

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.12.2025 09:31:08
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского

Колледж автомобильного транспорта и агротехнологий

Дефектовка деталей при ремонте двигателей

Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ
по дисциплине МДК 01.04 Диагностика, техническое обслуживание
и ремонт автомобильных двигателей студентам по специальности
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных
средств

Издание переизданное и дополненное

УДК 631.3.02-7(072)

Дефектовка деталей при ремонте двигателей : методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине МДК 01.04 Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей студентам по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского, Колледж автомобильного транспорта и агротехнологий ; сост.: В.А. Беломестных. - Изд. перераб. и доп. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2025. – 75 с. : ил. – Текст : электронный.

Рекомендовано к печати предметно-цикловой комиссией по техническим специальностям Колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий Иркутского ГАУ им. А. А. Ежевского (протокол № 5 от 23.01.25 г.)

Составитель: В.А. Беломестных к.т.н., преподаватель первой квалификационной категории колледжа АТ и АТ Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского.

Рецензент: А.В. Косарева к.т.н., доцент кафедры ТС и ОД Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского.

Учебно-методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по МДК 01.04 Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобильных двигателей специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств.

Методические указания могут быть использованы обучающимся по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования, ПМ.02 Ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования для самостоятельного изучения.

© Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, 2025

Общие указания

Каждая лабораторная работа должна выполняться индивидуально на рабочем месте, согласно утвержденному графику.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме проводимой лабораторной работы. Во время проведения лабораторных работ необходимо неукоснительно выполнять требования по технике безопасности.

По окончании выполнения работ обучающийся должен убрать рабочее место, ознакомиться с темой следующего занятия.

Лабораторная работа 1. Дефектовка коленчатых валов автотракторных двигателей

Цель работы: 1. Изучить основные дефекты коленчатых валов;
2. Освоить технологию дефектовки коленчатых валов.

Задание: 1. Ознакомиться с оснащением рабочего места;
2. Изучить основные дефекты коленчатых валов;
3. Произвести дефектовку коленчатого вала;
4. Составить отчет.

Оснащение рабочего места: Коленчатый вал дизеля А-41, Поверочная плита с призмами: микрометры МК 75-100; МК 100-125; штангенрейсмас ШР-250; технические условия на дефектовку, ветошь, стойка с индикатором.

Общие сведения

Коленчатый вал является одной из основных деталей двигателя и вместе с другими деталями шатунно-поршневой группы определяет его ресурс в целом. Коленчатые валы тракторных двигателей изготавливают из углеродистых сталей. Коренные и шатунные шейки стальных валов подвергают поверхностной закалке на глубину 1,5...5 мм.)

При работе двигателя коленчатые валы испытывают значительные динамические нагрузки, которые изменяются во времени не только по величине, но и по направлению. Эти нагрузки обусловлены действиями сил давления газов и сил инерции движущихся масс. Под действием этих нагрузок коленчатые валы подвергаются деформации изгиба, кручения и сжатия. Шейки валов изнашиваются неравномерно. Неравномерный износ шеек коленчатых валов приводит к нарушению динамической уравновешенности.

В процессе эксплуатации из-за старения материала нарушается соосность коренных опор блока. Неравномерный износ шеек, значительные перегрузки, динамическая неуравновешенность и смещение коренных опор приводит к тому, что в структуре металла коленчатого вала накапливаются усталостные повреждения в наиболее напряженных зонах, а также изгибу. Зоны накопления усталостных повреждений в коленчатых валах автомобильных и тракторных двигателей различны. В автомобильных валах эти повреждения в виде поверхностных трещин сосредотачиваются в центральной части шеек в зоне масляных отверстий, в тракторных - в галтелях, в зоне перехода их в щеки вала.

Таким образом, ресурс автотракторных двигателей определяется двумя группами факторов; 1. усталостной прочностью; 2. износостойкостью сопряженных поверхностей (шеек).

Основные дефекты автотракторных двигателей приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные дефекты автотракторных коленчатых валов

Наименование дефекта	Примерные коэффициенты повторяемости дефектов	Способы обнаружения
1. Износ шатунных шеек	1,0	Микрометрирование
2. Износ коренных шеек	1,0	Микрометрирование
3. Нарушение динамической уравновешенности	0,5...1,0	Балансирование Ми-
4. Биение торца фланца под маховик	0,1	крометрирование
5. Износ поверхности под установочные штифты	0,1	Микрометрирование Ми-
6. Износ паза под шпонку	0,02...0,15	крометрирование Визуаль-
7. Трещины	0,1	ный осмотр, магнит-ная де-
8. Изгиб вала	0,045	фектовка Микрометрирование

Коленчатые валы дефектуют с целью определения их технического состояния и установления возможности дальнейшего использования. Техническое состояние коленчатого вала оценивают сравнением фактических геометрических и других параметров с номинальными и допустимыми значениями.

По результатам дефектовки коленчатого вала устанавливают ремонтные размеры, технологию устранения выявленных дефектов и возможности дальнейшего использования.

Порядок выполнения

1. Произвести замеры диаметров шатунных и коренных шеек коленчатого вала. Для этого коленчатый вал устанавливают на призмы. Измеряют диаметры шеек микрометром. Каждую шейку измеряют в двух сечениях и двух плоскостях. Сечения отстоят от галтелей на расстоянии 10...12 мм. В каждом сечении выполняют два измерения диаметра шеек коленчатого вала. Первое измерение выполняют в плоскости колена кривошипа пл. А-А. (см. рисунок 1), второе измерение выполняют в плоскости перпендикулярной первому пл. Б-Б.

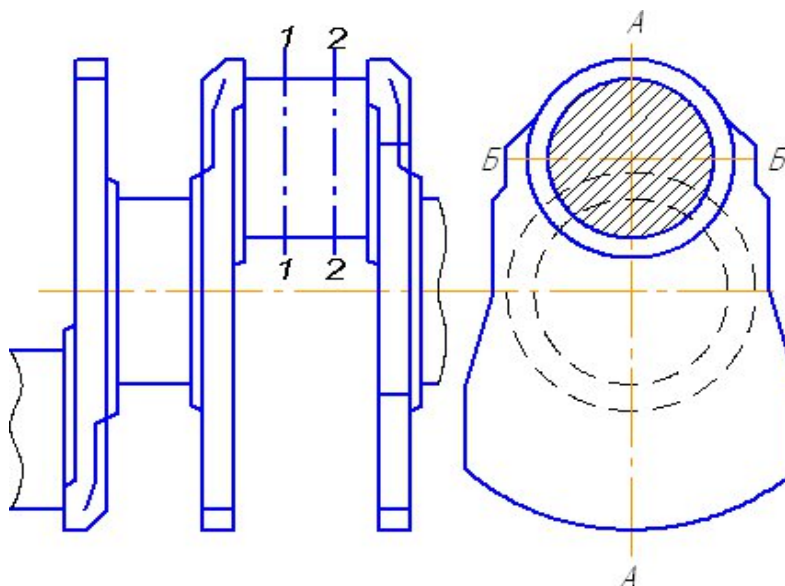


Рисунок 1-Места измерения диаметра шеек коленчатого вала

Результаты измерения заносят в журнал измерений.

2. Определить радиус кривошипа R коленчатого вала. Для определения радиуса кривошипа коленчатый вал устанавливают так, чтобы первая и четвертая шатунные шейки занимали крайнее верхнее положение. В этом положении штангенрейсмасом измеряют высоту от поверхности плиты до верхней образующей второй и третьей шеек (см. рисунок 2а.). Поворачивают коленчатый вал на 180° и снова измеряют высоту от поверхности плиты до верхней образующей второй и третьей шеек (см. рисунок 2б). Операцию повторяют для 1-ой и 4-ой шеек. Результаты измерения заносят в журнал.

3. Вычисляют износ, овальность, конусность шеек, а также радиус кривошипов. Износ шеек определяют путем вычитания из начального диаметра шеек фактического диаметра шеек. Овальность шеек определяется путем вычитания из большого диаметра меньшего диаметра, измеряемого в одном сечении. Конусность определяется вычитанием из большого диаметра меньшего диаметра шейки, измеряемого в одной плоскости, но в разных сечениях. На одной шейке, получается, по два значения овальности в сечениях 1-1 и 2-2 (см. рисунке 1) и два значения конусности в плоскостях А-А и Б-Б. Результаты вычисления заносят в журнал измерений.

Вычисляют радиус R кривошипа для каждой шатунной шейки по формуле (1)

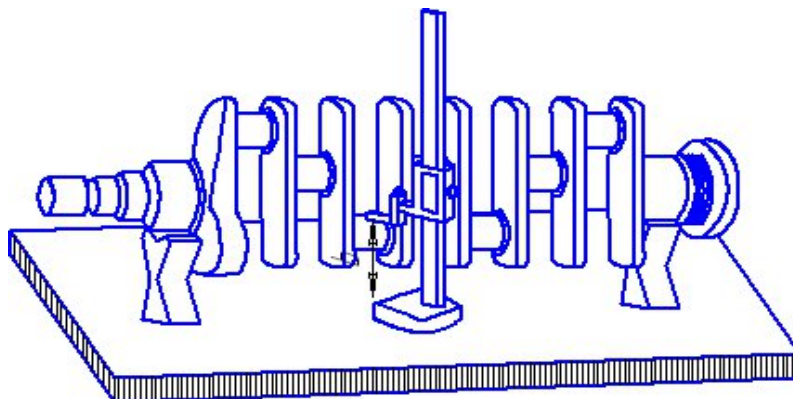
$$R_i = \frac{H_i - h_i}{2}, \quad (1)$$

где H_i и h_i - расстояние от поверхности плиты до верхней образующей поверхности i -ой шейки в крайнем верхнем и крайнем нижнем положении, мм; i - порядковый номер шатунной шейки. Результаты заносят в таблицу.

4. Определяют изгиб вала. Для этого коленчатый вал устанавливают таким образом, что кривошипы находятся в вертикальной плоскости. Индикаторную стойку поставить в средне коренной шейке. Индикатор располагают горизонтально на уровне оси коленчатого вала и ножку его упирают в боковую поверхность

ность средней коренной шейки таким образом, чтобы ножка индикатора поджалась на 2...3 мм.

а.



б.

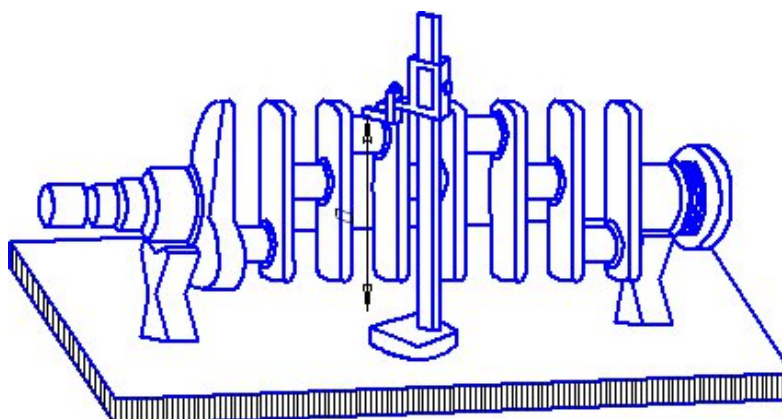


Рисунок 2- Определение радиуса кривошипа коленчатого вала

Шкалу индикатора ставят в нулевое положение. Поворачивают коленчатый вал на 180° , придерживая стойку рукой для предотвращения ее смещения.

Показание индикатора, деленное на два, дает величину изгиба вала. Результаты измерений заносят в журнал измерений.

Устанавливают коленчатый вал таким образом, что кривошипы находятся в плоскости параллельной поверхности плиты. Измерения повторяют снова. Результаты заносят в журнал измерений.

5. Определяют наличие трещин. Макротрещины определяют с помощью 10-ти кратной лупы или визуально. Для этого шейки тщательно осматривают в зонах концентрации усталостных повреждений. Микротрещины определяют магнитной дефектовкой.

6. По результатам дефектовки дают заключение о техническом состоянии коленчатого вала. В заключении приводятся марка двигателя, материал коленчатого вала, твердость поверхности шеек, номинальный и начальный размеры шеек, величины износа, овальности, конусности, радиусы кривошипов и общая оценка технического состояния коленчатого вала. При оценке технического состояния коленчатого вала используют максимальные значения износов, овальности и т.д.

Дают рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения выявленных дефектов.

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЙ

Марка двигателя _____
 Материал коленчатого вала _____
 Номинальные размеры шеек шатунных _____
 коренных _____
 Радиус кривошипа _____
 Допустимые овальность и конусность шеек шатунных _____ мм.
 коренных _____ мм.

Места измерений	Название параметров	Диаметры шеек, считая от переднего конца вала, мм.						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>I. Шатунные шейки</i>								
Параллельно плоскости колена (А-А)	Диаметр по 1-му сечению							
	Износ							
	Диаметр по 2-му сечению							
	Износ							
	Конусность по плоскости А-А							

Перпендикулярно плоскости колена (Б-Б)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диа- метр по 2-му сечению Износ Конус- ность по плоскости Б-Б Овальность по 1-му сечению Овальность по 2-му сечению							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

II. Коренные шейки

Параллельно плоскости колена (А-А)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диа- метр по 2-му сечению Износ Ко- нусность по плоскости А-А							
Перпендикулярно плоскости колена (Б-Б)	Диаметр по 1-му сечению Износ Диа- метр по 2-му сечению Износ Конус- ность по плоско- сти Б-Б Овальность по 1-му сечению Овальность по 2-му сечению							
Изгиб в плоскости А-А Изгиб в плоскости Б-Б								

Заключение _____

Форма отчета

1. Цель и задание
2. Оснащение рабочего места.
3. Эскизы мест измерения диаметров шеек и радиуса кривошипов и изгиба коленчатого вала.
4. Журнал измерений.
5. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Каким видам нагрузок подвергаются коленчатые валы во время работы?
2. К каким последствиям приводят действия нагрузок на коленчатый вал?
3. Перечислите основные дефекты коленчатого вала и способы их обнаружения?
4. Каким образом замеряют диаметры шеек коленчатых валов при дефектовке?
5. Как определяют износ, овальность, конусность?
6. Как определяется радиус кривошипа и изгиб коленчатого вала?
7. Как определяют трещины на поверхностях шеек коленчатого вала?
8. Ваши рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения дефектов коленчатого вала.

Лабораторная работа 2 Дефектовка распределительного вала

Цель работы

1. Изучить основные дефекты распределительных валов.
2. Освоить технологию дефектовки распределительных валов.

Задание:

1. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
2. Изучить основные дефекты распределительных валов.
3. Произвести дефектовку распределительного вала.
4. Составить отчёт.

Оснащение рабочего места: проверочная плита с призмами; лупа четырехкратного увеличения; рычажные микрометры МК 50, МК 75 (ГОСТ 438187); технические условия на дефектовку; стойка с индикатором часового типа НЧ (ГОСТ 57768); ветошь.

Общие сведения

Распределительный вал является основной деталью ГРМ и служит для управления клапанами механизма газораспределения.

Основная функция распределительного вала-своевременное и точное открытие и закрытие клапанов двигателя с учетом фаз газораспределения.

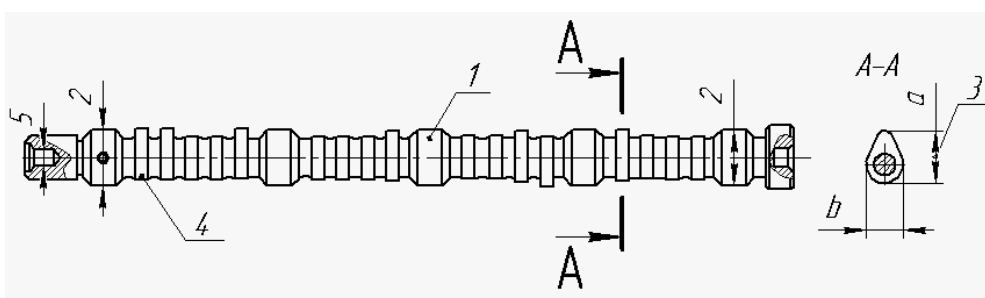
Это обеспечивается подбором формы профиля кулачков, которые надавливают на толкатели, заставляют клапаны перемещаться по требуемой кинематической схеме.

В процессе работы на распределительный вал воздействуют силы трения, вибрация, знакопеременные нагрузки, среда и др. Все это вызывает появление износов до 0,05 мм, нарушение качества поверхности шеек (задиры, риски, коррозия), механические повреждения (выкрашивание зубьев шестерен, отколы по торцам вершин кулачков), отклонения расположения, биение до 0,10 мм.

Таблица 1-Основные дефекты распределительного вала

Наименование дефектов	Причины	Способ обнаружения
Дефект 1. Сильный износ, задиры и царапины на поверхностях опорных шеек распределительного вала	<p>Работа двигателя с недостаточным давлением в системе смазки.</p> <p>Работа двигателя с недостаточным уровнем масла в картере.</p> <p>Работа двигателя на некачественном масле.</p> <p>Сильный перегрев, приводящий к разжижению масла.</p> <p>Попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла.</p> <p>Работа двигателя с засоренным масляным фильтром.</p> <p>Работа двигателя на грязном масле.</p> <p>Большой пробег двигателя</p>	Микрометр, визуально
Дефект 2. Сильный износ и задиры на рабочих поверхностях кулачков распределительного вала.	<p>Работа двигателя с недостаточным давлением в системе смазки.</p> <p>Работа двигателя с недостаточным уровнем масла в картере.</p> <p>Работа двигателя на некачественном масле.</p> <p>Сильный перегрев, приводящий к разжижению масла.</p> <p>Попадание в масло топлива (бензина или дизтоплива), приводящее к разжижению масла.</p> <p>Работа двигателя с засоренным масляным фильтром.</p> <p>Работа двигателя на грязном масле.</p> <p>Большой пробег двигателя.</p> <p>Неотрегулированный зазор в клапанном механизме.</p> <p>Дефекты гидрокомпенсаторов.</p> <p>Дефекты и повреждения деталей привода клапанов (толкателей, штанг, коромысел).</p> <p>Неверно установленные фазы газораспределения.</p>	Микрометр, визуально
Дефект 3. Прогиб распределительного вала	<p>Попадание в цилиндр посторонних предметов.</p> <p>Разрушение ремня или цепи привода газораспределительного механизма.</p> <p>Неверно установленные фазы газораспределения.</p>	Индикатор
Дефект 4. Трещины распределительного вала	<p>Попадание в цилиндр посторонних предметов.</p> <p>Разрушение ремня или цепи привода газораспределительного механизма.</p>	визуально
	Неверно установленные фазы газораспределения.	

Дефект 5. Выработка и царапины на поверхности под сальники распределительного вала.	Длительная работа двигателя. Попадание посторонних частиц в моторное масло. Неаккуратное обращение с распредвалом при замене сальников на двигателе.	визуально
Дефект 6. Разрушение шпоночных пазов и посадочных мест под установочные штифты, а также под шкивы или шестерни привода распредвала.	Неправильная затяжка болтов, крепящих шкивы или шестерни. Биение шкивов или шестерён. Последствия аварии, при которой произошла деформация моторного отсека	штангенциркуль
Дефект 7. Разрушение резьбы в крепёжных отверстиях	Неправильная затяжка крепёжных болтов	визуально



1 - погнутость вала; 2 - износ опорных шеек; 3 - износ кулачков; 4 - износ эксцентрика; 5 - износ шейки под распределительную шестерню

Рисунок -1 Дефекты распределительного вала

Износ кулачков самый серьезный, часто встречаемый и трудно устранимый дефект распределительных валов. Кулачки изнашиваются не равномерно. Если цилиндрическая часть поверхности кулачка изнашивается не значительно, то весь износ приходится на долю профильной части кулачка, где наиболее сильно изнашивается набегающая сторона (рисунок 2)

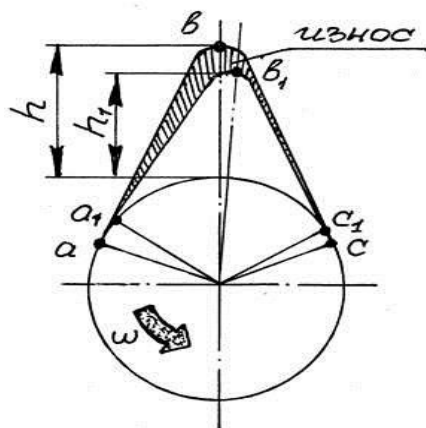


Рисунок 2 -Характер износа кулачков распределительного вала

h и h_1 – высота подъема толкателя при новом и изношенном кулачках;

a и a_1 – начало открытия клапана; v и v_1 – максимальное открытие клапана; c и c_1 – закрытие клапана.

Характер износа кулачков распределительного вала: h и h_1 высота подъема толкателя при новом и изношенном кулачках; a и a_1 – начало открытия клапана; v и v_1 – максимальное открытие клапана; c и c_1 – закрытие клапана.

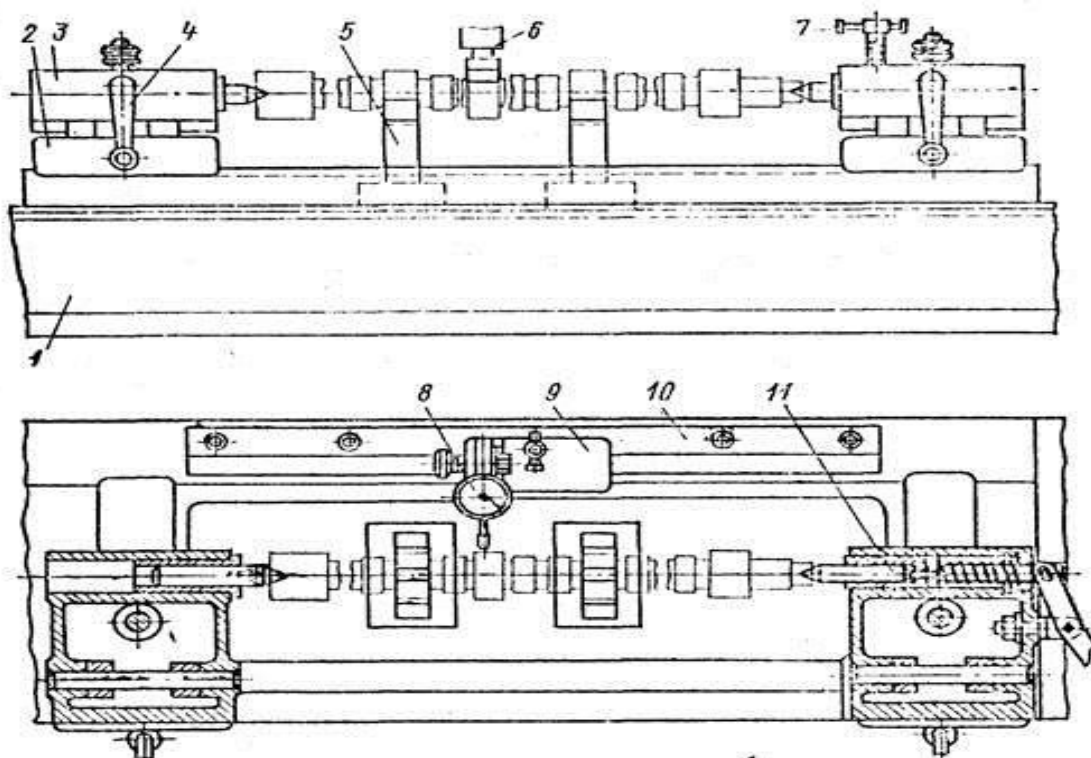
Следствием подобного характера износа является запаздыванием моментов начала и максимального открытия клапана, а также сокращение времени его открытия.

Это приводит к не дозаполненности цилиндров двигателя смесью или воздухом, некачественной очистке (вентиляции) цилиндров от отработавших газов и в потере мощности.

Биение фасок относительно крайних опорных шеек допускается не более 0,01 мм. При большем биении центровые фаски правят шабрением, притиркой или на токарно-винторезном станке с фиксацией вала в люнете по крайней опорной шейке сверлом центровочным (ГОСТ 14952—75*).

Прогиб вала устраняют на гидравлическом прессе типа ПА-413, оборудованном специальным приспособлением (рисунок 3). После шлифования опорных шеек и кулачков производят контроль расположения кулачков относительно шпоночного паза на приспособлении (рисунок 4).

Распределительный вал 10 устанавливают в центры бабок 2 и 6 станины. Поворотом рукоятки 3 через центр бабки 2 закрепляют вал в приспособлении и фиксируют, но шпоночному пазу фиксатором 4, жестко связанным с делительным диском 5. Вал вместе с делительным диском поворачивают вокруг своей оси и устанавливают призму 8 на проверяемый кулачок. Призма 8 подвижно соединена с валиком 7, закрепленным на стопке 9. По нониусу делительного диска проверяют угол расположения кулачка. Отклонение угла между осями симметрии кулачков и оси шпоночного паза не должно превышать $\pm 30^*$.



1 - основание; 2 - подвижная каретка; 3 - центровые бабки; 4 - рукоятка; 5 - призма; 6 - пуансон прессы; 7 - крепежный винт; 8 - индикатор; 9 - стойка; 10 - планка; 11 - подпружиненный центр

Рисунок 3- Приспособление для правки распределительного вала

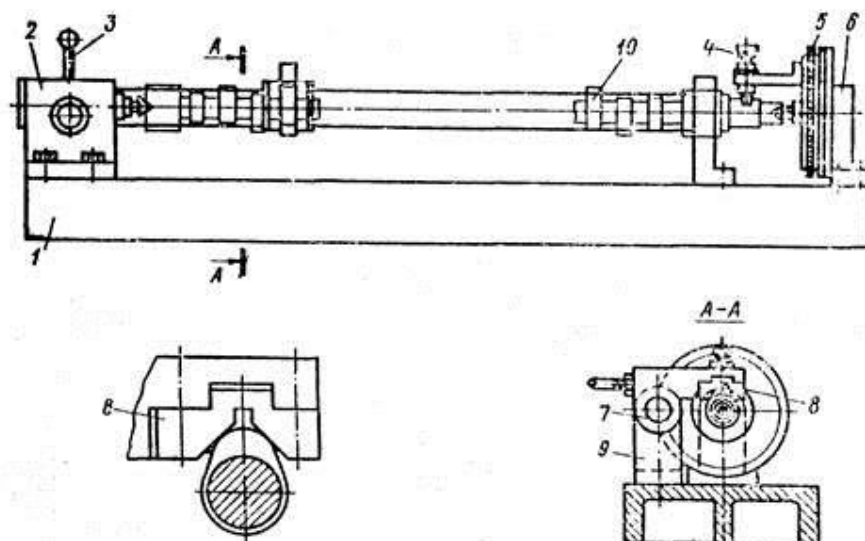


Рисунок 4 -Приспособление для контроля расположения кулачков распределительного вала

Порядок выполнения работы

1. Определить технологические параметры (размеры по рабочему чертежу, допустимые без ремонта, ремонтные, требования к точности размера, формы и расположения, к качеству рабочих поверхностей). Назначить способы и средства дефектации. Значения параметров записать в отчет.

2. Проверить состояние центровых отверстий. При наличии повреждений распределительный вал устанавливать на прибор ПБМ-500 нельзя.

3. Осмотреть видимые дефекты распределительного вала. Перечень возможных дефектов указан в таблице 1.

4. Замерить шейки распределительного вала согласно схеме замеров (рисунок 5).

Измерить диаметры шеек микрометром. Измерения каждой шейки провести в поясах I - I и II - II и двух взаимно перпендикулярных плоскостях

A - A и Б - Б (плоскость А - А расположена в плоскости первого кулачка).

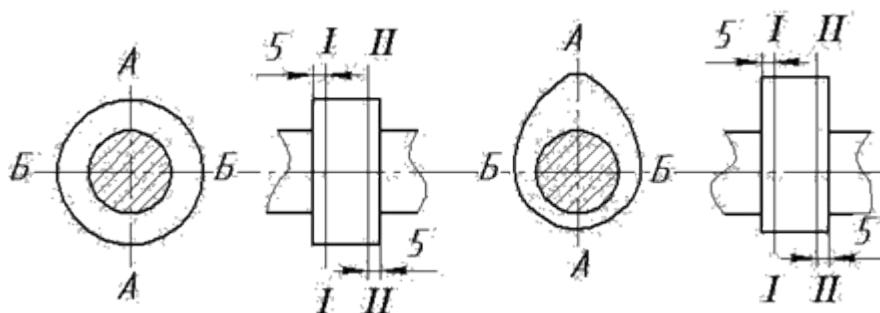


Рисунок-5 Схема обмера опорных шеек

(а) и кулачков (б) распределительного вала.

5. Определить величину общего износа (Иобщ) для всех шеек, мм определяем по формуле (2)

$$\text{Иобщ} = d_n - d_{\text{изн}}, \quad (2)$$

где d_n – диаметр шейки до начала эксплуатации (наименьший предельный размер по рабочему или ремонтному чертежу);

$d_{\text{изн}}$ -измеренный минимальный диаметр шейки (использовать значение с наибольшим износом).

6. Определить величину одностороннего неравномерного износа (И), мм по формуле (3)

$$И = \beta I_{\text{общ}} \quad (3)$$

где $\beta = 0,6$ – коэффициент неравномерности.

Определить нецилиндричность шеек (овальность и конусность), мм по формуле (4)

$$\begin{matrix} \text{AA} & \bullet & \tilde{d} & d \\ \text{BB} & ; & \text{кон} & \bullet & d & \tilde{d} \end{matrix} \quad (4)$$

Для каждой шейки получить два значения овальности и два конусообразности. Результаты занести в журнал измерений.

Таблица 1- журнал измерений

Объект измерения	Пояс измерения	Плоскость измерения	Номера шеек				
			I	II	III	IV	V
Опорные шейки	I I	A-A B-B Овальность, мм					
	II II	A-A B-B Овальность, мм					
	Конусность, мм	A-A B-B					
	Износ, мм						

Определить размер обработки опорных шеек при износе в пределах PP , мм.

Расчет вести по шейке, имеющей наибольший износ, мм по формуле (5)

$$d_p \bullet d_{\text{и}} \tilde{I} 2Z \quad (5)$$

где d_p – наибольший предельный размер ремонтируемой шейки;

Z – минимальный односторонний припуск на обработку (для шлифования $2Z = 0,05$)

8. Назначить категорию ремонтных размеров для всех опорных шеек (d_{pp}), мм. Сравнить результаты расчета со значениями ремонтных размеров из руководства по капитальному ремонту и выбрать ближайшее меньшее значение.

9. Определить состояние кулачков. Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм.

Измерить микрометром диаметры цилиндрической части кулачков (размер b , рис. 5 б) в двух поясах, отстоящих от торцов на 5 мм. Измерить высоту кулачков (размер a , рис. 5,б) в двух поясах

Рассчитать высоту подъема каждого клапана $h = a - b$. Для каждого кулачка получить значения конусообразности. Результаты занести в таблицу 2

Определить состояние кулачков по профилю, для чего опереть шаблон на кулачок и установить характер износа. Определить необходимость ремонтных воздействий.

10. Определить радиальное биение распределительного вала. Радиальное биение определяется по средней (относительно крайних) шейке. Для этого стержень индикатора упирают в среднюю опорную шейку. Обеспечив натяг, поворачивают вал пока стрелка не займет одно из крайних положений. Затем поворачивают вал на 180 град. и определяют новое положение стрелки. Разность между двумя показаниями и определит его биения. Прогиб вала равен половине его прогиба.

Таблица 2-Журнал измерений

Кулачки	Места замера	Номера кулачков							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Впускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусообразность								
Выпускные	a								
	b								
	$h = a - b$								
	Конусообразность								

Заключение _____

Форма отчёта

1. Цель и задание
2. Оснащение рабочего места.
3. Представить эскиз проверяемой детали.
4. Заключение.

Контрольные вопросы

Перечислите основные конструктивные элементы распределительного вала и его дефекты.

Какие параметры характеризуют состояние опорных шеек и кулачков распределительного вала?

Как определить наибольший предельный размер шейки, по которому назначается категория ремонтного размера?

Как проверить распределительный вал на прогиб?

В какой последовательности устанавливаются микрометр на «0»?

Как проверить профиль кулачка распределительного вала?

Лабораторная работа 3. Дефектовка шестерни, подшипников и пружин

Цель работы: 1. Получить практические навыки по определению дефектов шестерни, подшипников, пружин.
2. Освоить методику определения дефектов шестерни, подшипников и пружин.

Задание: 1. Ознакомиться с оснащением рабочего места.
2. Изучить основные дефекты шестерни, подшипника, пружины.
3. Произвести дефектовку деталей.
4. Составить отчет.

Оснащение рабочего места: Штангенциркуль ШЦ 1-125-0, штангенциркуль ШЦ 2-250-0,05, штангензубомер, индикатор ИЧ-10-0,01, детали подлежащие дефектовке:- шестерня, подшипник, пружина, прибор для проверки состояния подшипников, прибор для проверки упругости пружины КИ-040А, ветошь.

Общие сведения

Зубья шестерни работают в сложных и напряженных условиях, испытывая совместное воздействие изгибающих и контактных нагрузок циклического характера, а также подвергаются значительным ударным нагрузкам, действующим на закругленные торцевые поверхности при переключении передач. Кроме того, работа сопряженных зубчатых пар при наличии окислительных и абразивных сред неизбежно приводит к износу рабочих поверхностей зубьев.

Наиболее распространенные дефекты шестерни автотракторных короб передач - разрушение торцевых поверхностей и износ зубьев по толщине. При ремонте, как правило, такие шестерни заменяют новыми. При дефектовке толщину и длину зубьев измеряют штангензубомером, который устанавливается на выбраковочный размер.

Выбраковывают шестерни с износом торцов в зоне делительной окружности более 6 мм, боковой поверхностью выкрошенной более чем на 25%, с изломом зубьев.

Площадь выкрошенной поверхности зуба $F_{\text{вык}}$ вычисляют умножением длины на ширину, на которой могут расположиться все выраженные участки, имеющиеся на рабочей поверхности зуба, если их расположить вплотную.

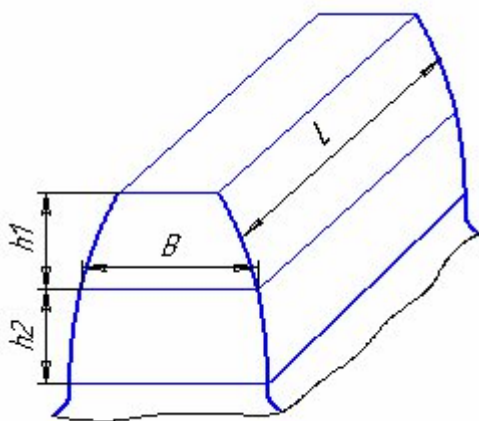


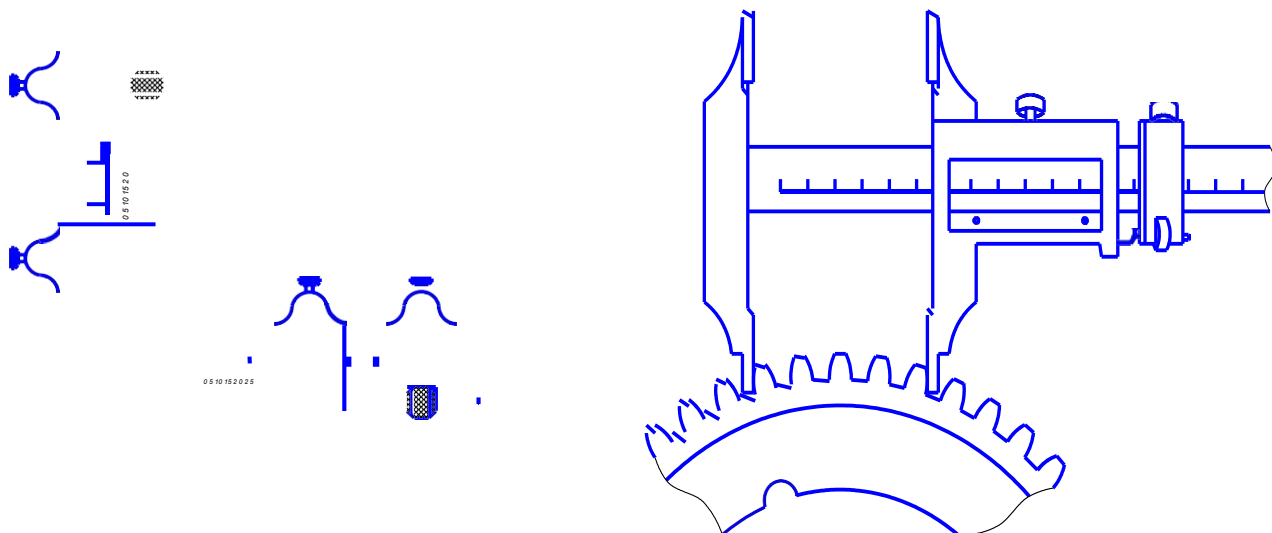
Рисунок 1 -Схема определения площади выкрошивания поверхности зубьев.

Площадь выкрошивания в %; определяют по формуле (1) при этом она должна быть меньше 15%.

$$F_{\text{доп}} = \frac{100 \cdot F_{\text{вык}}}{F_{\text{общ}}} \leq 15\% \quad (1)$$

Шестерни непостоянно замкнутого зацепления при неравномерном износе зуба по толщине(конусности) более 0,05 мм и длине 10 мм следует выбраковывать. Забоины и заусеницы на рабочих поверхностях шестерни не допускаются. Шестерни с такими дефектами ремонтируются.

Одним из показателей, по которому судят о пригодности шестерни к дальнейшей работе, является толщина зуба. Контроль толщины наружных зубьев производится измерением постоянной хорды «В», (см.рис.1) ,или длины общей нормали (см. рис.2.б.). Замер производят измерительными инструментами: зубомером, штангенциркулем.

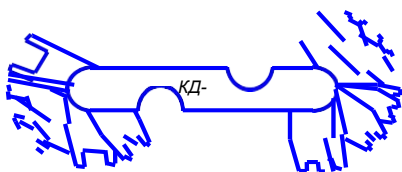


а)

б)

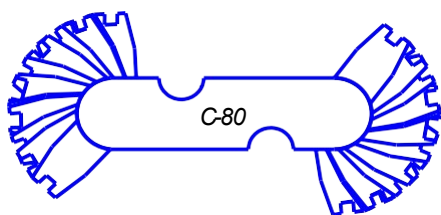
Рисунок 2- Измерение зуба шестерни:
 а) штангензубомером; б) штангенциркулем

При дефектовке шестерни в условиях ремонтных специализированных мастерских удобно пользоваться шаблонами. В каждый комплект входят шаблоны для шестерен трактора одной марки, (см. рис 3.)



ДТ-54

Рисунок 3- Предельные шаблоны для дефектовки шестерни по толщине зубьев.



Шестерня считается годной к дальнейшей эксплуатации, если при установке соответствующего шаблона между вершиной зуба и торцевой кромкой шаблона остается зазор. В случае отсутствия зазора между вершиной и торцевой кромкой шаблона шестерню выбраковывают (см,рис.4)

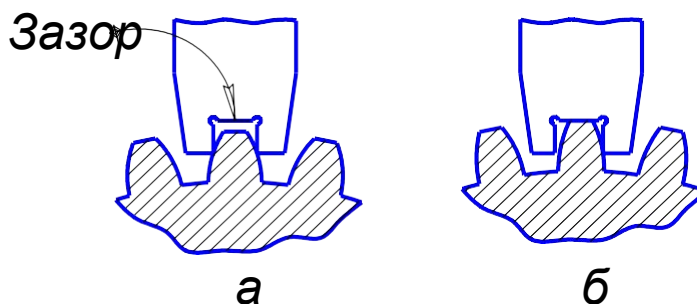


Рисунок 4- Проверка износов зубьев шестерни шаблоном:

- а) шестерня годна для дальнейшей эксплуатации,
- б) зуб шестерни изношен, требует ремонта или замены шестерни.

Порядок выполнения работы

1. Тщательно протереть шестерню, подлежащую дефектовке, ветошью.
2. Осмотром с помощью лупы установить состояние рабочих поверхностей зубьев шестерни, посадочных мест, шлицевых или шпоночных пазов. При наличии трещин шестерня выбраковывается.
3. Определить износ зубьев шестерни по толщине и длине.
 - 3.1. Внешним осмотром выбирают три зуба с наибольшим износом и расположенные относительно друг друга на 120%. Отметить мелом те зубья шестерни, которые должны быть замерены. Замеры проводят в следующей последовательности:
 - 3.2. С помощью штангензубомера определить толщину зуба по диаметру начальной окружности в двух сечениях, расположенных от краев зуба на $\frac{1}{4}$ длины, (см. рис 2.).

- 3.3. Установить вертикальную подвижную линейку зубомера на высоту в соответствии с техническими условиями и закрепить линейку стопорным винтом.
- 3.4. Поставить зубомер на измеряемый зуб на расстоянии $\frac{1}{4}$ его длины от края. Подвести губки зубомера к профилю зуба, закрепить стопором хомутик и, слегка покачивая зубомером в вертикально и горизонтальной плоскостях, одновременно вращая микрометрическую гайку, добиться плотного прилегания плоскостей губок зубомера к профилю зуба. Произвести отсчет толщины зуба по нониусу.
- 3.5. Замерить вторично толщину этого же зуба во втором сечении на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины зуба от края шестерни. В такой же последовательности измерить толщину остальных зубьев.
4. Результаты занести в журнал дефектации.
5. Измерить длину зубьев, отмеченных мелом, с помощью штангенциркуля.
6. В рабочих тетрадях начертить и заполнить журнал дефектовки.

По результатам дефектовки дать заключение о техническом состоянии шестерни. При оценке технического состояния шестерни используют максимальные значения износов. Данные для проверки шестерни при ремонте трактора (смотреть в приложении, таблица 5).

Дать рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения выявленных дефектов.

Журнал дефектации шестерни.

№ по каталогу _____ марка _____

Номинальная толщина зуба _____ мм.

Номинальная длина зуба _____ мм.

Допустимая толщина зуба _____ мм.

Допустимая длина зуба _____ мм.

Измерения производить штангензубомером по высоте _____ мм.

Результаты внешнего осмотра _____

Марка трактора	№ зуба	Толщина зуба			Длина зуба	
		1-е измерение	2-е измерение	средняя значе-ние	по ТУ	факт.
1	2	3	4	5	6	7

Заключение _____

Дефектовка подшипников качения

Общие сведения

В процессе эксплуатации в подшипниках качения изнашиваются беговые дорожки, шарики и ролики, накапливаются повреждения в виде сколов металла или трещины, отслаивается металл беговых дорожек и точечные разрушения шариков и роликов. При отсутствии смазочного материала подшипники качения перегреваются и вследствие этого они изменяют цвет (сине-фиолетовый). Эти цвета называют цветами побежалости.

Износ беговых дорожек наружных, внутренних колец подшипников и шариков (роликов) приводит к увеличению радиального и осевого зазора в подшипниках, повышает шумность работы.

Отслаивание металла беговых дорожек и точечные разрушения поверхности конических роликовых подшипников происходит из-за усталостного разрушения металла.

Усталостные разрушения подшипников происходят вследствие выработки ресурса или же из-за отсутствия осевого зазора при монтаже подшипников.

Для каждого подшипника определяют только радиальный или только осевой зазор в соответствии с техническими условиями.

Порядок выполнения

1. Произвести визуальную оценку технического состояния подшипника. Определить наличие цветов побежалости, с помощью лупы осмотреть на наличие

трещин, сколов, отпечатков шариков и роликов на беговых дорожках. Выявить наличие отслаивания металла на беговых дорожках и точечные разрушения шариков и роликов.

Результаты осмотра занести в журнал дефектовки.

2. Произвести проверку подшипников на шумность. Перед проверкой подшипник следует окунуть в 10% раствор дизельного масла в бензине.

Исправный подшипник должен вращаться легко без заметных местных притормаживаний и заеданий. Наружное кольцо останавливается плавно без рывков и стука. Звук должен быть глухой, шипящий. Резкие металлические дребезжащие звуки не допускаются.

Результаты проверки занести в журнал.

3. С помощью прибора для контроля износов подшипников определяем осевой и радиальный зазор, (см.рис. 5.).

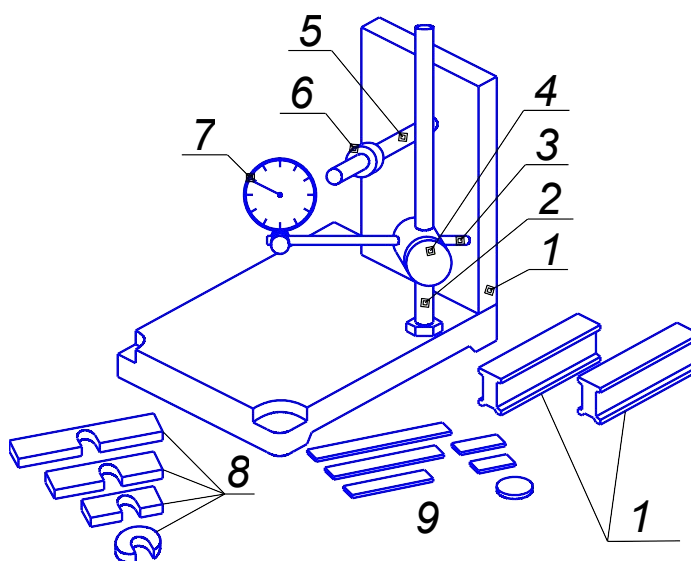


Рисунок 5- Прибор для контроля подшипников качения:

- 1 – корпус; 2 – стойка; 3 – державка; 4 – зажим;
- 5 – палец; 6 – гайка; 7 – индикатор; 8 – планки для за-
- крепления подшипника; 9 – пластины; 10 – подставки.

Определить осевой зазор подшипника в следующей последовательности, (см.рис 6) Установить подставки на горизонтальную плиту прибора КИ-0512 и

положить на них наружным кольцом проверяемый подшипник. На торец внутреннего кольца подшипника положить пластину, соответствующей длины.

Подвести к середине пластинки наконечник измерительного стержня индикатора так, чтобы стрелка индикатора сделала примерно один оборот.

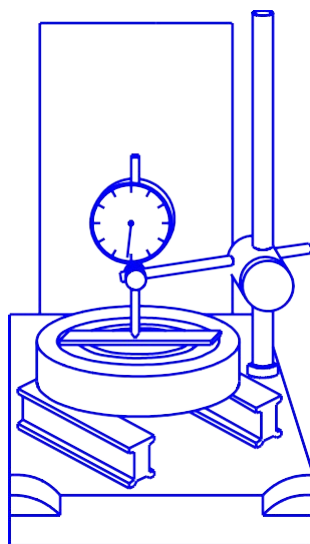


Рисунок 6- Измерение осевого зазора

Провернуть внутреннее кольцо подшипника на 1-2 оборота, одновременно нажимая на него пальцем, установить шкалу индикатора на ноль.

Большим пальцем рук прижимать наружное кольцо подшипника к подставкам, а указательным пальцем снизу приподнять внутреннее кольцо до предела вверх, стрелка индикатора при этом покажет осевой зазор подшипника. В такой же последовательности еще три раза определить осевой зазор подшипника. На основании полученных замеров определить средний осевой зазор.

4. Радиальный зазор подшипника определяют следующим образом, (см рис 7).

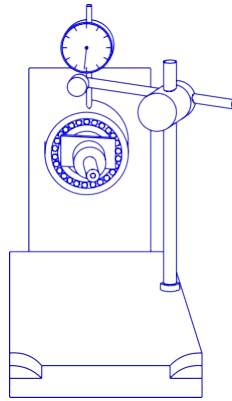


Рисунок 7-Определение радиального зазора подшипников

Закрепить проверяемый подшипник на вертикальной плите при помощи планки и гайки. Планка при установке подшипника, в зависимости от его габаритных размеров, подбирается из имеющегося комплекта с таким расчетом, чтобы она своими концами не касалась наружного кольца подшипника.

К наивысшей точке наружного кольца подшипника подвести наконечник индикатора так, чтобы стрелка сделала не менее одного оборота, после чего установить шкалу индикатора на ноль.

Поднять руками наружное кольцо подшипника снизу-вверх. При этом стрелка индикатора покажет радиальный зазор. Определить в такой же последовательности еще в трех точках радиальный зазор, проворачивая каждый раз наружное кольцо подшипника на 90°.

Полученные значения радиального зазора подшипника занести в журнал дефектовки. Сравнить фактические зазоры с предельными значениями, приведенными в технических условиях. (Приложение, таб.6,7,8.)

Журнал дефектовки подшипника

Проверки состояния _____ подшипника № _____ Диаметр посадочного места _____

Состояние рабочих поверхностей колец _____

Состояние шариков _____

Состояние сепараторов_____

Наличие цветов побежалости_____ Определе-
ние зазоров подшипника: измерение

1-е_____мм,измерение 2-е_____мм,измерение

3-е_____мм, измерение 4-е_____мм, измерение

Дефектовка пружин

Общие сведения

У пружин клапанов, главного сцепления фрикционов и регулятора пускового двигателя обязательно определяют упругость. Упругость других пружин проверяют только при необходимости.

Пружины считаются годными, если поверхность витков ровная и гладкая, без следов коррозии, трещин и надломов, опорные торцы плоские и перпендикулярные оси пружин. Неравномерность шага витков пружины не превышает 20%. Отклонение от перпендикулярности для пружин клапанов, муфт сцепления и регулятора пускового двигателя допускается не более 3 мм на 100 мм длины. К клапанным пружинам, предназначенным для постановки на двигатель, предъявляются следующие требования: пружины не должны иметь выпучивания средних витков, проволока пружин – трещин, волосовин и изношенных (потертых) мест. Постановка укороченных пружин на двигатель не допускается. Допустимые параметры пружин приведены в технических условиях (Приложение , таб.9.)

Порядок выполнения работы

1. Произвести визуальную оценку технического состояния пружины. С помощью лупы осмотреть пружину на наличие трещин, волосовин и изношенных мест, надломов.
2. С помощью линейки или штангенциркуля определить свободную длину пружины.

3. Результаты осмотра занести в журнал дефектовки.
4. Определить упругость пружины с помощью прибора КИ-040А.(см. рис 8.)
 - а) поставить на предметный столик 6 прибора проверяемую пружину, сжать ее поворотом рукоятки 2 прибора до нужной длины и закрепить каретку стопорным винтом 3;
 - б) освободить весовой механизм прибора и определить величину нагрузки сжатия;
 - г) снять пружины с прибора;
5. Написать заключение о пригодности пружины к работе

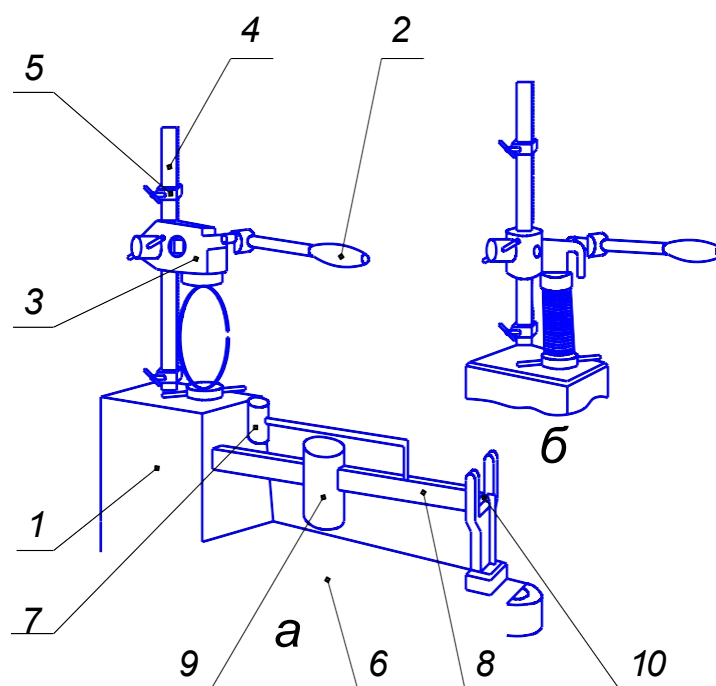


Рисунок 8- Прибор КИ-040А для проверки упругости п
 1 - станина; 2 - рукоятка; 3 - винт; 4 - зубчатая рейка;5 - ползун; 6 - столик; 7,9 - скользящие грузы; 8 - весовой механизм; 10 - дополнительный груз.

Журнал измерений

Осмotra клапанной пружины двигателя _____

Число витков полное _____

Диаметр проволоки _____ мм.

Длина пружины в свободном состоянии (измеряемая) мм,

Состояние пружины (результат наружного осмотр

Марка двигателя	Клапанная пружина	Усилие сжатия (упругость) пружины на рабочей длине, Н		Факт., кг	Длина пружины, мм		Факт., кг
		нормальное	допустимое		в свободном состоянии	в рабочем состоянии	
		по тех. условию			по тех. условию		
1	2	3	4	5	6	7	8

Заключение

Форма отчета

1. Цель и задание.
2. Оснащение рабочего места.
3. Эскизы шестерни, подшипника, пружины с указанием мест дефектов.
4. Журнал измерений.
5. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Как определить износ зубьев шестерни?
2. Как определить осевой и радиальный зазор подшипников качения?
3. Почему зазоры подшипника следует определять в нескольких точках?
4. Для чего испытывают пружину на упругость?
5. Перечислите основные дефекты шестерни, подшипника, пружины, вследствие которых их выбраковывают.

Лабораторная работа 4. Определение дефектов в деталях машин магнитным методом

Цель работы: 1. Изучить магнитный метод определения скрытых дефектов в деталях машин.

2. Приобрести практические навыки по обнаружению скрытых дефектов в деталях.

Задание: 1. Ознакомиться с прибором для выявления дефектов в деталях машин.

2. Изучить последовательность выполнения операций по выявлению трещин в деталях машин.

3. Составить отчет.

Оснащение рабочего места: Магнитный дефектоскоп ПМД-70, деталь для контроля магнитным методом, магнитная суспензия в посуде, ветошь.

Общие сведения.

Все вещества, помещенные в магнитное поле, приобретают магнитные свойства, т.е. намагничиваются и поэтому в некоторой мере изменяют внешнее (первоначальное) поле.

При этом оказывается, что одни вещества ослабляют внешнее поле, а другие – усиливают его. Первые называются диамагнетиками, вторые - парамагнетиками. Если в пустом пространстве существует магнитное поле, имеющее напряжённость, то при заполнении этого пространства однородной средой, результирующая напряжённость магнитного поля равна:

$$H_{\Sigma} = \mu H,$$

где μ - безразмерный коэффициент пропорциональности, называемый относительной магнитной проницаемостью среды.

Среди парамагнетиков резко выделяется группа веществ, вызывающих очень большое усиление внешнего поля. Эти вещества называются ферромагнетиками. (см. табл. 2)

Таблица 2

Диамagne- тики	μ	Парамаг- нетики	μ	Ферромаг- нетики	μ
Водород	0.999933	Азот	1.000013	Кобальт	100-180
Вода	0.999991	Кислород	1.000017	Никель	200-300
Медь	0.999912	Алюминий	1.000023	Железо	500-1000
Висмут	0.999924	Вольфрам	1.000175	Сталь	1000- 20000

Магнитный метод применяется для определения поверхностных и подповерхностных дефектов в виде трещин на деталях любой конфигурации и размеров, изготовленных из ферромагнитных сплавов (сталь, чугун). Так, например, определение трещин на шейках коленчатого вала.

Сущность метода определения трещин в деталях машин заключается в следующем: через проверяемую деталь пропустить магнитный поток, в местах расположения дефектов (раковин, трещин) магнитная проницаемость оказывается неодинаковой, в результате чего изменяются величина и направление магнитного потока. Эти изменения легко обнаружить при нанесении на намагниченную деталь ферромагнитного порошка (прокаленная окись железа) в сухом виде или в виде суспензии.

Частицы магнитного порошка, в виде хорошо заметных жилок, оседают в местах рассеивания магнитных силовых линий, указывая на наличие и место расположения трещин (см. рис.1.)

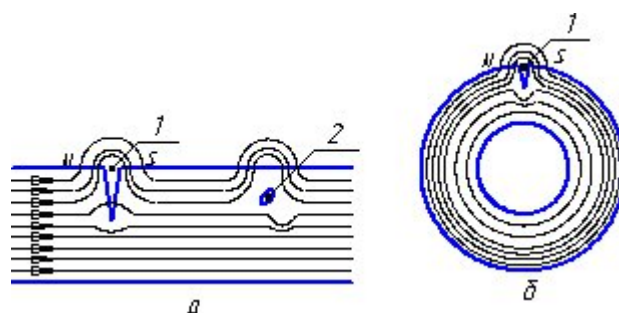


Рисунок 1 -Схема возникновения магнитных полей рассеяния при намагничивании.

а - продольное намагничивание; б - циркулярное намагничивание;
1 - трещина; 2 - неметаллическое включение.

Различают три способа намагничивания: полюсное, циркулярное и комбинированное.

Полюсное намагничивание создает продольное магнитное поле (вдоль детали), см. рис.2.

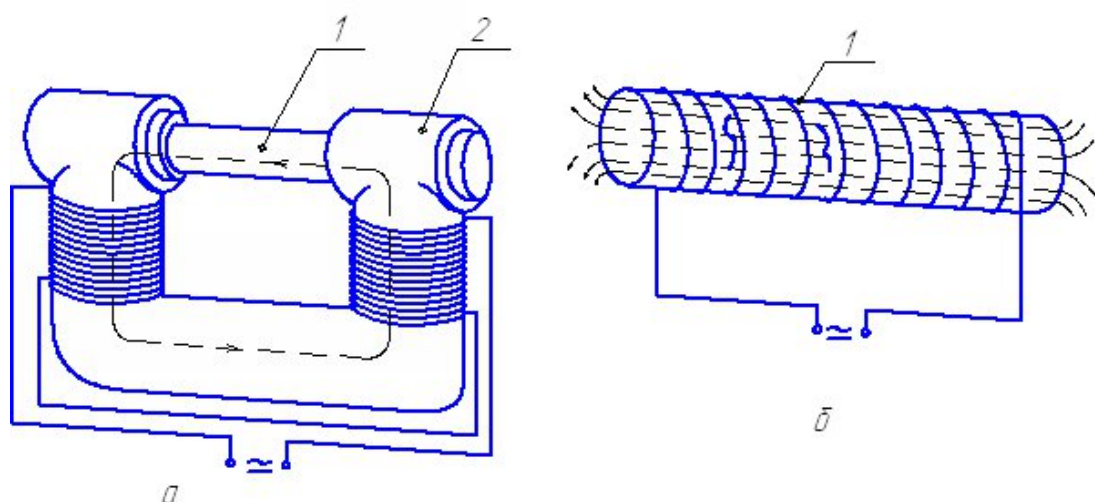


Рисунок 2- Полюсное намагничивание

1 - намагничиваемая деталь; 2 - электромагнит.

Деталь помещают между полюсами электромагнита (постоянного магнита) или в магнитное поле соленоида. Это намагничивание применяют для выявления дефектов, расположенных перпендикулярно к продольной оси детали или под углом к ней не более $20^{\circ} \dots 25^{\circ}$.

Циркулярное намагничивание создает магнитное поле, магнитные силовые линии которого расположены в виде замкнутых concentрических окружностей, (см. рис.3.).

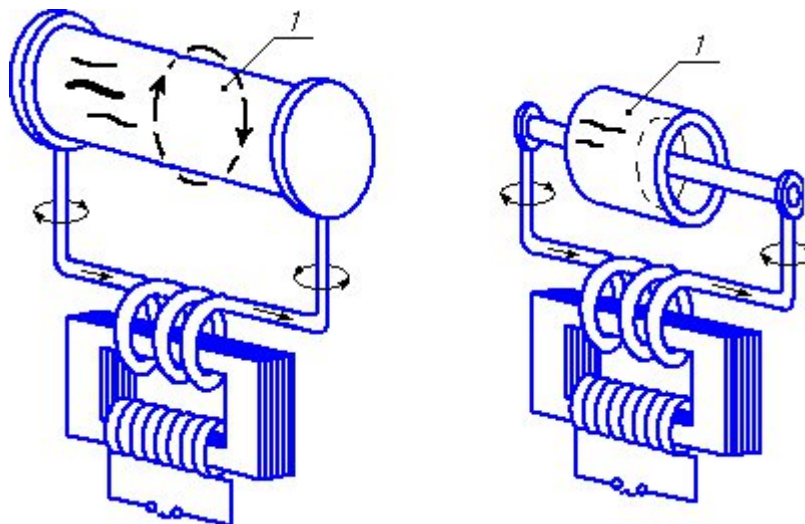


Рисунок 3- Циркулярное намагничивание.

Через деталь пропускают электрический ток. При необходимости обнаружения дефекта на внутренней цилиндрической поверхности его пропускают через стержень или кабель из немагнитного материала (медь, латунь, алюминий), помещенного в отверстие детали. Это намагничивание служит для нахождения дефектов, расположенных вдоль продольной оси детали или под небольшим углом к ней.

Комбинированный способ заключается в одновременном воздействии на деталь двух взаимно перпендикулярных магнитных полей, см. рис 4.

В результате их сложения образуется результирующее магнитное поле, величина и направление которого зависит от вектора магнитной напряженности каждого из слагаемых. Для получения комбинированного магнитного поля обычно через деталь пропускают электрический ток, создавая в ней циркулярное магнитное поле, и одновременно помещают в соленоид (или в электромагнит), создавая продольное магнитное поле. Комбинированное намагни-

чивание проводят только в приложенном магнитном поле, а циркулярное и полюсное- в приложенном магнитном и в поле остаточной намагниченности.

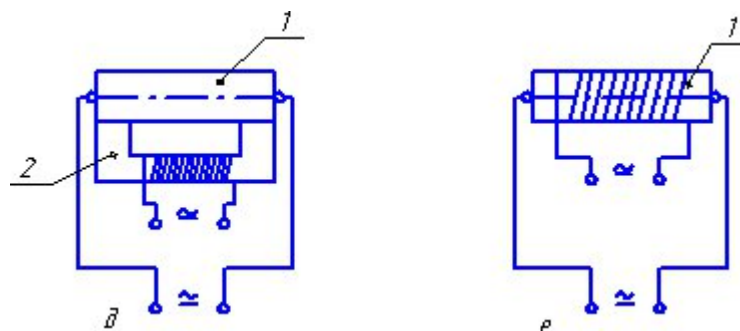


Рисунок 4- Комбинированное намагничивание
1-намагничиваемая деталь; 2-электромагнит

Для намагничивания детали может быть использован как переменный ток, так и постоянный ток. Переменный ток служит для нахождения поверхностных дефектов и размагничивания деталей.

Постоянный ток применяют для выявления подповерхностных дефектов. Создаваемое им магнитное поле однородно и проникает достаточно глубоко в деталь. Для определения дефектов большое значение имеет правильный выбор напряженности магнитного поля. Чрезмерно большая напряженность приводит к осаждению магнитного порошка по всей поверхности изделия и появлению ложных дефектов, а недостаточная - к снижению чувствительности метода.

Силу тока при циркулярном намагничивании цилиндрических деталей выбирают по формуле (1)

$$J \bullet 0.25H \blacktriangleright D, \quad (1)$$

где J - сила тока (А); H - напряженность магнитного (А/м); D - диаметр детали (мм);

для тонких пластин и дисков по формуле (2)

$$J \bullet 0.16H \blacktriangleright b, \quad (2)$$

где b - диаметр диска или ширина пластины, мм.

При полюсном намагничивании в соленоиде силу тока, пропускаемого через его обмотку, определяют по формуле (3)

$$H = \frac{D_c^2 \cdot L^2}{1.256n} \cdot \frac{e}{\lambda}, \quad (3)$$

где D_c - средний диаметр соленоида, (мм); L -длина соленоида, (мм);

n -число витков соленоида.

После контроля все детали, кроме браковочных размагничивают. Восстановление не размагниченных деталей механической обработкой может привести к повреждению рабочих поверхностей из-за притягивания стружки. Детали размагничивают, воздействуя на них переменным магнитным полем, изменяющимся от максимального значения напряженности до нуля. Степень размагничивания контролируют, осыпая деталь стальным порошком. У хорошо размагниченных деталей стальной порошок не должен удерживаться на поверхности. Для контроля деталей магнитопорошковым способом выпускаются стационарные, переносные и передвижные дефектоскопы.

В ремонтном производстве широко распространены переносные и передвижные магнитные дефектоскопы. (ПМД-68; ПМД-70; ПМД-77; ПМД-3М; М-217; МДВ). Они имеют относительно небольшую массу, габариты и дают возможность получать поле достаточной напряженности.

Назначение, устройство и эксплуатация магнитного дефектоскопа ПМД-70 приведены в приложении.

Порядок выполнения работы

Работа с дефектоскопом включает следующие операции: подготовка объекта к контролю, намагничивание, нанесение суспензии или порошка, осмотр объекта, размагничивание и контроль степени размагничивания.

1. Перед началом работы необходимо установить дефектоскоп на рабочее место. Подготовить для работы намагничивающие устройства, кабели. Приготовить суспензию. Приготовить контролируемое изделие.
2. Подключить кабель питания к разъему питания импульсного тока, соединить с разъемом переходного кабеля и включить в сеть 220В.

3. Переключатель режимов импульсного блока устанавливают в положение НАМАГНИЧИВАНИЕ.
4. Выключатель ПИТАНИЕ-ОТКЛ. перевести в положение ПИТАНИЕ и нажать кнопку ПУСК или кнопку электроконтакта, пропустив импульс тока намагничивания, при этом загорается сигнальная лампочка.
5. Намагнитить деталь одним из перечисленных способов: полюсное, циркулярное и комбинированное.
6. Взболтать в кружке суспензию и полить ею намагниченную деталь так, чтобы она полностью омыла контролируемые поверхности.
7. Осмотреть деталь при помощи лупы и установить наличие или отсутствие трещин.
8. Для размагничивания объекта после контроля устанавливают переключатель режимов в положение РАЗМАГНИЧИВАНИЕ и нажимают кнопку ПУСК, пропускают через кабель серию размагничивающих импульсов. Проверить, полностью ли размагнитилась деталь можно путем посыпания стальной стружки. Если при этом стружка прилипнет к детали, то она не размагничена. В этом случае размагничивание повторить.
9. При намагничивании соленоидом подключают его в сеть 220В.
10. Поместить деталь в магнитное поле соленоида.
11. Нанести суспензию на намагниченную деталь так, чтобы она полностью омыла контролируемые поверхности.
12. Осмотреть деталь при помощи лупы и установить наличие или отсутствие трещин.

По результатам дефектовки дают заключение о техническом состоянии контролируемого объекта. В заключении приводится название детали, марка двигателя, материал контролируемой детали, общая оценка технического состояния детали.

Дают рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения выявленных дефектов.

Форма отчета

1. Цель и задание
2. Оснащение рабочего места.
3. Представить эскиз проверяемой детали.
4. Заключение.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит принцип полюсного, циркулярного и комбинированного намагничивания деталей?
2. Из каких компонентов готовят суспензию для магнитного контроля?
3. Приемы обнаружения дефектов при магнитной дефектоскопии?
4. С какой целью производят размагничивание деталей, порядок его проведения?

Лабораторная работа 5. Люминесцентный метод определения скрытых дефектов в деталях

- Цель работы:**
1. Изучить люминесцентный метод выявления трещин и скрытых дефектов в деталях машин.
 2. Приобрести практические навыки по обнаружению скрытых дефектов в деталях машин.

- Задание:**
1. Ознакомиться с устройством оборудования для выявления дефектов в деталях машин.
 2. Изучить последовательность выполнения операций по выявлению трещин в деталях машин.
 3. Составить отчет.

Оснащение рабочего места: Люминесцентный дефектоскоп ЛД-4, деталь для контроля люминесцентным методом, лупа, керосин, бензин, тальк, ветошь.

Общие сведения

Трещины и скрытые дефекты у деталей (поры, раковины, пустоты и др.) могут быть выявлены различными методами.

В практике применяют следующие методы: магнитный, люминесцентный, гидравлический и другие

Выбор того или иного метода дефекта обуславливается конструкцией и материалом детали, а также вероятным расположением дефекта.

Люминесценцией называется свечение (т. е. испускание видимого света), обусловленное переходом атомов и молекул веществ с высших энергетических уровней на низшие. Иногда их называют холодным свечением. Если в состав пенетрата (специальная жидкость) включены вещества, способные флуоресцировать при облучении ультрафиолетовым светом, то такие жидкости называют

люминесцентными, а метод обнаружения дефектов - люминесцентным методом.

В зависимости от способа возбуждения люминесценции различают несколько ее видов: фотолюминесценция, рентгенолюминесценция, радиолюминесценция, катодолюминесценция, электролюминесценция, хемилюминесценция.

Таким образом, люминесценция является своеобразным квантовым генератором, непосредственно преобразующим энергию электромагнитных волн различной длины, а также механическую электрическую и химическую энергию в энергию видимого света.

Степень преобразования поглощаемой энергии W_0 в энергию люминесценции W характеризуется энергетическим выходом люминесценции по формуле (1)

$$\eta = \frac{W}{W_0}, \quad (1)$$

Энергия поглощаемого кванта $h\nu_0$ частично переходит в другие виды энергии, например, в теплоту. Поэтому энергия кванта $h\nu$ люминесценции должна быть меньше, следовательно $\nu < \nu_0$, а $\lambda > \lambda_0$ где λ и λ_0 - длины волн, соответствующие излученному и поглощенному квантам.

Применение явления люминесценции при контроле готовых деталей и дефектовке позволяет обнаружить поверхностные микротрещины, особенно на деталях, изготовленных из немагнитных (диамагнетики) материалов. Например, крышка распределителя изготовлена из эбонита, в результате загрязнения происходит пробой изолирующего материала, образуются микротрещины, появляется «блуждающий» ток.

Люминесцентный метод дефектоскопии заключается в способности втягивать жидкость в мельчайшие сквозные и несквозные каналы (капилляры) см.рис.1

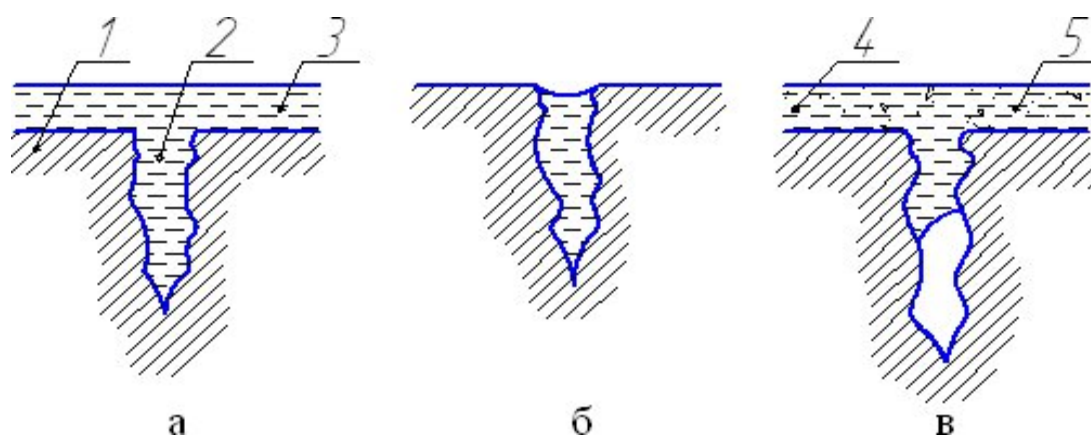


Рисунок 1- Схема контроля деталей капиллярным методом с применением проявителя: а - трещина, заполненная проникающей жидкостью; б - жидкость удалена с поверхности детали; в- нанесен проявитель, трещина выявлена; 1- деталь; 2 - полости детали; 3 - проникающая жидкость; 4 - проявитель; 5-след трещины.

В ремонтном производстве при использовании люминесцентного метода дефектоскопии в качестве пенетранта применяют жидкость различного состава. В качестве проявителей используют сухие порошки (каолин, мел, тальк) и их суспензии в воде или органических растворителях (керосин, бензин).

Выявление дефектов производится путем осмотра детали в темноте. При ультрафиолетовом облучении на детали проявляются светящиеся линии или пятна, свидетельствующие о наличии пор или трещин.

Источники возбуждения дают не только ультрафиолетовые излучения, но весь спектр видимого света. Для пропускания только ультрафиолетовых лучей (для задержания видимого спектра) на облучаемое изделие применяют специальные светофильтры типа УФС-4 и УФС-6. Промышленность выпускает стационарные дефектоскопы ЛД-2, ЛД-3, ЛД-4.(см. рис.2)

На эффективность люминесцентного метода контроля влияют в основном следующие факторы: природа люминесцирующего вещества, способность лю-

минесцирующего вещества проникать в мельчайшие полости дефекта, вид и мощность источника возбуждения, типы рекомендуемых люминофоров, см приложение, табл.10,11.

Наиболее яркое свечение и лучшую проникающую способность имеет нориоль. Однако даже самое интенсивное свечение невелико, и для его наблюдения требуется полное затемнение помещения или загораживание детали от прямых солнечных лучей.

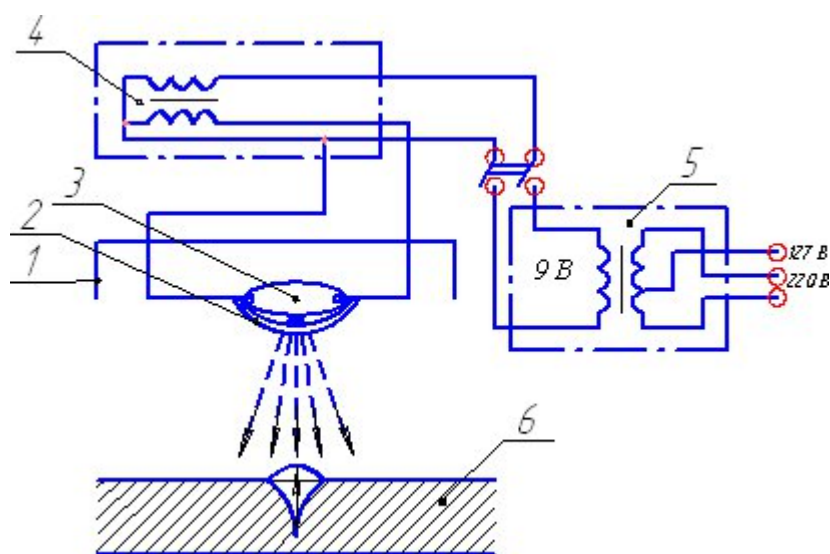


Рисунок 2 - Схема люминесцентного дефектоскопа:

- 1 - рефлектор; 2 – ультразвуковой светофильтр; 3 – ртутно-кварцевая лампа;
- 4 – высоковольтный трансформатор; 5 – силовой трансформатор;
- 6 – контролируемая деталь

Порядок выполнения работы:

1. Подготовка поверхности детали. Поверхность детали промывают в бензине или керосине, протирают ветошью, смоченной в бензине или в керосине
2. Нанесение люминесцирующего раствора. Деталь погружают в люминесцирующий раствор и выдерживают в течение 8...12 минут или поливают её люминофором.
3. Удаление люминофора с поверхности детали. Люминофор удаляют с поверхности путём смывания водой. После промывки деталь просушивают теплым воздухом или на электрической плитке.

4. Извлечение люминофора из трещин. Поверхность детали протирают ватой, слегка смоченной бензином, а затем припудривают сухим тальком. После распыления талька деталь выдерживают в течение 10...15 минут(Иногда извлекают люминофор из трещин нанесением каолиновой суспензии. После нанесения суспензии деталь выдерживают в течение 15...20 минут.)

5. Выявление дефектов производят путём осмотра детали в темноте при ультрафиолетовом облучении её поверхности, используя ртутно-кварцевые лампы.

По результатам дефектовки дать заключение о техническом состоянии контролируемого объекта. В заключении приводится название детали, марка двигателя, материал контролируемой детали, общая оценка технического состояния детали.

Дать рекомендации по дальнейшему использованию и технологии устранения выявленных дефектов.

Форма отчёта

1. Цель и задание
2. Оснащение рабочего места.
3. Представить эскиз проверяемой детали.
4. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Физическая природа люминесценции?
2. Какие виды люминесценции различают?
3. Что называется энергетическим выходом люминесценции?
4. Какие дефекты и на каких деталях можно выявлять люминесцентной дефектоскопией?
5. Для чего используют светофильтры?

ПРИЛОЖЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАГНИТНОГО ДЕФЕКТОСКОПА ПМД-70

Дефектоскоп предназначен для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов с относительной максимальной магнитной проницаемостью не менее 40, и относится к переносным универсальным средствам магнитного контроля. Дефектоскоп рассчитан на работу в цехах, лабораторных и полевых условиях, обеспечивает два способа контроля (на остаточной намагниченности и в приложенном поле) при числе вариантов схем намагничивания, равном шести, четырем формам тока и трем способам намагничивания (циркулярном, полюсном, комбинированном).

Дефектоскоп позволяет контролировать различные по форме детали, сварные швы, внутренние поверхности отверстий, путем намагничивания отдельных контролируемых участков или изделий в целом циркулярном или продольном полем, создаваемым с помощью набора намагничивающих устройств, питаемых импульсами тока (электромагнит, соленоид). Дефектоскоп обеспечивает размагничивание деталей после контроля, состоит из блока управления, импульсного блока, намагничивающего устройства (электромагнит, соленоид, электроконтакты, гибкие кабели). При наличии сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 или 240 В импульсный блок может использоваться как отдельный дефектоскоп, работающий в режиме намагничивания импульсным током, с применением гибкого кабеля или ручных электроконтактов. Питание импульсного блока от сети постоянного тока 24В осуществляется через блок управления с использованием его в качестве преобразователя напряжения, работающего на частоте 50Гц. Блок управления может использоваться в качестве отдельного, питающегося от сети, постоянного или выпрямленного тока 24В, переносного дефектоскопа, работающего с соленоидом или электромагнитом. Питание блока управления от сети переменного тока осуществляется подключением его к импульсному блоку, см. рис 15 приложения.

На передней панели блока управления расположены: разъем 2-Ш1- питание для подключения кабеля, 2-Ш4, ИМП - для подключения кабеля соединя-

ющего блоки А1 и А2, при работе блока управления в режиме инвертирования; розетка 2-Ш2 - ОСВЕЩЕНИЕ и 2Ш3 ЭЛ. МАГНИТ, СОЛЕНОИД; выключатель 2-В1 ПИТАНИЕ-ОТКЛ; переключатели 2В3; ПИТАНИЕ,БЛ.ИМП; РАЗМАГНИЧЕВАНИЕ; НАМАГНИЧИВАНИЕ; 2-В2 НАПРЯЖЕНИЕ; стрелочный измеритель 2-ИПТ с пределом измерения тока 0-5А и напряжением 0-50В; кнопочный выключатель 2-КН.

Конструктивно импульсный блок оформлен в виде переносного прибора, имеющего ручку переноса. На передней панели импульсного блока расположены разъемы 2-Ш2, 1-Ш1 питание для подключения кабеля; блок управления; выключатель 1-В1; ПИТАНИЕ-ОТКЛ.; предохранители «2А» в цепи питания 220В и «10А» в цепи питания 24В; переключатель В2; НАМАГНИЧИВАНИЕ-РАЗМАГНИЧЕВАНИЕ; кнопка ПУСК; Розетка включения кнопки дистанционного управления 1-КН1 КНОПКА ЭЛ. КОНТАКТА; клеммы выходные 1-КЛ1; 1-КЛ2; сигнальные лампы 1-Л1 ПИТАНИЕ и 1-Л2 ТОК, из которых первая сигнализирует включение питания, а вторая – наличие тока через намагничивающий кабель, подключенный к клеммам ВЫХОД или намагничиваемое изделие .

Для возбуждения магнитного поля в объектах контроля дефектоскоп снабжен шарнирным электромагнитом с полюсным наконечником игольчатой конструкции. Магнитопровод электромагнита выполнен из магнитомягкой электротехнической стали. Допустимый ток 2А (при длительном включении). Шарнирное соединение деталей магнитопровода создает возможность производить намагничивание и размагничивание участков сложной геометрической формы.

Соленоид предназначен для намагничивания деталей диаметром до 90мм длиной до160мм. Электроконтакты с кабелем сечения 10мм, длиной 15мм-предусмотрены для намагничивания, пропускают импульсный ток через контролируемый объект. Ручные контакты предназначены для работы с импульсным блоком и подключаются в розетку 1-Ш3 КНОПКА ЭЛ.КОНТАКТА.

Намагничивание объектов контроля, особенно вмонтированных в машину или устройства, можно производить с помощью гибких кабелей сечением 10 или 4мм, питаемых импульсным током.

Таблица 1 -Размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов автотракторных двигателей

Марка ДВС	Шейка вала	Размер Ст.	Размер P1	Размер P2	Размер P3	Размер P4	Размер P5	Размер P6	Твер. шеек	Радиус кривошипа
ЯМЗ-236, ЯМЗ-238	Кор.	110,00 -0,015	109,75 -0,015	109,50 -0,015	109,25 -0,015	109,00 -0,015	108,75 -0,015	108,50 -0,015	45	70,00 +/- 0,12
	Шат.	88,00 -0,015	87,75 -0,015	87,50 -0,015	87,25 -0,015	87,00 -0,015	86,75 -0,015	86,50 -0,015		
ЯМЗ-7511	Кор.	110,00 -0,022	109,75 -0,022	109,50 -0,022						
	Шат.	88,00 -0,022	87,50 -0,022	87,25 -0,022						
ЯМЗ - 650	Кор.	101,966 -0,022	101,716 -0,022	101,466 -0,022	101,216 -0,022	100,966 -0,022				
	Шат.	76,96 -0,022	76,71 -0,022	76,46 -0,022	76,21 -0,022	75,96 -0,022				
ЯМЗ-240БМ	Кор.	117,00 -0,015							45	70,00 +/- 0,12
	Шат.	88,00 -0,015	87,75 -0,015	87,50 -0,015	87,25 -0,015	87,00 -0,015	86,75 -0,015	86,50 -0,015		
ЯМЗ-8421, 8423,8481,8482	Кор.	90,00 -0,015							248-286 HB	70,00 +/- 0,12
	Шат.	90,00 -0,015								
КамАЗ 740	Кор.	95,00 -0,015	94,50 -0,015	94,00 -0,015	93,50 -0,015	93,00 -0,015			HV 600	60.00 +/- 0.05
	Шат.	80,00 -0,013	79,50 -0,013	79,00 -0,013	79,60 -0,013	78,00 -0,013				

Таблица 2 -Размеры коренных и шатунных шеек коленвала

Марка ДВС	Шейка вала	Размер Н1	Размер Н2	Размер Р1	Размер Р2	Размер Р3	Размер Р4	Твер. Шеек	Радиус кривошипа
А-01, А-41.	Кор.	105,00 -0,023	104,75 -0,023	104,50 -0,023	104,25 -0,023	104,00 -0,023	103,75 -0,023	52	70,00 +-0,10
	Шат.	88,00 -0,023	87,75 -0,023	87,50 -0,023	87,25 -0,023	87,00 -0,023	86,75 -0,023		
Д-160, Д-108	Кор.	95,21 -0,022	94,96 -0,022	94,46 -0,022	93,96 -0,022	93,46 -0,022	92,96 -0,022	48	102,5 +- 0,15
	Шат.	92,21 -0,022	91,96 -0,022	91,21 -0,022	90,46 -0,022	89,71 -0,022	88,96 -0,022		
Д-240 (МТЗ) Д-245 (Бычок) Д-248, Д-50	Кор.	75,25 -0,082 -0,101	75,00 -0,082 -0,101	74,50 -0,082 -0,101	74,00 -0,082 -0,101	73,50 -0,082 -0,101	73,00 -0,082 -0,101	46	62,50 +-0,04
	Шат.	68,25 - 0,077 - 0,096	68,00 - 0,077 - 0,096	67,50 - 0,077 - 0,096	67,00 - 0,077 - 0,096	66,50 - 0,077 - 0,096	66,00 - 0,077 - 0,096		
Д-260	Кор.	85,25 -0,085 -0,104	85,00 -0,085 -0,104	85,50 -0,085 -0,104	84,00 -0,085 -0,104	83,50 -0,085 -0,104	83,00 -0,085 -0,104		
	Шат.	73,00 -0,100 -0,119	72,75 -0,100 -0,119	72,25 -0,100 -0,119	71,75 -0,100 -0,119	71,25 -0,100 -0,119	70,75 -0,100 -0,119		
Д21А, 120, 130 Д-144, 145, 37Е	Кор.	70,25 -0,065 -0,085	70,00 -0,065 -0,085	69,50 -0,065 -0,085	69,00 -0,065 -0,085	68,50 -0,065 -0,085	68,00 -0,065 -0,085	45	60,00 +-0,04
	Шат.	65,25 -0,060 -0,080	65,00 -0,060 -0,080	64,50 -0,060 -0,080	64,00 -0,060 -0,080	63,50 -0,060 -0,080	63,00 -0,060 -0,080		

Таблица 3- Размеры коренных и шатунных шеек коленвала

Марка ДВС	Шейка вала	Размер Н1	Размер Н2	Размер Р1	Размер Р2	Размер Р3	Размер Р4	Твер. шеек	Радиус кривошипа
СМД-14, 24	Кор.	88,25	88,00	87,50	87,00	86,50	86,00	45	70.00
		-0,100	-0,100	-0,100	-0,100	-0,100	-0,100		+0,02
	Шат.	78,25	78,00	77,50	77,00	76,50	76,00		- 0,10
		-0,095	-0,095	-0,095	-0,095	-0,095	-0,095		
СМД-18	Кор.	92,25	92,00	91,50	91,00	90,50	90,00		
		-0,020	-0,020	-0,020	-0,020	-0,020	-0,020		
	Шат.	78,25	78,00	77,50	77,00	76,50	76,00		
		-0,095	-0,095	-0,095	-0,095	-0,095	-0,095		
СМД-60,73	Кор.	92,25	92,00	91,50	91,00	90,50	90,00	52	57,5
		-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015		-0,06
	Шат.	85,25	85,00	84,50	84,00	83,50	83,00		
		-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015		
Д-40,48	Кор.	85,17	84,92	84,42	83,92	83,42	82,92		
		-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022		
	Шат.	75,175	74,925	74,175	73,425	72,675	71,925		
		-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019		
Д-65, PM-80,(-120)	Кор.	89,13	88,88	88,38	87,88	87,38	86,88	46	62.50
		-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022		+ - 0.04
	Шат.	75,175	74,925	74,425	73,925	73,425	72,925		
		-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019	-0,019		

Таблица 4- Размеры коренных и шатунных шеек коленвала

Марка ДВС	Шейка вала	Размер Ст.	Размер Н1	Размер Р1	Размер Р2	Размер Р3	Размер Р4	Размер Р5	Размер Р6	Твер. шеек	Радиус кривошипа
ЗИЛ 130, 131, 175	Кор.	74,50 -0,013		74,25 -0,013	74,00 -0,013	73,75 -0,013	73,50 -0,013	73,25 -0,013	73,00 -0,013	45	47,50 +-0,08
	Шат.	65,50 -0,013		65,25 -0,013	65,00 -0,013	64,75 -0,013	64,75 -0,013	64,50 -0,013			
ЗИЛ-645	Кор.	92,00 -0,015		91,50 -0,015	91,00 -0,015	90,50 -0,015				53	57,50 +-0,03
	Шат.	72,00 -0,013		71,50 -0,013	71,00 -0,013	70,50 -0,013					
ЗМЗ-53/5233 672, 5234	Кор.	70,00 -0,020		69,75 -0,020	69,50 -0,020	69,25 -0,020	59,00 -0,020	68,75 -0,020	68,50 -0,020	45	40,00 +-0,05
	Шат.	60,00 -0,013		59,75 -0,013	59,50 -0,013	59,25 -0,013	59,00 -0,013	58,75 -0,013	58,50 -0,013		
ЗМЗ-24,402	Кор.	64,00 -0,013	64,95 -0,013	63,75 -0,013	63,50 -0,013	63,25 -0,013	63,00 -0,013	62,75 -0,013	62,50 -0,013	45	46,00 +-0,05
	Шат.	58,00 -0,013	57,95 -0,013	57,75 -0,013	57,50 -0,013	57,25 -0,013	57,00 -0,013	56,75 -0,013	56,50 -0,013		
ЗМЗ-406, 405 409	Кор.	62,00 -0,035 -0,052		61,75 -0,035 -0,052	61,50 -0,035 -0,052	61,25 -0,035 -0,052				45	43,00 47,00 +-0,05
	Шат.	56,00 -0,025 -0,044		55,75 -0,025 -0,044	55,50 -0,025 -0,044	55,25 -0,025 -0,044					
АЗЛК 412, 2140	Кор.	60,00 -0,023 -0,040		59,75 -0,031 -0,044	59,50 -0,035 -0,048	59,25 -0,038 -0,052	59,00 -0,043 -0,056				
	Шат.	52,0		51,75	51,50	51,25	50,00				

Таблица 5 – Данные для проверки шестерен при ремонте трактора.

№ по каталогу	Наименование шестерни	Число зубьев	Установочная высота зубомера	Толщина зуба или шаговой размер (мм)				Длина зуба (мм)			
				нормальный	Допустимая при ремонте			нормальный	Допустимая при ремонте		Предельная
					капитальном	текущем			капитальном	текущем	
По трактору Т-40											
Т-25-1701042-В	Первой передачи	12	6,69	$8,2^{+0,110}_{-0,188}$	7,73	7,43	7,13	36,00	32,0	30,0	25,00
Т-25-1701132-Д	Коническая ведущая	19	3,76		6,12	5,71	5,41	-	-	-	-
По трактору К-700											
50-1601088	Шестерня ведомая привода (ВОМ)	43	4,56	7,07	6,90	6,70	6,50	-	-	-	-
50-1601331	Промежуточная	24	6,16	8,21	7,90	7,70	7,50	12,0	11,0	10,0	9,0
По трактору ДТ-75М											
77-37-194	Шестерня задней передачи	24	4,83	$6,75^{+0,140}_{-0,200}$	6,470	6,30	5,90	28±0,3	-	-	19,0
По трактору Т-100М											
12327	Передвижная III	7,15	28	$10,98^{+0,200}_{-0,450}$	-	9,80	9,6	30,0	27,0	24,0	21,0
12328	Передвижная I	20	7,2	$10,99^{+0,200}_{-0,450}$	10,44	9,80	9,6	36,0	32,0	29,0	25,0

Таблица 6 - Выбраковочные зазоры по подшипникам качения

№ п.п.	Место установки подшипника	№ подшипника по ГОСТу	Тип	Радиальный зазор	На каких тракторах устанавливается
1	Шестерня ведомая, задняя опора (УКМ)	114	ШР	0,014-0,034	ДТ-75
2	Шестерня заднего хода	212	ШР	0,013-0,033	Т-74
3	Шестерня двойная бортового редуктора	42314	РЦ	0,030-0,070	Т-100М
4	Крышка полуоси ведущего моста	209	ШР	0,012-0,029	К-700
5	Шестерня замедленной передачи	305	ШР	0,010-0,024	Т-40

Таблица 7 – Осевой зазор однорядных радиально-упорных шарикоподшипников при их монтаже без предварительного натяга

Диаметр отверстия подшипника d, мм	Угол контакта α , °			
Д 30	30...50	% d	20...40	10...20
30...50	40...70	1 d	30...50	15...30
50...80	50...100	6 d	40...70	20...40
120...180	60...150	5 d	50...100	30...50
180...260	100...200	(3...6) d	80...150	40...70
	150...250		120...200	50...

Таблица 8– Рекомендуемый осевой зазор для двойных и сдвоенных упорных шарикоподшипников

Диаметр отверстия	Осевой зазор, мкм
10...50	20...40
50...120	30...50
120...140	40...60

Таблица 9 – Упругость и длина клапанных пружин

Марка двигателя	Клапанная пружина	Усилие сжатия (упругость) пружины на рабочей дине, Н		длина пружины, мм	
		нормальное	допустимое	в свободном состоянии	в рабочем состоянии
ЯМЗ-240В ЯМЗ-238НБ	внутренняя	241-271	220	63	37
	наружная	419-473	380	74	42
А-01М А-41	внутренняя	128 φ 7,5	102	63	50
	наружная	250 φ 15	212	74	55
Д-108 Д-160	внутренняя	44,8 ^{6,2} _{2,8}	36	89	60
	наружная	344 ²⁶ ₂₃	270	92	78
СМД-60 СМД-62	внутренняя	56 φ 15	220	63	37
	наружная	446 φ 26,7	380	74	42
СМД-14	внутренняя	60 φ 4,5	50	7,3 φ 1,0	52,5
	наружная	190 φ 14	158	77 φ 0,3	55,0
Д-64Н Д-65М	внутренняя	127,6-148,4	120	77	40,0
	наружная	236-274	220	77	41,5
Д-50	внутренняя	153 φ 12,7	133	67	37,0
	наружная	147 φ 12	128	77	39,0
Д-240	внутренняя	88,6 φ 7,0	77	58,5	48,5
	наружная	174 φ 14	152	64,0	54,0
Д-37Е Д-21	внутренняя	58 φ 4,4	52	52,0	45,9
	наружная	131,1 φ 9,8	115	72,0	49,5
П-46 П-23М (пусковые)	-	135 ²⁰ ₁₀	110	63,5	50,0

Таблица 10 – Люминесцирующие вещества, применяемые при дефектовки

№ п/п	Наименование веществ	Цвет люминесценции	Длина волны, А
1	Керосин	голубой	2400...4000
2	Трансформаторное масло с керосином в пропорции 1:2 или 1:3	светло-голубой	около 5000
3	25 % смесь авиационного масла с керосином, подогретое до 50...90 ^о С	голубой	около 4600
4	15 % смесь минерального масла с добавкой эмульгатора 00-10	-	-
5	Нориол	ярко желто-зеленый	-

Таблица 11 – Состав каолиновой суспензии

№ п/п	Наименование веществ	Количество
1	Вода, л.	1
2	Каолин, гр.	200
3	Эмульгатор ОП-7 или оп-10, гр.	5

Список использованной литературы

1. Слесарь по ремонту автомобилей [Электронный ресурс] : мультимедийная обучающая программа по профессии. - М.: Моск. автодорож. ин-т, 2002. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
2. Специалист по ремонту и обслуживанию двигателей внутреннего сгорания (дизельные двигатели). Специалист по ремонту и обслуживанию двигателей внутреннего сгорания (двигатели с искровым зажиганием) [Электронный ресурс] : мультимедийные обучающие программы по профессиям. - М.: Труд, 2002. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
3. Черноиванов В.И. Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин – М.:ГОСНИТИ, 2003, 488с.
4. Черменский О.Н, Федотов Н.И. Подшипники качения – справочник-каталог – М.: Машиностроение 2005.
5. ГОСТ 24810-81 Подшипники качения. Зазоры.
6. Альбомы по технологическим условиям на капитальный ремонт двигателей.

Беломестных Владимир Афанасьевич

Дефектовка деталей при ремонте двигателей

Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ
по дисциплине МДК 01.04 Диагностика, техническое обслуживание и
ремонт автомобильных двигателей студентам по специальности 23.02.07
Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать г . Формат 60x84/16
Усл. печ. л. 4. Тираж экз.

Издательство Иркутского государственного
аграрного университета им. А.А. Ежевского
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,
пос. Молодежный