос и создают давление в системе стенда 0,05–0,1 МПа. Отсутствие капель на штуцере насоса свидетельствует о хорошей гер-

метичности нагнетательного клапана. Утечка топлива будет указывать на плохую притирку клапана или просадку его пружины. После проверки герметичности клапана, топливный насос присоединяют к форсунке.

Затем проверяют подачу (производительность) насоса на режимах, представленных в табл. 15.1. В связи с тем, что емкость мензурок не достаточна, необходимо определить цикловую подачу, г/цикл. Последняя рассчитывается как отношение емкости мензурки (240 г) к числу циклов. Полученные результаты сравниваются с данными табл. 15.1.

Таблица 15.1

### Режимы проверки подачи топлива ТНВД

Номер режима	Частота вращения вала стенда, $C^{-1}$ , об/мин	Выдвижение рейки, мм	Подача насоса
Первый	$2,92 \pm 0,08$ ( $175 \pm 5$ )	$76 \pm 0,05$	$70 \pm 7$ г за 875 циклов (0,08 г/цикл)
Второй	$8,33 \pm 0,08$ ( $500 \pm 5$ )	$95 \pm 0,05$	$810 \pm 16$ г за 500 циклов (1,62 г/цикл)

### 15.3. Регулировка подачи топлива насосами

После проведения испытаний на первом режиме, если подача насоса не соответствует значениям в таблице, проводится ее регулировка в следующей последовательности: если подача меньше допустимой, то выдвижение рейки следует увеличить, если больше – уменьшить. После регулировки необходимо отрегулировать положение рейки за счет прокладок, устанавливаемых под головку болта.

После проведения испытаний на втором режиме, если подача насоса не соответствует значениям в таблице, проводится ее регулировка в следующей последовательности: если подача больше или меньше допустимой и при этом подача на первом режиме отклоняется в ту же сторону, то необходимо соответственно уменьшить или увеличить высоту набора прокладок под болтом и вновь проверить подачу на обоих режимах. Если величина подачи на первом режиме больше допустимой, а на втором – меньше (или наоборот), то допускается регулирование производить за счет замены нагнетательного клапана или заменой его пружины или установкой под пружину стальной закаленной прокладки с внутренним диаметром 6 мм и наружным диаметром 8 мм.

#### **15.4. Оформление отчета**

В журнале лабораторных работ записывают режимы проверки подачи топлива и ее величину. Дают оценку состояния насосов и при необходимости приводят порядок регулирования их характеристик.

##### **Контрольные вопросы**

1. Для чего устанавливаются регулировочные прокладки между корпусом топливного насоса и толкателем?
2. При каких параметрах определяется максимальная подача топливного насоса?
3. При каких параметрах определяется минимальная подача топливного насоса?
4. За счет чего регулируется максимальная подача топливного насоса?
5. За счет чего регулируется минимальная подача топливного насоса?

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ЛОКОМОТИВА**

#### **Лабораторная работа № 16 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ**

Изоляция токоведущих частей по мере работы электрооборудования ухудшает свои эксплуатационные свойства – сопротивление и прочность. В ремонтной практике существуют методы, позволяющие оценить сопротивление и прочность изоляции токоведущих частей, и этим самым предупредить повреждения в эксплуатации электрооборудования локомотива.

Основным методом оценки состояния изоляции является определение ее сопротивления. В эксплуатации часто встречаются случаи снижения сопротивления изоляции ниже допустимых и предельных величин. Основными причинами этого являются старение, загрязнение и увлажнение изоляции. Важно знать, какая из этих причин ухудшила состояние изоляции, так как это позволит принять правильные меры по ее восстановлению. Если причина – старение, то изоляцию подвергают пропитке, если – загрязнение, то очистке, если – влажность, то сушке (рис. 16.1).

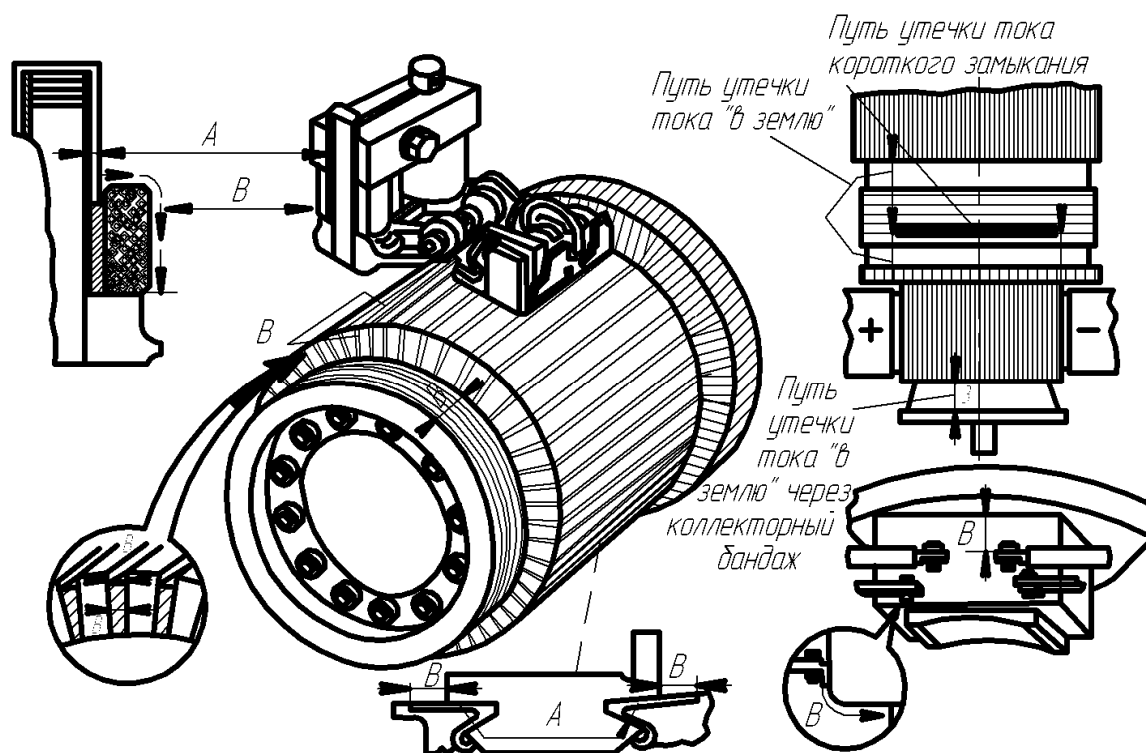


Рис. 16.1. Пути утечки тока по узлам электрической машины: А – длина пути электрического пробоя; В – длина пути утечки тока

**Цель работы:** приобретение практических навыков по определению состояния изоляции токоведущих частей и причин, вызывающих снижение ее эксплуатационных свойств.

### 16.1. Технологическое оборудование

Для измерения сопротивления изоляции применяются мегаомметры типа М1101 с напряжением 500 В, ЭС0210/1 и прибор контроля влажности типа ПКВ-7. В работе используются ТЭД типа ЭД118Б, щеткодержатель ТЭД ЭД118Б, катушка контактора типа ПК 933.

В мегаомметре (рис. 16.2) ручной генератор постоянного тока 2 питает подвижную рамку 3 (с намотанной катушкой) и неподвижную 4. Резисторы R1, R2, R3 служат для установления требуемого соотношения вращающих моментов рамок. При замерах зажим 3 (земля) мегаомметра соединяют с корпусом или с валом электрической машины, зажим Л (линия) – с токоведущими частями или с коллектором. Зажим П служит для переключения на предел мегаоммы или килооммы. При вращении ручки прибора с частотой вращения около 2,5 об / с – стрелка 1 прибора, установленная на подвижной рамке, покажет величину сопротивления изоляции.

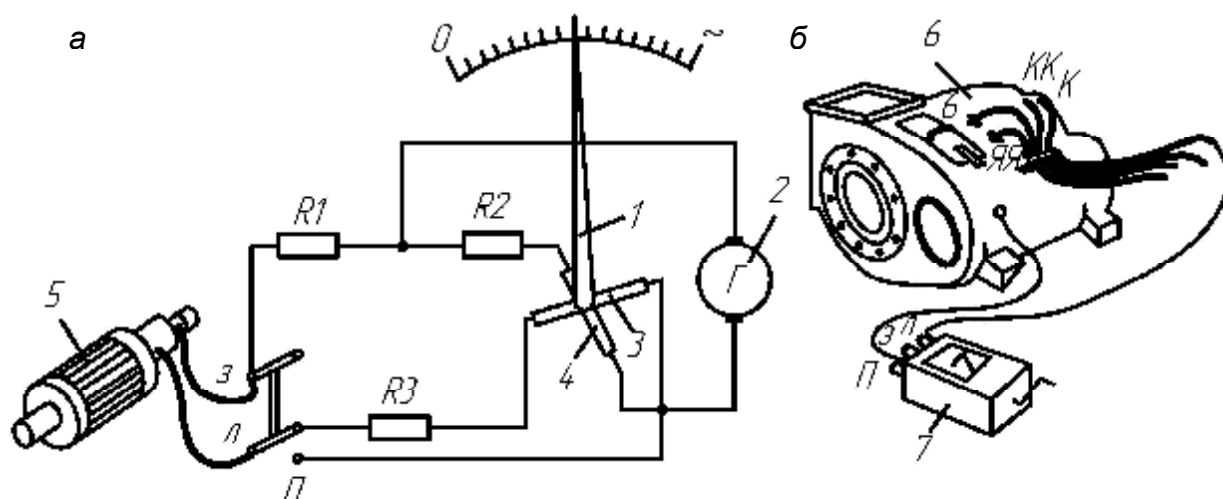


Рис. 16.2. Схема подключения мегаомметра для измерения сопротивления: а – схема измерения сопротивления якоря; б – схема измерения сопротивления обмоток; 1 – стрелка; 2 – ручной генератор постоянного тока; 3 – подвижная рамка; 4 – неподвижная рамка; 5 – якорь; 6 – остов

Мегаомметр типа ЭС0210/1 работает по схеме измерителя отношений с логарифмической шкалой и состоит из следующих узлов: трансформатора, преобразователя и электронного измерителя (рис. 16.3).

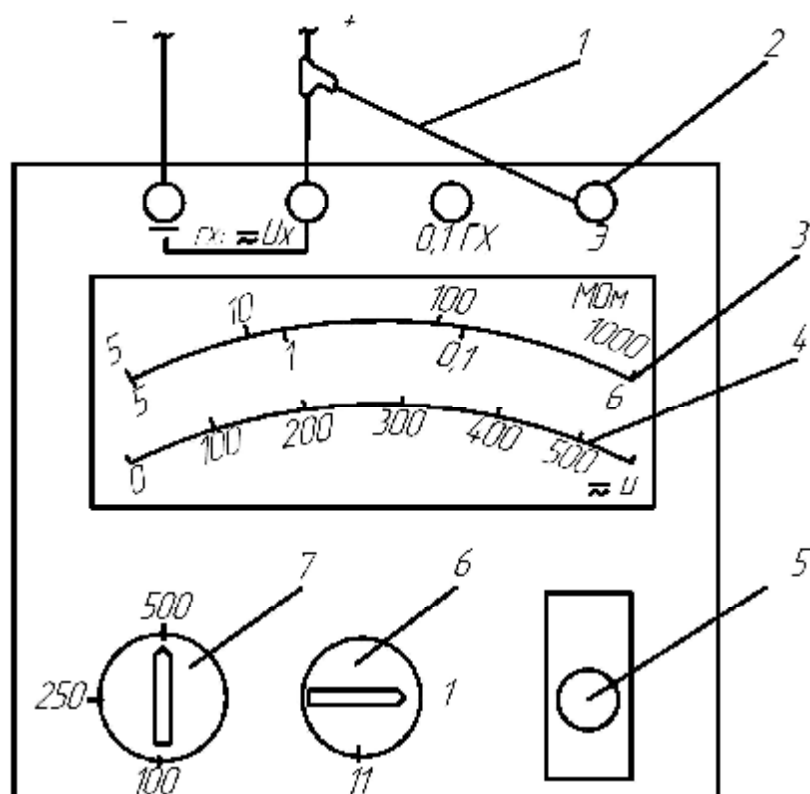


Рис. 16.3. Панель мегаомметра ЭС0210/1: 1 – провода для подключения прибора к объекту; 2 – клеммы; 3 – шкала сопротивления; 4 – шкала напряжения; 5 – кнопка пуска; 6 – переключатель шкалы сопротивления; 7 – переключатель шкалы напряжения

Преобразователь предназначен для получения стабильного измерительного напряжения и выполнен по схеме с регулированием в цепи переменного тока. Электронный измеритель выполнен на двух логарифмических схемах. Ток измерителя пропорционален логарифму отношений измеряемого и образцового сопротивлений и не зависит от оперативного напряжения. Особенностью мегаомметра является отсутствие ручного привода и возможность определения наличия напряжения на измеряемом объекте. Класс точности 2,5. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В. Время установления показаний прибора не более 15 с.

Мегаомметр Ф4100, напряжением 2500 В, имеет электрический привод и реле времени, позволяющее определять коэффициент абсорбции. Панель прибора представлена на рис. 16.4.

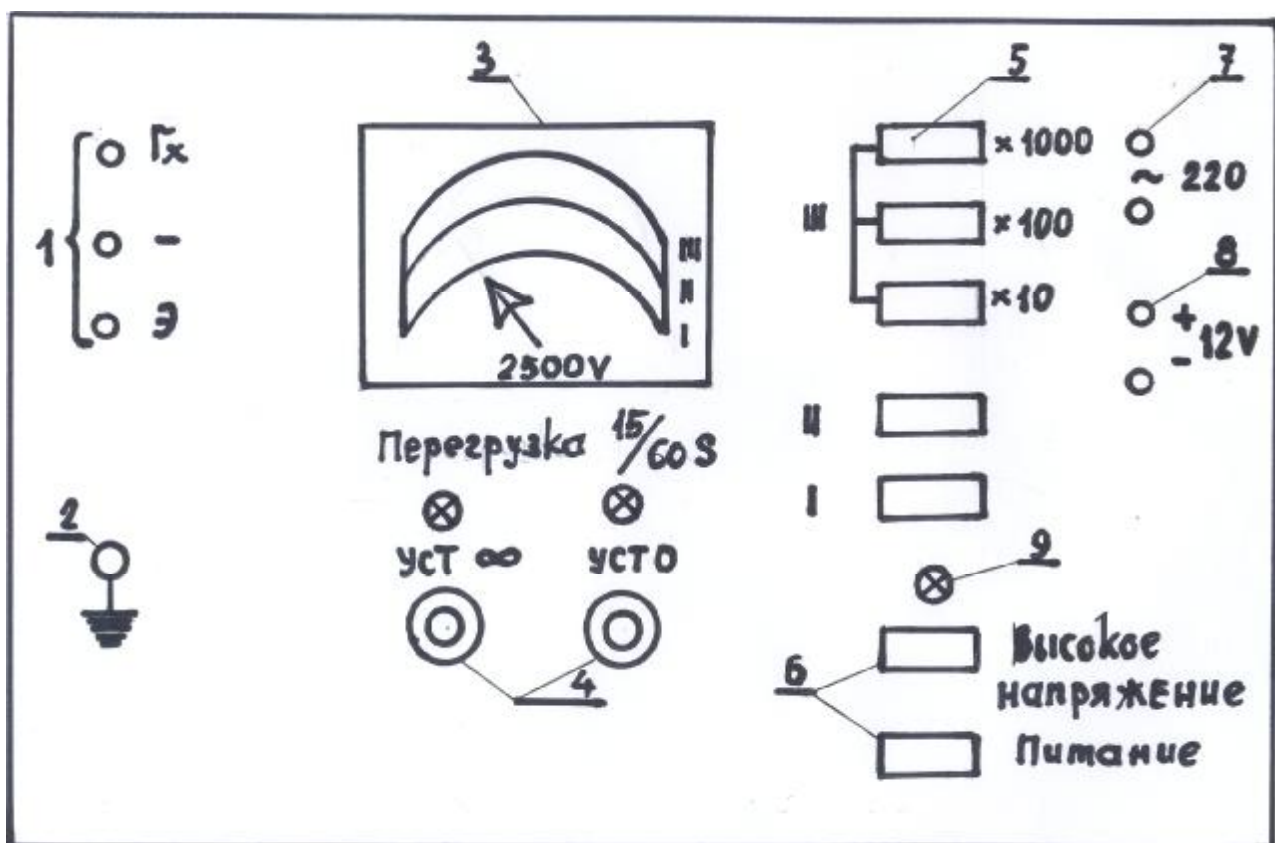


Рис. 16.4. Панель мегаомметра Ф4100: 1 – клеммы для подключения проводников; 2 – клемма для заземляющего провода; 3 – шкала прибора; 4 – ручки для регулирования стрелки; 5 – кнопки для выбора пределов измерения; 6 – кнопки для включения питания и подачи высокого напряжения; 7 – розетка для подключения к внешней цепи; 8 – розетка для подключения к низковольтной цепи

## 16.2. Порядок выполнения работы

### 16.2.1. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром М1101

Прежде чем приступить к измерению сопротивления изоляции необходимо убедиться в исправности мегаомметра. Устанавливают предел измерения в мегаоммах и, вращая ручку со скоростью 100–120 об/мин, следят в каком положении находится стрелка при разомкнутых и замкнутых зажимах. При исправном приборе в первом случае стрелка должна находиться против отметки бесконечность, а во втором – против нуля.

Чтобы измерить сопротивление изоляции, провод от зажима «линия» мегаомметра присоединяют к проводнику тока (к любой медной коллекторной пластине якоря, к выводу катушки и т. д.), а провод от зажима «земля» – к любой части корпуса объекта измерения. Равномерно вращая ручку прибора, снимают показания. Измерения повторяют дважды. При разрушенной изоляции стрелка прибора будет находиться на нуле, а в других случаях показания будут отличаться от нуля.

Достоверность замеров зависит от постоянства напряжения и длительности его приложения. Поэтому при снятии показания прибора его ручку следует вращать равномерно (100–120 об/мин), а снятие показаний начинать не раньше, чем через 30 с после приложения напряжения.

**При измерении сопротивления изоляции следует иметь в виду, что обмотки таких машин, как ТЭД, ТГ, трансформаторы высокого напряжения имеют большую емкость. Будучи заряжены при измерении изоляции, они способны продолжительное время сохранять этот заряд. Поэтому при случайном прикосновении к обмотке можно получить электрический удар, иногда представляющий опасность для жизни.**

Чтобы не допустить этого, после измерения сопротивления изоляции обмотку следует разрядить присоединением к ней заземленного провода. Минимальное сопротивление в МОм для якорей новых электрических машин относительно корпуса при рабочей температуре обмоток определяется как

$$R = V^2 / (1000 P + 0,01 P), \quad (16.1)$$

где  $V$  – номинальное напряжение машины, В;  $P$  – номинальная мощность машины, кВт.

### 16.2.2. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром ЭС0210/1

Подсоединяют провода к клеммам как указано на рис. 16.3. Клемма Э используется для уменьшения токов утечки при измерении сопротивления. Подсоединив провода одной полярностью, затем, поменяв местами

концы другой полярностью, убеждаются в отсутствии напряжения на объекте по шкале напряжения. **Внимание! Измерять сопротивление можно только при отсутствии напряжения!**

Устанавливают переключатель шкалы в положение 1, а переключатель напряжения на необходимую величину. На локомотивах сопротивление изоляции низковольтных цепей оценивают напряжением 500 В, а силовых цепей 1000 В.

Нажимают кнопку пуска. На шкале должен загореться индикатор красного цвета, свидетельствующий о наличии напряжения на зажимах мегаомметра. После чего снимают показание стрелки. Если сопротивление изоляции больше 5 МОм (стрелка отклоняется влево), переключатель шкалы ставят в положение 11 и снова проводят измерение. Для уменьшения времени установления показаний перед измерением сопротивления на шкале 11 необходимо при закороченных проводниках и включенном в сеть приборе, нажать кнопку на 3–5 с.

При выполнении работы необходимо проверить сопротивление изоляции якоря ТЭД, обмотки возбуждения ТЭД, щеткодержателя ТЭД, пальца щеткодержателя ТЭД и катушки контактора.

#### *16.2.3. Определение степени увлажнения изоляции по коэффициенту абсорбции*

Если сопротивление изоляции меньше допустимого, но отличное от нуля, производят определение степени ее увлажненности по коэффициенту абсорбции

$$R = R_{60} / R_{15}, \quad (16.2)$$

где  $R_{60}$  и  $R_{15}$  – сопротивление изоляции, измеренное мегаомметром спустя 15 и 60 с с момента приложения напряжения при одной и той же скорости вращения рукоятки.

Изоляция считается сухой, если  $K \geq 2$ , если  $K \leq 2$ , то изоляция увлажнена.

#### *16.2.4. Измерение сопротивления и коэффициента абсорбции мегаомметром Ф4100*

Подключают источник питания. Нажимают кнопку «Питание» и кнопку переключателя пределов шкал. При разомкнутых зажимах ручкой «Уст.  $\infty$ » устанавливают стрелку на отметки  $\infty$ . При замкнутых зажимах и нажатой кнопке «Высокое напряжение» ручкой «Уст. 0» устанавливают стрелку на 0. Убедившись в отсутствии напряжения на объекте, при под-



ключении прибора к измеряемому объекту, временно заземляют объект. Подключают прибор к объекту, устанавливают переключатель пределов прибора последовательно с положения 1 до удобного для отсчета в пределах рабочей шкалы. Для измерения коэффициента абсорбции необходимо нажать кнопку «Высокое напряжение» и при загорании светодиода фиксируют показание стрелки. Продолжая держать кнопку до тех пор пока светодиод не погаснет, снова фиксируют показание прибора. Разделив второе значение сопротивления на первое, находят коэффициент абсорбции.

#### 16.2.5. Определение степени увлажненности изоляции с помощью прибора ПКВ-7

Действие прибора основано на измерении емкости изоляции при частоте напряжения 2 и 50 Гц (рис. 16.5). Измерение проводят при температуре от +15 до –25 °С. Если соотношение емкости  $C_2 / C_{50}$  при указанных частотах напряжения будет меньше 1,4, то изоляция токоведущей части увлажнена.

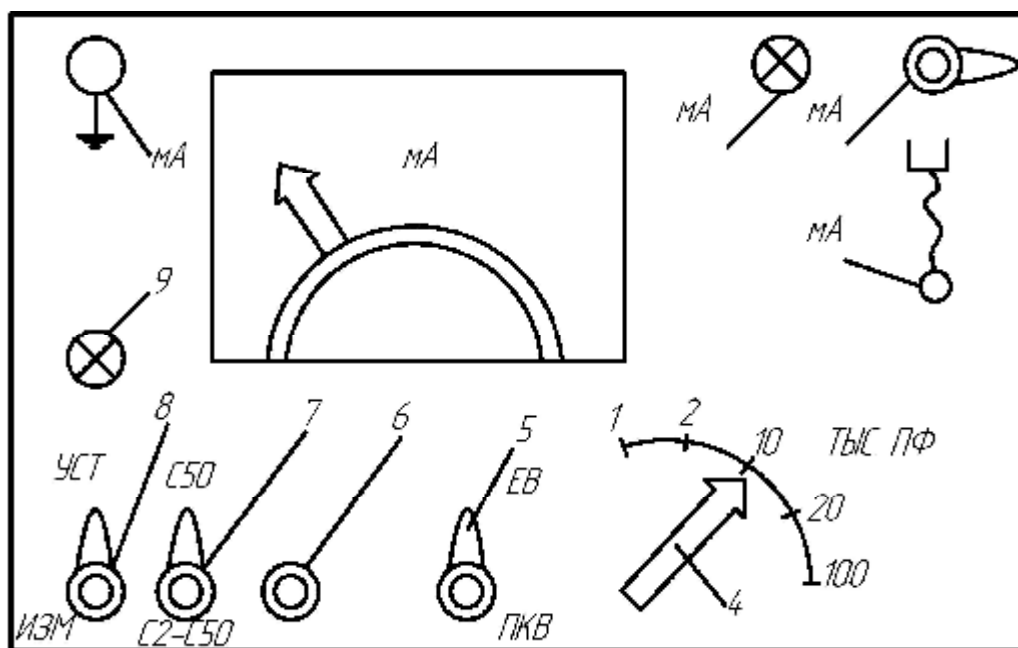


Рис. 16.5. Панель прибора ПКВ-7: 1 – лампочка сети; 2 – тумблер для включения прибора; 3 – вилка для включения в сеть; 4 – переключатель емкости; 5 – тумблер для измерения влажности; 6 – ручка для установки стрелки в нулевое положение; 7 – тумблер переключения емкостей; 8 – тумблер для установки стрелки в нулевое положение; 9 – лампочка объекта измерения; 10 – клемма для подключения заземления

Порядок пользования прибором:

- деталь заземляется;
- шнур прибора подключается к сети;
- включается тумблер «сеть» и прибор прогревается в течение 2–3 мин;
- переключатель предела ставится в положение «100 тыс. ПФ»;
- тумблер 8 (Изм. – Уст.) устанавливается в положение «Уст.» и ручкой «0» производится установка стрелки измерителя на нуль. Переключение тумблера 8 в положение «Уст.» и проверка нуля при отключении объекта измерения обязательны перед каждым измерением;
- присоединяется объект измерения более коротким проводом к зажиму «объект»;
- для измерения величины  $C_{50}$  тумблер 7 ( $C_{50} - C_2 - C_{50}$ ) устанавливается в положение « $C_{50}$ », тумблер 5 (ЕВ – ПКВ) – в положение «ПКВ». Тумблер 8 переводится в положение «Изм.» и через 10–15 с берется отсчет показаний по шкале прибора. В том случае, если выбранный предел не соответствует величине измеряемой емкости (показания составляют менее 1/5 шкалы), переключатель предела ставится в нужное положение;
- для измерения величины  $C_2 - C_{50}$  тумблер  $T_2$  устанавливается в положение  $C_2 - C_{50}$ , тумблер  $T_3$  – в положение «ПКВ». Отсчет берется спустя не менее 30 с после переключения тумблера в положение «Изм.»;
- определение соотношения  $C_2 / C_{50}$  производится по формуле

$$C_2 / C_{50} = (C_2 - C_{50}) / C_{50} + 1. \quad (16.3)$$

### 16.3. Оформление отчета

В журнал лабораторных работ записывают действительные результаты измерения сопротивления изоляции исследуемых токоведущих частей; из Правил ремонта электрических машин тепловозов вносят допустимые величины; для обмотки якоря определяют расчетную величину сопротивления изоляции; для обмоток, имеющих сопротивление изоляции менее допустимого, определяют коэффициент абсорбции и отношение  $C_2 / C_{50}$ . В заключение дается вывод о состоянии изоляции и рекомендации по ее восстановлению.

#### Контрольные вопросы

1. Как проверить состояние мегаомметра?
2. Как оценить влажность изоляции мегаомметром?
3. Как оценить влажность изоляции с помощью прибора ПКВ?
4. Какие существуют методы сушки изоляции?
5. В чем особенность мегаомметра типа ЭС0210/1 и Ф4100?

## **Лабораторная работа № 17**

### **Исследование состояния проводников обмоток токоведущих**

В процессе ремонта токоведущих частей локомотива (электрических машин, аппаратов) необходимо убедиться в исправности проводников обмоток. В эксплуатации под действием механических и электрических сил, высоких температур возникают неисправности в проводниках в виде межвиткового замыкания, обрыва, надрыва и ослабления контакта.

Состояние проводников можно оценить различными способами: измерением активного сопротивления, методом падения напряжения, индукционным методом и т. п.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в определении состояния проводников обмоток электрических машин постоянного и переменного тока и аппаратов.

#### **17.1. Технологическое оборудование**

Для исследования состояния проводников обмоток электрических машин и аппаратов используются приборы: комплект для проверки машин постоянного тока (КПЭМ), мост сопротивления типа ММР-600, прибор для проверки обмоток якорей вспомогательных машин – типа Э236, прибор для проверки обмоток статора электрических машин переменного тока типа ЕЛ-1. Объектами исследования являются: ТЭД типа ЭД118Б, якорь электродвигателя П21, катушка реле управления Р-45М, обмотка статора электродвигателя переменного тока.

#### **17.2. Порядок выполнения работы**

##### *17.2.1. Исследование проводников обмотки якоря тягового электродвигателя типа ЭД118 прибором КПЭМ*

Оценку состояния обмотки якоря ТЭД выполняют с помощью прибора КПЭМ, который позволяет выявить межвитковое замыкание, нарушения пайки «петушков» и обрыв обмоток. Работа прибора основана на методе падения напряжения. В комплект входят: генератор сигналов, который является источником импульсного напряжения, и измеритель, который представляет собой блок для измерения переменного тока.

Подготовка к работе:

- перед измерением необходимо комплект заземлить, соединив клемму «Земля» генератора сигналов с внешним заземлением;
- подключить генератор сигналов к сети переменного тока;
- включить тумблер питания, при этом загорится индикатор наличия питающего напряжения;
- подключить к генератору кабель с зажимами «Крокодил» и замкнуть их. При этом должен загореться индикатор замыкания подключенной цепи;
- установить отверткой стрелку измерительного прибора в нулевое положение;
- включить измеритель нажатием кнопки «Вкл»;
- вращая отверткой потенциометр «Баланс нуля», вновь установить стрелку прибора в нулевое положение;
- включить тумблер питания генератора сигналов.

Для оценки состояния обмотки якоря ТЭД необходимо:

- подключить выход генераторов сигналов к разнополярным щеткам соседних щеткодержателей (с помощью кабеля с зажимами «крокодил»);
- включить генератор сигналов, при этом загорится индикатор замыкания исследуемой сети;
- установить измеритель к двум малым щеткам съемника напряжения и включить его;
- установить съемник на коллектор между соседними щеткодержателями, к которым подключен генератор сигналов;
- повернуть якорь на один оборот в любую сторону.

При отсутствии неисправностей в обмотке якоря показания прибора будут колебаться незначительно. При наличии межвиткового замыкания в обмотке показания прибора уменьшатся на 20–40 % по сравнению со средним значением (на шкале прибора зона исправного состояния выкрашена в черный цвет). При увеличении показания относительно среднего значения в обмотке произошло нарушение пайки петушков или обрыв витков.

#### *17.2.2. Исследование состояния обмоток тягового электродвигателя типа ЭД118 прибором MMR-600*

Прибор предназначен для измерения активных сопротивлений разнообразных соединений (сварных, паяных, контактных) электрических проводок. Передняя панель прибора представлена на рис. 17.1.

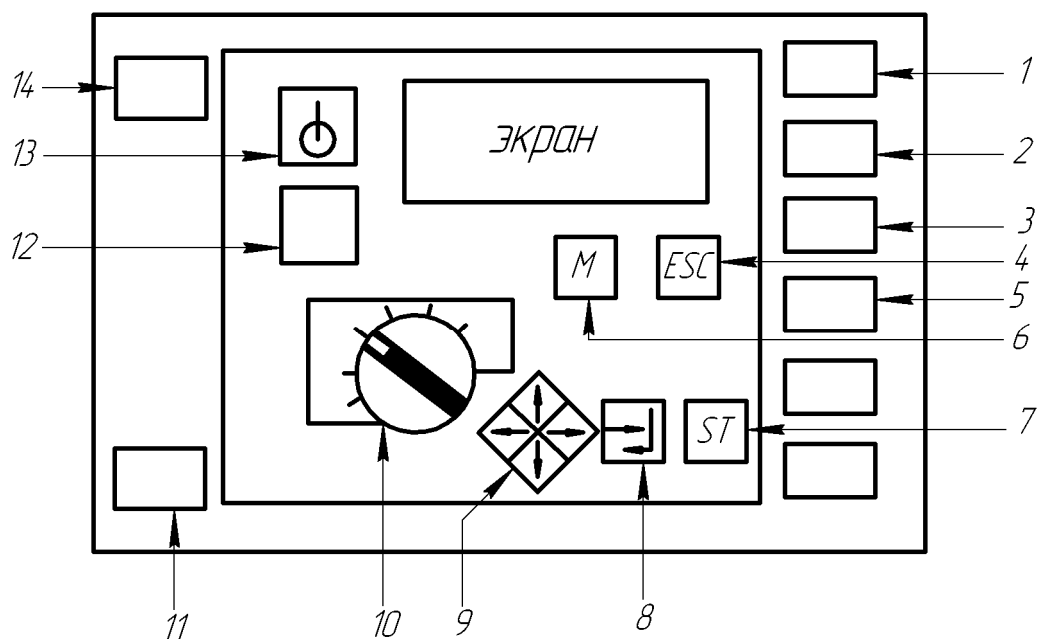


Рис. 17.1. Панель прибора MMR-600: 1 – гнездо для подсоединения токового провода № 1; 2 – гнездо для подсоединения провода напряжения № 1; 3 – гнездо для подсоединения провода напряжения № 2; 4 – клавиша выхода из опции; 5 – гнездо для подсоединения токового провода № 2; 6 – клавиша «Меню»; 7 – клавиша «Запуск активного сопротивления»; 8 – клавиша «Утверждение избранной опции»; 9 – клавиша выбора опции; 10 – круговой переключатель функций измерительного тока: в режиме автоматического выбора или в режиме ручного выбора; 11 – гнездо для подключения прибора к сети; 12 – клавиша включения подсветки; 13 – клавиша включения и выключения прибора; 14 – гнездо для интерфейса

Прибор может работать как от сети переменного тока напряжением 220 В, так и от собственной аккумуляторной батареи. Надпись БАТ ! обозначает низкое напряжение батареи и требует ее подзарядки.

При измерении активного сопротивления обмоток главных полюсов ТЭД провода напряжения должны находиться внутри токовых проводов. При измерении активного сопротивления обмотки якоря ТЭД токовые провода подключаются к выводам Я и ЯЯ, а провода напряжения – к пластинам коллектора на расстоянии изоляционного промежутка, определяемого по формуле

$$M = (K - P) / 2P, \quad (17.1)$$

где  $M$  – число изоляционных промежутков;  $K$  – число коллекторных пластин;  $P$  – число пар полюсов ТЭД

При подключении проводов к обмоткам главных полюсов и якоря следует использовать зажимы типа «Крокодил», а при подключении проводов к коллектору – игольчатого типа.

После этого при автономном питании включается клавиша 13, в «Меню» выбирается режим измерения и нажимается клавиша 8. После этого появится на экране окно, в котором следует установить следующие параметры: тип объекта – активное сопротивление; протекание тока – однонаправленное; срабатывание – автоматическое; введение в память – автоматическое. Для установки параметров необходимо: выбрать данный параметр клавишами 9 и нажать клавишу 8; в следующем окне выбрать заданную опцию и снова нажать клавишу 8. После этого произойдет возврат к главному окну, а выбранная опция отобразится возле параметра. После выбора параметров производят измерение сопротивления нажатием клавиши 7 «Старт». Через несколько секунд на экране появится результат.

Найденную величину омического сопротивления обмотки приводят к температуре +20° по формуле, Ом,

$$R_{20} = R_x [1 + \alpha (20 - t_x)], \quad (17.2)$$

где  $R_x$  – величина измеряемого омического сопротивления;  $\alpha$  – температурный коэффициент, для медных обмоток имеет вид:

$$A = 1 / (235 + t_x), \quad (17.3)$$

где  $t_x$  – температура окружающей среды.

Сравнивая  $R_{20}$  с номинальной величиной, указанной в Правилах ремонта электрических машин тепловозов, дают заключение о состоянии обмотки. Обмотка считается исправной, если отклонение от номинальной величины не превышает  $\pm 10\%$ . Если омическое сопротивление отклоняется более 10 % в большую сторону, то в обмотке произошло нарушение пайки петушков или обрыв витков. Если в меньшую сторону, то межвитковое замыкание.

### *17.2.3. Исследование состояния обмотки статора электродвигателя переменного тока*

Оценку состояния обмотки статора выполняют с помощью прибора ЕЛ-1, который позволяет выявить межвитковые замыкания. Прибор обладает высокой чувствительностью, позволяющей выявить наличие короткозамкнутого витка на каждые 2000 витков.

В нижней части передней панели имеется пять зажимов. Крайний правый зажим служит для присоединения заземляющего провода, зажимы «Вых. Имп.» – для присоединения последовательно соединенных испытываемых обмоток или возбуждающего электромагнита приспособления. Зажимы «Сигн. Явл.» – для подключения подвижного электромагнита приспособления или соединения средней точки испытываемых обмоток. Оценку состояния обмоток проводят следующим образом:

- подсоединяют провода от приспособления к установке «Вых. Имп.» и «Сигн».
- включают «Сеть»;
- включают «Анод»;
- устанавливают масштаб развертки 1;
- рукояткой «Фокус» регулируют резкость импульсов;
- рукояткой «Амп. Имп.» устанавливают размер импульса, который должен занимать 1/3 экрана;
- помещают приспособление во внутреннюю часть статора электродвигателя и, передвигая его по окружности, следят за изменением амплитуды импульса. Появление двух импульсов с большими амплитудами, вывернутыми по отношению друг к другу, указывает на наличие в пазу короткозамкнутых витков.

#### 17.2.4. Исследование состояния обмотки якоря электродвигателя постоянного тока

Оценку состояния обмотки якоря вспомогательного электродвигателя выполняют с помощью прибора Э236. Прибор позволяет определить наличие короткозамкнутых витков, обрыва в витках, нарушения пайки в петушках и разрушения корпусной изоляции (рис. 17.2).

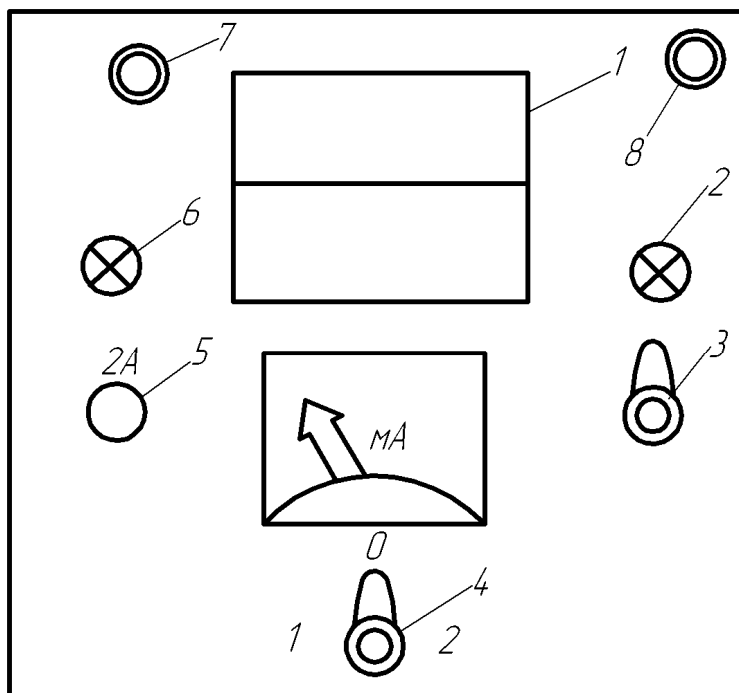


Рис. 17.2. Панель прибора Э236: 1 – дроссель; 2 – лапочка сети; 3 – ручка для регулирования напряжения на коллекторе; 4 – переключатель режимов; 5 – предохранитель; 6 – лампочка, сигнализирующая о наличии пробоя изоляции; 7 – подвижный контакт; 8 – двойной контакт

Основу прибора составляет дроссель, создающий магнитный поток в обмотке якоря. Кроме него, на нем имеется: подвижный контакт для определения состояния изоляции; двойной контакт для определения неисправностей в обмотке якоря; микроамперметр; переключатель; сигнальные лампы и рукоятка регулировки прибора.

Состояние обмотки якоря контролируется следующим образом:

- опускают якорь на дроссель прибора;
- проверяют состояние изоляции обмотки, для чего переключатель прибора ставят в положение 1 и подвижный контакт устанавливают на коллектор. При наличии пробоя изоляции загорается красная лампочка;
- проверяют состояние обмотки якоря на присутствие короткозамкнутых витков, для чего переключатель устанавливают в положение 2 и на обмотку укладывают металлическую пластину. При наличии дефекта пластина будет притягиваться и вибрировать над пазами, в которых расположена неисправная секция;

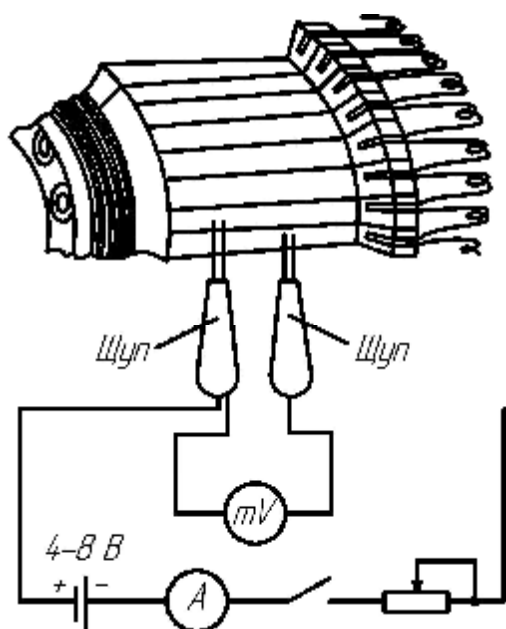


Рис. 17.3. Схема определения места неисправности

– точное место неисправности в обмотке определяют с помощью двойного контакта (рис. 17.3). Для этого его прижимают к двум рядом расположенным коллекторным пластинам, имеющим максимальную эдс. Ручкой 3 устанавливают стрелку микроамперметра в средней части шкалы. Прижимая выводы устройства к другим пластинам, снимают показания прибора. При исправном витке стрелка не должна отклоняться более чем на  $\pm$  одного деления шкалы. Если имеется короткозамкнутый виток, то стрелка существенно отклонится от среднего в сторону нуля. Если стрелка отклонится от среднего в сторону увеличения, то виток имеет обрыв, надрыв или нарушение пайки в петушках коллектора.

#### 17.4. Оформление отчета

В журнал лабораторных работ заносят результаты проверок состояния обмоток электрических машин. В заключение дается вывод о их состоянии и рекомендации по устранению неисправностей.

##### Контрольные вопросы

1. Как оценивается состояние обмотки якоря прибором ПКЭМ?
2. Как оценивается состояние обмотки возбуждения ТЭД прибором MMR-600?



3. Как оценить состояние обмотки, измерив ее омическое сопротивление?
4. Почему при наличии межвиткового замыкания в обмотке якоря металлическая пластина начинает притягиваться и вибрировать?
5. Почему при наличии межвиткового замыкания в статоре электромашины переменного тока наблюдается увеличение амплитуды импульса?

## **Лабораторная работа № 18**

### **ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЕ МЕЖСЕКЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Надежная работа локомотива зависит от состояния электрических аппаратов и межсекционных соединений. Проверка их состояния без разборки позволяет сократить время на ремонт и повысить его качество.

**Цель работы:** приобретение практических навыков в использовании тестера, мегаомметра и стенда А1967 для оценки межсекционных соединений, электропневматических вентилях и электропневматического контактора.

#### **18.1. Технологическое оборудование**

В качестве технологического оборудования используются: тестер или мегаомметр для оценки состояния межсекционных соединений и типовой стенд типа А1967. Данный стенд предназначен для диагностики межсекционных соединений и пневматических аппаратов. Объектами исследования являются: межсекционные соединения тепловоза серии ТЭ10М, пневматический контактор типа ПК-753Б и электропневматический клапан типа ВВ3.

#### **18.2. Порядок выполнения работы**

##### *18.2.1. Диагностика межсекционных соединений*

Характерными неисправностями соединений являются: пробой изоляции на корпус, обрыв проводов, межпроводное замыкание, перекрещивание проводов. При отсутствии специальных стендов эти проверки выполняются с помощью мегаомметра или тестера. При использовании мегаомметра на проводимость указывает положение стрелки на нуле, а при использовании тестера – положение стрелки на максимальном делении.

Оценка изоляции проводится аналогично проверкам электрических машин: зажим от земли мегаомметра подключается к корпусу вилки, а другой – к проводнику. Таким образом проверяют состояние изоляции всех проводников одной вилки.

Обрыв провода определяют подключением мегаомметра к проводнику со стороны одной и другой вилки. Ведущей вилкой является вилка с номером 7, и ведомой – с номером 8. Следует учесть, что проверку необходимо вести с учетом схемы подсоединения проводов к ведущей и ведомой вилкам. При обрыве провода стрелка мегаомметра установится на бесконечности.

Межпроводное замыкание проверяют последовательным подключением зажимов от прибора к двум проводникам одной вилки: к первому и второму, к первому и третьему, к первому и четвертому и т. д. Затем – ко второму и первому, второму и третьему, второму и четвертому и т. д.

Перекрещивание проводов проверяют последовательным подключением зажимов от прибора к проводникам ведущей и ведомой вилки в последовательности, указанном при проверке межпроводного замыкания.

После проверки межсекционных соединений мегаомметром или тестером, производят их проверку на стенде А1967. Порядок испытаний:

а) проверить положение ручек на стенде:

- выключатель SA1 включен;
- тумблеры SA2, SA3, SA4, SA5, SA7, SA8, SA9 выключены;
- переключатели SA15–SA19 находятся в положении 0, 7, 14, 21, 28;
- переключатели SA20–SA23 в положении «Выкл.»;
- маховичок автотрансформатора TV находится в нулевом положении, т. е. маховичок повернут против часовой стрелки до упора;
- сигнальные лампы не горят;
- разобщительный кран КР находится в положении «Закр.», кран КР2 – в положении 1, а кран КТ – в положении 1;
- стрелки манометров МН1, МН2 и МН3 стоят на нуле;
- сжатый воздух должен быть выпущен из резервуара Р1 включением тумблера SA5;

б) вставить ведущую вилку в розетку XS7, а ведомую – в розетку XS8;

в) проверить провода на пробой на корпус, на обрыв, на межпроводное замыкание, на перекрещивание. Для этого необходимо:

- включить выключатель SA1. При этом загорится лампочка HL1 белого цвета;
- включить тумблеры SA7 и SA9. При этом загорится лампочка HL3 зеленого цвета;
- проверить загорание светодиодов HL7–HL10, включив поочередно кнопки SB4–SB7 (включение этих кнопок имитирует неисправности, указанные в табл. 18.1);

– переводя ручку переключателя SA15 с 1 по 6 позицию, с выдержкой времени на каждой позиции 3–5 с, наблюдают за светодиодами HL7–HL10. Свечение светодиода HL7 сигнализирует о наличии обрыва провода (номер провода межсекционного соединения соответствует номеру позиции переключателя). Свечение светодиода HL8 – о нали-

чий пробоя провода на корпус. Свечение светодиода HL9 – о наличии межпроводного замыкания. Свечение светодиода HL10 – о наличии перекрещивания проводов;

- поставить ручку переключателя SA15 на переходную позицию «П», что соответствует проверке 7 позиции (при расположении переключателя SA16 на 7-й позиции);

- переводя дальше переключатели SA16–SA19 с 7 по 34 позиции (ручки переключателей оставлять на переходных позициях «П»). Отсчет номера провода вести по розетке XS7.;

- г) по окончании проверки тумблер SA9 выключить, а ручки переключателей SA15–SA19 поставить в первоначальное положение, т. е. 0, 7, 21, 28;

- д) проверить межсекционное соединение силовым током:

- ручки переключателей SA20–SA23 поставить в положение «Сил. Ток»;

- включить тумблер SA8. При этом загорится лампочка HL2, сигнализирующая о прохождении силового тока через все провода в течение 9 с. Величина тока должна быть около 80 А;

- проверить загорание светодиода HL6 включением на 1–2 с кнопки SB3 (имитация обрыва), а затем кнопку SB3 отпустить, при этом светодиод должен погаснуть. Если пайка одного из проводов нарушилась в момент испытаний, то стрелка амперметра отклонится на нуль и загорится светодиод HL6;

- выключить тумблеры SA8 и SA7;

- установить номер оборванного провода согласно указаний пункта в;

- е) после испытаний выключатели, тумблеры и универсальные переключатели вернуть в первоначальное положение (пункт а).

Таблица 18.1

### Имитация неисправностей

Вид неисправности	Кнопка	Загорание светодиода			
		HL7	HL8	HL9	HL10
Обрыв провода	SB4	+			
Замыкание на корпус	SB5		+		
Межпроводное замыкание	SB6			+	
Перекрещивание проводов	SB7				+

#### 18.2.2. Испытание электропневматического вентиля

Для испытания электропневматического вентиля, в зависимости от его типа, необходимо:

- кран «КР» поставить в положение «Откр.» и маховичком клапаном максимального давления «КМД» отрегулировать давление по манометру МН1 на 0,5 МПа;

- в специальное гнездо установить вентиль и подключить питание постоянного тока к катушке вентиля (рейка ХТ2);

- включить выключатель SA1. При этом загорится лампочка HL1;

- придерживая вентиль за катушку, включить тумблеры SA2 и SA4.

Вентиль получит питание и воздух поступит в цилиндр Ц. Колодка цилиндра прижмет испытуемый вентиль (утечка воздуха не допускается);

- включить тумблер SA3 и маховичком автотрансформатора TV6 поднять напряжение до требуемого (115В), с контролем по вольтметру PV1;

- для проверки вентиля на герметичность предварительно поднять давление в магистрали стенда до требуемого с помощью увеличителя давления УД. Для этого необходимо нажать и держать кнопку SB1. При этом загорится сигнальная лампа HL5 и, контролируя давление воздуха по манометру МН1, установить его до 0,5 МПа. Включить тумблеры SA5, SA4 и контролировать повышенное давление воздуха по манометру МН2. Выключить тумблер SA5 и поставить кран КР2 в положение 2, произвести испытание вентиля с выдержкой времени;

- после окончания испытания все аппараты вернуть в первоначальное положение согласно п. 18.2.1, а;

- отключить провода от вентиля и вынуть его из гнезда.

### *18.2.3. Испытание электропневматического контактора*

При испытании электропневматического контактора соблюдать следующую последовательность:

- установить контактор на скобы правой стенки стенда;

- подсоединить провода от катушки вентиля к клемме ХТ2, а от блокировок – к рейке ХТ1;

- кран «КТ», расположенный на левой панели, переключить в положение 2;

- включить тумблеры SA2, SA3 и маховичком автотрансформатора TV6 установить рабочее напряжение на вентиле по вольтметру PV1 115 В. Отключить тумблер SA3;

- включить тумблеры SA5 и SA3. После этого сработает силовой контактор и загорятся лампы HL20–HL22;

- для проверки вентиля на герметичность предварительно поднять давление в магистрали стенда до 0,5 МПа с помощью увеличителя давления УД. Для чего нажать и держать кнопку SB1, при этом загорится лампа HL5;

- проверить падение давления воздуха по манометру МН2;

- после окончания испытания все аппараты вернуть в первоначальное положение согласно п. 18.2.1. а;

- отсоединить провода, воздушный штуцер и снять контактор.

### 18.3. Оформление отчета

В карте журнала лабораторных работ привести схему определения вручную неисправностей межсекционных соединений, записать в таблицу номера проводов, имеющих неисправности, и дать рекомендации по их устранению.

Во второй таблице указать величину испытываемого давления, норму утечки воздуха, приведенную в Руководстве по ТО и ТР тепловозов ТЭ10, действительную величину утечки воздуха и неисправный клапан.

В заключение сделать вывод о состоянии аппаратов и дать рекомендации по восстановлению их работоспособности

#### Контрольные вопросы

1. Как определяются с помощью мегаомметра или тестера неисправности межсекционных соединений?
2. Как могут повлиять на работу локомотива неисправности межсекционных соединений?
3. Как определяются неисправности межсекционных соединений на стенде?
4. Как устроен и работает электропневматический вентиль и контактор?
5. Герметичность какого клапана (верхнего или нижнего) вызывает пропуск воздуха при включенном вентиле?
6. Как восстанавливается герметичность вентиля и контактора?

### Лабораторная работа № 19 ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН МЕТОДОМ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

После заводского ремонта тяговые электрические машины подвергаются испытаниям методом взаимной нагрузки.

**Цель работы:** изучить метод испытания, принципиальную схему стенда и приобрести практические навыки в оценке коммутации электрических машин.

#### 19.1. Технологическое оборудование

Лабораторная работа проводится на двух стендах. Первый стенд имитирует испытательную станцию электродвигателей методом взаимной нагрузки. На нем установлены два однотипных двигателя постоянного тока, соединенных между собой муфтой. Одна из машин работает в качестве генератора, а другая – в качестве двигателя (рис. 19.1).

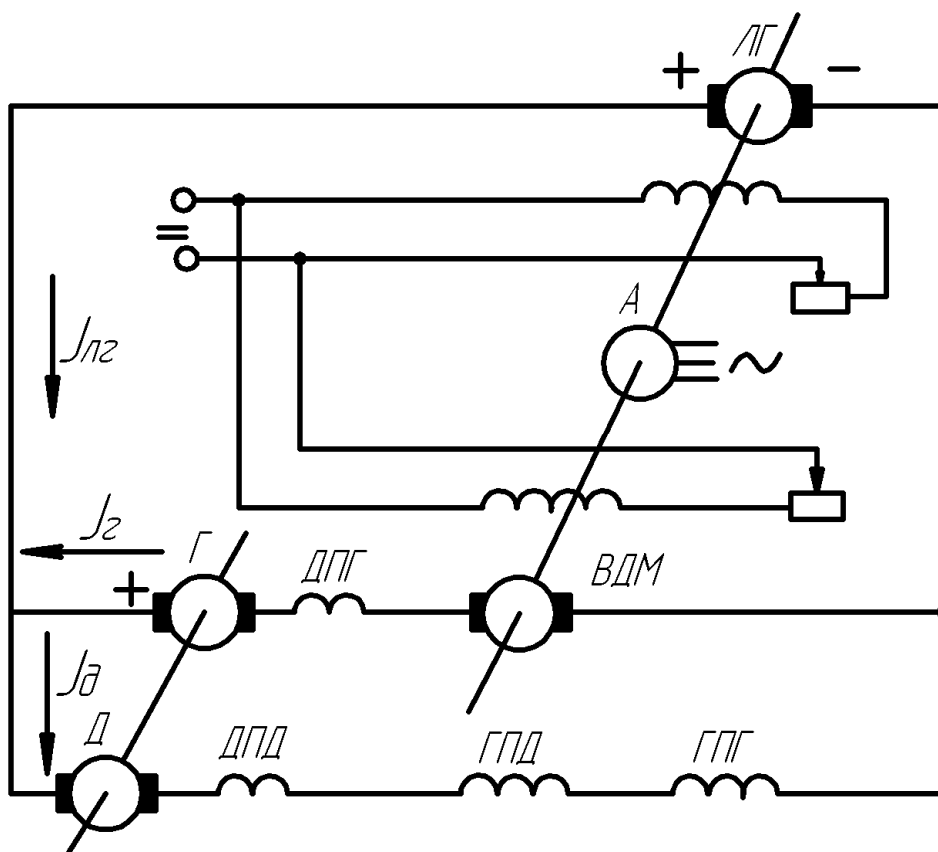


Рис. 19.1. Схема стенда испытания электрических машин методом взаимной нагрузки: ВДМ – вольтдобавочная машина; ЛГ – линейный генератор; АД – асинхронный двигатель; ТГ – тахогенератор

Так как генератор последовательного возбуждения не может работать устойчиво при параллельном соединении с другим генератором (ЛГ), то его обмотку возбуждения включают в цепь двигателя.

Для покрытия механических и магнитных потерь в двигателе и генераторе используется специальный источник – линейный генератор, а для обеспечения работы машины в генераторном режиме последовательно с ней включают вольтдобавочную машину. Эти вспомогательные машины имеют независимое возбуждение с приводом от асинхронных электродвигателей.

Физический смысл испытаний сводится к следующему: при включении всех машин двигатель будет иметь механическую нагрузку через муфту от якоря генератора, а генератор – электрическую, через цепь двигателя.

В лабораторных условиях ЛГ и ВДМ заменены напряжениями вторичных обмоток трансформатора, а напряжение регулируется с помощью преобразователей.

Исследование коммутации электрических машин является одним из этапов испытаний. В лабораторных условиях в виду малой мощности машин и достаточном сопротивлении трущихся частей, не позволяющих машине осуществлять разное вращение, испытание проводятся без нагрузки, т. е. генератор с машиной не соединен.

## 19.2. Порядок выполнения работы

На первом этапе проводятся испытания машин методом взаимной нагрузки в следующей последовательности:

- включить цепь ВДМ;
- включить цепь ЛГ;
- регулирование оборотов производят изменением сопротивления в цепи линейного генератора.

Для разных частот вращения электрических машин определяют значения:  $I_D$ ,  $I_G$ ,  $I_{ВДМ}$ ,  $I_{ЛГ}$ ,  $U_{ВДМ}$ ,  $U_{ЛГ}$  и вносят их в таблицу. После этого определяют мощности ЛГ и ВДМ.

На втором этапе исследуется коммутация электрической машины в следующей последовательности:

- включить стенд;
- изменяя напряжение через 10 В, фиксировать ток двигателя и визуально определить степень (класс) коммутации.

Согласно правилам ремонта электрических машин тепловозов существуют следующие классы коммутации: 1 – черная коммутация, искрение отсутствует; 1  $\frac{1}{4}$  – слабое точечное искрение под небольшим краем щетки у  $\frac{1}{4}$  всех щеток; 1  $\frac{1}{2}$  – слабое точечное искрение под большим краем щетки у  $\frac{1}{2}$  всех щеток; 2 – искрение под всем краем щетки у всех щеток; 3 – сильное искрение под всеми щетками с вылетом искр и с переходом в круговой огонь. Результаты испытаний вносят в таблицу.

Напряжение необходимо повышать до тех пор, пока не наступит искрение, соответствующее классу 2.

## 19.3. Оформление отчета

В журнале лабораторных работ студент вносит результаты испытаний электрических машин в первую таблицу. Рассчитывает мощность вспомогательных машин и делает вывод о том, что происходит с их мощностью при увеличении оборотов. Во вторую таблицу студент вносит результаты испытаний машин на коммутацию. В заключение, используя Правила ремонта электрических машин тепловозов, даются рекомендации по настройке коммутации.

### Контрольные вопросы

1. Как работает стенд испытания электрических машин методом взаимной нагрузки?
2. Какую роль выполняют в стенде вспомогательные машины?
3. Как и почему изменяется мощность ЛГ и ВДМ при увеличении оборотов электрических машин?
4. Состояние каких узлов электрических машин влияет на класс коммутации?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данный сборник включены 19 лабораторных работ, охватывающих основные разделы курса «Текущий ремонт и техническое обслуживание локомотивов»: неразрушающие методы контроля деталей, измерение износа деталей и сборочных единиц, проверка качества сборки объекта ремонта, стендовые испытания собранного объекта и исследование состояния токоведущих частей.

В него входят работы по проверке состояния узлов дизеля типа Д49: положения поршня в верхней мертвой точке, зазоров в клапанном механизме, общего угла опережения подачи топлива и фаз газораспределения. Включение этих работ в сборник вызвано тем, что на тепловозах серии ЗТЭ10М производится замена дизеля типа 10Д100 на дизель типа Д49, ремонт которого будет производиться в локомотивных депо Дальневосточной железной дороги.

В связи с тем, что на кафедре «Тепловозы и тепловые двигатели» создан новый стенд для испытания топливных насосов дизеля Д49, в лабораторную работу № 15 внесены соответствующие изменения.

Для оценки токоведущих частей кафедрой приобретено новое оборудование, которое впервые используется в лабораторном практикуме: электронный миллиметр типа MMR-600, мегаомметр типа ЭС0210/1 и другие приборы.

Следует также отметить, что для проведения спектрального анализа масла вместо устаревшего квантометра применен спектрограф типа МАКС-GV, который предназначен для качественного и количественного ренгенофлуоресцентного анализа.

Обновленный цикл лабораторных работ позволит повысить уровень практической подготовки студентов специальности «Локомотивы» в области обслуживания и ремонта тепловозов.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данковцев, В. Т. Техническое обслуживание и ремонт локомотивов / В. Т. Данковцев, В. И. Киселев, В. А. Четвергов. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – 2007. – 558 с.
2. Рахматулин, М. Д. Технология ремонта тепловозов / М. Д. Рахматулин. – М. : Транспорт, 1983. – 319 с.
3. Лугинин, Н. Г. Технология ремонта тепловозов / Н. Г. Лугинин. – М. : Транспорт, 1972. – 264 с.
4. Рахматуллин, М. Д. Ремонт тепловозов / М. Д. Рахматулин. – М. : Транспорт, 1977. – 447 с.
5. Руководство по ТО и ТР тепловозов ТЭ10. – М. : ОАО «РЖД», 2004. – 135 с.
6. Руководство по ТО и ТР тепловозов ТЭМ2. – М. : ОАО «РЖД», 2004. – 135 с.
7. Правила ремонта электрических машин тепловозов. – М. : Транспорт, 1992. – 159 с.
8. Инструкция по формированию и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железнодорожной колеи 1520 мм. – М. : Транспорт, 2000. – 85 с.
9. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту узлов с подшипниками качения локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава. – М. : Транспорт, 1995. – 196 с.
10. Яранцев, М. В. Стенд для исследования топливной аппаратуры дизеля Д49 с впрыском в среду с регулируемым противодавлением : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием / М. В. Яранцев, А. Ю. Коньков. – Хабаровск, 2009. – С. 20–24.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ..	4
Лабораторная работа № 1. Магнитная дефектоскопия деталей .....	4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ХАРАКТЕРА ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ.....	7
Лабораторная работа № 2. Исследование величины и характера износа шеек коленчатого вала дизеля .....	7
Лабораторная работа № 3. Исследование величины и характера износа втулки цилиндра дизеля .....	10
Лабораторная работа № 4. Определение пригодности к работе бандажа колесной пары локомотива.....	12
Лабораторная работа № 5. Исследование износа деталей топливной аппаратуры дизеля интегральным способом ..	15
Лабораторная работа № 6. Техническое диагностирование остаточного ресурса дизелей тепловозов методом спектрального анализа масла .....	18
ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА СБОРКИ ОБЪЕКТА РЕМОНТА .....	22
Лабораторная работа № 7 и 8. Проверка качества сборки коренных и шатунных подшипников коленчатого вала .....	22
Лабораторная работа № 9. Проверка качества сборки узлов с подшипниками качения и зубчатой передачи .....	26
Лабораторная работа № 10. Проверка качества сборки тягового двигателя .....	30
Лабораторная работа № 11. Проверка качества сборки колесомоторного блока.....	33
ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ДИЗЕЛЯ Д49.....	36
Лабораторная работа № 12. Проверка положения поршня в верхней мертвой точке и зазоров в клапанах крышки цилиндров .....	36
Лабораторная работа № 13. Проверка общего угла опережения подачи топлива насосами высокого давления и фаз газораспределения.....	40
СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СОБРАННОГО ОБЪЕКТА.....	44
Лабораторная работа № 14. Исследование работы и регулировка форсунки дизеля .....	44
Лабораторная работа № 15. Исследование работы топливного насоса высокого давления дизеля Д49.....	47
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ЛОКОМОТИВА.....	51
Лабораторная работа № 16. Исследование состояния изоляции токоведущих частей .....	51

Лабораторная работа № 17. Исследование состояния проводников обмоток токоведущих частей .....	59
Лабораторная работа № 18. Диагностика и испытание межсекционных соединений и электропневматических аппаратов .....	65
Лабораторная работа № 19. Испытание тяговых электрических машин методом взаимных нагрузок.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	72
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	73

Учебное издание

**Дмитренко** Игорь Валентинович  
**Никитин** Дмитрий Николаевич

**ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЛОКОМОТИВОВ**

Сборник лабораторных работ

Редактор *А.А. Иванова*  
Технический редактор *С.С. Заикина*

---

План 2010 г. Поз. 1.7. Подписано в печать 12.01.2010.  
Усл. печ. л. 4,4. Тираж 150 экз. Цена 75 руб.

---

Издательство ДВГУПС  
680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47.