

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобилей и тракторов

**Восстановление деталей автомобилей и тракторов**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 190201

«Автомобиле- и тракторостроение»

Составители А. А. Зюзин, Б. Н. Казьмин

УДК 621.797  
3.381

Зюзин, А. А. Восстановление деталей автомобилей и тракторов: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение» [Текст] / сост. А. А. Зюзин, Б. Н. Казьмин. – Липецк: ЛГТУ, 2009. – 27 с.

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом и предназначены для студентов специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение» специализации «Обслуживание и ремонт автомобилей и тракторов». Цель методических указаний – привить знания и практические навыки по дефектации деталей машин, определению характера и величины износа, усталостного разрушения или других повреждений, выбору способа восстановления их работоспособности, разработке операций восстановительной технологии и последующей механической обработки

Табл. 7.

Рецензент И. С. Константинова

© Липецкий государственный  
технический университет, 2009

## Лабораторная работа №1

### Дефектовка деталей машины

#### 1. Методические предпосылки исследования

В процессе эксплуатации машин надежность, заложенная в них при конструировании и изготовлении, снижается вследствие возникновения различных неисправностей. Об исправной работе машины обычно судят по ее рабочим характеристикам (к.п.д., мощность, производительность, уровень шума, вибрации и т.п.). Всякое отклонение рабочих характеристик от номинальных свидетельствует о наличии той или иной неисправности в машине. Любая рассматриваемая неисправность в машине является следствием изменений, происходящих в параметрах точности и качества сопрягаемых поверхностей. Неисправность сопряжения проявляется в нарушении посадки (заданных зазоров и натягов).

Установлено, что до 80% случаев потери работоспособности машин происходят вследствие износов.

Принято классифицировать износы на механический, молекулярно-механический и коррозионно-механический. К механическому изнашиванию относят: абразивное, эрозионное (гидроабразивное и газоабразивное), кавитационное, пластическое деформирование и др.

К другим видам разрушений и повреждений деталей и сопряжений относят: усталостное, коррозионное, термоусталостное, деформации в процессе хранения и эксплуатации из-за внутренних напряжений, ползучесть металлов, химические повреждения, нарушение регулировок механизмов.

Перечисленные выше причины вызывают постепенное или резкое ухудшение технического состояния отдельных деталей, сопряжений, составных сборочных единиц и машины в целом. Этот сложный физический процесс ухудшения технического состояния машин происходит неизбежно и непрерывно во времени. В результате отдельные детали и сопряжения составных сборочных единиц время от времени исчерпывают свой ресурс вследствие чего возникает отказ и машина теряет работоспособность.

Все встречающиеся в работающих механизмах и сопряжениях дефекты и износы могут быть подразделены на две основные группы:

1) износы и дефекты, обычно медленно нарастающие и являющиеся следствием длительной работы сил трения, воздействия высоких температур и других факторов при нормальных условиях эксплуатации, т.е. когда соблюдается все требуемое для данного механизма правила ухода за ним. Так как эти износы относятся к явлениям нормальным, определенным самой конструкцией машины, их можно называть естественными износами;

2) износы и дефекты, нарастающие быстро и наблюдаемые иногда даже после непродолжительной работы механизма. Они являются главным образом результатом неправильного ухода за данным механизмом (недостаточность смазки, загрязненность ее, перегрузки и др.) и в сравнительно редких случаях результатом дефектов производства. Типичное для данной группы дефектов интенсивное нарастание носит характер аварии, а поэтому эти износы и дефекты можно назвать аварийными.

Такое деление дефектов и износов целесообразно, т.к. оно помогает решению основной задачи профилактики неисправностей: поддерживать эксплуатируемые машины в таком состоянии, что бы они подвергались только естественному износу. Аварийные дефекты и износы не должны иметь места.

Участок дефектовки деталей и их сопряжений на ремонтном предприятии играет особо важную роль.

После разборки составных сборочных единиц или машины в целом очищенные, вымытые, обезжиренные детали поступают на участок дефектовки. При контроле детали рассортировываются на три группы: годные к работе (направляются в комплектовочный склад или прямо на сборку), подлежащие ремонту (направляются на склад деталей, ожидающих ремонта, или в ремонт) и негодные (утильные) направляются на склад металлолома). При контроле и сортировке дефектные места деталей маркируются красками. Годные детали рекомендуется маркировать белой краской, подлежащие ремонту – зеленой, а

негодные – красной краской на тех местах, где дефекты, которые послужили причиной для выбраковки.

При дефектовке следует руководствоваться техническими условиями на контроль и сортировку деталей.

В технологических картах на контроль и сортировку отдельных деталей указываются: общая характеристика детали ( материал, термическая обработка, твердость, качество поверхностей и основные размеры); возможные дефекты; способы установления этих дефектов; необходимый измерительный инструмент и приспособления или оборудование для контроля; допустимый износ, позволяющий эксплуатировать детали до очередного планового ремонта, предельный размер детали, при котором ее следует выбраковывать; признаки, по которым выбраковывается деталь; допустимые отклонения от правильной геометрической формы детали ( овальность, конусность, седлообразность, погнутость и др.), а также срыв резьбы, наличие микротрещин и трещин и др.; способы восстановления деталей.

При дефектовке деталей необходимо решить следующие задачи:

- 1) установить признаки для окончательной отбраковки детали;
- 2) установить признаки для дальнейшего использования детали в эксплуатации без восстановительной технологии;
- 3) установить признаки для дальнейшего использования детали в эксплуатации путем восстановительной технологии и определить методы восстановления ее работоспособности.

При современной технике ремонта почти любая деталь с любым повреждением может быть восстановлена. Технические причины, по которым приходится выбраковывать детали, разнообразны и в общем определяются их конструктивно-технологическими особенностями.

Обычно, выбраковываются детали, получившие аварийные дефекты, и которые имеют явно выраженные признаки разрушения (изломы, глубокие трещины, выбоины, обгорание, явное изменение материала и пр.). Некоторые детали приходится окончательно выбраковывать после использования поверхно-

стного термически обработанного слоя. Пределом допустимого уменьшения размеров некоторых деталей может послужить также невозможность применения по конструктивным соображениям сопряженных деталей, получающих в этом случае значительные изменения. Так, для некоторых валов уменьшение шеек после определенного предела может оказаться недопустимым вследствие того, что вкладыш подшипника при этом получает чрезмерно большую толщину (особенно при тонкостенных вкладышах).

Наконец, допустимое уменьшение размеров деталей может ограничиваться их конструктивной прочностью.

Вторая и третья задачи при дефектовке деталей решаются путем определения остаточных ресурсов по результатам микрометражных измерений. При этом, если остаточный ресурс детали оказывается больше или равным межремонтному ресурсу машины в целом, то принимается решение по дальнейшему ее использованию в эксплуатации. В производственном случае принимается решение по дальнейшему использованию детали в машине путем восстановительной технологии и разрабатываются операции восстановительной технологии.

Величина остаточного ресурса изношенной детали определяется в следующей последовательности:

1) средняя скорость изнашивания  $W_d$  находится по выражению:

$$W_d = \frac{I_{\text{изм}}}{N_{\text{изм}}}, \quad (1.1)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – величина износа детали по результатам микрометражных измерений, мкм;

$N_{\text{изм}}$  – величина наработки на момент измерения, мото-час.

2) средняя величина остаточного ресурса детали  $T_{\text{д.о.}}$  определяется по формуле:

$$T_{\text{д.о.}} = \frac{I_{\text{пр}} - I_{\text{изм}}}{W_d}, \quad (1.2)$$

где  $I_{пр}$  – предельная величина износа, мкм.

Предельная величина износа задается в технологических картах на дефектацию деталей в пределах 0,1...0,25 мм.

## 2. Цель работы

Целью работы является приобретение навыков по дефектовке деталей, определению остаточных ресурсов по результатам микрометричных измерений и разработке операций технологии восстановления заданной детали.

## 3. Материальное обеспечение

1. Набор деталей для дефектовки. 2. Лупы простые и бинокулярные. 3. Штангенциркуль. 4. Микрометры. 5. Индикаторные нутромеры. 6. Эталоны шероховатости.

## 4. Содержание работы

Работа заключается в анализе технического состояния деталей автомобилей и тракторов, получивших неисправности и дефекты в процессе эксплуатации; определении характера повреждения и износа; в оценке точности и качества основных поверхностей; принятии решения по окончательной отбраковке некоторых деталей; проведении микрометричных измерений заданной детали; определении ее остаточного ресурса; разработке операций технологии восстановления; составлении эскизов и выводов.

## 5. Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с техническим состоянием деталей автомобилей и тракторов в представленном наборе, характером износа и повреждения (излом, сколы, риски, трещины, износ и др.).

2. Принять решение по окончательной отбраковке некоторых деталей с указанием причин, дефектов и повреждений. Составить эскиз одной поврежденной детали в качестве примера.

3. Произвести микрометричные измерения заданной детали и построить эпюру распределения износа.

4. Определить остаточный ресурс заданной детали и сравнить с межремонтным ресурсом машины в целом ( $T_{м.р.} = 8000$  моточасов).
5. Наметить маршрут восстановительной технологии.
6. Составить эскиз обработки детали на заданную операцию технологии восстановления.
7. Результаты работы занести в отчет.
8. Сделать выводы и рекомендации.
9. Оформить отчет.

#### 6. Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы соблюдать инструкции по технике безопасности, действующие в лаборатории кафедры автомобилей и тракторов.

#### 7. Форма заполнения отчета

1. Материальное обеспечение.
2. Наименование деталей, представленных на дефектовку.
3. Характеристика причин для окончательной отбраковки деталей.
4. Методика микрометрических измерений.
5. Построение эпюры распределения износа поверхности заданной детали.
6. Расчет остаточного ресурса заданной детали.
7. Маршрут технологии восстановления заданной детали.
8. Содержание заданной операции технологии восстановления.
9. Выводы и рекомендации.

### Лабораторная работа №2

#### **Восстановление деталей под ремонтный размер**

##### 1. Общие сведения

При способе восстановления сопряжений под ремонтный размер одну из деталей подвергают механической обработке под заранее установленный размер, другую изготавливают заново с сохранением первоначальной посадки.

При этом способе сохраняется взаимозаменяемость в пределах ремонтных размеров и используются методы серийного производства при обработке сопрягаемых деталей и последующей сборки сборочных единиц.

Так, например, восстанавливается работоспособность сопряжений шатунных и коренных шеек коленчатых валов и вкладышных подшипников скольжения. Коленчатый вал двигателя ЗМЗ отлит из высокопрочного чугуна, коренные и шатунные шейки – полые. Полости в шатунных шейках герметично закрыты резьбовыми пробками, в этих полостях за счет центробежных сил происходит дополнительная очистка масла, поступающего к шатунным шейкам.

Номинальные размеры коренных шеек по диаметру составляют  $\varnothing 64_{-0,013}$ , шатунных –  $\varnothing 58_{-0,013}$ . В табл. 2.1 приведены соответствующие ремонтные размеры.

Таблица 2.1

Ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала

Ремонтные размеры шеек	
Шатунных	Коренных
$\varnothing 57,75_{-0,013}$	$\varnothing 63,75_{-0,013}$
$\varnothing 57,5_{-0,013}$	$\varnothing 63,5_{-0,013}$
$\varnothing 57,25_{-0,013}$	$\varnothing 63,25_{-0,013}$
$\varnothing 57_{-0,013}$	$\varnothing 63_{-0,013}$

## 2. Цель работы

Целью работы является определение межремонтного интервала, установление номера ремонтного размера поверхности и разработке операции механической обработки восстанавливаемой поверхности.

## 3. Материальное обеспечение

1. Коленчатый вал.
2. Микрометр.
3. Призмы.
4. Индикаторная стойка.
5. Индикатор.

#### 4. Содержание работы

Работа заключается в проведении микрометражных измерений шатунных и коренных шеек, контроле радиального биения шеек относительно общей оси крайних шеек, установлении номера ремонтного размера, определении межремонтного интервала и припуска на механическую обработку.

Диаметр шейки  $i$ -го ремонтного размера:

$$D_{pi} = D_n - i\Delta, \quad (2.1)$$

где  $D_n$  – номинальный диаметр шейки, мм;  $i$  – номер ремонтного размера,  $i = 1 \dots n$ ,  $n$  – число ремонтных размеров;  $\Delta$  – межремонтный интервал, мм.

$$\Delta = \delta_{и\max} + z_{\min}, \quad (2.2)$$

где  $\delta_{и\max}$  – максимальная величина износа по диаметру шейки, мм;  $z_{\min}$  – минимальная величина припуска на механическую обработку на диаметр, мм.

$$z_{\min} = 2(R_z + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon_y^2}), \quad (2.3)$$

где  $R_z$  – высота микронеровностей, мкм;  $T$  – глубина дефектного слоя изношенной поверхности, мкм;  $\rho$  – величина пространственных отклонений (изогнутости вала), после правки  $\rho = 30 \dots 50$  мкм;  $\varepsilon_y$  – погрешность установки коленчатого вала при обработке на станке, мкм.

#### 5. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с техническим состоянием коленчатого вала, характером износа шеек, состоянием центровых отверстий (гнезд).

2. Измерить величину радиального биения (прогиба) вала при установках на призмах или в центрах индикаторным приспособлением.

3. Измерить микрометром диаметры шеек коленчатого вала в трех сечениях по двум взаимно перпендикулярным плоскостям. Данные заносятся в табл. 2.2.

4. По результатам замеров строят эпюры износов шеек.

5. Определить межремонтные интервалы для коренных ( $\Delta_k = \delta_{ик} + z_{\min k}$ ) и шатунных ( $\Delta_{ш} = \delta_{иш} + z_{\min ш}$ ) шеек, где  $z_{\min k} = 0,3$  мм,  $z_{\min ш} = 0,4$  мм.

Таблица 2.2

Результаты замеров шеек и обработки опытных данных.

	Размер в сечении 1		Размер в сечении 2		Размер в сечении 3		Бочкообразность мм	Конусность, мм	Овальность, мм	Величина износа, max, мм
	плоскость	А	Б	плоскость	А	Б				
Шейки	А	Б	А	Б	А	Б	$\frac{D_{2max} - D_{1min}}{2}$ $\frac{D_{2max} - D_{3min}}{2}$	$\frac{D_{1A} - D_{3A}}{2}$ $\frac{D_{1B} - D_{3B}}{2}$	$\frac{D_{1Amax} - D_{1Bmin}}{2}$ $\frac{D_{3Amax} - D_{3Bmin}}{2}$	$\frac{D_{max} - D_{min}}{2}$
Коренная 1										
Коренная 2										
Коренная 3										
Коренная 4										
Коренная 5										
Шатунная 1										
Шатунная 2										
Шатунная 3										
Шатунная 4										

6. Определить ремонтные размеры шатунных ( $D'_{рш} = D_{рш} - \Delta_{ш}$ ) и коренных ( $D'_{рк} = D_{рк} - \Delta_{к}$ ) шеек, где  $D_{рш}$  и  $D_{рк}$  – соответственно предшествующие ремонтные размеры шатунных и коренных шеек.

7. Разработать операции механической обработки для обеспечения полученных ремонтных размеров коренных и шатунных шеек.

8. Составить эскиз механической обработки шеек на заданную операцию.

9. Результаты работы занести в отчет (формы 1, 2, 3).

10. Сделать выводы и рекомендации.

11. Оформить отчет.

#### 6. Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы соблюдать инструкции по технике безопасности, действующие в лаборатории кафедры автомобилей и тракторов.

#### 7. Форма заполнения отчета.

1. Материальное обеспечение.

2. Конструктивно-технологическая характеристика заданного коленчатого вала.

3. Методика микрометражных измерений.

4. Построение эпюр распределения износов поверхностей коренных и шатунных шеек.

5. Определение межремонтных интервалов для коренных и шатунных шеек.

6. Определение ремонтных размеров шатунных и коренных шеек.

7. Содержание операций механической обработки шеек коленвала по технологическим переходам.

8. Выводы и рекомендации.

### Лабораторная работа №3

## Исследование износа гильзы цилиндров двигателей с целью выбора метода восстановления

### 1. Общие сведения.

Гильза цилиндров двигателя ЗИЛ-508.10 изготовлена из серого чугуна СЧ18-36 твердостью НВ 196, в верхнюю часть ее запрессована вставка из легированного чугуна твердостью НВ 156...197. Вероятные дефекты гильзы приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Основные дефекты гильзы цилиндров

Дефекты	Размеры, мм			Заключение
	Номинальный	Допустимый без ремонта	Допустимый для ремонта	
1	2	3	4	5
Сколы или трещины любого размера и расположения	-	-	-	Браковать
Износ зеркала гильзы	$\varnothing 100^{+0.06}$	-	более $\varnothing 100,06$	Расточить до ремонтного размера. Браковать при размере $\varnothing 101,56$ мм
Износ верхнего посадочного пояса	$\varnothing 125_{-0.04}$	$\varnothing 124,94$	-	Оставлять при размере менее $D124,94$ мм
Износ нижних посадочных поясков	$\varnothing 122_{-0.04}$	$\varnothing 121,94$	-	Оставлять при размере менее $D121,94$ мм
Потеря натяга вставки гильзы	-	-	Если щуп шириной 10мм и толщиной 0,03мм входит в образовавшийся	Браковать при условии, если щуп шириной 10мм и толщиной 0,03мм входит в зазор на глубину

1	2	3	4	5
			в процессе эксплуатации зазор на глубину до 1,5мм	1,5мм

Для выявления скрытых дефектов гильзу подвергают гидравлическому испытанию под давлением 0,4 МПа в течение 1...2 минут. На наружной поверхности гильзы не должны быть заметны капли воды.

Износостойкость гильзы цилиндров зависит от ее положения в блоке цилиндров, которое определяется техническим состоянием посадочных поверхностей гильзы и блока цилиндров. Дополнительные напряжения и деформации в гильзе возникают в результате ее перекоса при установке в посадочные отверстия блока цилиндров.

Перекосы гильзы возможны из-за несоосности верхних и нижних посадочных поверхностей, различной глубины выточки в блоке под упорный бурт гильзы, неперпендикулярности нижней плоскости упорного бурта к продольной оси гильзы и деформации блока цилиндров, который может деформироваться при неравномерной затяжке болтов крепления головки цилиндров, а также при динамических нагрузках.

При значительном коррозионном износе и деформации посадочные поверхности гильзы цилиндров восстанавливают до номинальных размеров. Изношенные посадочные поверхности предварительно шлифуют до размеров: нижний пояс –  $\varnothing 121,85 \dots \varnothing 121,80$  мм, верхний пояс –  $\varnothing 124,85 \dots \varnothing 124,80$  мм, шероховатость обеспечивается в пределах  $R_a=1,25 \dots 0,63$  мкм. Перед дефектацией гильзы очищают от грязи и масла путем обработки в кипящем 10%-ном растворе каустической соды в течение

10...20 минут. Окончательное шлифование посадочных поясков гильзы после остаивания производится до номинальных размеров (табл. 3.1).

Изношенные поверхности зеркала гильзы растачивают и хонингуют до ремонтных размеров. Режимы резания при тонком растачивании резцами из СТМ (эльбора-Р или гексанита-Р) с подачей  $S=0,02...0,05$  мм/об. Скорость резания  $V=80...120$  м/мин., частота вращения шпинделя  $n=300...400$  об/мин. Припуск на предварительное хонингования 0,06...0,08 мм, на окончательное – 0,02...0,04 мм, частота вращения головки  $n=280...300$  об/мин., скорость возвратно-поступательного движения – 90...100 двойных ходов в минуту. Шероховатость поверхности должна обеспечиваться в пределах  $R_a=0,08...0,16$  мкм. В отремонтированных двигателях все гильзы по внутреннему диаметру должны иметь один и тот же ремонтный размер. После хонингования на верхнем пояске гильзы маркируют увеличение размера и индекс группы, например: 1,5-Л.

Отклонения от цилиндричности отверстия гильзы не должно превышать 0,01 мм, больший диаметр конуса должен быть обращен к нижнему торцу.

Радиальное биение зеркала цилиндров и посадочных поясков должно быть не более 0,05 мм, а непараллельность образующих указанных поверхностей – не более 0,03мм.

Гильзы цилиндров ЗМЗ вставные, мокрые, из серого чугуна СЧ 24-44. В верхнюю часть запрессованы втулки длиной 50 мм и толщиной стенки 2 мм из легированного чугуна.

Ремонтные размеры гильз:  $\varnothing 92,5^{+0,012}$ ,  $\varnothing 93^{+0,012}$ ,  $\varnothing 93,5^{+0,012}$ .

При сборке сопряжений гильза – поршень используют метод групповой взаимозаменяемости, размеры гильз представлены в табл. 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2.

Размеры гильз (по зеркалу), мм.

Размеры	Увеличение размера	Индекс	Размер отверстий (диаметр, мм)
Номинальный	-	А	100,06-100,05
		АА	100,05-100,04
		Б	100,04-100,03
		ББ	100,03-100,02
		В	100,02-100,01
		ВВ	100,01-100,00
Первый ремонтный	0,5	Г	100,56-100,55
		ГГ	100,55-100,54
		Д	100,54-100,53
		ДД	100,53-100,52
		Е	100,52-100,51
		ЕЕ	100,51-100,50
Второй ремонтный	1	Ж	101,06-101,05
		ЖЖ	101,05-101,04
		И	101,04-101,03
		ИИ	101,03-101,02
		К	101,02-101,01
		КК	101,01-101,00
Третий ремонтный	1,5	Л	101,56-101,55
		ЛЛ	101,55-101,54
		М	101,54-101,53
		ММ	101,53-101,52
		Н	101,52-101,51
		НН	101,51-101,00

Таблица 3.3

Диаметры гильз

Группа	Диаметр гильз
А	92 <sup>+0,012</sup>
Б	92 <sup>+0,024</sup> <sup>+0,012</sup>
В	92 <sup>+0,036</sup> <sup>+0,024</sup>
Г	92 <sup>+0,048</sup> <sup>+0,036</sup>
Д	92 <sup>+0,06</sup> <sup>+0,048</sup>

## 2.Цель работы

Целью работы является определение характера износа зеркала гильз цилиндров и их посадочных поясков, определение следующего ремонтного размера каждой гильзы и необходимость восстановления посадочных поясков.

## 3.Материальное обеспечение

1.Гильзы цилиндров. 2. Индикаторный нутрометр. 3. Микрометр.

## 4.Содержание работы

Работа заключается в анализе технического состояния гильз цилиндров, проведении микрометражных измерений, определении ремонтного размера и разработки операций восстановления работоспособности зеркала гильз цилиндров и, при необходимости, операций восстановления посадочных поясков.

## 5.Порядок выполнения работы.

1.Проанализировать техническое состояние гильз цилиндров, дать оценку характера износа гильз и наружных поверхностей посадочных поясков.

2.Измерить индикаторным нутромером величину износа зеркала гильз в двух взаимоперпендикулярных плоскостях в 10 фиксированных по высоте сечениях. Результаты занести в табл. 3.4.

3.По результатам замеров строят эпюры износов для каждой гильзы.

4.Определить следующий номер ремонтного размера каждой гильзы.

5.Измерить микрометром посадочные пояски каждой гильзы и определить необходимость их восстановления.

6.Разработать операции тонкого растачивания и хонингования зеркала одной гильзы цилиндров.

7.Разработать, при необходимости, операции технологии восстановления посадочных поясков гильз цилиндров.

8.Составить эскизы операций механической обработки зеркала гильзы цилиндров.

9.Результаты работы занести в отчет.

10.Сделать выводы и рекомендации.

11.Оформить отчет.

Результаты микрометричных измерений.

№ сече- ний	Величина износа, мм	
	Плоскость А	Плоскость Б

#### 6. Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы соблюдать инструкции по технике безопасности, действующие в лаборатории кафедры автомобилей и тракторов.

#### 7. Форма заполнения отчета.

1. Материальное обеспечение.
2. Конструктивно-технологическая характеристика заданных гильз цилиндров.
3. Методика микрометричных измерений.
4. Построение эпюр распределения износов поверхности зеркала гильз цилиндров.
5. Определение следующего номера ремонтного размера каждой гильзы.
6. Определение необходимости восстановления посадочных поясков.
7. Содержание операций механической обработки поверхности зеркала гильзы цилиндров.
8. Выводы и рекомендации.

### Лабораторная работа №4

#### **Разработка технологии восстановления зубчатых колес**

##### 1. Общие сведения

Нагруженные и быстроходные зубчатые колеса сильно изнашиваются. Так как зубчатые колеса трудоемки в изготовлении и дефицитны, при ремонте

машин изыскивают различные способы качественного их восстановления. Таковыми способами являются: восстановление зубьев шестерен наплавкой, напрессовкой зубчатых венцов, напрессовкой венцов с последующим зубонарезанием, накаткой мелко модульных зубьев, установкой зубчатых секций или отдельных зубьев для крупномодульных и неточных зубчатых колес.

Зубья шестерен из малоуглеродистых или из низко- и среднелегированных сталей поддаются наплавке без особых затруднений. Наплавка же шестерен из углеродистых или хромистых сталей связана с известными трудностями.

Для нецементированных шестерен (из стали 40, 45, 40Х и т.д.) применяют газовую наплавку прутками из стали 40, 45, 40Х и т.д., а в случае их отсутствия – прутками из стали 60Г или 65Г. После механической обработки всю шестерню закаливают в печи и отпускают. При применении поверхностной закалки наплавленных зубьев специальной газовой горелкой наплавку следует проводить с погружением шестерни в водяную ванну.

При износе зубьев цементированных шестерен (из стали 20, 15Х, 20Х и т.д.) с торца, при выкрашивании или поломке одного или нескольких зубьев применяют газовую наплавку пламенем с небольшим избытком ацетилена и прутками из стали 40, 50, 40Х и т.д., а также из стали 60Г, 65Г. Применение такого присадочного материала позволяет обойтись без последующей цементации. После механической обработки всю шестерню закаливают в печи и отпускают, или применяют поверхностную закалку наплавленных зубьев специальной газовой горелкой и отпускают при условии, что наплавка производилась с погружением шестерни в воду.

Для шестерен с мелкими зубьями рекомендуется сплошная наплавка с небольшим избытком ацетилена в пламени горелки.

При износе зубьев с торца и с обеих сторон по профилю можно также применить электронаварку электродами из стальной проволоки марки СВ -08 с меловой обмазкой; после механической обработки шестерню цементируют, закаливают в печи и отпускают.

Общими указаниями для приведенных выше случаев могут служить следующие.

У шестерен с мелкими зубьями (толщина менее 5...6мм) при износе всех зубьев по толщине рекомендуется сплошная круговая наплавка, особенно для шестерен небольшого диаметра. При износе по толщине или при поломке только нескольких зубьев целесообразнее сплошная наплавка данного участка. При большей толщине зубьев рекомендуется наплавка по профилю. В качестве присадочного материала рекомендуется применять металл одинакового с наплавляемой шестерней химического состава. При наварке должен быть обеспечен хороший провар наваренного металла, но без каких-либо заметных следов пережога. Если посадочное отверстие шестерни (особенно шлицевое или шпоночное) не требует ремонта, то рационально во избежание ненужного отжига посадочных мест наваривать зубья с погружением шестерни в водяную ванну и с последующим применением поверхностной закалки зубьев. Если же, наоборот, требуется ремонт посадочного отверстия, то зубья надо наваривать без погружения шестерни в воду и с последующей закалкой всей шестерни нагревом ее в печи. Это же относится к случаям, когда по каким-либо причинам (например, получение слишком твердого шва сварки) шестерню приходится подвергать отжигу. Наваривать зубья с погружением шестерни в водяную ванну следует также и в тех случаях, когда по размерам и конструкции шестерен возникает опасность их коробления от нагрева в процессе наварки.

Хорошие результаты дает наплавка зубьев ацетилено-кислородным пламенем с применением присадочного металла того же состава, что и ремонтируемое зубчатое колесо. При обработке наплавленных зубьев установочной базой должно служить предварительно восстановленное посадочное отверстие в ступице колеса и упорный торец ступицы.

Более целесообразно восстановление крупных и сложных в изготовлении стальных зубчатых колес проводить полным срезанием изношенных зубьев на токарных станках, автоматической наплавкой под слоем флюса по наружной

поверхности на полную высоту зубьев, обработкой наплавленного слоя на токарных станках и нарезанием зубьев на зубофрезерном станке.

В случае образования трещины в ступице шестерни ее поверхности (если это позволяет конструкция детали) делают кольцевую проточку и на нее надевают кольцо (в горячем состоянии), изготовленное с внутренним диаметром меньшим, чем диаметр проточки на ступице с образованием гарантированного натяга.

Зубчатые колеса сложной формы при износе большого числа зубьев восстанавливают напрессовкой венца. Для этого зубья срезают по всей окружности и вместо них напрессовывают венец, на котором нарезают зубья. Венец можно насаживать на обточенный обод зубчатого колеса холодным или горячим способом. Последний способ более надежен. Насаженный венец иногда закрепляют с торца винтами или приваривают его. Чаще всего применяют посадку венца для восстановления блока зубчатых колес, когда изнашиваются или ломаются зубья наиболее нагруженных венцов при удовлетворительном состоянии остальных венцов. Перед обтачиванием термически обработанные колеса отжигают. Наиболее целесообразно для этого применять нагрев токами высокой частоты (т. в. ч.), при котором можно проводить отжиг только той части колеса, которая подлежит замене, не нарушая структуры металла других венцов. Зубья насаживаемого венца следует подвергать термической обработке, используя тот же способ нагрева. Возможен также способ восстановления зубчатых колес путем напрессовки на проточенный венец, в том числе и блочной шестерни уже изготовленного предварительно зубчатого венца. Выбор величины натяга для напрессовки венца зависит от размеров и условий работы зубчатого колеса.

## 2. Цель работы

Целью работы является анализ технического состояния зубьев зубчатых колес, посадочных отверстий и торцовых поверхностей ступиц, определение модуля, толщины зубьев, величины износа зубьев по толщине, разработка технологии восстановления заданного зубчатого колеса.

### 3. Материальное обеспечение

1.Зубчатые колеса. 2. Штангенциркуль. 3. Индикаторный нутромер. 4. Штангензубомер. 5. Лупы простые и биноккулярные.

### 4. Содержание работы

Работа заключается в анализе технического состояния представленных зубчатых колес, проведении микрометрических измерений, определении модуля, толщины зубьев и величины максимального износа по толщине зубьев, разработке технологии восстановления заданного зубчатого колеса.

### 5.Порядок выполнения работы.

1. Проанализировать техническое состояние представленных зубчатых колес, дать оценку характера износа зубьев, посадочных отверстий и торцовых поверхностей.

2.Измерить наружный диаметр зубчатого венца заданной для восстановления шестерни.

3.Определить модуль зубчатого колеса, пользуясь формулой:

$$m = \frac{D_e}{z + 2},$$

где  $D_e$  – наружный диаметр зубчатого венца, мм;  $z$  – число зубьев.

4. Определить установочный размер  $H$  для штангензубомера и теоретическую толщину зуба по формулам:

$$H = a \cdot m ;$$

$$S = b \cdot m ,$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, зависящие от числа зубьев, принимаются по табл. 4.1.

Значение коэффициентов  $a$  и  $b$  для толщины зуба.

Число зубьев колеса	Коэффициенты		Число зубьев колеса	Коэффициенты	
	a	b		a	b
10	1,0615	1,5643	27	1,0228	1,5699
11	1,0559	1,5654	28	1,022	1,5699
12	1,0513	1,5663	29	1,0212	1,57
13	1,0473	1,5669	30	1,0206	1,57
14	1,044	1,5675	32	1,0192	1,5702
15	1,041	1,5679	34	1,0183	1,5702
16	1,0385	1,5682	35	1,0176	1,5702
17	1,0362	1,5685	38	1,0162	1,5703
18	1,0342	1,5688	40	1,0154	1,5703
19	1,0324	1,569	42	1,0146	1,5704
20	1,0308	1,5691	45	1,0137	1,5704
21	1,0293	1,5693	48	1,0128	1,5705
22	1,028	1,5694	50	1,0123	1,5705
23	1,0268	1,5695	55	1,0112	1,5705
24	1,0256	1,5696	80	1,0071	1,5706
25	1,0245	1,5697	135	1,0045	1,5707
26	1,0237	1,5698	Зубчатая рейка	1	1,5708

5. Измерить штангензубомером фактическую толщину зуба  $S_f$ .

6. Определить максимальную величину износа зуба шестерни по толщине  $\Delta S$ , как разность между теоретической толщиной зуба  $S$  и минимальной фактической  $S_{fmin}$ :

$$\Delta S_{и} = S - S_{fmin}$$

7. Разработать технологический процесс восстановления заданного зубчатого колеса.

8. Составить эскизы сварочно –наплавочных работ и механической обработки в зависимости от принятого метода восстановления.

9. Результаты работы занести в отчет.

10. Сделать выводы и рекомендации.

11. Оформить отчет.

## 6. Указания по технике безопасности.

При выполнении лабораторной работы соблюдать инструкции по технике безопасности, действующие в лаборатории кафедры автомобилей и тракторов.

## 7. Форма заполнения отчета.

1. Материальное обеспечение.
2. Конструктивно-технологическая характеристика заданных зубчатых колес.
3. Методика микрометрических измерений.
4. Определение модуля заданного зубчатого колеса.
5. Определение установочного размера  $H$  для штангензубомера и теоретической толщины зуба  $S$  заданной шестерни.
6. Определение фактической минимальной толщины изношенного зуба  $S_{\text{фmin}}$ .
7. Определение максимальной величины износа  $\Delta S_{\text{и max}}$  зуба шестерни.
8. Обоснование выбора метода восстановления зубчатого колеса.
9. Разработка операций технологического процесса восстановления зубчатого колеса.
10. Выводы и рекомендации.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобилей и тракторов

Отчет

по лабораторной работе № \_\_\_\_\_

по дисциплине: «Восстановление деталей автомобилей и тракторов»

Выполнил:

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Проверил:

Преподаватель \_\_\_\_\_

Липецк 200...

Эскиз (фотография) детали

ЭПЮРЫ ИЗНОСА

ЭСКИЗЫ ОПЕРАЦИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Восстановление деталей автомобилей и тракторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 190201

«Автомобиле- и тракторостроение»

Составители Александр Алексеевич Зюзин

Борис Николаевич Казьмин

Редактор

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Ризография. Печ. л. . Тираж 100 экз. Заказ №

Липецкий государственный технический университет.

398600 Липецк, ул. Московская, 30.

Типография ЛГТУ. 398600 Липецк, ул. Московская, 30.