

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ремонта тракторов, автомобилей  
и сельскохозяйственных машин

**Г. И. Анискович, В. М. Мирутко, В. М. Кашко**

**РЕМОНТ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.  
РЕМОНТ АГРЕГАТОВ  
И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ**

*Практикум*

Минск  
БГАТУ  
2010

УДК 631.3(076.5)  
ББК 40.72я7  
А67

*Рекомендовано научно-методическим советом факультета  
«Технический сервис в АПК» БГАТУ.  
Протокол № 5 от 10 июня 2009 г.*

Рецензенты:

зам. генерального директора ГПО «Белагромаш», кандидат  
технических наук, доцент *А. Д. Четкин*;  
заведующий кафедрой «Технология металлов» БГАТУ, доктор  
технических наук, профессор *В. М. Кацевич*

**Анискович, Г. И.**

А67 Ремонт сельскохозяйственной техники. Ремонт агрегатов  
и сборочных единиц : практикум / Г. И. Анискович,  
В. М. Мирутко, В. М. Кашко. – Минск : БГАТУ, 2010. –  
124 с.

ISBN 978-985-519-237-5.

В настоящий практикум включены лабораторные работы по восстановлению исправности и работоспособности наиболее сложных сборочных единиц сельскохозяйственной техники: двигателей; дизельной топливной аппаратуры; агрегатов гидросистем и электрооборудования тракторов и автомобилей, выполняемые при изучении дисциплин «Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники», «Технология производства и ремонта машин».

УДК 631.3(075.8)  
ББК 40.72я73

ISBN 978-985-519-237-5

© БГАТУ, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	5
Лабораторная работа № 1. РЕМОНТ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ .....	9
Лабораторная работа № 2. РЕМОНТ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ .....	17
Лабораторная работа № 3. ЗАМЕНА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА И ЕГО ПОДШИПНИКОВ.....	24
РАЗДЕЛ 2. РЕМОНТ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ.....	31
Лабораторная работа № 4. РЕМОНТ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ .....	34
Лабораторная работа № 5. РЕМОНТ ФОРСУНОК .....	50
РАЗДЕЛ 3. РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	64
Лабораторная работа № 6. ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ .....	66
Лабораторная работа № 7. РЕМОНТ МАГНЕТО .....	81
РАЗДЕЛ 4. РЕМОНТ АГРЕГАТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	93
Лабораторная работа № 8. РЕМОНТ ШЕСТЕРЕННЫХ НАСОСОВ ГИДРОПРИВОДОВ .....	95
Лабораторная работа № 9. РЕМОНТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ И ГИДРОАККУМУЛЯТОРОВ .....	112
ЛИТЕРАТУРА.....	121

## ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство республики ежегодно пополняется тысячами современных тракторов, автомобилей, зерноуборочных и специальных комбайнов, другой сельскохозяйственной техникой и оборудованием.

Для поддержания их в исправном состоянии ежегодно затрачиваются миллиарды рублей. Для этой цели создана и успешно работает сеть ремонтных предприятий (от центральных ремонтных мастерских коллективных хозяйств до специализированных предприятий по капитальному ремонту машин и их составных частей). Особенно важная роль в обеспечении исправности и работоспособности техники принадлежит ремонтно-обслуживающим производствам хозяйств и районных сервисных предприятий, на долю которых приходится около 90 % от общего объема работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

Эффективность работ по восстановлению работоспособности и исправности машин и их составных частей во многом зависит от знания конструкции и основных правил разборки, сборки, регулировки, умения применять специальный инструмент, съемники, приспособления, контрольно-измерительные приборы, пользоваться нормативно-технической документацией и другими справочными материалами.

Многолетний опыт ремонта машин свидетельствует, что в капитальный ремонт поступает сельскохозяйственная техника, работоспособность составных частей которой может быть восстановлена путем замены отдельных деталей или сборочных единиц, либо проведением в мастерских хозяйств или на предприятиях технического сервиса текущего ремонта, что дает возможность увеличить фактический межремонтный ресурс, существенно снизить расход запасных частей и эксплуатационные издержки в целом.

Настоящий практикум содержит лабораторные работы по ремонту наиболее сложных составных частей сельскохозяйственной техники: двигателей, дизельной топливной аппаратуры, агрегатов гидросистем и автотракторного оборудования. Практикум предназначен для студентов специальности 74 06 Агроинженерия, а также может быть использован учащимися аграрно-технических колледжей.

## РАЗДЕЛ I

### РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Двигатель является сложной системой, состоящей из отдельных взаимосвязанных между собой узлов, имеющих неодинаковые износные и прочностные характеристики. На долю двигателей приходится до 25 % отказов и неисправностей у автомобилей, до 35 % – у тракторов. Следующие внешние признаки свидетельствуют о неисправности двигателя.

Повышенный расход картерного масла, большое количество отложений в центробежном очистителе (масло быстро стареет), низкая компрессия (затруднен запуск двигателя), большое количество газов, выходящих из сапуна, свидетельствуют об износе поршневых колец или их закоксовывании, гильз (цилиндров) и поршней.

Износ подшипников коленчатого вала приводит к снижению давления масла в магистрали, появлению стуков в средней и нижней частях блока цилиндров, усиливающихся при резком изменении частоты вращения коленчатого вала и прекращающихся при отключении подачи топлива в проверяемый цилиндр.

Металлические стуки в верхней части блока цилиндров прослушиваются при износе поршневого пальца и втулки верхней головки шатуна. Резкое изменение частоты вращения коленчатого вала вызывает усиление стуков. При отключении подачи топлива в проверяемый цилиндр стуки прекращаются.

Металлические стуки в зоне клапанного механизма появляются при больших зазорах между стержнями клапанов и бойками коромысел. Перебои в работе двигателя при малой частоте коленчатого вала, свист и шипение воздуха в выпускном или впускном трубопроводах во время прокручивания коленчатого вала, трудный пуск двигателя могут явиться следствием неплотного прилегания клапанов к гнездам (износ или повреждение фасок).

При нарушении фаз газораспределения (изношены кулачки распределительного вала и шестерни) двигатель дымит и имеет пониженную мощность. В этом случае возможны соударения клапанов и поршней. При значительном износе шестерен газораспределения слышен шум в зоне их расположения, усиливающийся при изменении частоты вращения коленчатого вала.

Уменьшение упругости или поломка пружины клапана (клапан зависает во втулке) также вызывают перебои в работе двигателя

и снижение его мощности. Если у работающего с перебоями двигателя из верхнего бака радиатора выходят пузырьки газа или в картерное масло поступает вода из системы охлаждения, причинами этого может быть ослабление крепления головки к блоку цилиндров, прогорание прокладки или трещина в головке цилиндров.

Износ втулок клапанов газораспределения вызывает повышенный расход картерного масла.

Многолетний опыт ремонта двигателей, установленных на тракторах, автомобилях и других сельскохозяйственных машинах, свидетельствует, что в капитальный ремонт поступают двигатели, работоспособность которых может быть восстановлена заменой отдельных деталей и сборочных единиц в мастерских хозяйств или на станциях технического обслуживания райагросервиса при проведении текущего ремонта, не требующего применения сложного ремонтно-технологического оборудования. Проведение текущих ремонтов (по данным ГОСНИТИ) позволяет увеличить фактический межремонтный ресурс двигателей на 25...30 %, существенно снизить эксплуатационные издержки в целом.

По рекомендациям ГОСНИТИ при проведении текущего ремонта проводят работы по ремонту головки блока цилиндров, цилиндропоршневой группы, замене коленчатого вала и устранению других неисправностей.

Определение необходимости ремонта головки блока цилиндров, замены деталей цилиндропоршневой группы, коленчатого вала и его вкладышей и выполнение ремонтных работ по восстановлению исправности основных механизмов двигателя рассматривается далее в данных лабораторных работах.

#### Оснащение рабочего места по ремонту автотракторных двигателей

1. Стенд для разборки-сборки рядных двигателей ОПТ-5557.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место ОРГ-5365.
3. Пресс ОКС-1671М.
4. Стол монтажный ОРГ-1468-01-080А.
5. Приспособление для демонтажа и установки клапанных пружин ОР-9913.
6. Комплект оснастки к технологическому процессу текущего ремонта дизелей 70-7823-3709.
7. Комплект слесарного инструмента «Большой набор» ПИМ-1514.
8. Приспособление для проверки биения клапанов КИ Ко-8531-1904.

9. Набор ручного инструмента для ремонта головок блока цилиндров фирмы «NEWAY».

10. Ключ предельный ПТ-1206.

11. Ключ динамометрический ОРГ-8928.

12. Оправка конусная для установки поршней гильзы.

13. Ломик монтажный ЛМ-24.

14. Приспособление для проверки упругости пружин КИ-050778.

15. Весы ВНЦ.

16. Шкаф сушильный СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3.

17. Молоток с медными бойками ПИМ-1468-17-370.

18. Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ162-90.

19. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-90.

20. Линейка поверочная ШД-1000 ГОСТ8026-75.

21. Микрометры МК-50; МК-75; МК-125-1 ГОСТ6507-90.

22. Нутромеры индикаторные НИ50-100; НИ100-160 ГОСТ868-92.

23. Наборы щупов N1; N2 ГОСТ882-75.

#### **Техника безопасности при ремонте автотракторных двигателей**

К работам по текущему ремонту автотракторных двигателей допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, изучившие устройство оборудования и оснастки и овладевшие практическими навыками безопасного выполнения работ. Перед началом работ необходимо надеть спецодежду и при необходимости средства защиты глаз. Спецодежда не должна иметь свисающих концов. Приступая к работе, проверьте исправность инструмента, приспособлений, оснастки, подъемных механизмов.

Не допускается применение ключей, зевы которых не соответствуют размерам гаек. Нарастивание и удлинение ключей другими ключами не допускаются. Запрещается установка прокладок между ключом и гайкой.

Не допускается применение ключей, головок с трещинами, несоответствующих размерам гаек. Безопасная работа гаечным ключом обеспечивается, когда ключ тянут на себя. Ручки молотков должны быть прочно закреплены клином, а их поверхность – гладкой, без трещин, заусениц и сучков.

Съемники должны иметь исправные лапки, винты, тяги, упоры. При демонтаже и монтаже составных частей со специальными пружинами необходимо применять специальный съемник (ОРГ-

9913), чтобы предупредить возможность вылета пружин. Пневматический гайковерт включают в работу лишь после установки его на гайку или головку болта.

Установку в блок цилиндров шатунов в сборе с поршнями необходимо производить с применением специальной конусной оправки.

Первоначальный пуск станков производится обязательно в присутствии и с разрешения учебного мастера. При возникновении неисправностей в механизме станка или оснастке работа должна быть прекращена.

По окончании работ необходимо убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

## Лабораторная работа № 1

### РЕМОНТ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта головок блоков цилиндров автотракторных двигателей в ремонтных мастерских коллективных хозяйств, райагросервиса.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы головки блока цилиндров, признаки ее неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту головки блока цилиндров.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние головки блока цилиндров в сборе и каждой детали в отдельности; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; выполнить основные операции ремонта головки блока цилиндров.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при ремонте двигателей.
2. Изучить технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.
3. Ознакомиться с оснащением рабочих мест, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам технической экспертизы объемы и содержание ремонтных работ; разработать технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров; выполнить основные операции.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Номинальные и допустимые параметры механизмов газораспределения автотракторных двигателей приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Номинальные и допустимые значения основных показателей механизмов газораспределения тракторных двигателей

Показатели	Марка двигателя				
	СМД-14	СМД-62	Д-108, Д-160	Д-240, Д-240Л	ЯМЗ-240Б
1	2	3	4	5	6
Высота головки цилиндра не менее, мм	103,0	-	-	100,0	131,25
Неплоскостность головки цилиндров на всей длине не более, мм:					
	нормальная допустимая	0,10 0,15	0,05 0,10	0,06 0,15	0,05 0,15
Утопание тарелки клапана, мм:					
	впускного: нормальная допустимая	1,15-1,60 2,50	0,25-0,75 1,4	1,4-2,6 2,7	0,9-1,2 2,0
выпускного: нормальная допустимая	1,15-1,60 2,50	0,45-0,95 1,6	0,9-2,1 2,2	0,9-1,2 2,0	1,6-2,0 2,7
	Диаметр тарелки клапана, мм:				
впускного	52	56	60	48	61,5
выпускного	45	46	60	42	48
Угол наклона фаски клапана, град:					
	впускного выпускного	45 45	30 45	45 45	45 45
Ширина притертой полоски на фаске клапана, мм:			Не менее		
	впускного выпускного	1,5-2,0 1,5-2,0	1,5-2,5 1,5-2,5	2,0 Тоже	1,5-2,0 1,5-2,0

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
Высота пояска тарелки клапана не менее, мм	0,5	0,5	0,8	0,5	1,0
Зазор между торцом клапана и бойком коромысла на холодном двигателе, мм	0,40-0,45	0,48-0,50	0,25-0,33	0,25-0,30	0,25-0,30
Длина пружины клапана в рабочем положении, мм:					
наружной	57,0	42,0	78,0	54,0	56,0
внутренней	55,0	37,0	60,0	48,5	50,0
Усилие сжатия (упругость) пружины до рабочей длины, Н					
наружной:					
нормальное	185-210	420-472	304-356	160-188	235-265
допустимое	176	400	300	152	230
внутренней:					
нормальное					
допустимое	77-86 73	241-271 230	42-51 40	81,6-95,6 77	120,5-135,5 115

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом ремонта головки блока цилиндров (двигатель Д-240).

1. Снять крышку головки цилиндров в сборе и прокладку крышки. Гайковерт ИП-3113, сменная головка 6610-0230.

2. Определить поочередно высоту выступания торцов стержней клапанов над обработанной поверхностью головки блока цилиндров, устанавливая соответствующие поршни цилиндров на такт сжатия.

Высота выступания стержней клапанов 56...57,2 мм.

Штангенглубиномер ШГ-2-50, ломик монтажный.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

3. Отвернуть накидную гайку (болт) трубки маслопровода со штуцера головки цилиндров, отвернуть гайки (болты) и снять механизм коромысел в сборе. Извлечь штанги коромысел. Обезличивание штанг коромысел не допускается.

Гайковерт ИП-3113, сменная головка 19, ключ 7611-0021 Хим.окс.прм. ГОСТ 2639-80.

4. Снять головку цилиндров и прокладку.

Схватка цеховая, электроталь ТЭ1-511.

5. Контролировать отклонение от плоскостности привалочной плоскости головки цилиндров.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Допустимое коробление 0,15 мм.

Линейка поверочная ШД-1000.

6. Контролировать утопание тарелок клапанов.

Допустимое утопание 3,5 мм.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Штангенглубиномер ШГ-200.

7. Сжать пружины клапанов, снять сухарики, тарелки пружин, извлечь клапаны.

Детали сопряжения «клапан – седло клапана» не разуконплектовывать.

Приспособление ОР-9913 ГОСНИТИ, отвертка 7810-0395 ГОСТ 17199-68.

8. Контролировать состояние фасок клапанных гнезд и клапанов.

Наличие рисок, задиров, раковин, прогаров на рабочих фасках клапанных гнезд и клапанов не допускается. Ширина рабочих фасок 1,5...2,0 мм.

Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

9. Контролировать состояние сопряжения «клапан – направляющая втулка».

Смазанный клапан должен медленно, без зависания опускаться под действием собственного веса. При несоблюдении данных требований произвести замену клапана на новый и повторить контроль.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

10. Восстановить изношенную внутреннюю поверхность направляющих втулок выдавливанием винтовой канавки твердосплавными ножами-роликами.

Специальный ручной инструмент фирмы «Neway».

11. Обработать отверстие направляющей втулки разверткой до номинального размера.

Развертка, вороток.

12. Обработать клапанные гнезда набором фрез.

Последовательность фрезерования клапанных гнезд режущим инструментом с углами следующая:

– для выпускных гнезд: 45°, 75°, 15°, 45°;

– для впускных гнезд: 45°, 75°, 15°, 45°.

Обработку клапанных гнезд производить при утопении новых клапанов меньше допустимой величины. Ширина рабочей фаски должна быть 1,5...2,0 мм.

Набор ручного инструмента и фрез (фирма «Neway»).

13. Контролировать ширину цилиндрического пояска и биение стержня клапана.

Ширина цилиндрического пояска должна быть не менее 0,5 мм, биение – не более 0,03мм.

Штангенциркуль ШЦ-1-125-01, приспособление 70-8331-1904.

14. Обработать рабочие фаски клапанов до выведения следов износа. Ширина цилиндрического пояска не менее 0,5 мм, биение фаски не более 0,03 мм, угол 45°, шероховатость не более 0,6 Ra.

Набор ручного инструмента и фрез «Gizmatic-2» (фирма «Neway»).

15. Скомплектовать клапаны с направляющими втулками головки. Смазанный моторным маслом клапан должен плавно, без зависания опускаться в гнездо под действием собственного веса.

16. Контролировать упругость Р, Н на рабочей длине пружин  $L_p$ .

$P_1 = 77$  Н при  $L_{p1} = 48,5$  мм;

$P_2 = 152$  Н при  $L_{p2} = 54,0$  мм.

Приспособление КИ-050778.

17. Очистить и обдуть сжатым воздухом обработанные поверхности.

18. Смазать стержни клапанов на 2/3 длины от торца окунанием в графитовый раствор (состав: 7 массовых частей графитовой смазки и 3 массовые части моторного масла).

19. Установить на клапаны и направляющие втулки внутренние и наружные пружины, тарелки, установить сухари.

Приспособление ОР-9913.

20. Контролировать герметичность сопряжения «клапан – клапанное гнездо» заливкой поочередно во впускные и выпускные каналы керосина. Просачивание керосина в течение 2 минут не допускается.

21. Протереть привалочные плоскости блока и головки цилиндров, смазать прокладку с двух сторон пастой (40 % графитового порошка + 60 % моторного масла), установить прокладку широкой стороной окантовки на поверхность блока, залить в каждый цилиндр по 30 г дизельного масла, установить головку и затянуть болты (гайки) в три приема (до соприкосновения с плоскостью на 0,5 момента затяжки, на полный момент) в требуемой последовательности.

Момент затяжки  $M = 160...180$  Н·м.

Гайковерт, сменная головка 19, ключ динамометрический ОРГ-8926.

22. Установить и закрепить штанги и механизм коромысел, вернуть накидную гайку (болт) маслопровода. Отрегулировать зазоры в клапанном механизме.

Тепловой зазор – 0,35 мм.

Гайковерт, сменная головка 12; отвертка; щуп 2-2; ломик монтажный; ключ 12.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 1.2);

Таблица 1.2 – Перечень и величина показателей оценки технического состояния головки блока цилиндров

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1	2	3	4
1. Высота выступания торцов стержней клапанов, мм			
1-го			
2-го			
и т.д.			

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4
2. Неплоскостность привалочной плоскости			
3. Утопание тарелок клапанов, мм			
1-го			
2-го			
и т.д.			
4. Техническое состояние сопряжения «стержень клапана – направляющая втулка»			
1-го			
2-го			
и т.д.			
5. Ширина цилиндрического пояса клапана, мм			
1-го			
2-го			
и т.д.			
6. Биение стержня клапана, мм			
1-го			
2-го			
и т.д.			
7. Упругость клапанной пружины на рабочей длине, Н			
1-ой наружн., внутренней			
2-ой			
8. Длина пружины в свободном состоянии, мм			
1-й наружн., внутренней			
2-й			
и т.д.			

– технологический маршрут ремонта головки блока цилиндров.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные признаки неисправности головки блока цилиндров.
2. Укажите основные дефекты деталей головки блока цилиндров.

3. В чем состоит технология ремонта клапанных гнезд?
4. В чем состоит технология ремонта клапанов?
5. В чем состоит технология ремонта направляющих втулок клапанов?
6. Назовите основные способы контроля герметичности сопряжения «клапан – клапанное гнездо».

## Лабораторная работа № 2

### РЕМОНТ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей в ремонтных мастерских коллективного хозяйства и сервисных предприятий.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы деталей цилиндропоршневой группы; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу ремонтного оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту цилиндропоршневой группы.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние цилиндропоршневой группы в сборе и каждой детали в отдельности; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; разработать маршрут и выполнить основные операции ремонта цилиндропоршневой группы.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Изучить технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.
3. Ознакомиться с оснащением рабочего места, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам технической экспертизы содержание и объемы ремонтных работ; разработать технологический маршрут ремонта; выполнить основные операции.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Номинальные и допустимые значения параметров деталей цилиндропоршневой группы приведены в таблицах 1.3.1, 1.3.2.

Таблица 1.3.1 – Номинальные и допустимые при текущем ремонте размеры гильз цилиндров в месте наибольшего износа в цилиндрах, мм

Марка двигателя	Внутренний диаметр гильзы		Овальность и конусообразность	
	номинальный	допустимый	номинальный	допустимый
1	2	3	4	5
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	130 <sup>+0,06</sup>	130,18	0,025	0,07
СМД-60, СМД-62	130 <sup>+0,04</sup>	130,15	0,02	0,10
А-41	130 <sup>+0,04</sup>	130,19	0,03	0,09
А-01М	130 <sup>+0,04</sup>	130,16	0,02	0,09
СМД-14, СМД-18, СМД-31А	120 <sup>+0,06</sup>	120,16	0,03	0,035
Д-240, Д-50, Д-65	110 <sup>+0,06</sup>	110,18	0,03	0,09
Д-37, Д-144, Д-21	105 <sup>+0,06</sup>	105,18	0,02	0,09

Таблица 1.3.2 – Выступление гильзы цилиндров относительно плоскости блока цилиндров

Марка двигателя	Величина выступления, мм	
	номинальная	допустимая
1	2	3
ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ	0,065 - 0,165	0,04
СМД-60, СМД-62	0,068 - 0,180	0,05
А-01М, А-41	0,065 - 0,165	0,05
СМД-14, СМД-18	0,050 - 0,157	0,04
СМД-31А	0,065 - 0,162	0,04
Д-108, Д-160	0,070 - 0,270	0,04
Д-65Н, Д-65М	0,065 - 0,170	0,04

Окончание таблицы 1.3

1	2	3
Д-50, Д-240	0,090 - 0,150	0,04
ЗМЗ-53	0,02 - 0,10	-
ЗИЛ-130	0,02 - 0,09	-
КамАЗ-740	0,65 - 0,165	-

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом ремонта цилиндропоршневой группы (двигатель Д-240).

1. Снять головку цилиндров, нижнюю крышку блок-картера (масляный поддон) и масляный насос в сборе с трубопроводами.

Гайковерт ИП-3113, сменные головки.

2. Определить последовательно внутренний диаметр и овальность гильз на длине 20...25 мм от верхнего края гильз, устанавливая соответствующий поршень в нижнюю мертвую точку.

Допустимый диаметр – 110,18 мм, овальность – 0,04 мм.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

Нутромер индикаторный НИ 100-160, ломик монтажный.

3. Снять крышки шатунов в сборе со вкладышами, извлечь поршни в сборе с шатунами, устанавливая соответствующую шейку коленчатого вала в нижнее положение.

Обезличивание крышек шатунов, вкладышей и шатунных болтов, а также перевертывание крышек и вкладышей не допускается.

Гайковерт ИП 3113, сменная головка 19, молоток с медным бойком ПИМ 1468-17-370, ломик монтажный, наставка.

4. Определить техническое состояние сопряжения поршневой палец - отверстие бобышки поршня.

Поршневой палец должен плотно сидеть в отверстии бобышки, без проворачивания и осевого перемещения от усилия руки.

Принять решение о содержании и объеме ремонтных работ.

5. Определить техническое состояние поршня, измерив последовательно ширину канавки под верхнее компрессионное кольцо, маслоъемное кольцо, диаметр юбки поршня в перпендикулярной оси пальца плоскости. Допустимый зазор между компрессионным кольцом и первой канавкой поршня по высоте – 0,27 мм, масло-

ъемным кольцом – 0,40 мм, допустимый диаметр юбки поршня – 109,7 мм.

Принять решение о содержании ремонтных работ.

Микрометр МК 125-1, щуп 2-2 ГОСТ 882-75.

6. Определить техническое состояние поршневых колец, измерив последовательно зазор в замке и упругость.

Допустимый зазор в замке – не более 1,2 мм; упругость колец: верхних компрессионных 60...85 Н, остальных – 50...75 Н; маслоъемных – 33...52 Н.

Принять решение о содержании ремонтных работ.

Калибр (гильза цилиндров): приспособление КИ-050778, щуп 2-2.

7. Выпрессовать палец из поршня и определить техническое состояние сопряжения «поршневой палец – втулка верхней головки шатуна».

Смазанный моторным маслом поршневой палец должен плавно перемещаться во втулке под действием собственного веса.

Принять решение о содержании ремонтных работ.

8. Скомплектовать поршень, палец, поршневые кольца по размерным группам и проверить массу комплектов (поршень, кольца, палец, шатун).

Маркировка групп размеров: гильз – буквами "М", "С" или "Б" на верхнем буртике; поршней – по наружному диаметру буквами "М", "С" или "Б" на доньшке, по диаметру отверстия под палец – краской (черной или желтой) на внутренней поверхности бобышки; пальцев – краской (черной или желтой) на внутренней поверхности или буквами "ХП" (нормальные), "ХПР" (ремонтные) на торце; колец – буквами "1Н", "2Н", "3Н" и клеймом "Верх" для второго и третьего компрессионных колец на боковой поверхности; шатунов по диаметру отверстия втулки – краской (черной, желтой) на тавре.

Радиальный зазор между поршневым кольцом и гильзой не должен превышать 0,02 мм в любом месте, но не ближе 20 мм от замка с плавным уменьшением в обе стороны; зазор в замке колец – 0,40...0,78 мм, разность масс одного комплекта поршней – 5 г, шатунов в сборе – 20 г; пальцев – 6 г; шатунов в сборе с поршнями – 30 г.

Смазанный палец должен плавно перемещаться во втулке верхней головки шатуна под действием собственного веса.

Весы ВНЦ-5, щуп 2-2.

9. Нагреть поршень до температуры 70...80 °С, смазать втулку верхней головки шатуна моторным маслом и запрессовать поршневой палец в поршень и шатун.

Надеть поршневые кольца на поршень.

Поршневые кольца должны плавно перемещаться и утопать в канавках под действием собственного веса при проворачивании поршня в горизонтальном положении вокруг оси на 360°.

Компрессионные кольца с маркировкой "Верх" устанавливаются во вторую и третью канавку маркировкой к донышку поршня.

Поршневые кольца надевают на поршень с помощью приспособления, допускающего расширение колец не более чем на 0,5 мм относительно диаметра юбки поршня.

Приспособление ОР-6549, пресс ОПР-3162.

10. Выпрессовать дефектные гильзы и извлечь из канавок блока уплотнительные кольца.

Приспособление для выпрессовки гильз цилиндров.

11. Скомплектовать гильзы с отверстиями блока.

Гильзы, установленные в блок без уплотнительных колец, должны свободно поворачиваться от усилия руки.

12. Установить новые уплотнительные кольца в канавки блока и запрессовать гильзы.

Высота выступания бурта гильзы над поверхностью блока 0,05...0,11 мм при усилии прижатия 9000 Н. При большем утопании гильз допускается установка медных прокладок под буртик гильзы.

Пресс ОКС-1671М, наставка, шуп 2-2.

13. Установить шатуны в сборе в гильзы блока цилиндров.

Перед установкой смазать поршень и гильзы моторным маслом, расположить замки рядом стоящих колец под углом 120°. Замки поршневых колец не должны располагаться против отверстия под палец.

Конусная оправка, молоток, наставка.

14. Установить вкладыши шатунных подшипников и крышки нижних головок шатунов, предварительно протерев рабочую поверхность вкладышей и шатунных шеек салфеткой и смазав моторным маслом. Затянуть гайки шатунных болтов в три приема: до соприкосновения с плоскостью крышки шатуна; на 0,5 момента затяжки; на полный момент затяжки.

Момент затяжки – 140...160 Н·м.

Гайковерт, сменная головка 19, ключ динамометрический ОРГ-8926.

15. Контролировать правильность сборки. Нижние головки шатунов должны свободно перемещаться вдоль шейки коленчатого вала, выступание поршня над поверхностью блока в ВМТ – 0,30...0,55 мм,

момент проворачивания коленчатого вала - 60 Н·м (от усилия руки, приложенного к монтажному ломик, закрепленному за установочные штифты маховика).

Монтажный ломик, поверочная линейка, шуп.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- перечень и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 1.4);

Таблица 1.4 – Перечень и величина показателей оценки технического состояния цилиндропоршневой группы

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1	2	3	4
1 Гильзы цилиндров			
1.1 Внутренний диаметр, мм			
1-ой			
2-ой			
и т.д.			
1.2 Овальность, мм			
1-ой			
2-ой			
и т.д.			
2 Состояние сопряжения поршневой палец-поршень			
1-ой			
2-ой			
и т.д.			
3 Поршень			
3.1 Зазор в канавке под 1-е компрессионное кольцо, мм			
1-ой			
2-ой			
и т.д.			

Окончание таблицы 1.4

1	2	3	4
3.2 Зазор в канавке под масло-съемное кольцо, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
3.3 Диаметр юбки поршня, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
4 Поршневые кольца 4.1 Зазор в замке, мм 1-го 2-го и т.д.			
4.2 Упругость, Н 1-го 2-го и т.д.			

– технологический маршрут ремонта цилиндропоршневой группы.

### Контрольные вопросы и задания

1. Приведите основные признаки неисправности деталей цилиндропоршневой группы.
2. Укажите основные дефекты деталей цилиндропоршневой группы.
3. Приведите критерии предельного состояния деталей цилиндропоршневой группы.
4. По каким параметрам производится комплектование деталей цилиндропоршневой группы?
5. Приведите технические требования на сборку деталей цилиндропоршневой группы двигателя Д-240.

## Лабораторная работа № 3

### ЗАМЕНА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА И ЕГО ПОДШИПНИКОВ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса замены коленчатого вала и его вкладышей в ремонтных мастерских коллективных хозяйств и сервисных предприятий.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы коленчатого вала и его вкладышей; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, инструмента и приспособлений; безопасные приемы выполнения основных операций по замене коленчатого вала.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние коленчатого вала и вкладышей, скомплектовать коленчатый вал и вкладыши, разработать маршрут и выполнить основные операции замены коленчатого вала.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Изучить технологический маршрут замены коленчатого вала.
3. Ознакомиться с оснащением рабочего места, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
4. Определить по результатам дефектации содержание и объем ремонтных работ; разработать технологический маршрут и выполнить основные операции замены коленчатого вала.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Размеры вкладышей и шеек коленчатого вала двигателя Д-240 приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Нормальные, ремонтные и промежуточные размеры вкладышей и шеек коленчатого вала двигателя Д-240

Размеры	Маркировка	Диаметр шейки коленчатого вала, мм		Внутренний диаметр вкладыша в плоскости, перпендикулярной разъему, мм		Размеры по длине 5-го коренного подшипника, мм
		коренной	шатунной	коренного	шатунного	
1	2	3	4	5	6	7
Нормальный	1Н	75,25 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	68,25 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	75,25 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	68,25 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45 <sup>+0,100</sup>
Нормальный	2Н	75,00 <sup>-0,080</sup> <sub>0,095</sub>	68,00 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	75,00 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	68,00 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45 <sup>+0,100</sup>
Промежуточный	Д1	74,75 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	67,75 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	74,75 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	67,75 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45,1 <sup>+0,100</sup>
Ремонтный	Р1	74,50 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	67,50 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	74,50 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	67,50 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45,2 <sup>+0,100</sup>
Промежуточный	Д2	74,25 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	67,25 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	74,25 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	67,25 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45,3 <sup>+0,100</sup>
Ремонтный	Р2	74,00 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	67,00 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	74,00 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	67,00 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45,4 <sup>+0,100</sup>
Промежуточный	Д3	73,75 <sup>-0,080</sup> <sub>-0,095</sub>	66,75 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	73,75 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	66,75 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	45,5 <sup>+0,100</sup>
Ремонтный	Р3	73,50 <sup>-0,060</sup> <sub>-0,095</sub>	66,50 <sup>-0,075</sup> <sub>-0,090</sub>	73,50 <sup>+0,031</sup> <sub>-0,010</sub>	66,50 <sup>+0,025</sup> <sub>-0,010</sub>	46 <sup>+0,100</sup>

### Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим маршрутом замены коленчатого вала двигателя Д-240.

1. Снять головку блока цилиндров, масляный поддон и масляный насос в сборе с трубопроводами.

Гайковерт ИП-3113, сменные головки.

2. Снять крышки шатунов в сборе с вкладышами, извлечь поршни в сборе. Обезличивание крышек шатунов, вкладышей и шатунных болтов, а также перевертывание крышек и вкладышей не допускается.

Гайковерт, сменная головка, молоток с медными бойками, ломик монтажный, наставка.

3. Определить диаметральный размер, овальность и конусообразность шатунных шеек. Результаты сравнить с данными таблицы 1.5.

Диаметр шатунных шеек, допустимый в сопряжении с новыми вкладышами ( $D_{ном} - 0,09$ ), допустимая овальность и конусообразность – 0,01 мм. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

4. Определить зазор между вкладышами и шатунными шейками коленчатого вала (масляный зазор). Допустимый зазор – не более 0,3 мм, номинальный – 0,070...0,126 мм. Момент затяжки гаек крышек шатунов 140...160 Н·м. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

Микрометр МК-50, нутромер индикаторный НИ 50-75, ключ динамометрический, сменная головка.

5. Контролировать продольное перемещение коленчатого вала. Допустимое значение – 0,37 мм.

Щуп 2-2.

6. Снять крышки коренных подшипников в сборе с вкладышами, коленчатый вал. Обезличивание крышек, вкладышей и болтов не допускается.

Гайковерт, сменная головка, схватка для коленчатого вала, электротельфер.

7. Определить диаметральный размер, овальность и конусообразность коренных шеек.

Диаметр коренных шеек, допустимый в сопряжении с новыми вкладышами ( $D_{ном} - 0,1$  мм), допустимая овальность и конусообразность – 0,01 мм. Принять решение по содержанию и объему ремонтных работ.

Микрометр МК-75.

8. Определить зазор между вкладышами и коренными шейками коленчатого вала (масляный зазор). Момент затяжки болтов крышек 200... 220 Н·м.

Допустимый зазор – не более 0,3 мм, номинальный – 0,065...0,115 мм. Принять решение по объему и содержанию ремонтных работ.

Микрометр МК 75, нутромер индикаторный НИ 75-100; ключ динамометрический, сменная головка.

9. Отвернуть болты крепления и спрессовать маховик, картер маховика и шкив коленчатого вала.

Гайковерт, сменные головки, приспособление для спрессовки маховика, картера маховика и шкива коленчатого вала.

10. Скомплектовать коленчатый вал с шатунными и коренными вкладышами по размерным группам (таблица 1.5).

Маркировка коленчатых валов располагается на первой щеке, кроме первого номинального размера (2К, 2Ш, 2КШ, Р1Ш и т.д.).

Маркировка вкладышей по внутреннему диаметру – на нерабочей поверхности (1Н, 2Н, Р1 и т.д.); по высоте – на внутренней поверхности усиков знаком "+" или "-", или без маркировки. В комплект вкладышей по высоте входят вкладыши со знаками "+" и "-" или без знаков.

Определить внутренний диаметр вкладышей в плоскости, перпендикулярной разъему. Момент затяжки болтов крышек коренных подшипников 200...220 Н·м, гаек крышек шатуна 140...160 Н·м.

Результаты замеров сравнить с данными таблицы 1.5.

Ключ динамометрический, сменные головки; нутромер индикаторный НИ 50-100.

11. Установить верхние вкладыши в постели блока, предварительно протерев рабочую поверхность салфеткой и смазав моторным маслом. Проверить совпадение масляных каналов блока с отверстиями вкладышей. Уложить коленчатый вал, установить упорные полукольца, закрепить крышку подшипников с полукольцами и вкладышами, проверить продольное перемещение коленчатого вала. Продольное перемещение – 0,14...0,37 мм. Упорные полукольца должны быть установлены так, чтобы выемки на полукольцах были обращены к опорным буртам коленчатого вала.

Сменная головка, ключ динамометрический.

12. Установить и закрепить остальные крышки с вкладышами. Затянуть болты коренных подшипников в три приема в последовательности 3-1-5-2-4 моментом 200...220 Н·м.

Сменная головка, ключ динамометрический.

13. Контролировать правильность сборки. Коленчатый вал должен проворачиваться моментом 6 Н·м (усилие руки, приложенное к коренной шейке). При заклинивании коленчатого вала выполнить пункты 5, 6, 7 технологического маршрута, выявить и устранить его причину.

14. Установить в гильзы блока шатуны в сборе, предварительно смазав их моторным маслом. Замки поршневых колец расположить по окружности под углом 120°.

Конусная оправка, молоток, наставка.

15. Установить и закрепить крышки шатунов в сборе, предварительно протерев и смазав моторным маслом вкладыши и шейки коленчатого вала. Затяжка шатунных гаек в три приема с моментом 140...160 Н·м.

Гайковерт, сменная головка, ключ динамометрический.

16. Контролировать правильность сборки.

Коленчатый вал должен проворачиваться моментом 60 Н·м (от усилия руки, приложенного к монтажному лому, закрепленному между установочными штифтами маховика).

При заклинивании коленчатого вала выполнить пункты 2, 3, 4 технологического маршрута, выявить и устранить причину.

Монтажный домик.

17. Установить и закрепить последовательно шкив коленчатого вала, картер маховика и маховик.

Момент затяжки болтов крепления картера маховика 80...100 Н·м, маховика – 140...150 Н·м.

Ключ динамометрический, сменная головка, приспособление.

18. Установить и закрепить головку блока цилиндров, масляный насос в сборе с трубопроводом, масляный поддон.

Гайковерт, сменные головки. Ключ динамометрический.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- перечень и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 1.6);

Таблица 1.6 – Перечень и величина показателей оценки технического состояния коленчатого вала и его подшипников

Наименование показателя	Величина показателя		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1	2	3	4
1. Диаметр шатунных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
2. Овальность шатунных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
3. Конусообразность шатунных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
4. Зазор в сопряжении «вкладыш – шатунная шейка», мм 1-ой 2-ой и т.д.			
5. Диаметр коренных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
6. Овальность коренных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
7. Конусообразность коренных шеек, мм 1-ой 2-ой и т.д.			
8. Зазор в сопряжении «вкладыш – коренная шейка», мм 1-ой 2-ой и т.д.			

– технологический маршрут замены коленчатого вала и его подшипников.

### Контрольные вопросы и задания

1. Укажите основные признаки неисправности сопряжения «шейка коленчатого вала – вкладыш».
2. Как определить зазор в сопряжении «вкладыш – шейка коленчатого вала»?
3. По каким параметрам комплектуются вкладыши с коленчатым валом?
4. Как проверить правильность установки коленчатого вала?

## РАЗДЕЛ 2

### РЕМОНТ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Ведущие формы нарушения работоспособности сборочных единиц топливной аппаратуры – абразивный и коррозионный износы, механические нагрузки, нагар и закоксовывание.

Ресурс дизельной топливной аппаратуры лимитируется низкой долговечностью прецизионных деталей, к которым относятся: плунжерные пары, нагнетательные клапаны, ввертыши топливоподкачивающего насоса, распылители. Их износ вызывает нарушение подачи топлива, его распределения по цилиндрам, увеличение продолжительности впрыска топлива.

Основные методы восстановления прецизионных пар представлены на рисунке 2.1.

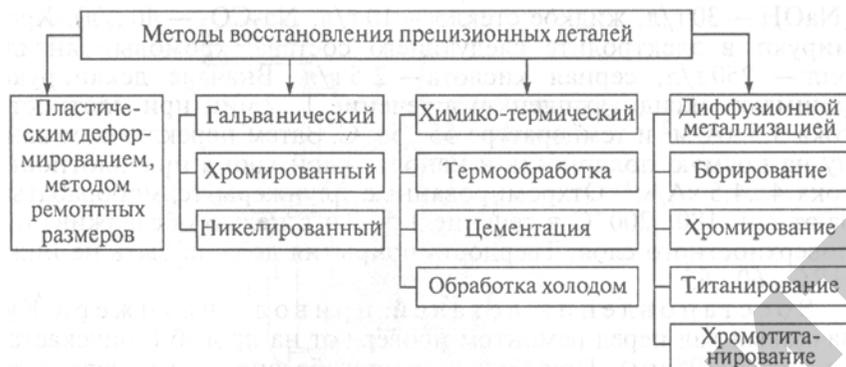


Рисунок 2.1 – Классификация методов восстановления прецизионных деталей

В ремонтной практике применяются, в основном, три способа: селективная подборка без увеличения начальных размеров деталей, гальваническое хромирование, замена одной из прецизионных деталей новой.

Селективную подборку проводят после обработки деталей притирами, затем сортируют их на размерные группы через 0,001 мм. Спаривание деталей (плунжер – втулка) производят по размерным группам так, чтобы плунжер мог войти во втулку на 1/3 своей дли-

ны с последующей притиркой пастами ГОИ. В хорошо промытой и притертой паре плунжер должен свободно опускаться под действием собственного веса.

Заменяют одну из деталей новой в условиях «фирменного» ремонта. Восстанавливают работоспособность плунжерной пары методом постановки нового плунжера (запасной части) увеличенного размера. В этом случае изношенную втулку хонингуют до выведения следов износа, азотируют и притирают притиром. Изготовленные втулки разбивают на дополнительно увеличенные размерные группы. Изготавливают новый плунжер увеличенного наружного диаметра, проводят селективную подборку и совместную притирку плунжера к втулке. При таком ремонте обеспечивается 100%-й ресурс пары и значительно снижается дополнительный расход дефицитного материала.

Гальваническим хромированием восстанавливают небольшой объем плунжерных пар. Пару раскомплектовывают, разбраковывают через 0,001 мм, шлифуют на бесцентрово-шлифовальном станке до выведения следов износа. Овальность и конусность плунжера устраняют прокаткой на доводочных станках при шероховатости  $R_a = 0,63$  мкм.

#### Оснащение рабочего места по ремонту дизельной топливной аппаратуры

1. Верстак ОРГ 5365 – 2 шт
2. Комплект приспособлений и инструмента для обслуживания и ремонта дизельной топливной аппаратуры ОР-15727.
3. Комплект приспособлений и инструмента для технического обслуживания насосов и форсунок ПИМ-1878.
4. Прибор для проверки плунжерных пар КИ-759.
5. Прибор для испытания нагнетательных клапанов КИ-1086.
6. Машина для очистки деталей ОМ-14266.
7. Секундомер СОП пр2б-3 ГОСТ 5072–80.
8. Прибор для испытания форсунок КИ-3333.
9. Стенды для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры ДД 10-01, NC-108.

## Техника безопасности при ремонте дизельной топливной аппаратуры

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности и инструктаж на рабочем месте. Работа на приборах и стенде разрешается после изучения их устройства, наладки и безопасных приемов работы. Первоначальный пуск стенда производится обязательно в присутствии и с разрешения преподавателя или учебного мастера.

При выполнении лабораторной работы особое внимание должно быть уделено соблюдению мер пожарной безопасности. Запрещается производить какие-либо операции, связанные с обслуживанием и ремонтом стенда в то время, когда он подключен к электрической сети. В обязательном порядке необходимо строго выполнять все требования правил электрической безопасности, обращая особое внимание на исправное состояние заземляющих устройств и отсутствие оголенных токоведущих деталей.

Перед испытанием топливного насоса необходимо убедиться в надежном его креплении на стенде и подсоединении топливопроводов высокого и низкого давления. Запрещается производить крепежные, регулировочные работы и устранять неисправности узлов топливной аппаратуры во время работы стенда.

## Лабораторная работа № 4

### РЕМОНТ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по оценке технического состояния, ремонту, регулировке и испытанию топливных насосов типа 4УТНМ.

**Студент должен знать:** конструкцию и работу топливных насосов высокого давления, признаки их неисправности и методы определения; критерии предельного состояния; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных слесарных операций.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние топливных насосов высокого давления, проводить основные операции по восстановлению работоспособности насосов, контрольно-регулирующие испытания.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении лабораторной работы.
2. Ознакомиться с устройством, настройкой и работой стенда, приборов и инструмента.
3. Провести оценку технического состояния, ремонт, регулировку и испытание топливного насоса.
4. Составить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Признаки (критерии) предельного состояния топливного насоса высокого давления (ТНВД):

- повреждения корпуса топливного насоса, требующие его замены или ремонта с демонтажем или полной разборкой;
- предельный износ или другие повреждения соединений регулятора, требующие замены или ремонта с демонтажем (кроме замены подлинников);

– предельный износ или другие повреждения кулачкового вала топливного насоса, требующие его замены или ремонта с демонтажем.

При достижении предельного значения хотя бы по одному из параметров, топливный насос подлежит ремонту на специализированном предприятии.

### Порядок выполнения работы

#### Проверка технического состояния и ремонт ТНВД

Установить топливный насос на приспособление для разборки и сборки и закрепить.

Осмотреть состояние деталей, обратив особое внимание на детали подвижных соединений: пружины, подшипники, различные соединения регулятора, а также на возможный износ торца муфты регулятора и грузов в месте их контакта. Детали, имеющие трещины, сколы и выкрашивания, подлежат выбраковке.

#### 1. Определение осевого люфта рейки

Люфт рейки ТНВД замеряйте с помощью специального приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878 (рисунок 2.2.).

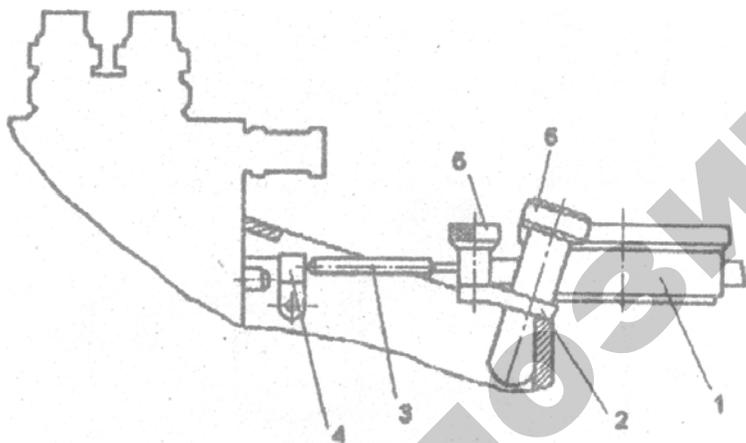


Рисунок 2.2. – Измерение осевого люфта рейки топливного насоса 4УТНМ с помощью приспособления 70-8701-4701:

1 – индикатор ИЧ-10 кл.1; 2 – планка 70-8701-4701/010; 3 – переходник 70-8701-4701/004; 4 – рейка ТНВД; 5 – винт М5х10.36.05 (поставляется в комплекте с приспособлением); 6 – винт 70-8701-4701/003

При измерении осевого люфта зафиксируйте зубчатый венец поворотной втулки, переместив его вверх с помощью отвертки до полного прижатия к корпусу ТНВД; перемещая рейку вперед-назад, измерьте ее осевой люфт по показаниям индикатора. При осевом люфте более 0,2 мм отправить насос на капитальный ремонт.

#### 2. Определение осевого люфта кулачкового вала

Осевой люфт кулачкового вала замеряйте с помощью соответствующего приспособления, входящего в состав комплектов ОР-15727, ПИМ-1878 (рисунок 2.3).

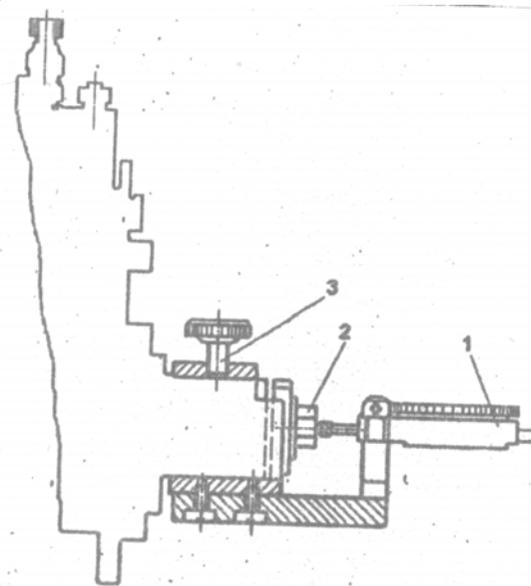


Рисунок 2.3 – Измерение осевого люфта кулачкового вала топливных насосов 4УТНМ с помощью приспособления 70-8733-4701:

1 – индикатор ИЧ-10 кл.1; 2 – гайка крепления шлицевой втулки кулачкового вала; 3 – винт 70-8701-4701/003

При измерении подайте кулачковый вал на себя в осевом направлении до полного выбора зазора с помощью отвертки, вставленной в зазор между шлицевой втулкой и установочным фланцем; выньте отвертку и установите тарелку индикатора на нулевую от-

метку; отожмите кулачковый вал от себя до упора, при этом индикатор покажет величину осевого зазора.

Если он не соответствует 0,1...0,25 мм, отрегулируйте его изменением толщины пакета регулировочных прокладок под крышкой переднего подшипника.

При невозможности обеспечить регулировкой требуемый осевой люфт вала отправьте насос в капитальный ремонт. Замена подшипников кулачкового вала допускается.

### 3. Определение герметичности нагнетательных клапанов

Работу производить в следующей последовательности:

- установите ТНВД на стенд для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры;
- выверните перепускной клапан и закройте отверстие перепускного клапана заглушкой;
- подсоедините к штуцерам насосных элементов полихлорвиниловые трубки приспособления для пролива;
- соедините топливопроводом низкого давления, прилагаемым к стенду, топливоподводящий штуцер ТНВД со штуцером стенового насоса;
- включите стеновой насос и по манометру стенда установите в головке ТНВД давление 0,07...0,12 МПа (0,7...1,2 кгс/см<sup>2</sup>). Течь топлива из концов полихлорвиниловых трубок в течение 2 мин не допускается.

При проверке герметичности нагнетательных клапанов рейка ТНВД должна находиться в положении, соответствующем выключенной подаче.

При обнаружении течи топлива замените соответствующий нагнетательный клапан в сборе с седлом. Раскомплектовка клапана не допускается. При сборке секции ТНВД момент затяжки нажимного штуцера должен быть 60...70 Н·м (6...7 кг·см).

### 4. Определение давления открытия перепускного клапана

Работу производите в следующей последовательности: выверните заглушку и вверните на место перепускной клапан; включите стен-

довый насос и определите по манометру стенда давление начала вытекания топлива из сливного отверстия клапана или демпфера.

Если давление открытия не соответствует 50...80 кПа (0,5...0,8 кг/см<sup>2</sup>), замените клапан (демпфер) в сборе.

Допускаются замена пружины клапана (демпфера), уменьшение толщины пакета шайб под пробкой клапана, установка шайб под пружину.

### 5. Определение технического состояния плунжерных пар

Работу производите в следующей последовательности:

- подключите насос к стенду по схеме, соответствующей регулировке насоса;
- установите пусковую частоту вращения кулачкового вала ТНВД и замерьте производительность насосных секций.

Замените плунжерные пары тех секций ТНВД, которые не обеспечивают пусковую подачу.

Пусковая подача топлива должна быть не менее 145 мм<sup>3</sup>/цикл при частоте вращения кулачкового вала 100 мин<sup>-1</sup>.

### 6. Определение технического состояния и комплектование плунжерных пар

Контроль технического состояния плунжерных пар производится на приборе КИ-759. Прибор позволяет испытывать плунжерные пары всех марок многоплунжерных топливных насосов тракторных дизелей. Устройство прибора и принципиальная гидравлическая схема испытаний плунжерных пар приведена на рисунках 2.4 и 2.5.

Испытание плунжерной пары проводят в следующем порядке:

- проверить состояние торца гильзы и плунжера испытываемой пары. Риски и следы коррозии на торце гильзы не допускаются. При проверке необходимо убедиться в правильности положения поводка на плунжере. Проверку производить на приспособлении МН-1681А или МП-1613А, поставляемом в комплекте оборудования для испытания и регулировки топливных насосов;

– промыть плунжерную пару в чистом дизельном топливе, установить гильзу плунжера в головку 11 и завернуть до отказа винты 12 или 15. При этом гильза должна иметь продольный люфт в головке;

- опустить головку прибора вместе с гильзой плунжера в корпус 14 прибора и повернуть ее так, чтобы выступы головки в виде ласточкина хвоста зашли под соответствующие выступы корпуса. Поворот головки производить до совмещения штуцера с гнездом;
- легким рывком завернуть винт до отказа, опустить плунжер в гильзу и проверить легкость и плавность продольного перемещения плунжера в гильзе;
- приподнять плунжер в гильзе;
- открыть кран бачка;
- заполнить гильзу и углубление в головке прибора топливом;
- закрыть кран бачка;
- опустить плунжер в гильзу, поместив поводок плунжера в прорезь головки;
- нажать на торец плунжера так, чтобы рука почувствовала резко возросшее сопротивление, что соответствует моменту начала нагнетания топлива;
- повернуть рычаг прибора в горизонтальном направлении и опустить на плунжер;

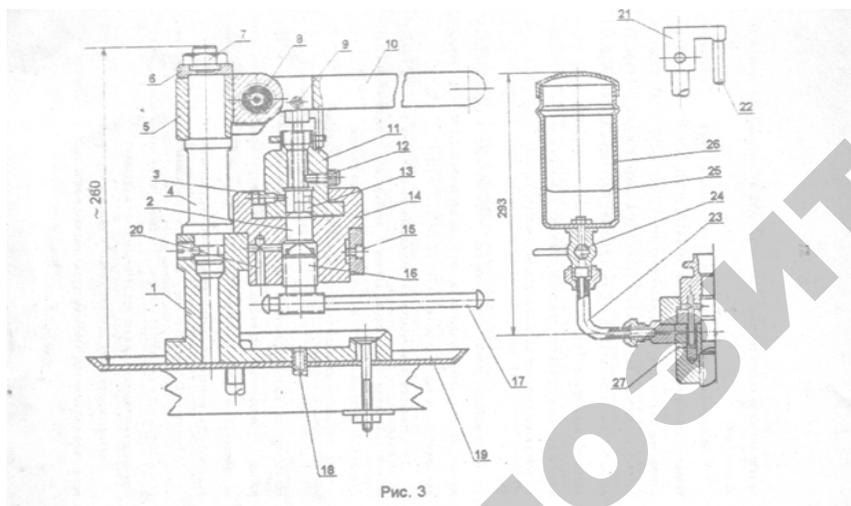


Рисунок 2.4. – Устройство прибора для испытания плунжерных пар

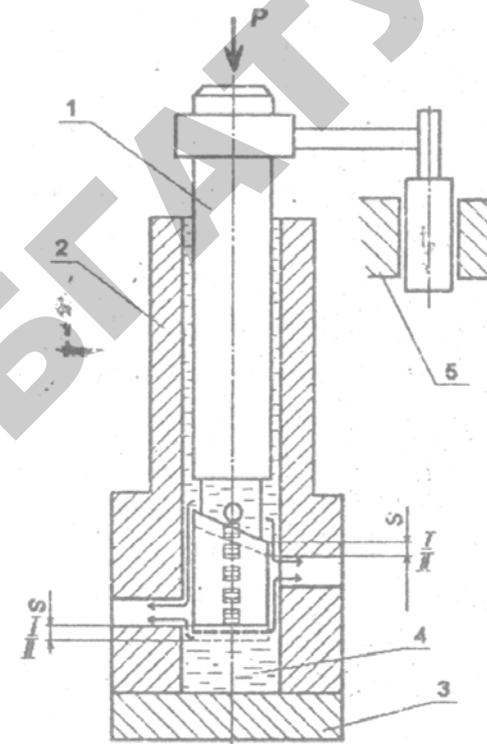


Рисунок 2.5 – Принципиальная гидравлическая схема прибора для испытания плунжерных пар

- включить секундомер в момент начала давления рычага на плунжер;
- когда рычаг начнет резко падать, выключить секундомер и записать время в секундах. Это время характеризует плотность плунжерной пары.

Испытание плунжерных пар производится на смеси из дизельного масла и дизельного топлива. Вязкость смеси (при температуре 20 °С) 9,9...10,9 мн<sup>2</sup>/с (9,9...10,9 сСт) ГОСТ 25708–83. Плунжерная пара, гидравлическая плотность которой по показаниям прибора, работающего на вышеуказанной смеси, составляет 3 с и более, пригодна для дальнейшей эксплуатации. При ремонте топливной аппаратуры плунжер-

ные пары сортируют по группам гидравлической плотности (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Группы плотности пары «плунжер – гильза»

Марка топливного насоса	Время опрессовки, с	Группа плотности
6ТН-9×10Т, УТН-5, 4УТНМ	21...30	I
	31...40	II
	41...50	III

### 7. Определение технического состояния пары «нагнетательный клапан – седло»

Испытание нагнетательного клапана и клапанного седла производится на приборе КИ-1086, приведенном на рисунке 2.6.

Прибор КИ-1086 предназначен для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов дизелей. На нем могут быть испытаны нагнетательные клапаны насосов типа 4ТН-8,5х10, 4ТН-9х10Т, 6ТН-9х10Т, УТН-5, ЯМЗ, а также клапаны насосов двигателей Д-108, Д-130 и Д-160. Прибор позволяет определить гидравлическую плотность клапана по разгрузочному пояску, а также суммарную герметичность клапана – по запирающему конусу и разгрузочному пояску. Топливо нагнетается ручным насосом.

Испытания нагнетательных клапанов проводятся на профильтрованном через фильтровальную бумагу дизельном топливе вязкостью 3,5 нм<sup>2</sup>/с (3,5 сСт; зимнее топливо).

Необходимо перед началом испытания клапанов провести проверку герметичности прибора. Для этого на место испытуемого клапана поставить заглушку, прилагаемую к прибору. Операции по установке заглушки в прибор производятся в такой же последовательности, как при установке клапанной пары. Поднять давление топлива в аккумуляторе до 0,92 МПа. Снижение давления с 0,9 МПа за три минуты должно быть не более чем на 0,05 МПа.

Испытание соединения «нагнетательный клапан – клапанное гнездо» проводят в следующем порядке:

- повернуть вороток на пол оборота и опустить втулку 16 в нижнее положение рукояткой;
- вывернуть винт так, чтобы верхний конец его находился ниже верхней плоскости опорного шарикоподшипника;

- положить на опорный подшипник установочное кольцо, соответствующее испытуемому клапану, Кольцо должно плотно войти в свое гнездо;
- тщательно промыть в чистом дизельном топливе клапан, седло и капроновую прокладку;
- вставить клапанную пару с уплотнительной прокладкой, прилагаемой к прибору, в установочное кольцо;
- поднять втулку рукояткой до упора и повернуть рукоятку вправо до отказа;
- вращением воротка уплотнить посадку клапана.

Испытание клапанной пары на герметичность и гидравлическую плотность производится по двум показателям: по разгрузочному пояску и суммарной герметичности по разгрузочному пояску и запирающему конусу.

Последовательность испытания на гидравлическую плотность по разгрузочному пояску:

- установить клапан в прибор;
- вращая винт трещотки, подвести верхний конец винта до момента соприкосновения его с клапаном. В момент касания винта с клапаном трещотка повернется;
- повернуть винт за головку на два деления шкалы (одно деление насечки на винте соответствует 0,1 мм осевого перемещения винта);
- поднять давление топлива в приборе до 0,22 МПа;
- определить с помощью секундомера время снижения давления от 0,2 до 0,1 МПа.

При выполнении лабораторной работы необходимо исследовать зависимость гидравлической плотности разгрузочного пояска от его положения в направляющем отверстии. Гидравлическая плотность определяется при различных подъемах запорного конуса клапана над седлом (0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 мм). После обработки полученных данных строится график изменения гидравлической плотности нагнетательных клапанов в зависимости от положения разгрузочного пояска в направляющем отверстии по высоте. Полученные зависимости позволяют определить характер износа сопряжения «разгрузочный поясок – направляющее отверстие клапана».

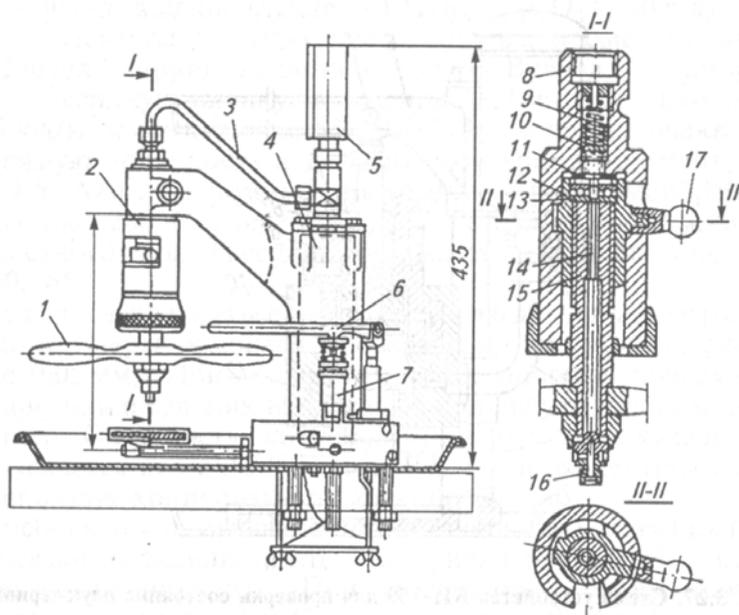


Рисунок 2.6 – Прибор КИ-1086 для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов:

- 1, 6 и 7 — рукоятки; 2 — устройство для установки нагнетательного клапана;  
 3 — трубопровод; 4 — гидравлический аккумулятор; 5 — манометр;  
 7 — подкачивающий насос; 8 — корпус; 9 — пружина; 10 — поршень;  
 11 — испытуемый клапан с прокладкой; 12 — втулка; 13 — упорный подшипник;  
 14, 15 — винты; 16 — головка

Последовательность испытания на герметичность по разгрузочному пояску и запирающему конусу:

- установить клапанную пару в прибор;
- поднять давление в приборе до 0,82 МПа;
- зафиксировать с помощью секундомера время снижения давления топлива от 0,8 до 0,7 МПа.

После испытания клапанной пары на гидравлическую плотность по разгрузочному пояску необходимо клапан вынуть из прибора, промыть в чистом дизельном топливе, вновь установить в прибор и только после этого испытывать на суммарную герметичность по разгрузочному пояску и запирающему конусу.

Испытывать клапан одной установкой в прибор не рекомендуется.

Клапанная пара должна испытываться с трехкратной повторностью: после каждого испытания пару надо вынуть из прибора, повернуть клапан относительно седла приблизительно на 120° вновь испытать в указанной ранее последовательности, при этом засчитывается среднее арифметическое время снижения давления.

Нагнетательные клапаны считаются годными, если их гидравлическая плотность по разгрузочному пояску более 2 с и суммарная герметичность более 30 с. Клапаны, имеющие гидравлическую плотность по разгрузочному пояску менее 2 с, подлежат выбраковке, а имеющие гидравлическую плотность по пояску более 2 с, но суммарную герметичность менее 30 с, требуют притирки запирающего конуса по седлу.

Разукомплектование пар «плунжер – гильза» и «клапан – седло» в процессе проверки не допускается.

#### 8. Обкатка, регулировка и испытание ТНВД

Если при ремонте заменялись плунжерная пара, нагнетательный клапан, подкачивающий насос, толкатель в сборе и др., обкатайте, отрегулируйте и испытайте ТНВД на контрольно-регулирующем стенде.

Перед обкаткой подключите ТНВД к системе топливоподдачи стенда и залейте свежее масло в корпуса насоса и регулятора до верхних меток указателя уровня.

Первую обкатку в течение 15 мин проводите с форсунками без распылителей при частоте вращения кулачкового вала насоса 500 мин<sup>-1</sup> и полной подаче топлива.

Вторую обкатку ТНВД проводите с форсунками, отрегулированными на давление начала впрыскивания топлива в пределах технических условий на конкретную марку ТНВД, на дизельном топливе вязкостью 4,5...6,2 сСт при номинальной частоте вращения в течение 30 мин, а также при переменном положении рычага управления (от положения максимального скоростного режима до положения минимального скоростного режима). При каждом положении рычага обкатывайте насос в течение 5 мин, разбив для этого дугу перемещения рычага на 6 частей. Течь топлива и масла через уплотнения ТНВД, регулятора и топливоподкачивающего насоса не допускается.

В процессе обкатки не должно быть заеданий, посторонних стуков и шумов в механизмах насоса, регулятора и муфты опережения впрыскивания, а также местного нагрева деталей насоса свыше 80 °С.

Дефекты, обнаруженные в процессе обкатки, устраните.

По окончании обкатки слейте масло из полостей ТНВД и регулятора, проверьте плавность перемещения рейки при проворачивании кулачкового вала насоса (заедание рейки и связанных с ней деталей не допускается), легкость перемещения рычага регулятора (заедание не допускается).

Залейте свежее масло в корпуса ТНВД и регулятора.

Перед регулировкой подключите ТНВД к системе топливоподачи стенда. Настройку топливных насосов на соответствие выходным регулировочным показателям, приведенным в таблице 2.2, выполняйте в следующем порядке:

– проверьте величину пусковой подачи топлива. Для этого установите частоту вращения кулачкового вала ТНВД равной  $100 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$  и замерьте величину пусковой подачи по штуцерам насоса, которая должна быть не менее  $145 \text{ мм}^3/\text{мин}$ . При пусковой подаче топлива меньше указанной величины плунжерную пару замените;

– отрегулируйте угол подачи топлива и его чередования по штуцерам насоса с помощью моментоскопа. Проверьте герметичность нагнетательных клапанов;

– отрегулируйте момент начала действия регулятора при помощи болта ограничителя максимального скоростного режима. При частоте вращения кулачкового вала насоса, соответствующей началу действия регулятора, рычаг управления регулятора должен находиться в положении "до упора";

– настройте количество и равномерность подачи топлива по штуцерам топливного насоса на номинальной частоте вращения кулачкового вала, установив рычаг управления регулятором до упора в винт максимальной частоты вращения.

Для регулировок используйте эталонный стендовый комплект форсунок с топливопроводами высокого давления.

При отклонении от требуемых значений продолжайте регулировать ТНВД следующим образом: ослабьте стяжной винт зубчатого венца или поводка рейки и поверните влево или вправо втулку относительно зубчатого венца или поводка рейки. После регулировки затяните стяжные винты каждого зубчатого венца.

Величину подачи одновременно всех насосных секций изменяйте с помощью винта номинальной подачи топлива. После регулировки повторно проверьте начало действия регулятора.

Проверку и окончательную регулировку подачи топлива, равномерности его подачи отдельными насосными элементами проводите при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля. Неравномерность подачи топлива не должна превышать значений, приведенных в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Показатели неравномерности подачи топлива по штуцерам насоса

Марка насоса	Неравномерность подачи топлива, % (не более)			
	при регулировке		при проверке	
	на номинальных оборотах и полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода	на номинальных оборотах и полной подаче	на максимальных оборотах холостого хода
УТН-5	3	30	6	35

Проверку подачи топлива секциями топливного насоса выполните при частоте вращения, соответствующей режиму холостого хода.

Неравномерность подачи топлива по штуцерам насоса определяется по формуле:

$$H = \frac{2(K_{\max} - K_{\min})}{K_{\max} + K_{\min}} \cdot 100 \%, \quad (2.1)$$

где  $K_{\max}$ ,  $K_{\min}$  – максимальная и минимальная подачи топлива по штуцерам насоса,  $\text{мм}^3/\text{цикл}$ .

Проверьте частоту вращения кулачкового вала, соответствующую полному выключению подачи топлива. Она не должна превышать значений, указанных в технических условиях.

Если прекращение подачи топлива происходит при более высокой частоте вращения, обеспечьте получение требуемых показателей регулировочными работами (увеличением числа рабочих витков пружины).

ны регулятора, ввертыванием винта максимальной частоты вращения) или частичной заменой изношенных деталей регулятора.

Проверьте величину подачи топлива при частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту дизеля. В случае необходимости отрегулируйте корректор с помощью регулировочного винта. Если изменением положения регулировочного винта требуемую подачу топлива получить не удастся, выполните регулировку изменением количества прокладок под пружиной корректора или заменой пружины.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 2.3);

Таблица 2.3 – Перечень и величина показателей оценки технического состояния ТНВД

Наименование показателей	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
2	3	4	5
1. Осевой люфт рейки, мм	0,2		
2. Осевой люфт кулачкового вала, мм	0,1...0,25		
3. Герметичность нагнетательных клапанов 1 2 и т.д.	менее 2 мин		

Продолжение таблицы 2.3

2	3	4	5
4. Давление открытия перепускного клапана	50...80 КПа		
5. Пусковая подача топлива	более 145 мм <sup>3</sup> /цикл		
6. Гидравлическая плотность плунжерных пар 1 2 и т.д.	более 3 с		
7. Гидравлическая плотность по разгрузочному пояску пары «нагнетательный клапан – гнездо»	более 2 с		
8. Суммарная герметичность пары «нагнетательный клапан – гнездо»	более 30 с		
9. Угол начала подачи топлива	по ТУ		
10. Начало действия регулятора	по ТУ		
11. Подача топлива на номинальном режиме 1-я секция 2-я и т.д.	по ТУ		
12. Неравномерность подачи топлива на номинальном режиме	менее 6%		

2	3	4	5
13. Подача топлива на режиме максимальных оборотов холостого хода 1-я секция 2-я и т.д.	по ТУ		
14. Неравномерность подачи топлива на режиме максимальных оборотов холостого хода	менее 30%		
15. Подача топлива на режиме максимального крутящего момента 1-я секция 2-я и т.д.	по ТУ		
16. Частота вращения полного выключения регулятора	по ТУ		

### Контрольные вопросы

1. Укажите критерии предельного состояния топливного насоса высокого давления.
2. В чем состоит технология испытания и комплектования плунжерных пар?
3. В чем состоит технология испытания пары «нагнетательный клапан – клапанное гнездо»?
4. Приведите технологический маршрут определения технического состояния ТНВД.
5. Какова технология обкатки ТНВД после ремонта?
6. В какой последовательности ведутся испытание и регулировка топливных насосов?

## РЕМОНТ ФОРСУНОК

### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по оценке технического состояния, восстановлению работоспособности и регулировке форсунок дизельных двигателей.

**Студент должен знать:** конструкцию и работу форсунок дизельных двигателей, признаки неисправностей и методы их определения, дефекты и критерии предельного состояния деталей форсунок, устройство и работу оборудования и приспособлений, безопасные приемы выполнения работ по ремонту, испытанию и регулировке форсунок.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние форсунок в сборе и каждой их детали в отдельности, определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание ремонтных работ, выполнить основные операции диагностирования, восстановления работоспособности и регулировки форсунок.

### Задание на выполнение работы

1. Изучить требования техники безопасности при выполнении работы.
2. Ознакомиться с оснащением рабочих мест, устройством и работой оборудования, приспособлений и инструмента.
3. Определить по результатам диагностирования форсунки и дефектации ее деталей содержание ремонтных работ.
4. Разработать технологический маршрут и выполнить основные операции восстановления работоспособности форсунки.
5. Оформить и защитить отчет установленной формы.

### Общие сведения

Преимущества использования дизельного двигателя в качестве источника энергии для тракторов, автомобилей, комбайнов и дру-

гой техники по сравнению с карбюраторным обусловлены лучшей экономичностью, благодаря высокой степени сжатия улучшающей процессы горения топливовоздушной смеси, повышенному коэффициенту полезного действия, стабильной характеристике крутящего момента во всем рабочем диапазоне, малому содержанию вредных веществ в отработавших газах.

Энергетические, экономические и экологические показатели работы дизелей (мощность, расход топлива в расчете на единицу наработки, величина механических и тепловых нагрузок, надежность и токсичность) в значительной мере зависят от технического состояния топливной аппаратуры.

В соответствии с функциональным назначением и конструктивным исполнением топливная аппаратура автотракторных дизелей должна обеспечивать:

- подачу за короткий промежуток времени точно дозированного количества топлива в цилиндры двигателя;
- интенсивное впрыскивание топлива в камеру сгорания под высоким давлением в мелкораспыленном состоянии;
- оптимальное распределение распыленного топлива по объему камеры сгорания;
- подачу топлива в определенный момент времени относительно верхней мертвой точки положения поршня на такте сжатия и в соответствии с нагрузочными и скоростными режимами работы двигателя;
- поддержание стабильности параметров процесса топливоподачи.

В процессе эксплуатации дизелей, вследствие механических и физико-химических воздействий, параметры агрегатов топливной аппаратуры часто выходят за пределы регламентированных значений, приводя при этом к повышенному расходу топлива, потере мощности и увеличению токсичности отработавших газов.

Для обеспечения оптимальных показателей по расходу топлива, эффективной мощности дизеля и соответствия все более возрастающим требованиям к токсичности отработавших газов, требуется своевременное выполнение работ по регулировке и ремонту дизельной топливной аппаратуры.

### Устройство и работа прибора для испытания и регулировки форсунок КИ-3333

При выполнении лабораторной работы испытание форсунок производится на приборе КИ-3333 с целью определения их технического состояния и регулировки.

Прибор КИ-3333 предназначен для испытания и регулировки всех марок форсунок тракторных и комбайновых дизелей.

На приборе можно выполнить следующие операции: проверку форсунки на гидравлическую плотность и герметичность; регулировку давления начала впрыска; проверку качества распыливания топлива.

Устройство прибора приведено на рисунке 2.7. Рукояткой 8 приводят в движение плунжер насоса. При открытом кране 28 топливо подается в трубопровод 11 и форсунку. Освещение и турбина вытяжного вентилятора включаются выключателем 19. При открытом кране 28 топливо подается в гидравлический аккумулятор, а затем в испытываемую форсунку. Для определения давления начала впрыска топлива открывают кран 16, манометр подключают к системе. Для определения герметичности и гидравлической плотности форсунки создают в сети необходимое давление, закрывают кран 28 и по манометру определяют скорость падения давления.

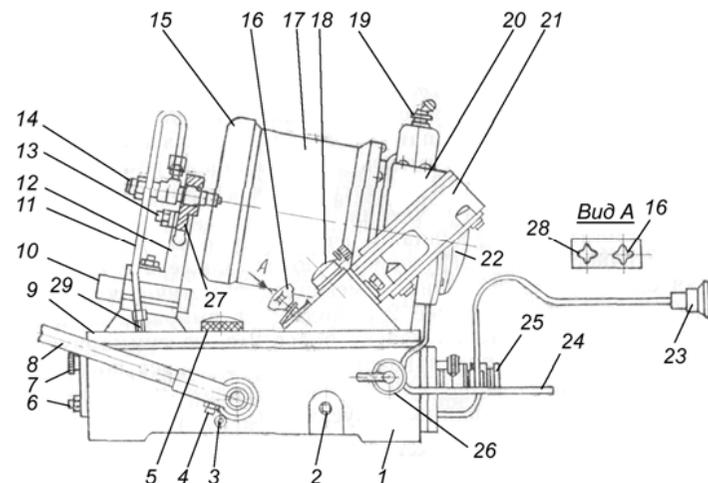


Рисунок 2.7 – Устройство прибора  
для испытания и регулировки форсунок КИ-3333

## Порядок выполнения работы

Работа выполняется в соответствии с технологическим процессом восстановления работоспособности форсунок, блок-схема которого представлена на рисунке 2.8.

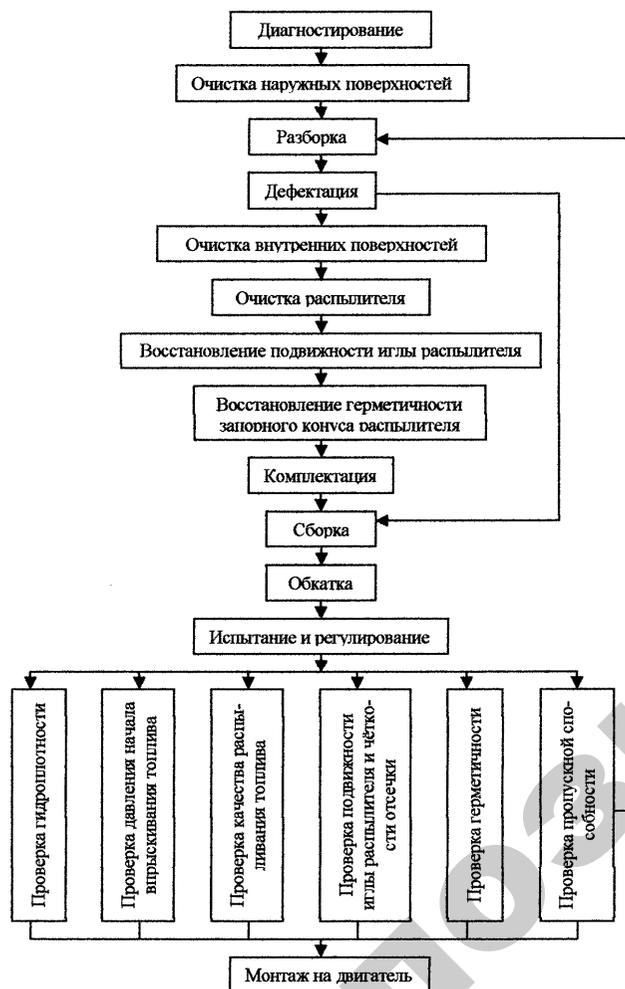


Рисунок 2.8 – Структурная схема технологического процесса выявления и устранения неисправностей форсунок

## Проверка давления начала впрыскивания топлива

Давление начала впрыскивания – давление топлива, необходимое для поднятия иглы распылителя. Давление начала впрыскивания определяется визуально по манометру прибора при нагнетании топлива в форсунку в момент впрыскивания. Момент максимального отклонения стрелки манометра и (или) максимального значения на дисплее в цифровой форме соответствует давлению начала впрыскивания топлива. Величина давления начала впрыскивания топлива форсунками должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Номинальное значение давления начала впрыскивания топлива форсунками автотракторных дизелей

Марка двигателя	Обозначение форсунки	Давление начала впрыскивания, МПа
Д-50/50А	16С46-3Б	13,0-13,5
СМД-14/15/18/19/20	11.1112010-391	17,5-18,0
Д-240/241/242/243/244/246/245	ФД-22М (ФДМ-22)	17,5-18,0 (21,6-22,5)
Д-21/37/120/144	16.1112010	17,0-18,0
Д-260	ФДМ-22	21,6-22,5
СМД-60/62	11.1112010-392	17,5-18,0
СМД-23/24/31/31А	11.1112010-39	17,5-18,0
ЯМЗ-236М/238М/238НД	26.03	21,0-21,8
ЯМЗ-236Н/Б, ЯМЗ-238Н/Д/Б	261-03	21,0-21,8
ЯМЗ-8401/8421/8422/8423/8424	181-11	22,0-22,8
ЯМЗ-240/240Б/240БМ/240Д	262-03	21,0-21,8
ЯМЗ-240Н/240П	263-03	21,0-21,8
КамАЗ-740.10	33.1112010-10	25,0-25,8
КамАЗ-740.10-20	33.1112010-02	22,0-22,6
КамАЗ-7403.10	271.1112010-01	23,5-24,1

Давление начала впрыскивания топлива у форсунок с регулируемым винтом регулируется ввертыванием или вывертыванием

винта при снятом колпаке форсунки и отвернутой контргайке. При ввертывании винта давление повышается, а при вывертывании – понижается. Один оборот винта в среднем соответствует изменению давления на 5 МПа. По окончании регулирования винт фиксируется контргайкой.

Давление начала впрыскивания топлива у форсунок с регулировочными шайбами регулируется снятием или постановкой под пружину пакета шайб. Регулирование выполняется при снятых гайке распылителя, проставке, штанге и пружине. При увеличении общей толщины пакета регулировочных шайб давление повышается. Изменение толщины пакета шайб на 0,05 мм приводит к изменению давления на 0,30–0,35 МПа. Число устанавливаемых шайб не должно превышать трех.

### **Проверка качества распыливания топлива**

Основными параметрами, оценивающими качество распыливания топлива, являются: дисперсность распыливания; равномерность распределения частиц по поперечному сечению струи топлива (факелу распыленного топлива); угол рассеивания струи (факела) топлива (для штифтовых распылителей); направление струй топлива из распыливающих отверстий носика распылителя (для бесштифтовых распылителей).

Качество распыливания топлива проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора и частоте впрыскиваний 60...80 в мин<sup>-1</sup> и определяется визуально по конусу рассеивания струй топлива.

Топливо, выходящее из распыливающих отверстий носика распылителя, должно быть при визуальном наблюдении в туманообразном состоянии, без заметных отдельных капель, сплошных струек, легко различимых местных сгущений и равномерно распределяться по сечению струи в виде конусного факела. Конус распыленного топлива должен находиться в пределах 10-20°. Начало и конец впрыскивания должны быть четкими. Для штифтовых распылителей допускается видимость стержня струи топлива.

### **Проверка подвижности иглы распылителя и четкости отсечки**

Подвижность иглы распылителя – свойство иглы распылителя при впрыскивании топлива свободно перемещаться в корпусе распылителя (без прихватывания и заеданий).

Подвижность иглы проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора.

При органолептическом способе оценки впрыскивание топлива должно сопровождаться четким прерывистым звуком, характерным для соответствующего конструктивного исполнения распылителя. Перед началом и по окончании впрыскивания возможно увлажнение корпуса распылителя. Условиями, обеспечивающими появление звука, являются отсутствие повышенного трения или прихватывания иглы в корпусе распылителя.

### **Проверка герметичности**

Герметичность форсунок по запирающему конусу распылителя определяется по скорости падения давления топлива вследствие неплотности в соединении конуса иглы и корпуса распылителя. Герметичность по запирающему конусу форсунки проверяется опрессовкой давление топлива на 1...1,5 МПа меньше давления впрыскивания.

Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого давления проверяется одновременно с проверкой герметичности по запирающему конусу распылителя.

Герметичность форсунки считается удовлетворительной, если в течение 15 с проверки на торце корпуса распылителя подтекания топлива не наблюдается. Допускается увлажнение носика распылителя (без появления капли).

Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости низкого давления форсунки, погруженной в ванну с дизельным топливом, проверяется опрессовкой воздухом под давлением 0,40-0,60 МПа. Не допускается пропуск воздуха в течение 10 с. Допускается не проверять у форсунок с регулировочными шайбами герметичность полости низкого давления.

## Проверка гидроплотности

Гидроплотность форсунки по направляющим цилиндрическим поверхностям иглы и корпуса распылителя форсунки определяется опрессовкой давлением топлива, выше давления впрыскивания, по скорости его падения.

Для форсунок ФД-22М время падения давления от 23 до 21 МПа должно быть 7...20 с. При этом на торце (носике) корпуса распылителя не должны наблюдаться увлажнение или подтекание топлива.

## Очистка

Наружные поверхности форсунки в сборе промывают в ванне типа ПИМ-640.160 моющим раствором МС-37 или дизельным топливом по ГОСТ 305. Во избежание попадания загрязнений во внутренние полости форсунки запрещается снимать защитные детали: заглушку с распылителя, гайку-колпачок со штуцера и пробку с колпака форсунки.

Очистка прецизионных деталей проводится в ультразвуковых ваннах типа УЗВ, с последующей промывкой в бензине по ГОСТ 2084, обдувкой сжатым воздухом и смазкой профильтрованным дизельным топливом.

Допускается очистка от нагароотложений запирающего конуса иглы распылителя щеткой из латунной проволоки, запирающего конуса корпуса распылителя и топливоподводящих каналов чистящими, а распыливающих отверстий соплового наконечника распылителя – стальной проволокой соответствующего диаметра из комплекта ПИМ-5319 с последующей промывкой в бензине и смазыванием профильтрованным дизельным топливом.

## Разборка

Форсунку разбирают на специальном приспособлении типа ПИМ-640.040 или в тисках с губками из мягкого металла, соблюдая конструктивную технологическую последовательность. Во избежание поломки фиксирующих штифтов запрещается отворачивать гайку распылителя, предварительно не вывернув до упора регулировочный винт и не отвернув гайку пружины. В случае заедания

иглы в корпусе распылителя ее хвостовик зажимают в тисках с губками из мягкого металла и, поворачивая корпус распылителя, извлекают иглу. Корпус распылителя и игла составляют прецизионную пару. Не допускается раскомплектовка корпуса распылителя с иглой.

## Дефектация

Не подлежат техническому обслуживанию и направляются на ремонт форсунки, имеющие следующие дефекты:

- кольцевую выработку на торцевой поверхности корпуса форсунки;
- поломку установочных штифтов;
- трещины, сколы и обломы любого размера и расположения;
- смятие и срыв более двух витков резьбы гаек распылителя, пружины, колпака и штуцера;
- риски на торцевой поверхности;
- цвета побежалости и коррозию на прецизионных поверхностях корпуса и иглы распылителя.

## Восстановление подвижности иглы

Подвижность иглы в корпусе распылителя восстанавливается нанесением притирочной пасты АСМ-1/0 НОМ по ГОСТ 25591 на направляющие поверхности с последующей совместной притиркой иглы в корпусе распылителя.

Иглу распылителя зажимают в патроне сверлильного станка так, чтобы между губками патрона и плечиками иглы было расстояние не менее 1 мм. Наносят на цилиндрическую поверхность иглы тонкий слой пасты и проводят совместную притирку корпуса и иглы при частоте вращения 50...200 мин<sup>-1</sup>.

После промывки распылителя в бензине и смазки дизельным топливом проверяется плавность перемещения иглы в корпусе распылителя. Игла, выдвинутая из корпуса распылителя на 1/3 длины ее рабочей цилиндрической поверхности, должна плавно и безостановочно опускаться до упора под воздействием собственной массы при любом угле поворота вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45° к вертикали. Местные сопротивления, препятствующие свободному перемещению иглы, не допускаются.

## Восстановление герметичности запорных конусов иглы и распылителя

При неудовлетворительном качестве распыливания проводят совместную притирку запорных конусов иглы и корпуса распылителя. Наносят на конус иглы тонкий слой пасты, изготовленной на основе порошка «Экстра-500». Попадание пасты на цилиндрическую часть иглы не допускается. Притирка проводится путем вращения иглы в корпусе. Вращение сопровождается легкими ударами корпуса распылителя по конусу иглы при частоте вращения 50...200 мин<sup>-1</sup> до образования на конусе иглы уплотняющего пояса шириной не более 0,7 мм. Распылитель после притирки тщательно промывают.

## Сборка

Сборку форсунки начинают с установки распылителя. Резьбовые соединения затягивают динамометрическим ключом, обеспечивая моменты затяжки крепежных деталей, приведенные в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Регламентируемый момент затяжки крепежных деталей

Наименование детали	Усилие затяжки, Н·м, для насосов дизелей типа:			
	6ТН, А4ТН, АТНМ	УТН	ЯМЗ	КамАЗ
Гайка распылителя	9-10	5-7	7-8	7-8
Колпак форсунки	9-11	10-11	8-10	-
Штуцер форсунки	12-14	11-12	8-10	10-12

По окончании затяжки гайки распылителя проверяется легкость хода иглы. При встряхивании форсунки должны быть слышны удары иглы о корпус распылителя.

## Обкатка

Собранные форсунки регулируются на давление начала впрыскивания и обкатываются на стенде для испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры в течении 15...20 мин на номинальном режиме.

## Испытание и регулирование

При контрольных испытаниях форсунок, которые проводят на соответствие требованиям ГОСТ 10579, проверяют: гидроплотность; давление начала впрыскивания топлива; подвижность иглы распылителя; качество распыливания топлива; герметичность по запирающему конусу распылителя; герметичности уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого и низкого давлений форсунки; пропускную способность форсунки.

Испытание форсунок должно проводиться на дизельном топливе по ГОСТ 305 или технологической жидкости с кинематической вязкостью 2,45-2,75 сСт.

## Проверка гидроплотности

Проверка форсунок на гидроплотность проводится так же, как и при диагностировании.

## Проверка давления начала впрыскивания топлива

Проверка давления начала впрыскивания топлива проводится так же, как и при диагностировании.

## Проверка качества распыливания топлива

Проверка качества распыливания топлива проводится так же, как и при диагностировании.

## Проверка подвижности иглы и четкости отсечки топлива

Проверка подвижности иглы и четкости отсечки топлива проводится так же, как и при диагностировании.

## Проверка герметичности

Проверка герметичности форсунок проводится так же, как и при диагностировании.

## Проверка пропускной способности

Пропускная способность определяется прокачиванием топлива через форсунку секцией стендового (контрольного) топливного насоса высокого давления.

После обкатки и регулировки форсунки поочередно присоединяются к одному и тому же штуцеру насоса с одним топливопроводом. Испытываются форсунки при номинальной частоте вращения вала насоса, полностью включенной и закрепленной рейкой. Разница в пропускной способности форсунок одного комплекта не должно превышать 4 %.

По результатам полученных значений форсунки комплектуются по пропускной способности на четыре группы (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Комплектование форсунок по пропускной способности

Номер группы	Значение пропускной способности, см <sup>3</sup> /1000 циклов.
0	106-108
1	108-110
2	110-112
3	112-114

Подобранные в комплект для установки на один двигатель форсунки не должны отличаться по пропускной способности более чем на 4 %.

## Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- перечень показателей и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 2.7);

Таблица 2.7 – Результаты предремонтного диагностирования

Наименование неисправности или дефекта	Способ и средства контроля	Величина параметра		Заключение
		номинальная	фактическая	
1	2	3	4	5
1. Давление начала впрыскивания топлива				
2. Качество распыливания топлива				
3. Подвижность иглы распылителя и четкость отсечки				
4. Герметичность форсунки				
5. Гидравлическая плотность				
6. Трещины, сколы, обломы				
7. Риски на торцевой поверхности				
8. Зависание иглы в корпусе распылителя				

– технологический маршрут ремонта.

## Контрольные вопросы

1. Укажите основные показатели работоспособности форсунок.
2. Как определяется и регулируется давление начала впрыскивания топлива форсункой?
3. Как определяется качество распыливания топлива форсункой?
4. Как определяется подвижность иглы распылителя форсунки?
5. Как определяется четкость отсечки топлива форсункой?

6. Как определяется гидроплотность форсунки?
7. Как определяется герметичность форсунки?
8. Как определяется пропускная способность форсунки?
9. Как восстанавливается герметичность распылителя форсунки по запорному конусу?
10. Приведите последовательность контрольно-регулирующих испытаний форсунки после ремонта.

### РАЗДЕЛ 3

## РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

На выпускаемых в настоящее время автомобилях и тракторах устанавливаются генераторы переменного тока. Применение данных генераторов обусловлено следующим: простотой конструкции, высокой надежностью, меньшими габаритами и массой. Генераторы переменного тока обеспечивают заряд аккумуляторных батарей при меньшей частоте вращения коленчатого вала.

Автотракторные генераторы предназначены для работы в однопроводной схеме электрооборудования с присоединением отрицательного вывода на корпус (массу).

Привод генератора осуществляется от двигателя посредством клиноременной передачи. Поэтому диапазон изменения частоты вращения ротора генератора достигает 6...8-ми кратной величины.

Генераторы переменного тока представляют собой трехфазную многополюсную синхронную электрическую машину с электромагнитным возбуждением и кремниевым выпрямительным блоком защищенного исполнения с приточной вентиляцией.

Для поддержания величины вырабатываемого напряжения на заданном уровне при изменении оборотов двигателя и потребляемого тока применяются в основном встроенные интегральные регуляторы напряжения.

### Оснащение рабочего места по ремонту автотракторного электрооборудования

1. Прибор КИ-1093.
2. Универсальный контрольно-измерительный стенд КИ-968.
3. Выпрямитель ВСМ-111.
4. Комплект приспособлений для ремонта автотракторного оборудования РЭМ-3.
5. Контрольная лампа 12 В.
6. Омметр М 371 до 10 Ом.
7. Штангенциркуль ШЦ-И 0-200-0,1.
8. Объекты ремонта (генератор 46.3701, магнето М-124Б)
9. Интегральный реле-регулятор 2-112Б.

10. Намагничивающий аппарат НА-5-ВИМ с комплектом сменных насадок.

11. Магнитометр МД-4 с приставками для проверки степени намагниченности ротора.

12. Динамометр пружинный до 10 Н.

#### **Техника безопасности при ремонте автотракторного электрооборудования**

1. Правильно устанавливайте и прочно закрепляйте проверяемые детали и приборы электрооборудования.

2. Перед пуском электродвигателя стенда проверьте собранную схему и надежность контактов.

3. Внимательно следите за показаниями приборов. В случае резких отклонений выключите стенд.

4. Не дотрагивайтесь до вращающихся частей стенда и автотракторного оборудования.

5. Не трогайте концы проводов высокого напряжения. Не прикасайтесь к оголенной части наконечников индукционного аппарата.

6. Не допускайте длительную работу стенда на максимальных оборотах.

7. Используйте по назначению приспособления и инструмент.

8. Самостоятельно не устраняйте неисправности стенда и другого оборудования.

9. Прекращайте работу, если замечен пробой тока на массу корпуса.

### **Лабораторная работа № 6**

#### **ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ АВТОТРАКТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ**

##### **Цель и задачи работы**

**Цель работы** – закрепить теоретические знания основных неисправностей элементов автотракторных генераторов, способы их обнаружения и устранения. Ознакомиться с оборудованием, приспособлениями и инструментом по ремонту генераторов. Приобрести практические навыки обнаружения и устранения неисправностей автотракторных генераторов.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы автотракторных генераторов, признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту автотракторных генераторов.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние генератора; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; выполнить основные операции ремонта автотракторного генератора.

##### **Задание на выполнение лабораторной работы**

1. Изучить правила техники безопасности при ремонте генераторов.
2. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
3. Провести предварительную проверку генератора без демонтажа с двигателя с помощью прибора КИ-1093.
4. При необходимости разобрать генератор на узлы, проверить обмотки на обрыв, замыкание на "массу", межвитковое замыкание.
5. Проверить выпрямительный блок.
6. Проверить интегральный реле-регулятор.
7. Выполнить отдельные ремонтные операции.
8. Собрать генератор.
9. Испытать генератор на контрольно-испытательном стенде КИ-968.

10. Выявить влияние частоты вращения ротора на напряжение (без интегрального реле-регулятора).

11. Составить отчет.

### Общие сведения

Для проверки и регулировки узлов и агрегатов автотракторного электрооборудования напряжением 12 и 24 В непосредственно на машине применяется переносной вольтамперметр КИ-1093. С его помощью проверяют:

- работу генераторов в режиме холостого хода и под нагрузкой;
- работоспособность реле-регулятора и величину напряжения им поддерживаемого;
- ток, отдаваемый генератором в нагрузку при различных задаваемых оборотах двигателя;
- ЭДС и напряжение аккумуляторной батареи;
- ток, потребляемый стартером;
- ток, потребляемый отдельными потребителями;
- электрические цепи между источниками энергии и потребителями.

Смонтирован прибор в портативном металлическом футляре и содержит:

- амперметр, позволяющий измерять (с дополнительными шунтами) токи величиной до 1500 А;
- тахометр, измеряющий обороты в интервале  $0...5000 \text{ мин}^{-1}$ ;
- вольтметр, позволяющий работать в пределах измерений  $0...3 \text{ В}$  и  $0...30 \text{ В}$  на переменном и постоянном токе;
- нагрузочный реостат, позволяющий прохождение тока до 25 А в течение 5 мин;
- клеммы и переключатели для подключения контролируемых цепей и выбора режима измерений.

Прибор очень прост в эксплуатации, надежен и достаточно портативен. Общий вид прибора и расположение органов управления показаны на рисунках 3.1, 3.2 соответственно.

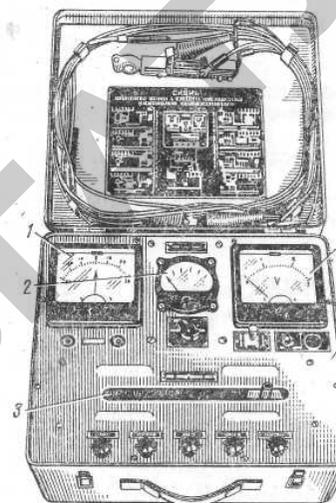


Рисунок 3.1 – Общий вид переносного вольтамперметра КИ-1093 ГОСНИТИ для проверки электрооборудования:

1 – амперметр; 2 – тахометр; 3 – нагрузочный реостат; 4 – вольтметр; 5 – корпус

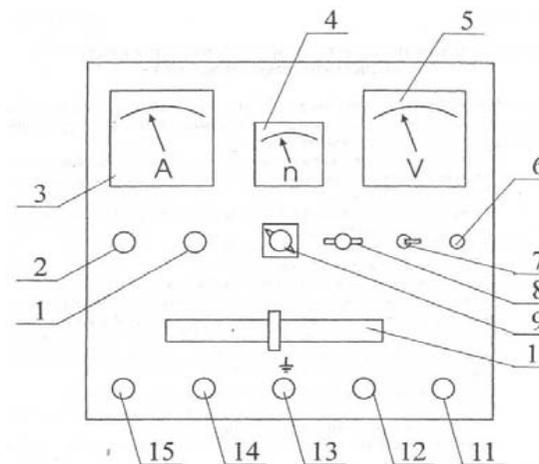


Рисунок 3.2 – Расположение органов управления прибора КИ-1093:

1 – штекерное гнездо 1500 А; 2 – штекерное гнездо 300 А; 3 – амперметр; 4 – тахометр; 5 – вольтметр; 6 – кнопка вольтметра; 7 – переключатель диапазонов вольтметра; 8 – переключатель полярности вольтметра и тахометра; 9 – переключатель диапазонов тахометра; 10 – нагрузочный реостат; 11...15 – клеммы подключения нагрузки и массы

Для испытания и регулировки узлов и агрегатов электрооборудования тракторов, комбайнов и автомобилей применяется универсальный контрольно-испытательный стенд КИ-968.

На стенде можно испытывать генераторы постоянного и переменного тока мощностью до 0,5 кВт, стартеры мощностью до 5 кВт, магнето, реле-регуляторы (неинтегральные), прерыватели-распределители, катушки зажигания, звуковые сигналы, конденсаторы и некоторые отдельные детали автотракторного электрооборудования.

Несмотря на отдельные недостатки (малая мощность, невозможность проверки некоторых электронных устройств, механический вариатор и т.д.) стенд обладает довольно широкими функциональными возможностями.

Основу стенда составляют двухскоростной электродвигатель мощностью 2,2 кВт, клиноременной вариатор, планетарный редуктор, 2 приводных вала и комплекс измерительных приборов, переключателей и соединительных проводов. Общий вид стенда показан на рисунке 3.3.

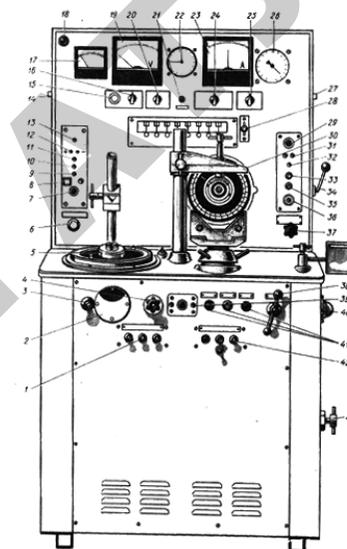


Рисунок 3.3 – Общий вид стенда КИ-968:

- 1 – переключатель аккумуляторных батарей; 2 – рукоятка включения синхрографа и прерывателя стенда; 3 – прерыватель стенда; 4 – вакуумнасос; 5 – синхрограф; 6 – высоковольтный вывод эталонной катушки зажигания; 7 – кнопка «Проверка конденсаторов»; 8 – зажим для подключения конденсаторов; 9 – гнездо «Прерыватель-распределитель»; 10 – гнездо «Батарея»; 11 – гнездо «Прерыватель стенда»; 12 – гнездо «Вольтметр»; 13 – гнездо «Синхрограф»; 14 – рукоятка регулировочного реостата; 15 – кнопка «Установка стрелки прибора ИУК на нуль»; 16 – рукоятка реостата установки стрелки прибора ИУК на нуль; 17 – ИУК-измеритель угла замкнутого состояния контактов прерывателя; 18 – вольтметр стенда; 19 – рукоятка переключателя вольтметра; 20 – сигнальная лампа «Сеть включена»; 21 – сигнальные лампы «12–24 вольта»; 22 – тахометр стенда; 23 – амперметр стенда; 24 – рукоятка переключателя «Испытание приборов зажигания»; 25 – рукоятка переключателя шунтов; 26 – вакуумметр; 27 – рукоятка нагрузочного реостата; 28 – рукоятка установки зазора разрядника; 29 – линза контрольной лампы; 30 – кронштейн; 31 – гнездо «Контрольная лампа 220 В»; 32 – гнездо «Подключение шунтовой обмотки генератора»; 33 – зажим подключения якоря генератора; 34 – рукоятка включения планетарного редуктора; 35 – зажим подключения якоря генератора; 36 – зажим подключения стартера; 37 – переключатель рода скоростей электродвигателя; 38 – кнопка «Включатель стартера»; 39 – рукоятка переключателя оборотов привода стенда; 40 – рукоятка регулировки оборотов привода стенда; 41 – кнопки управления электродвигателем; 42 – переключатель «Масса-зарядка»; 43 – рукоятка натяжения ремней вариатора

Таблица 3.1 – Основные технические данные генераторов переменного тока, используемые при диагностировании

Марка генератора	Марка двигателя	Частота вращения	Ток нагрузки, А
Г287-Д	ЯМЗ-240Б	1200	70,0
Г287-Е	ЯМЗ-238НБ	1350	70,0
Г306-К	СМД-60, -62, -64	1450	23,5
ГЗО9, 15.3701	СМД-66, -72	1600	55,0
Г306-Ж, 135.3701	Д-160, Д-158	780	23,5
545.3701	Д-160, Д-158	900	36,0
Г306-Б, 131.3701	А-01М	1450	23,5
541.3701, 461.3701	А-01М	1670	36,0
Г306-Г, 133.3701	А-41, СМД-14НГ, -14АН, -19, -20	1240	23,5
122.3701	СМД-31А	1330	30,0
46.3701	Д-240Т, -240ТЛ	1320	30,0
Г306-Д	Д-240, -240Л	1600	23,5
134.3701	Д-241, -241Л	1600	23,5
544.3701	Д-242, -242Л	1700	36,0
46.3701	Д-242, -242Л	1850	36,0
Г306-А, 13.3701	Д-65Н, -65М	1230	23,5
46.3701	Д-65Н, -65М	1420	36,0
Г306-И, 136.3701	Д-21А1	1300	23,5
469.3701	Д-21А1	1500	36,0
16.3701	ГАЗ-31029, ГАЗ-53	1100	65

Техническая характеристика генератора переменного тока 16.3701

Номинальное выходное напряжение – 14 В.  
 Летнее напряжение –  $13,65 \pm 0,45$  В.  
 Зимнее напряжение –  $14,75 \pm 0,45$  В.  
 Номинальная мощность – 900 Вт.

Номинальные обороты –  $1100 \text{ мин}^{-1}$ .  
 Максимальные обороты –  $2500 \text{ мин}^{-1}$ .  
 Диаметр провода обмотки статора – 1,25 мм.  
 Количество витков в обмотках статора – по 20 витков.  
 Сопротивление обмотки статора – 0,065 Ом.  
 Сопротивление обмотки возбуждения – 3,6 Ом.  
 Регулятор напряжения – встроенный интегральный Я112Б.  
 Наличие сезонной регулировки – есть.  
 Токовая характеристика при 14 В при совместной работе с аккумуляторной батареей приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Токовая характеристика генератора 16.3701

Обороты генератора, $\text{мин}^{-1}$	1600	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3400	3800	200	600	5000
Ток, А	0	7	13	21	26	30	33	38	42	45	48	50

Общий вид с разрезом генератора представлен на рисунке 3.4.

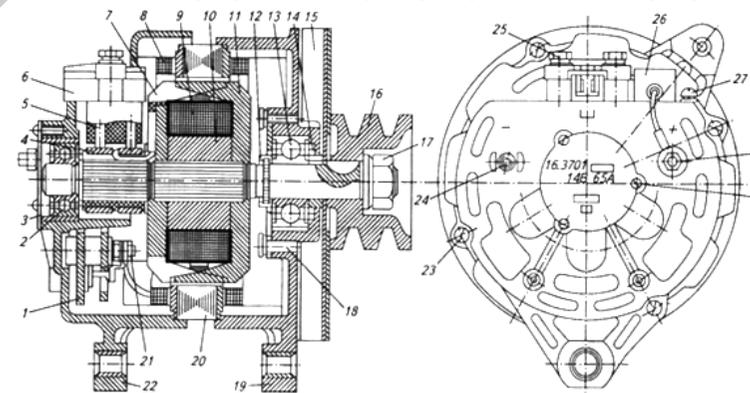


Рисунок 3.4 – Генератор 16.3701:

1 – выпрямительный блок; 2, 13 – подшипники; 3 – крышка подшипника;  
 4 – кольца; 5 – щетки; 6 – щеткодержатель; 7, 17 – шестиполосные магниты;  
 8 – обмотка статора; 9 – обмотка возбуждения; 10 – втулки ротора; 12 – стопорное кольцо; 14 – упорная втулка; 15 – крыльчатка вентилятора; 16 – шкив; 17 – гайка крепления шкива; 18 – винт крепления фланца подшипника; 19 – передняя крышка; 20 – сердечник статора; 21 – гайка болта соединения выходов фаз статора с выпрямителем; 22 – задняя крышка; 23 – стяжные винты; 24 – вывод «-»; 25 – болт крепления щеткодержателя; 26 – конденсатор; 27 – винт крепления конденсатора; 28 – вывод «+»; 29 – винт крепления крышки подшипника

## Порядок выполнения работы

### 1. Предварительная проверка генератора без демонтажа с двигателя с помощью прибора КИ-1093

Собрать схему согласно рисунку 3.5. Все потребители энергии должны быть выключены.

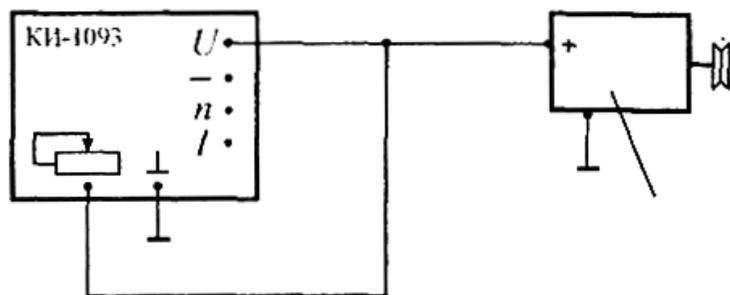


Рисунок 3.5 – Схема проверки работоспособности генератора в целом без снятия с двигателя

Включить двигатель и установить номинальные обороты.

Реостатом прибора нагрузить генератор до заданного падения напряжения и на этом режиме определить по амперметру прибора силу тока. Сравнить полученную силу тока с ее величиной по технической документации. При низком значении снять генератор с двигателя.

### 2. Разборка генератора

Установить генератор в приспособление для разборки.

Вывернуть винт и снять крышку-заглушку подшипника.

Удерживать специальным зажимом шкив, отвернуть гайку крепления подшипника вала ротора.

Отвернуть гайку крепления шкива с вала ротора. Спрессовать с вала ротора шкив с вентилятором, снять распорную втулку и вытянуть шпонку.

Вывернуть стяжные шпильки.

Съемником спрессовать с вала ротора крышку со стороны привода вместе с подшипником. Отвернуть винт, снять держатель подшипника и выпрессовать подшипник из гнезда крышки.

Выпрессовать вал ротора при помощи съемника из крышки.

Спрессовать с вала ротора шарикоподшипник и снять опорную чашку.

Отгнуть кабельные наконечники, отвернуть гайки, отсоединить фазные выводы обмотки статора от вывода на выпрямительном блоке в крышке.

### 3. Основные неисправности генераторов переменного тока

Статор: забоины и погнутости фиксирующих чашек, повреждение наружной изоляции полюсных катушек, обрыв провода между катушками, обрыв вывода катушек, повреждение изоляции вывода и короткое замыкание между витками катушек.

Ротор: износ посадочных мест под подшипники, износ шпоночной канавки, потеря магнитных свойств материала ротора, замыкание катушки возбуждения на массу.

Крышки: загрязнение и износ сальников и подшипников, посадочных мест под подшипники, деформация уплотнительных стальных шайб подшипниковых узлов, срыв резьбы.

Интегральный реле-регулятор: выход из строя из-за нарушения режимов эксплуатации, механического повреждения, попадания воды или заводского дефекта.

### 4. Выявление механических неисправностей

Произвести дефектацию деталей и узлов генератора и установить наличие механических износов и повреждений.

Задиры внутренней поверхности пакета статора.

Смятие и забой резьбы крышек и вала ротора.

Качание или смещение правой и левой половины ротора. Износ посадочных поверхностей под подшипники (допустимый зазор на валу не более 0,01 мм; в крышке – не более 3,94 мм).

Износ шпоночной канавки (допустимая ширина не более 3,94 мм).

Трещины и отколы крышек, шкива, вентилятора.

Износ боковых поверхностей (не более 0,5 мм), посадочного отверстия (не более 0,06 мм) и шпоночного паза (не более 0,12 мм) шкива.

Результаты проверки и осмотра занести в отчет. При наличии дефекта указать способ устранения неисправности.

### 5. Проверка исправности обмотки возбуждения ротора

Проверить ротор на межвитковое замыкание или обрыв обмотки возбуждения с помощью омметра. Подключить омметр между двумя

контактными кольцами. При исправности обмотки показания прибора в пределах  $3,7 + 0,2$  Ом. При наличии межвиткового замыкания в обмотке сопротивление будет меньше  $3,5$  Ом. При обрыве концов обмотки возбуждения или отпайке вывода обмотки от контактных колец сопротивление будет больше  $4$  Ом.

### 6. Проверка исправности статорной обмотки

Проверить фазовую обмотку на обрыв:

а) с помощью контрольной лампы установить один щуп лампы на соединение начала фаз (0), а второй поочередно на выводные концы каждой фазы (рисунок 3.6). Загорание лампы укажет на отсутствие обрывов в катушках обмотки.

б) с помощью омметра или тестера подключить щупы приборов к соединению начала фаз и поочередно к выводным концам фазы. Одинаковые показания приборов будут свидетельствовать об отсутствии дефектов. При обрыве показания омметра равны  $\infty$ , при замыкании в катушках обмотки показания омметра наименьшие (близкие к нулю).

Проверить замыкания фазовых обмоток статора на «массу», для чего один контрольный щуп лампы установить на корпус статора, а второй присоединить к одному из выводных концов фазовой обмотки. Загорание лампы укажет на наличие замыкания на «массу».

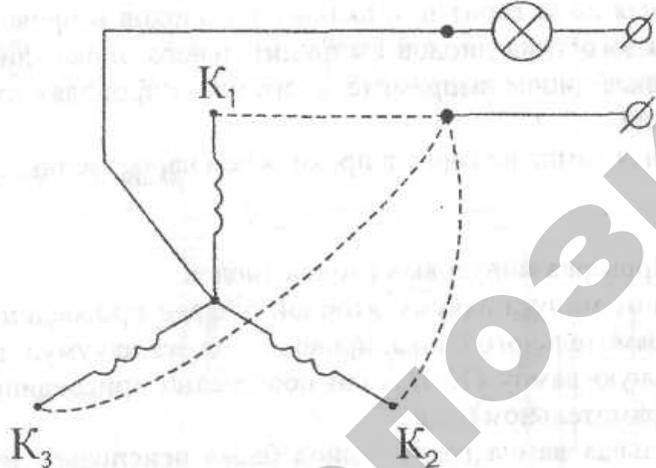


Рисунок 3.6 – Схема проверки статорной обмотки:  $K_1, K_2, K_3$  – выводные концы фаз

Проверить наличие межвиткового замыкания в катушках обмотки с помощью портативного дефектоскопа ПДО-1 (КИ-959) или с помощью омметра.

### 7. Проверка исправности выпрямительного блока

Блок проверяется на разобранном генераторе при отсоединенной обмотке возбуждения.

Проверка плюсовых выводов. Провод от минуса аккумуляторной батареи или выпрямителя на  $12$  В присоединить к плюсовой шине выпрямительного блока, а провод плюса аккумуляторной батареи через контрольную лампу ( $12$  В) поочередно присоединить к выводам диодов на выпрямительном блоке (рисунок 3.7).

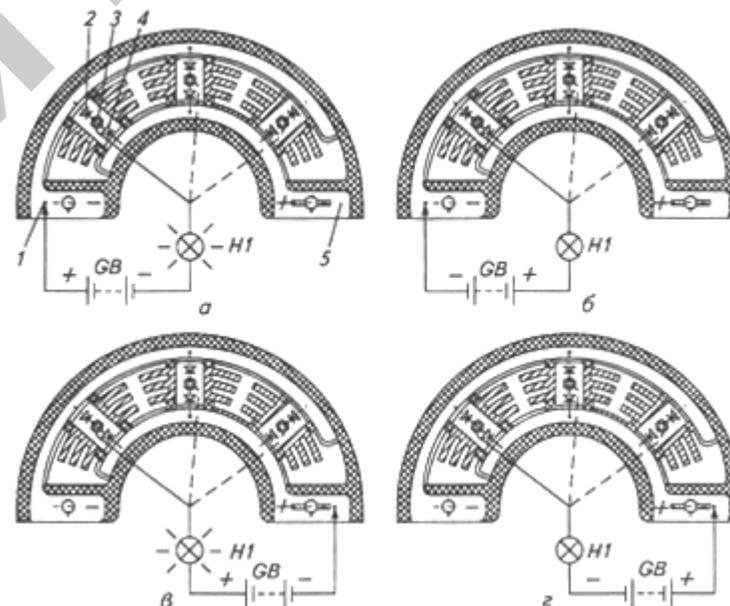


Рисунок 3.7 – Проверка диодов выпрямительного блока на пробой или обрыв цепи:  
 а, б – проверка диодов, присоединенных к контактной «-» пластине диодов;  
 в, г – проверка диодов, присоединенных к контактной «+» пластине;  
 1, 5 – контактные пластины; 2, 4 – диоды; 3 – зажимы блока диодов

Контрольная лампа горит при включении диодов в проводящем направлении для каждого типа диодов выпрямительного блока – диоды исправны, так как исправные диоды выпрямительного блока проводят ток только в одном направлении.

Контрольная лампа не горит в проводящем направлении – диоды неисправны.

Проверка минусовых вводов диодов. Провод от минуса аккумуляторной батареи присоединить к минусовой шине выпрямительного блока, провод от плюса аккумуляторной батареи через контрольную лампу (12 В 6 св.) поочередно присоединить к выводам диодов на выпрямительном блоке.

Контрольная лампа горит – диод блока неисправен из-за короткого замыкания.

Контрольная лампа не горит – диоды выпрямительного блока исправны.

При наличии неисправности диодов выпрямительный блок заменяется.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается проверка выпрямительного блока:

- от источника постоянного тока напряжением более 12 В;
- от источника переменного тока;
- без контрольной лампы, включенной последовательно с выпрямительным блоком.

## 8. Сборка генераторов из узлов и деталей

Собрать генератор, выполняя операции разборки в обратной последовательности.

Проверить контакт щеток с контактными кольцами.

Проверить свободное перемещение щеток в щеткодержателе.

Подключить через контрольную лампу (12 В, 6 св.) цепь обмотки возбуждения к аккумулятору или выпрямителю на 12 В и проверить наличие контакта щеток с кольцами.

Загорание лампы указывает, что контакт щеток с кольцами не нарушен.

## 9. Испытание генератора после ремонта

Проверить начальную скорость вращения ротора генератора без нагрузки (скорость, при которой генератор развивает напряжение 12,5 В), для чего:

– установить генератор на испытательный стенд, соединить его с приводом вращения и закрепить;

– собрать схему, приведенную на рисунке 3.8, запитав обмотку возбуждения от аккумуляторной батареи или выпрямителя напряжением 12,5 В;

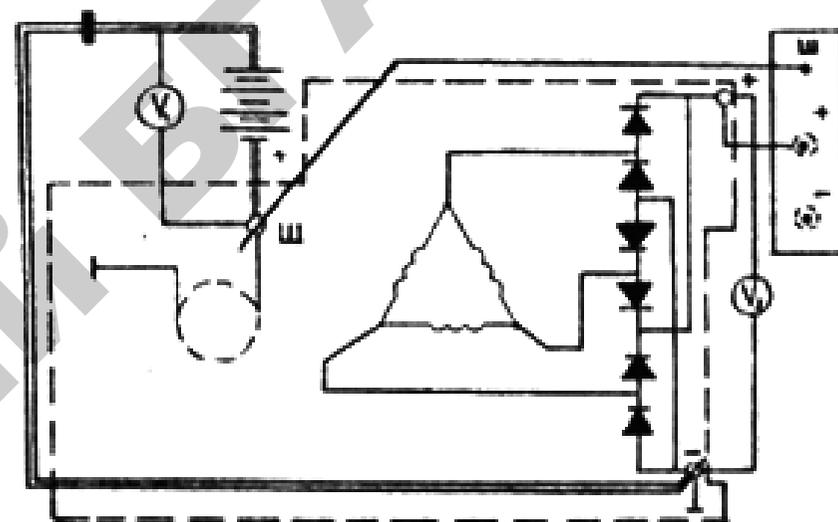


Рисунок 3.8 – Схема проверки генератора после ремонта без нагрузки

– установить регулировочный реостат стенда в положение «Макс», а нагрузочный реостат в положение «Мин»;

– запустить электродвигатель стенда нажатием на кнопку «левое» (в соответствии с направлением вращения);

– медленным поворотом рукоятки вариатора постепенно повышать скорость вращения ротора генератора до тех пор, пока напряжение на клеммах (по показанию вольтметра) не достигнет значения 12,5 В;

– отключить подпитку обмотки возбуждения от аккумулятора;

– зафиксировать начальную (минимальную) скорость вращения ротора генератора (по тахометру стенда) и записать в отчет.

Проверить начальную (минимальную) скорость вращения ротора генератора под нагрузкой (скорость, при которой генератор в холод-

ном состоянии при температуре  $20 + 5 \text{ }^\circ\text{C}$  дает номинальный ток силой в 28 А и развивает напряжение 12,5 В), для чего:

- установить генератор на испытательном стенде и соединить его с приводом вращения;
- собрать схему, приведенную на рисунке 3.9, запитав обмотку возбуждения от аккумуляторной батареи или выпрямителя напряжением 12,5 В;

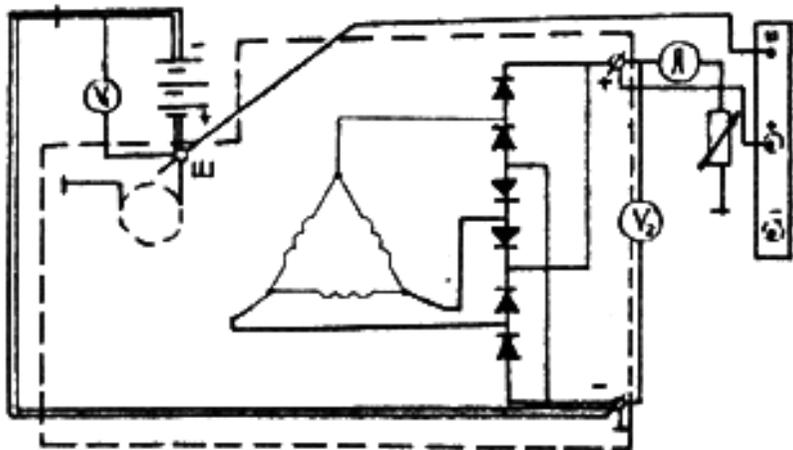


Рисунок 3.9. – Схема проверки генератора под нагрузкой

- установить регулировочный реостат в положение «Макс»;
- запустить двигатель стенда нажатием на кнопку «Левое» (в зависимости от направления вращения ротора);
- довести частоту вращения ротора до начальной (см. таблицу 3.1) и отключить подпитку возбуждения;
- установить рукоятку «нагрузка» в положение «реостат»;
- увеличивая нагрузку генератора поворотом вправо рукоятки нагрузочного реостата с одновременным постоянным увеличением скорости вращения ротора, поворотом рукоятки вариатора вправо довести ток генератора до 28 А (по показанию амперметра) при напряжении на клеммах 12,5 В (по показанию вольтметра);
- зафиксировать частоту вращения ротора (по тахометру стенда) при различных показаниях нагрузки (по амперметру) и записать в отчет.

Дать заключение о пригодности генератора к эксплуатации.

На основании полученных данных выявить влияние:

- а) частоты вращения ротора генератора « $n$ » на напряжение без нагрузки;
- б) частоты вращения ротора генератора « $n$ », нагрузки « $P$ » на напряжение  $E$ .

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- название и цель работы;
- название задания (бригадного или индивидуального);
- результаты предварительной безразборной диагностики;
- признаки внешнего проявления отказа;
- причины отказа;
- результаты дефектации узлов и деталей;
- схемы проверки исправности обмоток и выпрямительных блоков;
- предложения по восстановлению работоспособности;
- результаты испытания генератора на стенде КИ-968.

### Контрольные вопросы

1. В чем причины повышенного шума генератора при обкатке его на стенде?
2. Какое оборудование, приборы и инструмент должны быть на рабочем месте по ремонту генераторов переменного тока?
3. Назовите дефекты контактных колец ротора и способы их устранения.
4. Каковы способы обнаружения повреждения и ремонта фазовых обмоток статора?
5. Каков порядок и условия проверки диодов выпрямительного блока?
6. Назовите правила техники безопасности при проведении испытаний генератора.
7. Каковы технические условия на испытание генераторов переменного тока после ремонта?

## РЕМОНТ МАГНЕТО

### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по обнаружению основных неисправностей магнето и их устранению, выполнению основных регулировочных и контрольно-испытательных операций.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы магнето, признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, приспособлений и инструмента; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту магнето.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние магнето в сборе и каждой детали в отдельности; определить по выявленным неисправностям и дефектам содержание и объем ремонтных работ; выполнить основные операции ремонта магнето.

### Задание на выполнение работы

1. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
2. Изучить требования по технике безопасности при выполнении работы.
3. Провести предварительную проверку магнето.
4. Разобрать магнето на основные узлы и детали.
5. Выявить механические повреждения деталей магнето.
6. Проверить исправность индукционной катушки (трансформатора) магнето, собрать схему и испытать.
7. Проверить исправность прерывателя.
8. Проверить исправность конденсатора.
9. Проверить исправность и намагниченность ротора и, при необходимости, произвести намагничивание.
10. Проверить детали из электроизоляционных материалов на пробой искрой высокого напряжения.
11. Выполнить отдельные ремонтно-регулирующие операции.
12. Собрать магнето.
13. Испытать магнето после ремонта.

На тракторах и комбайнах система зажигания пусковых двигателей состоит из магнето, свечи зажигания и провода высокого напряжения. Магнето вырабатывает электрический переменный ток низкого напряжения (15–20 В) и преобразует его в ток высокого напряжения (11–24 тыс. В).

Ток высокого напряжения подается на свечу, которая образует искровой разряд между электродами, воспламеняя рабочую смесь пускового двигателя.

На тракторах, применяемых в сельскохозяйственном производстве, устанавливаются одноискровые и двухискровые магнето высокого напряжения.

Устройство магнето показано на рисунке 3.10. Техническая характеристика магнето М-124-Б приведена ниже.

Корпус магнето отлит из цинкового сплава.

Стойки (магнитопроводы) изготовлены из пластин электротехнической стали.

Индукционная катушка (трансформатор):

- первичная обмотка из 160-180 витков;
- провода ПЭЛ-1 диаметром 0,73-0,93 мм;
- вторичная обмотка из 11-13 тыс. витков;
- провода диаметром 0,07-0,08 мм;
- сердечник из пластин электротехнической стали.

Ротор:

- магнит из хромистой стали с напрессованными полюсными наконечниками из пластин электротехнической стали;
- частота вращения 250-4500 об<sup>-1</sup>;
- осевой зазор не более 0,05 мм;
- зазор с полюсными башмаками 0,10-0,15 мм.

Прерыватель:

- контакты вольфрамового сплава;
- зазор между контактами 0,25-0,35 мм;
- размыкание контактов (начало) при повороте ротора от нейтрали в сторону вращения при 8-18° (абрис магнето);
- усилие пружины, замыкающей контакты, 5-6 Н (0,5 – 0,6 кгс).

Конденсатор – емкость 0,25 мкф.

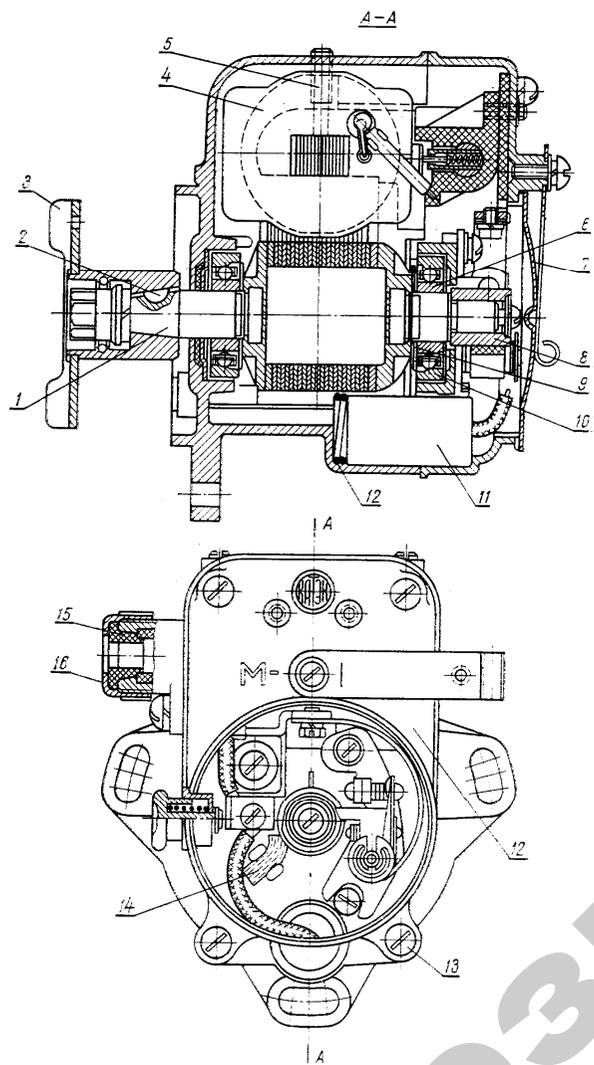


Рисунок 3.10 – Общий вид и разрез магнето:

1 – ротор; 2 – шпонка; 3 – полумуфта; 4 – трансформатор; 5 – шпилька; 6 – внутреннее кольцо шарикоподшипника; 7 – крышка прерывателя; 8 – кулачок прерывателя; 9 – регулировочная шайба; 10 – наружное кольцо шарикоподшипника; 11 – конденсатор; 12 – пружина; 13 – винт; 14 – войлочный фильц; 15 – резиновая шайба; 16 – зажимная гайка

В процессе эксплуатации возникают следующие неисправности магнето:

- плохой контакт между пластиной индукционной катушки (трансформатора) и соединительной пластиной крышки магнето вследствие окисления пластин или установки без натяга;
- увеличено переходное сопротивление между контактами прерывателя вследствие замазливания, подгорания или износа контактов;
- нарушена изоляция провода высокого напряжения и отход его от иглы вывода высокого напряжения;
- плохой контакт между корпусом конденсатора и корпусом магнето;
- потеря упругости пружины прерывателя;
- отсутствие искры при работе магнето;
- пробой конденсатора;
- обрыв вторичной обмотки или пробой изоляции индукционной катушки;
- пробой провода высокого напряжения на массу;
- замыкание на массу первичной обмотки или подвижного контакта прерывателя;
- механические повреждения и износ деталей;
- поломка пружины прерывателя;
- разрушение шарикоподшипников;
- износ шпоночных пазов, износ или срыв резьбовых соединений;
- обломы, царапины, трещины и изгибы;
- размагничивание ротора магнето.

### Порядок выполнения работы

#### 1. Провести предварительную проверку магнето и выявить необходимость его разборки и ремонта.

Внешним осмотром проверить комплектность магнето и выявить его наружные неисправности (повреждения). Данные осмотра записать в отчет.

Проворачивая ротор рукой, проверить легкость вращения, отсутствие шума подшипников, заедание ротора или подшипников, трение его о полюсные башмаки, наличие или отсутствие искры в проводе высокого напряжения и другие показатели магнето. Данные проверки и заключение о необходимости испытания, разборки и ремонта записать в отчет.

## 2. Разобрать магнето на узлы и детали, для чего:

- закрепить магнето в тисках на поворотном приспособлении;
- снять провод высокого напряжения, соединительную полу-муфту, крышки, индукционную катушку (трансформатор), прерыватель, ротор;
- разобрать узлы на детали по мере необходимости в зависимости от наличия дефектов в них;
- проверить состояние узлов и деталей, выявив в них неисправности механического характера: износ или повреждение резьбы в шпоночных канавках, задиры на внутренней поверхности полюсных стоек башмаков, износ посадочных мест под подшипниками и самих подшипников, изломы, трещины и отколы крошек и корпуса, износ и подгорание контактов и др.;
- определить способы устранения неисправностей.

**3. Проверить исправность индукционной катушки (трансформатора).** Характерными неисправностями трансформатора являются: повреждение изоляции, замыкание и обрывы обмоток, забоины и ржавчина на опорных поверхностях.

При повреждении трансформатор пропитывают глифталевым лаком, нагретым до 50-60 °С в течение 30–40 мин и затем 3–4 часа выдерживают в сушильном шкафу при температуре +100 °С (до полного затвердевания лака).

Обрыв выводного конца первичной обмотки от соединительной пластины устраняют припайкой (припой ПОС-40; флюс – канифоль).

Обрыв и замыкание в обмотках трансформатора выявляют, измеряя их сопротивление омметром:

- сопротивление первичной обмотки равно 0,3 Ом;
- сопротивление вторичной обмотки около 8000 Ом.

Обрыв в обмотках можно определить с помощью контрольной лампы, касаясь ее щупами концов проверяемой обмотки. Загорание лампы укажет на исправность обмотки.

**4. Проверить трансформатор магнето на бесперебойность и интенсивность искрообразования на стенде КИ-986 с прерывателем и эталонным конденсатором стенда,** для чего:

- собрать схему испытания трансформатора магнето на стенде КИ-968;

- установить трансформатор на подставку, изолировав сердечник от массы стенда;
- соединить выводы первичной обмотки (низкого напряжения) с гнездами 10 ("Батарея") и 11 ("Прерыватель стенда"), а вывод вторичной обмотки (высокого напряжения) – с разрядником;
- рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 7 мм;
- штекер переключателя 1 напряжения аккумуляторной батареи (или выпрямителя) установить в положение 12 В;
- переключатель вида 37 поставить в положение "Батарея", а переключатели 42, 24 и 19 соответственно в положения "Минус", "Исп.кат.зж." и "Генератор";

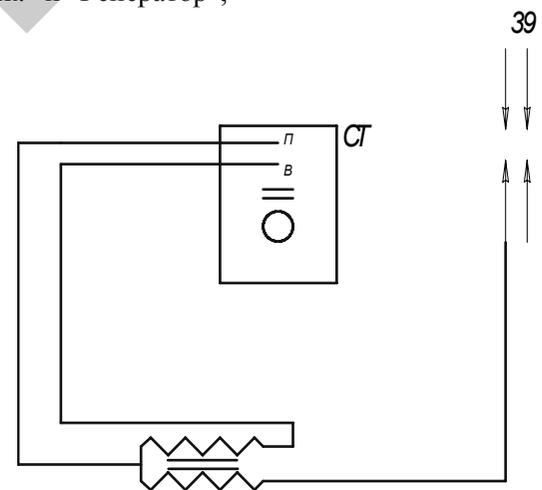


Рисунок 3.11 – Схема испытания трансформатора магнето на стенде КИ-986

- установить рукоятку переключателя скоростей 39 в положение "1-я ступень";
- включить рукояткой 2 синхрограф и вал прерывателя, а кнопкой 41 – привод стенда;
- рукояткой 40 установить привод на 600-700 об<sup>-1</sup>.

При исправном трансформаторе искрообразование должно быть бесперебойным. Искра – не менее 7 мм. Трансформатор выбраковывается при изломе электрода и щек, сквозных трещин наружной изоляции, а также электрическом пробое изоляции обмоток.

## 5. Проверить исправность прерывателя

Осмотреть и выявить износ поверхностей контактов, выступа кулачка, пятки и втулки молоточка, износ или срыв резьбы под винты.

Определить упругость пружины, замыкающей контакты.

Проверить прочность изоляции подвижного контакта (молоточка) на пробой.

Неисправности деталей прерывателя ведут к нарушению зазора между контактами, к изменению начала размыкания контактов относительно положения ротора, что приводит к изменению угла опережения зажигания и напряжения магнето, т.к. размыкание контактов происходит не в момент максимальной величины тока в первичной цепи.

Контакты прерывателя при наличии неровностей (наростов), окислов подгоревших мест зачистить мелкой наждачной шкуркой.

**6. Проверить состояние изоляции конденсатора на стенде КИ-663 путем включения испытуемого конденсатора вместо эталонного**, для чего:

- проверяемый конденсатор подключить к зажимам  $\delta$  на левой панели стенда;
- высоковольтный вывод  $b$  катушки зажигания соединить проводом высокого напряжения с разрядником и рукояткой  $28$  установить в нем зазор  $7$  мм;
- штекер переключателя полярности  $42$  установить в положение "Минус", и переключатель  $24$  в положение "Испытание конденсатора";
- рукояткой  $2$  "на себя" включить синхрограф;
- кнопкой  $41$  включить привод станка, а рукояткой  $40$  установить частоту его вращения  $700-800$  с<sup>-1</sup>;
- нажав кнопку  $7$  "Проверка конденсатора", сравнить искрообразование при испытуемом конденсаторе (кнопка нажата) с искрообразованием при эталонном конденсаторе (кнопка не нажата).

Если конденсатор пробит или имеет внутренний обрыв, искрообразование при нажатой кнопке прекратится. Сильное искрение между контактами прерывателя стенда также указывает на неисправность конденсатора. Неисправный конденсатор заменяется.

## 7. Проверить исправность ротора

Характерными неисправностями ротора являются: повреждение резьбы, прогиб вала, износ посадочных поверхностей под подшипники, размагничивание.

Внешним осмотром выявить механические повреждения полюсных наконечников (задиры, забоины, выступы отдельных пластин), при необходимости их зачистить. Проверить, нет ли изгиба полуоси.

Магнитометром МД-4 проверить намагниченность ротора. Причиной размагничивания является действие магнитного потока, создаваемого трансформатором, перегрев, сотрясения и удары.

Установить ротор в корпус магнето и повернуть его в нейтральное положение.

Установить магнитометр на стальные пластины дополнительного магнитопровода, соединенные со стойками башмаков крепления трансформатора.

Зафиксировать показание по верхней шкале магнитометра (для малогабаритных магнето). Степень намагниченности должна быть не менее  $200$  мкВб. Результаты измерения и выводы отразить в отчете.

Вынуть ротор из корпуса магнето, установить в прибор НА-5 для намагничивания роторов постоянным током, зажав ротор между намагничивающими губками, и закрепить. Соединить прибор с аккумуляторной батареей или выпрямителем и 2-3 кратковременными включениями рубильника длительностью не более 1-2 с произвести намагничивание.

Отключить ток, снять ротор с прибора, установить ротор в корпус магнето и замерить величину магнитного потока.

Результаты измерения записать. Дать схему соединения прибора при намагничивании в отчете.

**8. Проверить детали из электроизоляционных материалов на пробой**

Произвести наружный осмотр деталей распределителя, изготовленных из изоляционных материалов (карболита).

При наличии механических повреждений (трещин, обломов, царапин на проходящих через высоковольтные выводы и центральный электрод деталях) их устраняют склеиванием, заделкой клеем БФ-2 или эпоксидным клеем с наполнителем (бакелитовая или карболитовая мука, портландцемент и др.), предварительно засверлив концы трещины сверлом 1,5-2 мм и разделив трещину V-образно на глубину трещины.

Проверить электрическую прочность деталей из изоляционного материала током высокого напряжения (16000-20000 В) на стенде КИ-968, для чего закрепить деталь в зажимах кронштейна. Штекер полярности 42 установить в положение "Минус", рукоятку 24 – в положение "Испытание конденсатора", а рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 10 мм. Высоковольтный вывод 6 катушки зажигания стенда соединить проводом высокого напряжения с разрядником "Б".

Проводом высокого напряжения соединить разрядник стенда с токоведущей частью проверяемой детали, а провод высокого напряжения со щупом присоединить к массе стенда.

Включить синхрограф ручкой 2 "на себя". Кнопкой 41 включить привод станка, а рукояткой 40 установить частоту вращения 700-800 об<sup>-1</sup>. Щупом провода высокого напряжения касаться проверяемой детали в наиболее вероятных местах пробоя.

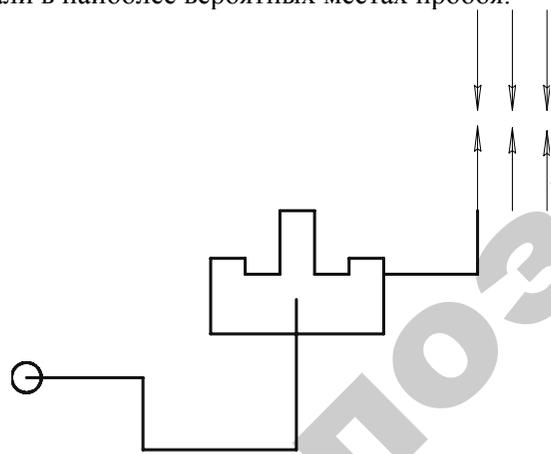


Рисунок 3.12 – Схема проверки электрической прочности деталей из изоляционного материала

Положение щупа на детали в момент прекращения искрения на разряднике укажет место пробоя. Результаты проверки и схему привести в отчете.

## 9. Сборка магнето

Собрать магнето, выполняя операции разборки в обратной последовательности, обеспечив взаимное расположение ротора и кулачка прерывателя, соответствующее максимальной скорости магнитного потока, т.е. чтобы при повороте ротора от нейтрального положения в сторону нормального вращения на угол 8-10° начали размыкаться контакты прерывателя. Зазор между контактами прерывателя установить на величину 0,25...0,35 мм.

При выводе ротора из нейтрального положения на 70-75° он должен самоустанавливаться по нейтрали. Осевой зазор ротора должен быть не более 0,05 мм (не ощущаться от руки). Зазор ротора с полюсными башмаками должен быть в пределах 0,10-0,15 мм.

Установить трансформатор, создав надежный контакт провода низкого напряжения с соединительной пластиной и обеспечив плотное прилегание сердечника трансформатора к стойкам полюсных башмаков корпуса.

## 10. Испытание магнето после ремонта

Собранное и отрегулированное магнето испытать на интенсивность и бесперебойность искрообразования на стенде КИ-968, для чего:

- установить магнето в крепежном устройстве стенда, с помощью муфты соединить с валом привода вращения, отцентрировать и закрепить;
- высоковольтный вывод магнето соединить проводом высокого напряжения с электропроводом разрядника стенда;
- рукояткой 28 установить зазор между электродами разрядника, равный 7 мм;
- включить стенд кнопкой 41 на соответствующее направление вращения и рукояткой 40 плавно изменять обороты в пределах от 50 до 3500 об<sup>-1</sup>. При этом искрообразование должно быть бесперебойным;
- установить частоту вращения ротора 800-1000 об<sup>-1</sup> и, увеличивая зазор между электродами разрядника до 10 мм, произвести про-

верку состояния высоковольтной изоляции. В исправном магнето перебоев в искрообразовании не должно быть;

– данные испытаний, схему и заключение привести в отчете;  
– исследовать влияние неисправностей или регулировок на показатели работы магнето (по указанию преподавателя):

а) изменение магнитного потока в зависимости от величины зазора в магнитной цепи (при постоянном зазоре между ротором и полюсными башмаками корпуса);

б) зависимость напряжения вторичной цепи трансформатора от частоты вращения ротора магнето (в координатах  $n - E_2$ , определенном значении магнитного потока  $\Phi_{\text{макс}} = 150, 200, 250$  мкВб). По горизонтали откладывать частоты вращения ротора  $n = 250, 500, 1000, 1500, 2000$  об<sup>-1</sup>; по вертикали – вторичное напряжение, определяемое по величине искрового промежутка (зазора) трехэлектродного разрядника, и его характеристика (рисунок 3.13);

в) зависимость вторичного напряжения от величины зазора между контактами прерывателя при определенной частоте вращения ротора.

Построить график зависимости напряжения вторичной цепи трансформатора от частоты вращения ротора магнето (или "дуги" по указанию преподавателя).

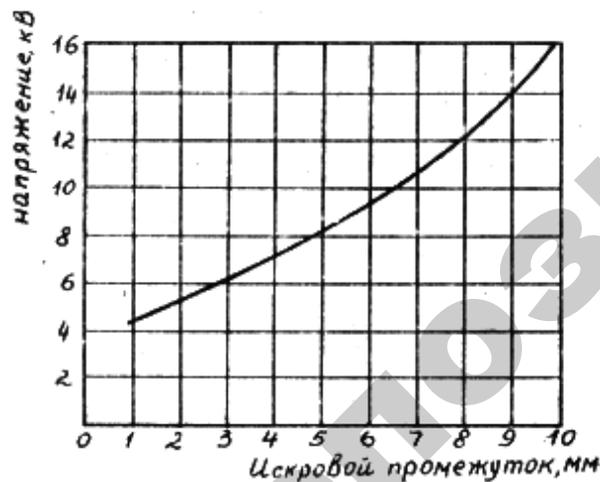


Рисунок 3.13 – Величина искрового промежутка трехэлектродного разрядника

## Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:  
– наименование и цель лабораторной работы;  
– перечень показателей (в соответствии с пунктами раздела «Порядок выполнения работы») и результаты выполненных измерений с предложениями по содержанию ремонтных работ.

## Контрольные вопросы

1. Укажите причины повышенного шума магнето при проворачивании ротора.
2. Какое оборудование, приборы и инструмент должны быть на рабочем месте по ремонту магнето?
3. Каков порядок разборки магнето?
4. Назовите дефекты ротора магнето и способы их устранения.
5. Каковы способы проверки исправности трансформатора магнето?
6. Укажите последовательность испытания магнето после ремонта.
7. Назовите правила техники безопасности при испытании магнето.

## РАЗДЕЛ 4

### РЕМОНТ АГРЕГАТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В настоящее время на тракторах, кроме отдельно-агрегатной гидравлической навесной системы, устанавливаются гидравлические системы рулевого управления колесных тракторов, сервоприводы механизмов поворотов гусеничных машин, гидравлические системы трансмиссий редукторов вала отбора мощности и другие механизмы, действие которых основано на применении гидравлики. Насыщение тракторов гидроприводами обуславливает необходимость повышения уровня эксплуатации и технического обслуживания гидросистем, является важным фактором повышения производительности руда. Эффективность использования гидросистем во многом зависит от квалификации работников, занятых эксплуатацией тракторов и ремонтом гидросистем. Для технического обслуживания и текущего ремонта агрегатов гидравлической системы в центральных ремонтных мастерских СПК, ПМК, а также в мастерских общего назначения «Райагросервиса» оборудуются рабочие места, которые оснащаются сложным технологическим оборудованием. Поэтому при прохождении курсов «Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники», «Технология производства и ремонта машин» для расширения знаний студентов предусматривается выполнение лабораторных работ по испытанию агрегатов гидравлических систем, что позволяет не только изучить устройство специального оборудования, ознакомиться с техническими требованиями, но и получить практические навыки по регулировке, ремонту и испытанию агрегатов гидросистем.

#### Оснащение рабочего места по ремонту агрегатов гидросистем

1. Стенд для испытания агрегатов гидроприводов сельскохозяйственной техники КИ-4815М.
2. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060.
3. Комплект оснастки для текущего ремонта гидроагрегатов ОР-12510.

#### Техника безопасности при ремонте агрегатов гидросистем

На работу на стендах для испытания агрегатов гидросистем распространяются общие требования правил техники безопасности.

1. К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности.
2. Работа на стендах разрешается после изучения их устройства, наладки и безопасных приемов работы.
3. Первоначальный пуск производится обязательно в присутствии и с разрешения преподавателя или учебного мастера.
4. Запрещается производить какие-либо операции, связанные с обслуживанием и ремонтом стенда, подключенного к электрической сети.
5. В обязательном порядке необходимо строго выполнять все требования правил электрической безопасности, обращая особое внимание на исправное состояние заземляющих устройств и отсутствие оголенных токоведущих деталей.
6. Перед испытанием гидроагрегатов необходимо убедиться в надежном их креплении на стенде.
7. При присоединении шлангов не допускаются их скручивание и перегибы в месте заделки, так как это вызывает повышенные местные сопротивления и может явиться причиной разрыва шланга.
8. Запрещается производить крепежные, регулировочные работы и устранять неисправности гидроагрегатов и арматуры во время работы стенда.

## Лабораторная работа № 8

### РЕМОНТ ШЕСТЕРЕННЫХ НАСОСОВ ГИДРОПРИВОДОВ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта шестеренных насосов гидроприводов.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы шестеренных насосов; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, инструмента и приспособлений; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту шестеренного насоса.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние шестеренного насоса; разработать технологический маршрут и выполнить работы по его ремонту; провести контрольные испытания.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить устройство и работу станда.
2. Изучить технические рекомендации по ремонту шестеренных насосов.
3. Определить по результатам испытания техническое состояние насоса.
4. Разработать технологический маршрут и выполнить ремонтные работы.
5. Оформить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Основные неисправности гидронасосов и указания по их устранению приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные неисправности гидронасосов и указания по их устранению

Неисправности	Причины неисправностей	Указания по устранению неисправностей
Вспенивание масла в баке	Износ кромки манжеты ведущей шестерни	Замените манжету; при необходимости отполируйте поверхность шестерни в месте контакта с манжетой
Подача насоса ниже нормы	Повреждение манжет, уплотняющих сопряжения качающего узла	Замените манжеты; установите металлические пластины ремонтного размера в пластики

#### Устройство и работа станда КИ-4815М

Основными составными частями станда являются рама, привод, гидравлическая система и электрооборудование. Техническая характеристика станда приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Техническая характеристика станда КИ-4815М

Тип	Стационарный
Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	140±5(14±0,5)
Максимальное давление, ограничиваемое предохранительным клапаном, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	175 (17,5)
Диапазон расходов рабочей жидкости в пределах, л/мин	7...120
Привод	клиноременный от электродвигателя
Мощность электродвигателя, кВт	22
Частота вращения вала привода насоса, об/мин	1200±10
Охлаждение рабочей жидкости	Водяное
Номинальная температура рабочей жидкости, °С	50±5
Рабочая жидкость	Масло моторное М <sub>10</sub> Г
Вязкость рабочей жидкости при 50°С, с-Ст	40...60
Объем рабочей жидкости, л	90
Масса станда (без принадлежностей), кг	850
Габариты станда, мм	1640×880×1650

Рама станда сварной конструкции предназначена для установки и крепления узлов привода, гидросистемы, электрооборудования и приборов. Привод станда состоит из электродвигателя и клиноременной передачи (с передаточным отношением  $i = 1,21$ ), обеспечивающей приводному валу с кулачковой муфтой частоту вращения 1200 об/мин. Электродвигатель установлен на чугунной плите, которая шарнирно крепится к раме. Натяжение ремней привода производится при помощи натяжного болта, расположенного, с правой стороны станда. Стрела прогиба ремня должна быть в пределах 8...10 мм при усилии 3...4 кг (30...40 Н).

Гидравлическая система станда включает в себя бак, который служит резервуаром рабочей жидкости. Сверху бак закрыт заглубленным поддоном, имеющим сетчатый фильтр, через который заливается рабочая жидкость. На поддоне имеется указатель уровня рабочей жидкости, горловина для прохода всасывающего трубопровода насоса. Сливная труба закрыта заглушкой. В патрубке гидробака установлены датчики терморегулятора и дистанционного термометра. Гидравлический блок имеет щелевой дроссель, при помощи которого создается необходимая нагрузка при испытании агрегатов, и предохранительный клапан, отрегулированный на максимальное давление нагрузки. Сетчатый фильтр предназначен для грубой очистки рабочей жидкости. Он предохраняет центробежный фильтр от засорения его сопел крупными частицами. Краном, который имеет два переключателя шарикового типа, рабочая жидкость направляется первым переключателем на тонкую очистку в центробежный фильтр или на измерение потока жидкости счетчиком.

Вторым переключателем поток жидкости направляется на один из двух счетчиков. Один из счетчиков (ШЖУ-40С-6) включается для измерения расхода жидкости в пределах 40... 120 л/мин, а второй – (ШЖУ-25М-16) - для измерения в пределах 7... 40 л/мин. Чтобы предохранить счетчики от загрязнения, включение их производится после предварительной работы испытуемого насоса через центробежный фильтр тонкой очистки рабочей жидкости. В корпусе фильтра имеется редуцирующий клапан, обеспечивающий давление перед фильтром 6...6,5 кг/см<sup>2</sup> (0,6...0,65 МПа) для нормального режима очистки. Частота вращения ротора центробежного фильтра должна быть в пределах 5000 ... 6000 об/мин.

Для охлаждения рабочей жидкости в станде предусмотрена система охлаждения, которая состоит из бака с распределительной трубой и установленной в баке сердцевине радиатора (трактора МТЗ-80). Охлаждение жидкости производится водой от водопроводной сети. Присоединительный штуцер подключения станда к водопроводу обозначен табличкой «Подвод». Слив воды из системы производится из штуцера «Отвод». Для слива воды из радиатора установлен сливной кран, который обозначен табличкой «Слив». Заданная температура рабочей жидкости поддерживается автоматически при помощи терморегулирующей системы. Система включает в себя регулятор температуры (ТР-15), который подает необходимое количество воды в охлаждающее устройство. В сливном патрубке бака гидросистемы установлен датчик регулятора температуры, который омывается рабочей жидкостью, поступающей из охлаждающего устройства. В этом же патрубке снизу установлен датчик дистанционного термометра.

Принципиальная гидравлическая схема станда КИ-4815М приведена на рисунке 4.1. Установленный на станде испытуемый насос забирает рабочую жидкость из гидробака по всасывающему резиновому рукаву. Нагнетательная полость насоса гибким шлангом высокого давления присоединяется к штуцеру входа в гидравлический блок с дросселем ручного управления. Манометр 4 показывает давление, соответствующее степени открытия дросселя. Рабочая жидкость проходит через фильтр 5 и краном 6, имеющим два переключателя, может быть направлена либо на тонкую очистку в центробежный фильтр 8, либо на замер через один из двух счетчиков 10 или 11. Редуцирующий клапан 9 обеспечивает режим работы центробежного фильтра, контролируемый по манометру 7. Рабочая жидкость охлаждается до температуры, заданной регулятором 13, в охлаждающем устройстве 12. Температура жидкости измеряется термометром 14.

Пусковая аппаратура станда размещена в ящике. Запуск электродвигателя привода производится кнопочной станцией ПКЕ-222-3.

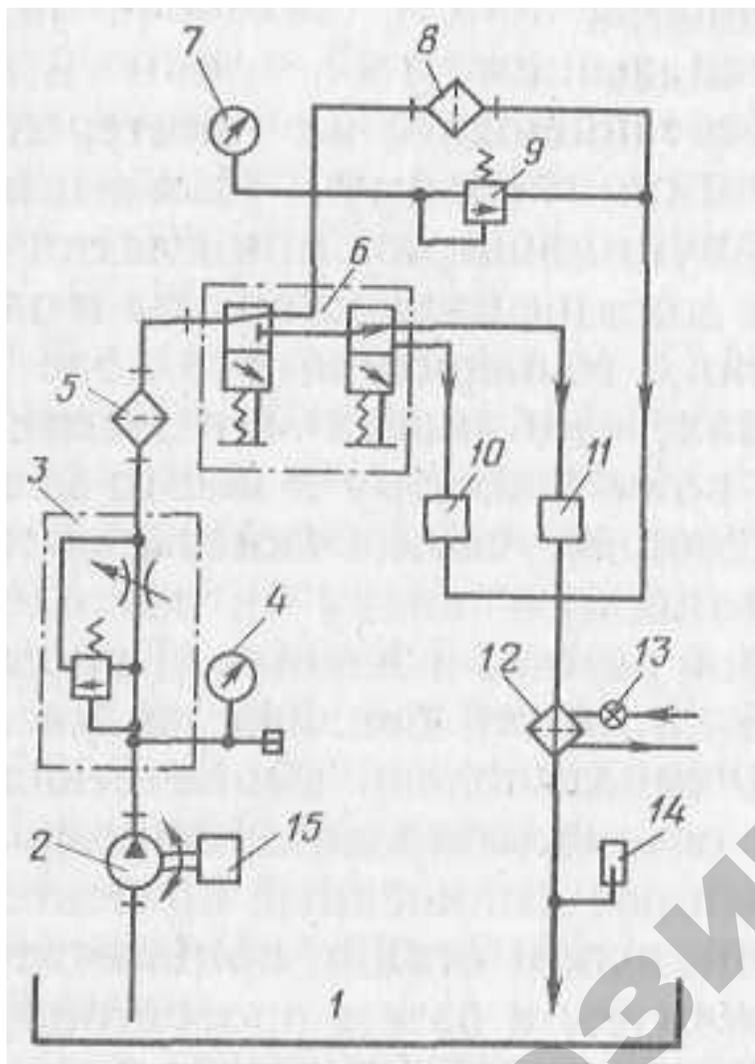


Рисунок 4.1 – Гидравлическая принципиальная схема стенда КИ-4815М:  
 1 – бак; 2 – насос; 3 – блок гидравлический; 4 – манометр 0–1,6 МПа (0–16 кгс/см<sup>2</sup>); 5 – фильтр; 6 – кран; 7 – манометр 0–25 МПа; 8 – центробежный фильтр; 9 – редукционный клапан центробежного фильтра; 10, 11 – счетчики жидкости; 12 – охлаждающее устройство; 13 – регулятор температуры; 14 – термометр; 15 – двигатель

Расположение приборов и элементов управления стенда КИ-4815М показано на рисунке 4.2.

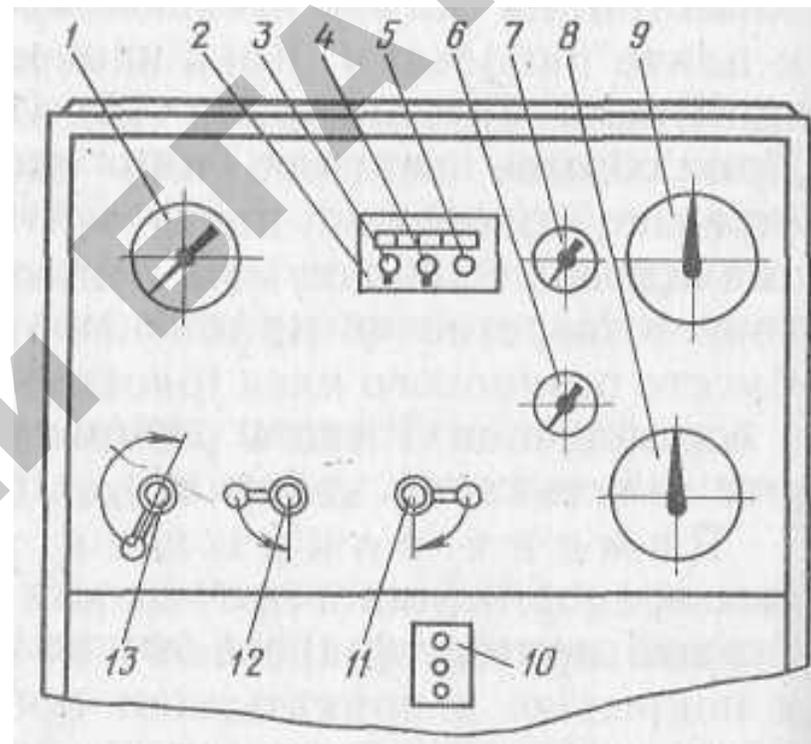


Рисунок 4.2 – Расположение приборов и элементов управления стенда КИ-4815М:

1 – манометр давления нагружения; 2 – счетчик оборотов; 3 – питание счетчика; 4 – включение счетчика; 5 – сброс показаний счетчика; 6 – термометр; 7 – манометр центробежного фильтра; 8 – счетчик 7 – 40 л/мин; 9 – счетчик 40 – 120 л/мин; 10 – управление электроприводом; 11 – рукоятка переключения счетчиков жидкости; 12 – рукоятка включения счетчиков; 13 – рукоятка дросселя

На передней стороне стенда расположена установочная плита, на которой крепятся испытуемые агрегаты. На рисунке 4.3 показано расположение присоединительных штуцеров и элементов подсоединения.

Технические требования на испытания насосов приведены в таблице 4.4.

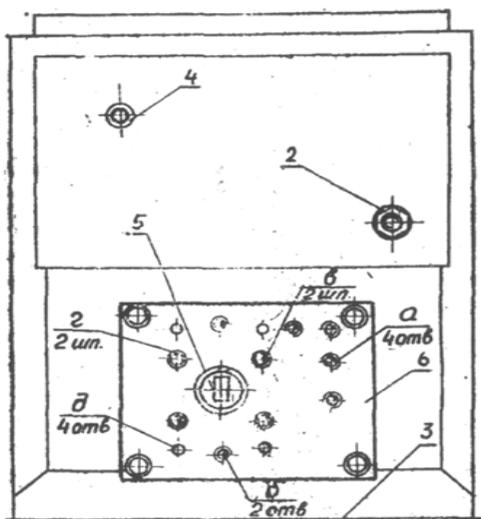


Рисунок 4.3 – Расположение штуцеров и элементов присоединения стэнда КИ-4815М:

1 – горловина для прохода всасывающего шланга насоса; 2 – штуцер подсоединения к линиям нагружения стэнда; 3 – штуцер слива в бак при испытании гидроагрегатов; 4 – основание приспособления для регулировки гильзы золотника; 5 – кулачковая муфта привода насосов; а – четыре резьбовых отверстия крепления приспособления для установки распределителей Р 75 и Р 150; б – два резьбовых отверстия крепления приспособления для установки насосов НШ-32, НШ-46, НШ-50; в – две установочные шпильки крепления переходной плиты для насосов НШ-10; г – две утопающие шпильки крепления установочной плиты для насосов НШ-32 и НШ-50; д – четыре отверстия для крепления насосов НШ-67 и НШ-100

Таблица 4.4 – Технические требования на испытание насосов гидравлических систем

Наименование показателей и условия испытания	Норма для насосов						
	НШ-10Е	НШ-32У	НШ-46У	НШ-32-2	НШ-50-2	НШ-67	НШ-100-2
1	2	3	4	5	6	7	8
Контрольный объем масла, л	20	60	90	60	100	140	200
Объемная подача насоса, см <sup>3</sup> /об: нового	10	31,7	45,7	31,5	50,8	69	98,8
при первом ремонтном размере шестерен	9,72	32,07	46,7	30,93	49,11	68,19	95,96

1	2	3	4	5	6	7	8
при втором ремонтном размере шестерен	9,44	31,61	46,07	30,25	47,22	67,02	94,57
при третьем ремонтном размере шестерен	9,13	30,86	45,25	29,58	46,35	65,8	93,18
Герметичность проверяется за 2 цикла по 0,5 мин поднятием давления от 0 до ..., МПа	14	14	14	16	16	13,5	13,5
Объемный к.п.д. (определяется не менее 3-х раз)	0,9	0,9	0,9	0,92	0,92	0,92	0,92
Допускаемый объемный к.п.д.	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,65	0,65
Число импульсов при испытании	3600	3400	3600	4400	4800	3700	3600
Частота вращения вала насоса,	1500	1650	1650	1920	1920	1700	1700
Производительность, л/мин: нового	13,5	47 ..	68	55,5	89,6	108	-1154
при первом ремонтном размере шестерен	13,13	47,6	69,3	54,6	86,74	106,65	150
при втором ремонтном размере шестерен	12,75	46,8	68,4	53,4	83,4	104,82	147,8
при третьем ремонтном размере шестерен	12,32	45,8	67,2	52,2	81,2	102,9	145,7
Номинальное давление, МПа	14	10	10	14	14	14	14

### Порядок выполнения работы

Ремонт шестеренных насосов выполняется в соответствии с технологическими рекомендациями выполнения работ по разборке насосов, дефектации и ремонту деталей, сборке и испытанию насосов.

#### Разборка шестеренных насосов

Разберите насос, руководствуясь рисунками 4.4 и 4.5 в следующей последовательности:

рисунок 4.4, а – 13, 9, 2, 8, 7, 4, 6, 5, 4, 2;

рисунок 4.4, б – 13, 9, 2, 17, 14, 16, 5, 6, 4;

рисунок 4.4, *в* – 2, 9, 14, 7, 5, 6, 4, 7, 14;  
 рисунок 4.5, *а, б* – 20, 7, 6, 2, 5, 8;  
 рисунок 4.5, *в* – 7, 21.

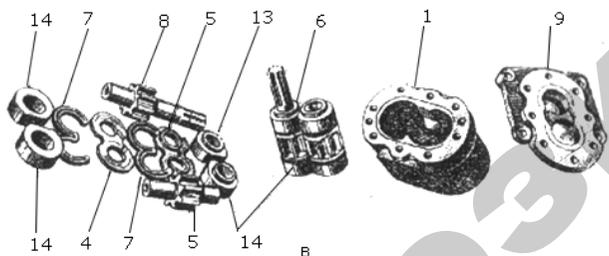
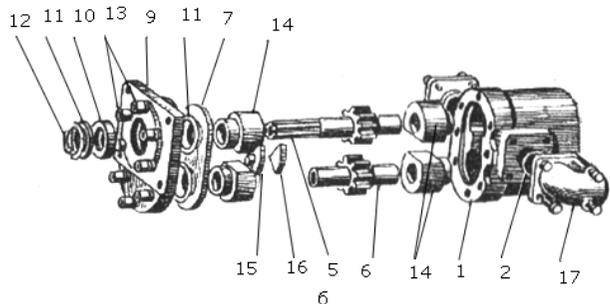
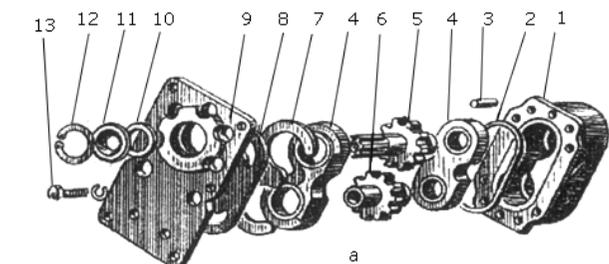


Рисунок 4.4 – Насосы гидроприводов: *а* – НШ10Е; *б* – НШ46У, *в* – НШ50У-2;  
 1 – корпус насоса; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – штифт; 4 – подшипниковый блок;  
 5 – ведущая шестерня; 6 – ведомая шестерня; 7 – уплотнительная манжета; 8 – пластина;  
 9 – крышка; 10 – манжета ведущей шестерни; 11 – опорное кольцо; 12 – стопорное  
 кольцо; 13 – болт; 14 – втулка шестерни; 15 – специальное уплотнение; 16 – вкладыш;  
 17 – угловая муфта

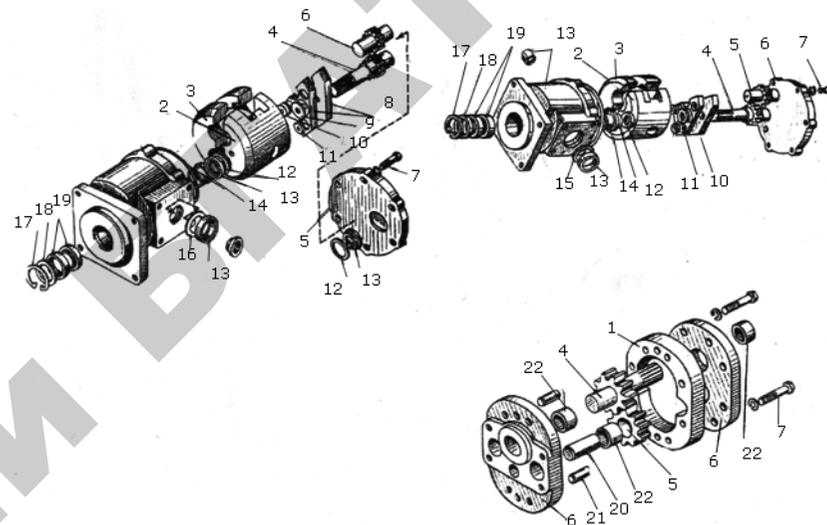


Рисунок 4.5 – Шестеренные насосы: *а* – НШ32; *б* – НШ67, НШ71, НШ100;  
*в* – НМШ25; 1 – корпус насоса; 2 – обойма поджимная; 3 – подшипниковая  
 обойма; 4 – ведущая шестерня; 5 – ведомая шестерня; 6 – крышка; 7 – болт;  
 8 – пластик; 9, 11, 13, 15, 19 – манжеты; 10, 16 – пластины; 12 – предохранительное  
 кольцо; 14 – уплотнительное кольцо; 17 – пружинное кольцо; 18 – опорное кольцо;  
 20 – ось; 21 – штифты; 22 – втулки; 23 – центрирующая втулка

При разборке насосов ведомую и ведущую шестерни, а также верхние и нижние втулки, компенсаторы насосов НШ32У, НШ46У, НШ32У-3, НШ50У-2 не обезличивайте, так как они приработаны, а шестерни подобраны по размерным группам с разностью по высоте не более 0,004 мм.

Зубья шестерен, находящихся в зацеплении, целесообразно маркировать парами, чтобы при сборке не нарушить их приработку. Нарушение контакта между зубьями шестерен будет способствовать увеличению внутренних утечек рабочей жидкости в насосе.

Чтобы извлечь из корпуса шестеренных насосов НШ32-3, НШ50-3, НШ 100-3, НШ71 детали качающего узла (подшипниковую обойму 3, ведущую 4 и ведомую 5 шестерни, поджимную

обойму 2 с платиками 8), извлеките из отверстий приемной полости корпуса 1 центрирующую втулку 23.

При разборке не допускайте повреждение поверхностей колодцев корпусов, втулок и обойм.

#### *Дефектация деталей шестеренных насосов*

Детали из технической резины должны быть эластичными, не иметь повреждений в виде трещин, выкрашиваний и размывов, особенно на кромках манжет, сопрягаемых с валами ведущих шестерен и шипами втулок. Замените все изношенные уплотнительные детали.

Убедитесь в отсутствии износа и коррозии посадочных мест ведущих шестерен под манжеты, риски и задиров на привалочных плоскостях и срыва резьбы корпуса насоса.

Шероховатость поверхностей валов ведущих шестерен, сопрягаемых с кромками манжет, должна быть не выше  $Ra = 0,16$  мкм.

#### *Ремонт деталей шестеренных насосов*

Ведущую шестерню со следами износа на поверхности, сопрягаемой с манжетой, отполируйте шлифовальной лентой АС80/63 Р 4 до шероховатости не выше  $Ra = 0,16$  мкм.

Корпус насоса, имеющий срыв резьбы, восстановите постановкой резьбовой вставкой. Для этого рассверлите отверстие с поврежденной резьбой и нарежьте в нем резьбу, вверните спиральную резьбовую вставку и удалите технологический поводок спиральной вставки. Вставка должна утопать на один виток резьбы относительно привалочной плоскости.

Привалочные плоскости корпуса насоса, имеющие риски и забоины, зачистите наждачной бумагой, закрепленной на притирочной плите. Если высота качающего узла в насосах НШ32У-3, НШ50У-2 без манжет ниже привалочной плоскости корпуса на 0,18 мм, восстановите высоту установкой пластины на верхние втулки.

При низком коэффициенте подачи насосов НШ 32-3, НШ 2-2, НШ 50-3, НШ 100-3, НШ 100-2, НШ 71, НШ 67 выполните следующие ремонтные операции.

1. Углубите колодцы под манжеты в платиках 8. Обработку выполняйте зенкерами на вертикально-фрезерных или сверлильных станках. Размеры колодцев после обработки и использованных зенкеров приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Размеры колодцев после обработки и используемые зенкеры

Марка насоса	Размеры колодца, м		Зенкеры	
	диаметр	глубина	обозначение	размеры, мм
НШ 32-2, НШ 32-3	16,07 <sup>+0,05</sup>	6,5	70-2323-1502	16x140
НШ 50-2, НШ 50-3	29,09 <sup>+0,05</sup>	6,5	70-2323-1503	29x145
НШ 67, НШ71	21,09 <sup>+0,05</sup>	8,0	70-2323-1504	21x140
НШ 100-2, НШ 100-3	42,012 <sup>+0,05</sup>	8,0	70-2323-1505	42x145

2. Установите в углубления колодцев платиков манжеты 9 и компенсаторы износа металлические поршни (пластины) соответствующих размеров:  $\varnothing 16,7_{-0,035}$ ,  $\varnothing 21,09_{-0,05}$ ,  $\varnothing 29,09_{-0,05}$ ,  $\varnothing 42,12_{-0,05}$  мм и толщиной 2,5 мм. При установке манжет с металлическими кольцами диаметры компенсаторов могут быть равными 16, 21, 29 и 42 мм с допуском 0,1 мм.

#### *Сборка шестеренных насосов*

Соберите шестеренный насос, руководствуясь рисунками 4.4 и 4.5, в последовательности, обратной разборке. Смажьте резиновые уплотнительные детали моторным маслом.

При сборке насоса правого вращения ведущую шестерню установите в левый колодец корпуса, а при сборке насоса левого вращения – в правый колодец. Отверстие «вход» корпуса насоса при этом должно быть обращено к сборщику.

Манжету 10 (см. рисунок 4.4) запрессуйте в крышку 9 так, чтобы ее масляеъемная кромка была направлена внутрь насоса.

Чтобы избежать повреждения манжеты при надевании крышки 9 на шлицевой конец шестерни, наденьте конусную оправку.

*Шестерные насосы НШ 10Е.* Подшипниковый блок 4 (см. рисунок 4.4) установите так, чтобы манжеты 7 располагались в пазах

блока со стороны нагнетательного отверстия корпуса насоса. Кромки манжеты должны быть направлены внутрь паза подшипника.

Металлическую пластину 8 установите сверху качающего узла фигурными вырезами к отверстию «вход» корпуса насоса.

Затяните болты 13 крепления крышки крутящим моментом 50 Нм (5 кгс-м).

Ведущая шестерня собранного насоса должна свободно проворачиваться крутящим моментом не более 15 Нм (1,5 кгс-м).

*Шестеренные насосы НШ 32У, НШ 46У, НШ 50У-2, НШ 2У-3.*  
Затяните болты 13 (см. рисунок 4.1) крепления крышки крутящим моментом 50 Нм (5 кгс-м).

Ведущая шестерня собранного насоса должна свободно проворачиваться крутящим моментом не более 12,5 Нм (1,25 кгс-м).

Шестеренный насос НШ 32, НШ 67, НШ 50, НШ 71, НШ 100. Запрессуйте манжету 19 (см. рисунок 4.5) в корпус 1 насоса так, чтобы маслосъемная кромка внутренней манжеты была направлена наружу, а маслосъемная кромка наружной манжеты – внутрь насоса. Полость между двумя манжетами 19 заполните пушечной смазкой или моторным маслом.

#### *Испытание шестеренных насосов*

Установите на стенд шестеренный насос и присоедините его шлангами. Установите рукоятку дросселя в позицию «открыто», а рукоятку крана отключения счетчиков в позицию «выключен». Пустите двигатель стенда, нажав на кнопку левого или правого вращения привода стенда.

Рабочая жидкость при испытании – минеральное масло М-10В ГОСТ 8581–78 или другие минеральные масла, имеющие при температуре 50 °С вязкость 25...40 сСт. Температура рабочей жидкости при испытании 50 ± 5 °С.

Проверьте герметичность насоса. Для этого создайте циклическую нагрузку, поднимая давление масла от нуля до максимального (14,0 МПа – для НШ 32У и НШ 46У; 17,5 МПа – для НШ 10Е-2, НШ 32-2, НШ 50У-2, НШ 50-2, НШ 67, НШ 100-2) и сбрасывая его. Проведите не менее двух циклов нагружения, продолжительностью каждого цикла не менее 30 с.

Просачивание масла в местах уплотнений и через тело деталей не допускается.

Проверьте подсос воздуха через манжету насоса при давлении 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) в течении 1 мин. Появление эмульсированной рабочей жидкости в баке стенда не допускается.

Проверьте объемную подачу производительности. Поворотом рукоятки дросселя установите номинальное давление по манометру и поворотом крана направьте поток масла через счетчик жидкости.

При испытании насосов НШ32У-2, НШ50У-2, НШ50-3, НШ71, НШ100-3 рукояткой крана переключите на счетчик измерения подачи до 120 л/мин.

Включите тумблер счетчика импульсов. Как только через счетчик жидкости пройдет контрольный объем масла, выключите счетчик импульсов.

По количеству импульсов на табло счетчика определяется объемная подача за один оборот вала насоса по формуле:

$$q_c = 1000 \cdot \frac{Q}{n}, \quad (4.1)$$

где  $q_c$  – действительная объемная подача (производительность) за один оборот вала насоса, см<sup>3</sup>/об;

$Q$  – объем жидкости, л;

$n$  – количество оборотов по счетчику.

Определить объемный к.п.д. испытываемого насоса, который характеризует потери масла внутри насоса из-за утечек, можно по формуле:

$$\eta = \frac{q_c}{q_T}, \quad (4.2)$$

где  $\eta$  – объемный к. п. д. насоса;

$q_T$  – рабочий объем насоса, см<sup>3</sup>/об.

Объемный к.п.д. является основным показателем эффективности работы насоса. Если к.п.д. равен 0,6, то насос подлежит ремонту.

Если насос испытывается после ремонта, то необходимо определить производительность насоса на стенде по формуле:

$$Q_c = 0,001 \cdot q_c \cdot n_c, \quad (4.3)$$

где  $q_c$  – производительность насоса при испытании на стенде;

$n_c$  – частота вращения вала привода насоса на стенде ( $n_c = 1200$  об/мин).

Действительная производительность насоса будет значительно выше полученной при испытании на стенде, так как частота вращения вала привода насоса на стенде отличается от номинальной (действительной). Контрольное значение производительности, с которым сравнивается стендовая Производительность испытуемого насоса, определяется по формуле:

$$Q_k = q_t [n_c - n_{ном} (1 - \eta)] 0,001, \quad (4.4)$$

где  $Q_k$  – контрольная производительность, л/мин;

$n_{ном}$  – номинальная частота вращения вала насоса (см. таблицу 3.1), об/мин.

Если  $Q_c > Q_k$  качество ремонта насоса соответствует установленным техническим требованиям.

При выполнении лабораторной работы необходимо исследовать влияние противодействия на производительность насоса. Производительность насоса определяется без противодействия и с противодействиями 2,0; 6,0; 8,0; 10,0 МПа по приведенной выше методике. Повторность опытов трехкратная. После обработки полученных данных определяется значение объемного к. п. д. насоса и строится график изменения к. п. д. в зависимости от противодействия.

Коэффициент подачи рабочей жидкости отремонтированным насосом, соответствующее ему число импульсов не должны превышать технических требований. Если коэффициент подачи меньше, отправьте насос на специализированное предприятие по ремонту гидроагрегатов.

Для испытания шестеренного насоса НШ-25 вставьте шлицевую муфту привода насоса в хвостовик специального приспособления,

наденьте на шпильки маслопроводящей плиты насос и закрепите его. Вставьте вал насоса в паз приспособления и винтом скобы закрепите его. Соедините подводящий рукав стенда со всасывающей полостью, а нагнетательный рукав – с нагнетательной полостью.

Откройте дроссель 7 и включите стенд. Обкатайте и испытайте насос при давлении 0; 0,5; 1,0; 1,6; 2,6 МПа по одной минуте на каждом режиме. Давление проверяйте по манометру 4.

Проверьте производительность насоса при давлении 1,6 МПа ( $16 \text{ кгс/см}^2$ ) и температуре масла  $70 \pm 5$  °С, производительность насоса должна быть не ниже 24 л/мин.

При обкатке и испытании течь масла через уплотнения не должна снижать значение указанной подачи.

### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- характеристику ремонтируемого насоса (марка, номинальное давление, контрольный объем масла, частота вращения, мин<sup>-1</sup>, число импульсов при испытании);
- результаты выполненных испытаний с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 4.6);
- технологический маршрут ремонта.

Таблица 4.6 – Результаты испытаний

Наименование показателя	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Герметичность			
2. Подсос воздуха			
3. Объемная подача, см <sup>3</sup> /об			
4. Объемный к.п.д. насоса, %			
5. Производительность насоса, л/мин при давлении:			
2,0 МПа			
6,0 МПа			
8,0 МПа			
10,0 МПа			
номинальном			

## Контрольные вопросы и задания

1. Приведите требования к рабочей жидкости, используемой в стенде при испытании гидроагрегатов.
2. Каково устройство и работа стенда КИ-4815М?
3. Укажите технические условия на сборку и обкатку гидронасосов.
4. Как проверяется герметичность насоса после сборки?
5. Как определить объемный к.п.д. насоса?
6. Как определяется стендовая и действительная производительность?

## Лабораторная работа № 9

### РЕМОНТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ И ГИДРОАККУМУЛЯТОРОВ

#### Цель и задачи работы

**Цель работы** – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов.

**Студент должен знать:** конструкцию и условия работы гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов; признаки неисправности и методы их определения; характерные дефекты и критерии предельного состояния деталей; устройство и работу оборудования, инструмента и приспособлений; безопасные приемы выполнения основных операций по ремонту гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов.

**Студент должен уметь:** оценить техническое состояние гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов; разработать технологический маршрут и выполнить ремонтные работы; провести контрольные испытания.

#### Задание на выполнение работы

1. Изучить технологические рекомендации по ремонту гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов.
2. Определить по результатам испытания техническое состояние гидроцилиндра.
3. Разработать технологический маршрут и выполнить ремонтные работы.
4. Оформить и защитить отчет.

#### Общие сведения

Основные неисправности гидроцилиндров и гидроаккумуляторов, а также указания по их устранению приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Основные неисправности гидроцилиндров и гидроаккумуляторов и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Указания по устранению неисправности
Подтекание масла по штоку	Износ уплотнительных колец или деталей	Разберите гидроцилиндр и замените уплотнительные кольца, шток, переднюю крышку
Подтекание масла между корпусом и крышками из масляной трубки или по стержню клапана	Износ уплотнительных колец	Замените уплотнительные кольца, клапан в сборе
Шток гидроцилиндра полностью не выдвигается при давлении 0,5...1,0 МПа	Погнут шток гидроцилиндра	Разберите гидроцилиндр и выправьте шток под прессом
Шток под нагрузкой перемещается медленно	Износ уплотнения поршня	Разберите гидроцилиндр и замените резиновые уплотнения поршня
Течь масла из сливного отверстия	Износ уплотнительных колец	Разберите гидроаккумулятор, и замените уплотнительные кольца

### Порядок выполнения работы

Ремонт гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов выполняется в соответствии с технологическими рекомендациями выполнения работ по разборке, дефектации и ремонту деталей, сборке и испытанию.

#### Разборка гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов

Разберите гидроцилиндр навесного механизма, руководствуясь рисунком 4.6, в следующей последовательности: 1, 10, 11, 27, 3, 6, 13, 19, 14.

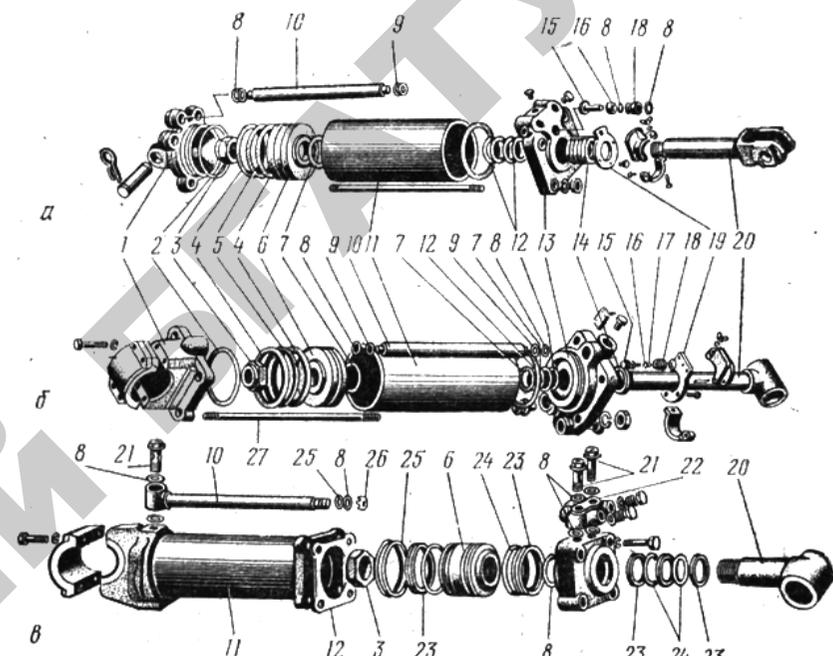


Рисунок 4.6 – Гидроцилиндры навесного механизма: а – Ц100; б – Ц110; в – Ц125; 1 – задняя крышка; 2, 5, 7, 8, 17 – кольца; 3 – гайки; 4, 12 – прокладки; 6 – поршень; 9 – шайба; 10 – маслопровод; 11 – корпус; 13 – передняя крышка; 14 – чистики; 15 – клапан; 16 – втулка; 18 – корпус клапана; 19 – крышка чистиков; 20 – шток; 21 – зажимные болты; 22 – корпус накладки; 23 – манжеты; 24 – защитные кольца; 25 – защитные шайбы; 26 – замедлительный клапан; 27 – шпилька

Отметьте положение корпуса 11 относительно крышки 1 и поршня 6.

Разберите гидроцилиндр рулевого управления, руководствуясь рисунком 4.7, в следующей последовательности: 23, 19, 21, 24, 15, 14, 11, 31, 5, 3, 26, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 32.

Для извлечения шарниров 1 и 20 из головки штока и проушины задней крышки гидроцилиндра поверните их на 90°.

При выходе из строя подшипника гидроцилиндра удалите заклепки крепления подшипникового узла, снимите крышки 33, кольца 8, сальник 40 и выньте подшипник 48.

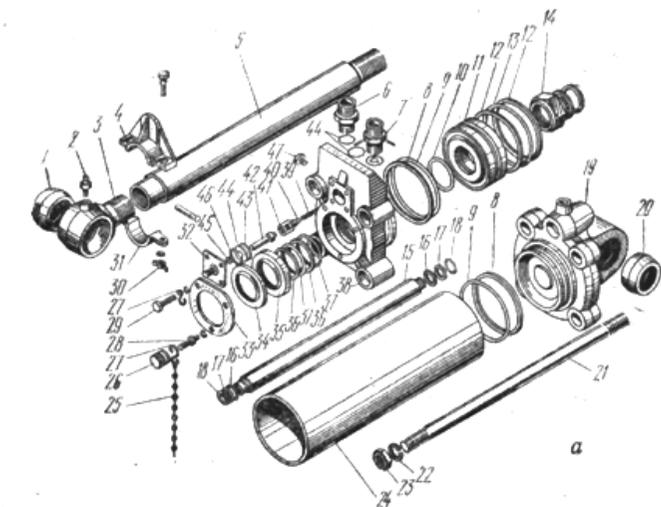


Рисунок 4.7 – Гидроцилиндр поворота тракторов: а – К-701; б – Т-150К;  
 1, 20 – шарниры; 2 – масленка; 3 – головка штока; 4, 31 – детали упоров; 5 – шток;  
 6 – штуцер; 7 – замедлительный клапан; 8, 12, 36, 46 – защитные шайбы;  
 9, 10, 13, 18, 37, 44, 45 – уплотнительные кольца; 11 – поршень; 14, 23, 26 – гайки;  
 15 – маслопровод; 16, 17, 22 – шайбы; 19 – задняя крышка; 21, 28 – шпильки;  
 24 – корпус цилиндра; 25 – цепочка; 27 – колпачок; 29 – болт; 30 – гайка-барашек;  
 32, 33 – крышки; 34 – скребок; 35 – манжета; 38 – передняя крышка; 39 – пружина;  
 40 – сальник; 41 – гильза клапана; 42 – клапан; 43 – корпус клапана; 47 – пробка;  
 48 – подшипник

Разберите гидроаккумулятор, руководствуясь рисунком 4.8, в следующей последовательности: 8, 12, 6, 7, 4, 5, 10, 14, 3.

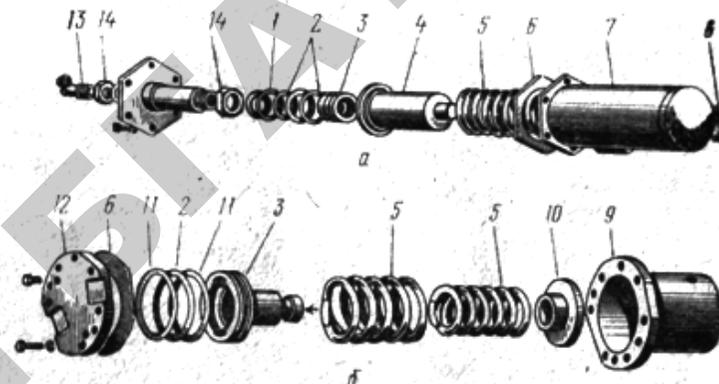


Рисунок 4.8 – Гидроаккумуляторы 70-4609069 тракторов: а – МТЗ; б – Т-150К;  
 1, 2 – уплотнительные кольца; 3 – поршень; 4 – цилиндр гидроаккумулятора;  
 5 – пружины; 6 – прокладка; 7 – кожух; 8 – пробка; 9 – корпус; 10 – днище  
 аккумулятора; 11 – прокладки; 12 – передняя крышка; 13 – поворотный штуцер;  
 14 – гайки

При разборке помните, что пружины гидроаккумуляторов предварительно сжаты усилием более 6 кН (600 кгс). У гидроаккумуляторов усилие воспринимается тремя болтами, головки которых окрашены в красный цвет. Для отворачивания болтов необходимо пользоваться прессом или тремя монтажными болтами, устанавливаемыми в свободные крепежные отверстия.

Вывертывая штатные болты и равномерно ввертывая монтажные болты, ослабьте затяжку пружины гидроаккумулятора.

#### Дефектация деталей

Все уплотнительные детали, имеющие повреждения, подлежат замене новыми. На поверхностях сопрягаемых деталей и канавок под уплотнительные кольца не допускаются забоины, риски глубиной более 0,1 мм и следы коррозии.

Отслаивание и шелушение хромового покрытия на рабочей поверхности штока, а также прогиб штока более 0,2 мм на длине 200 мм не допускаются.

### Ремонт деталей

Штоки с прогибом более 0,2 мм направляют правкой на прессе в холодном состоянии. Отверстия вилок штоков, изношенные более чем на 0,6 мм, рассверливают под втулки. Изготовленные втулки запрессовывают и приваривают по торцам к поверхности вилок.

### Сборка гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов

Соберите гидравлический цилиндр и гидроаккумулятор в последовательности, обратной разборке.

При монтаже передней крышки на шток и установке поршня в сборе в цилиндр применяйте кольца, предохраняющие уплотнения от повреждения.

Перекус маслопровода 10 относительно корпуса 11 допускается не более 4 мм. Поверните корпус цилиндра относительно крышек и поршня на 90° до совпадения меток, сделанных при разборке.

### Испытание гидравлических цилиндров и гидроаккумуляторов

Рабочая жидкость при испытании — минеральное масло М-10В ГОСТ 8581–78 или другие минеральные масла, имеющие при температуре 50° С вязкость 60...70 сСт. Температура рабочей жидкости при испытании 50 + 5 °С.

*Гидравлические цилиндры.* Установите гидравлический цилиндр 1 (рисунок 4.9) на стенд КИ-4815М.

Проверьте давление свободного перемещения поршня в цилиндре. Для этого установите рукоятку распределителя 2 попеременно в позиции «подъем» и «опускание» и проверьте по манометру 4 давление свободного перемещения поршня в цилиндре. Дроссель 5 стенда должен быть открыт.

Давление свободного перемещения поршня в цилиндре не должно превышать 0,5...1,0 МПа (5...10 кгс/см<sup>2</sup>). Продолжительность испытания – не менее пяти двойных ходов. Вынос масла не допускается.

Проверьте работу клапана гидромеханического реулирования хода поршня. Для этого закройте дроссель 5 стенда. Установите подвижный упор на середине штока, поставьте рукоятку распределителя в позицию «опускание» и проведите втягивание поршня в цилиндр.

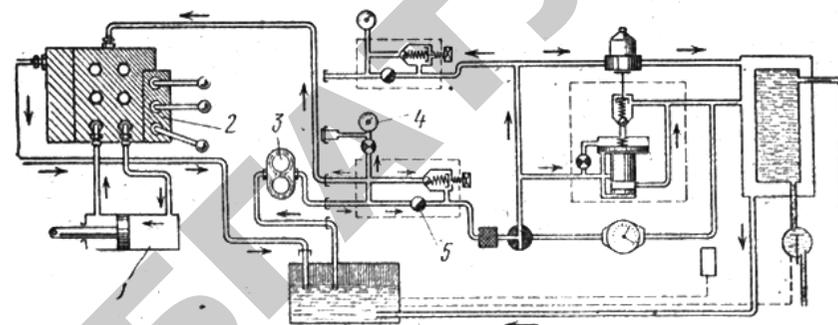


Рисунок 4.9 – Гидравлическая схема испытания гидроцилиндров на стенде КИ-4815М:

1 – цилиндр; 2 – распределитель; 3 – насос; 4 – манометр; 5 – дроссель

После остановки поршня (возврата золотника в нейтральную позицию) просвет между упором и штоком клапана должен быть 8...10 мм.

Проверьте герметичность цилиндра при давлении 12,5 МПа (125 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 2 мин при выдвинутом и втянутом положениях штока.

Просачивание и подтекание масла в местах соединений и уплотнений не допускаются.

Проверьте герметичность уплотнений поршня. Для этого проведите вытягивание штока в крайнюю позицию до упора. Установите рукоятку распределителя в позицию «нейтральное». Отсоедините рукав штоковой полости цилиндра от штуцера распределителя и опустите его конец в мерную мензурку, заглушите отверстия распределителя пробкой-заглушкой. Установите рукоятку распределителя в позицию «подъем», отрегулируйте дросселем 5 давление на 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>) и замерьте утечку масла из штоковой полости цилиндра в течение 3 мин.

Утечка масла не должна превышать 6 см<sup>3</sup> за 1 мин для цилиндра Ц90, 8 см<sup>3</sup> за 1 мин – для цилиндра Ц100, 10 см<sup>3</sup> за 1 мин – для цилиндров Ц10, Ц125, 700А.24.29.000.

*Гидроаккумулятор тракторов МТЗ и Т-150К.* Установите на стенде КИ-4815М насос 6 (рисунок 4.10), гидроаккумулятор, приспособление 2 и соедините их рукавами 1, 3, 5.

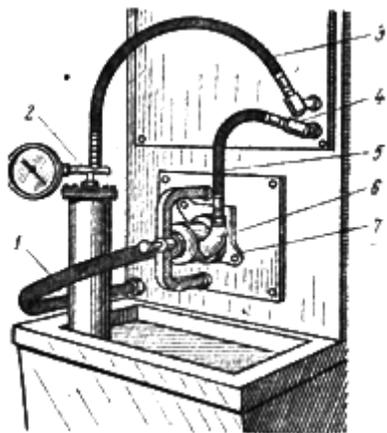


Рисунок 4.10 – Испытание гидроаккумулятора тракторов на стенде КИ-4815М:  
 1 – всасывающий рукав; 2 – приспособление для проверки гидроаккумулятора;  
 3, 5 – рукава высокого давления; 4 – штуцер; 6 – гидравлический насос;  
 7 – переходная плита

Отверните иглу приспособления 2 на 2...3 оборота. Создайте давление 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>) для гидроаккумулятора тракторов МТЗ или 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) для гидроаккумулятора трактора Т-150.

Проверьте герметичность уплотнений гидроаккумулятора. Заверните иглу приспособления 2 до упора и откройте дроссель стенда. При этом падение давления по манометру приспособления 2 в течение 10 мин не допускается.

Проверьте плавность работы гидроаккумулятора. При постепенной разрядке гидроаккумулятора давление должно падать плавно, без скачков.

#### Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать следующую информацию:

- наименование и цель лабораторной работы;
- характеристику гидроцилиндра;
- результаты выполненных испытаний с предложениями по содержанию ремонтных работ (таблица 4.8);
- технологический маршрут ремонта.

Таблица 4.8 – Результаты испытаний

Наименование показателя	Величина		Предложения по содержанию ремонтных работ
	допустимая	фактическая	
1. Давление свободного перемещения поршня в цилиндре			
2. Проверка герметичности гидроцилиндра (при давлении 12,5 МПа в течение 2 мин) при выдвинутом и втянутом штоке			
3. Проверка герметичности уплотнений поршня на утечку масла в течение 3 мин при давлении 10 МПа. Рукоятка распределителя установлена в позицию «подъем»			

#### Контрольные вопросы

1. Какова последовательность разборки гидроцилиндра?
2. Приведите требования к рабочей жидкости, применяемой при испытании гидроцилиндров и гидроаккумуляторов.
3. Назовите контролируемые параметры при испытании гидроцилиндров и гидроаккумуляторов.
4. Как проверяется герметичность уплотнения поршня гидроцилиндра?
5. Каковы критерии плавности работы гидроаккумулятора?

## ЛИТЕРАТУРА

ДЛЯ ЗАМЕТОК

1. Дизели Д-240, Д-240Л и их модификации. Технические требования на капитальный ремонт. – М.: ГОСНИТИ, 1980. – 272 с.
2. Дизели Д-240, Д-245 и их модификации. Инструкция по эксплуатации. – Мн.: Ураджай, 1990. – 104 с.
3. Дизель Д-265 и его модификации. Инструкция по эксплуатации / Минский моторный завод. – Мн.: ОГК, 1998. – 58 с.
4. *Копылов Ю. М.* Текущий ремонт тракторов МТЗ-80 и МТЗ-82 / Ю. М. Копылов [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 119 с.
5. *Пучин, Е. А.* Практикум по ремонту машин / Е. А. Пучин [и др.]; под ред. Е.А. Пучинина. – М.: Колос, 2009. – 327 с.
6. *Пуховой, А. А.* Руководство по ТО и ремонту тракторов «Беларус» серий 500, 800, 900 / А. А. Пуховой [и др.]. – М.: Машиностроение, 2007.– 438 с.
7. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебное пособие / под ред. В. И. Черноиванова. – Москва-Челябинск : ГОСНИТИ, 2003.– 992 с.
8. Тракторные и комбайновые дизели. Руководство по ремонту.– М.: ГОСНИТИ, 1987.– 111 с.
9. *Хитрюк, В. А.* Справочник по ремонту автотракторных двигателей / В. А. Хитрюк, Л. Ф. Баранов. – Мн. : Ураджай, 1992. – 239 с.
10. *Шевченко, А. И.* Справочник слесаря по ремонту тракторов / А. И. Шевченко, Н. И. Сафонов. – М.: Машиностроение, 1989. – 512 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

**Анискович** Геннадий Иосифович, **Мирутко** Валерий  
Владимирович, **Кашко** Василий Михайлович

РЕМОНТ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.  
РЕМОНТ АГРЕГАТОВ  
И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

*Практикум*

Ответственный за выпуск Г. И. Анискович  
Редактор Н. А. Антипович  
Компьютерная верстка А. И. Стебуля

Подписано в печать 27.04.2010. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 7,21. Уч-изд. л. 5,63.  
Тираж 120 экз. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0552841 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.