

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой головки хонинговальной»

Шифр ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ

Студент


подпись

Каримов И.И..
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Шайхутдинов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 20 __ 08 июня 2020г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание


подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технический сервис в АПК»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

« 11 » 05 20 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Каримову Ильшату Ильдусовичу

Тема «Проект организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой головки хонинговальной»

утверждена приказом по вузу от « 22 » 05 _____ г. №178

2. Срок сдачи студентом законченной работы 20.06.2020

3. Исходные данные: материалы преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1.Провести анализ устройств для разборки блока, состояния вопроса организации ремонта двигателей; 2.Разработать проект отделения ремонта двигателей; 3. Разработать технологию восстановления детали; 4.Конструкторская часть; 5.Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 6. Техничко-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 – План моторемонтного отделения.

Лист 2- Ремонтный чертеж.

Лист 3-Технологическая карта.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции.

Лист 5-Рабочие чертежи деталей .

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Шайхутдинов Р.Р.
Раздел экономики	доцент Шайхутдинов Р.Р.

7. Дата выдачи задания 13.05.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-16.06	

Студент  (Каримов И.И.)

Руководитель  (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе

Каримова Ильшата Ильдусовича

на тему: «Проект организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой головки хонинговальной»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 55 листах машинописного текста и 5 листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает 5 рисунков, 6 таблицы, спецификации. Список литературы включает 23 источник.

В первом разделе дан анализ организации и технологии ремонта двигателей и их агрегатов.

Во втором разделе разработан проект отделения по ремонту автотракторных двигателей и технология ремонта цилиндровых гильз. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин.

В третьем разделе конструкция хонинговальной головки для ремонта гильз цилиндров. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Проведена технико-экономическая оценка предлагаемой конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ABSTRACT

to the final qualifying work

Ilshat Karimov Of Il'dusovich

on the topic: "Project for the organization of repair of automotive engines with the development of a honing head"

The final qualifying work consists of an explanatory note on 55 sheets of typewritten text and 5 sheets of A1 format of the graphic part.

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion and includes 5 figures, 6 tables, and specifications. The list of references includes 23 sources.

The first section analyzes the organization and technology of repair of engines and their units.

In the second section, the project of the Department for the repair of automotive engines and the technology for repairing cylinder liners is developed. Developed a repair drawing and process map for the restoration of the part. The issues of environmental protection and labor protection during machine repair are considered.

In the third section, the design of the honing head for repairing cylinder liners. The necessary calculations of design parameters are given. A technical and economic assessment of the proposed design was carried out.

The explanatory note ends with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

стр

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	8
1.1 Устройство автомобильного двигателя.....	8
1.2 Влияние износа деталей двигателя на его работу.....	11
1.3 Технология ремонта двигателя	15
2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
2.1 Расчет программы ремонта двигателей.....	25
2.2 Расчет трудоемкости.	26
2.3 Расчёт годовых фондов времени.....	27
2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади	28
2.5 Разработка технологии восстановления детали	31
2.6 Защита окружающей среды.	35
2.7 Производственная гимнастика.	36
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	39
3.1 Обзор методов и головок для хонингования.	39
3.2 Обоснование конструкции.....	47
3.3 Устройство разработанной конструкции	47
3.4 Принцип работы хонинговальной головки.....	49
3.5 Расчеты по конструкции	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

В процессе работы происходит постепенный износ деталей двигателя, выражающийся в изменении их геометрической формы и увеличении зазоров между сопрягаемыми поверхностями. При значительном износе деталей мощность и экономичность двигателя снижаются, кроме того, с увеличением зазоров в сопряженных деталях интенсивность износа деталей значительно возрастает. Поэтому эксплуатация двигателя допустима до определенной степени его износа.

Необходимость в ремонте двигателя определяется показателями его работы и состоянием некоторых ответственных деталей и узлов. Если показатели работы двигателя не соответствуют допустимым, необходимо произвести техническое обслуживание двигателя или его ремонт.

В связи со значительным повышением цен на сырье и энергию на мировом рынке восстановление деталей в последнее время приобретает особое значение. Оно должно быть рациональным, основанным на концентрации производства, только тогда будет достигнута экономическая эффективность. Для этого необходимо, чтобы конструкция разрабатываемых деталей обеспечивала пригодность их к восстановлению (по возможности - к многократному), чтобы был определен объем потребности народного хозяйства в восстановлении деталей (это позволит планировать производство новых запасных частей и материалов, оснащение оборудованием).

В данной ВКР разрабатываются мероприятия по организации ремонта двигателей тракторов и автомобилей и конструкции хонинговальной головки для ремонта гильз цилиндров.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Устройство автомобильного двигателя

На автомобиль устанавливается восьмицилиндровый бензиновый четырехтактный двигатель модели, отличающийся высокой износостойкостью и экономичностью, простотой обслуживания, ухода и ремонта, а также надежностью работы.

Эти свойства двигателя, определяемые в основном его конструктивными особенностями, могут быть использованы полностью только при соблюдении правильной эксплуатации и ремонта двигателя.

Знание конструкции двигателя, условий работы отдельных его деталей, материалов, из которых они изготовлены, и технических условий на них обеспечивает успешную и бесперебойную эксплуатацию двигателя и, следовательно, рентабельную работу автомобиля в целом.

Блок цилиндров. Цилиндры двигателя и верхняя часть картера отлиты из серого чугуна в виде одной детали, называемой блоком цилиндров.

Для уменьшения износа цилиндров в верхнюю их часть, больше всего подверженную коррозионному износу, запрессованы сухие гильзы из кислотоупорного чугуна.

Для обеспечения надежного охлаждения цилиндры по всей высоте окружены водяной рубашкой, что способствует существенному улучшению смазки цилиндров и сопряженных с ними поршней и поршневых колец, а следовательно, и уменьшению износа этих деталей.

С левой стороны блока цилиндров, в месте сопряжения водяной рубашки с верхней частью картера, по всей его длине проходит масляный канал (продольный), который с обоих концов закрыт коническими резьбовыми пробками. Продольный масляный канал соединяется четырьмя поперечными масляными каналами (тоже сверлеными) с подшипниками распределительного и коленчатого валов.

Снаружи поперечные масляные каналы (кроме второго) также закрыты коническими резьбовыми пробками.

В верхней части картера расположены четыре коренных подшипника коленчатого вала.

Картер сцепления фиксируется на блоке двумя установочными штифтами. Для обеспечения соосности коленчатого вала с первичным валом коробки передач заднюю плоскость и отверстие, центрирующее коробку передач в картере сцепления растачивают совместно. Чтобы не нарушать полученную в результате совместной обработки точность, не рекомендуется вообще отделять без особой необходимости картер сцепления от блока. Следует учитывать, что устанавливать и снимать коленчатый вал, маховик и сцепление можно не отделяя картер сцепления от блока.

Головка прикреплена к блоку цилиндров шпильками. Большое число шпилек придает головке необходимую жесткость и обеспечивает надежность работы прокладки.

Во время работы двигателя на поверхности камер сжатия откладывается слой нагара, приводящего к появлению детонации, систематическим перегревам, увеличению расхода топлива. Отложение нагара обнаруживается по необходимости часто переходить на низшие передачи даже на небольших подъемах, преодолеваемых обычно на прямой передаче.

Пористое хромирование поршневых колец дает значительный эффект только в том случае, когда кольца прирабатываются в новом (неизношенном) цилиндре, имеющем геометрически точную форму, а не в изношенном цилиндре, а также вследствие очень высокой стоимости хромирования, верхние компрессионные кольца ремонтных размеров пористому хромированию не подвергают вследствие того, что значительную часть их используют при эксплуатационных ремонтах (без расточки цилиндров). Поэтому в комплектах поршневых колец ремонтных размеров оба компрессионных кольца луженые и не отличаются одно от другого.

Для обеспечения правильной работы компрессионных поршневых колец коническая фаска должна быть обращена к днищу поршня. Маслосъемные кольца имеют щелевидные прорезы для отвода масла, снимаемого ими со стенок цилиндров, в полость поршня.

Поршневые кольца должны выполнять одновременно три функции:

- а) обеспечивать герметичность цилиндра (не пропускать газы из цилиндра в картер двигателя);
- б) распределять пленку масла по зеркалу цилиндра и не допускать попадания масла в камеры сгорания;
- в) передавать тепло от головки поршня к стенкам цилиндров.

Выполнять эти функции кольца могут только тогда, когда они по своей окружности плотно прилегают к зеркалу цилиндра и оказывают на него определенное давление. Потеря кольцами упругости и закупоривание нагаром или смолистыми отложениями щелевидных прорезей в маслосъемных кольцах приводят к резкому повышению расхода масла и к снижению мощности двигателя. Ухудшение герметичности колец обнаруживается на работающем двигателе по усиленному пропуску газов в картер.

Пропуск газов и повышенный расход масла являются признаками износа поршневых колец и основанием для их замены.

Поршневой палец, удерживается двумя стопорными кольцами от осевых перемещений.

При нормальной комнатной температуре палец сидит в поршне не с зазором, а с небольшим натягом, который при нагревании поршня (в рабочем состоянии) исчезает и вместо него появляется зазор.

Шатуны—обычно стальные, кованые, двутаврового сечения. Нижние головки шатунов — несимметричны относительно стержня шатуна и верхней головки шатуна (смещены на 3 мм). Вследствие такой конструкции шатунов удалось уменьшить длину коленчатого вала, а следовательно, и длину двигателя в целом. Крышка нижней головки прикреплена к шатуну двумя

шлифованными болтами с гайками, которые зашплинтованы каждая отдельно.

1.2 Влияние износа деталей двигателя на его работу

Износ увеличивается постепенно и не превышает значений, при которых нарушается нормальная работа двигателя. Однако, когда износ деталей достигает своей предельной, по условиям работы того или иного сочленения, величины, в работе двигателя начинают обнаруживаться различные неисправности, для устранения которых необходимо производить те или иные ремонтные работы.

К характерным неисправностям двигателя относятся:

- повышенный расход масла;
- повышенный пропуск газов из рабочего объема цилиндров в картер двигателя;
- значительное понижение мощности двигателя и увеличение расхода топлива;
- перебои в работе цилиндров;
- стуки в двигателе;
- понижение давления масла;
- перегрев двигателя, а также детонация, преждевременное зажигание и отдельные вспышки в цилиндрах после выключения зажигания.

Эти неисправности двигателя могут быть вызваны следующими основными причинами.

Повышенный расход масла:

- а) износом (потерей упругости) или поломкой поршневых колец;
- б) износом кольцевых канавок в поршне (по высоте);
- в) закоксовыванием прорезей в маслосъемных поршневых кольцах и отверстий в кольцевых канавках поршня;

г) износом цилиндров, а также образованием задиров или царапин на их поверхности:

д) износом стержней впускных клапанов и их направляющих втулок;

е) утечкой масла через передний и задний сальники коленчатого вала, из-за их неисправности или повышенного давления газов в картере в результате пропуска газов из рабочего объема цилиндров;

ж) недостаточной герметичностью прокладок картера двигателя, крышек клапанной коробки и крышки распределительных шестерен;

з) увеличением зазоров в коренных и шатунных подшипниках коленчатого вала, а также в подшипниках распределительного вала в результате износа шеек, вкладышей и втулок.

и) применением недостаточно вязкого масла в изношенном двигателе.

Повышенный пропуск газов из рабочего объема цилиндров картер двигателя:

а) износом (потерей упругости) или поломкой поршневых колец;

б) большими износами цилиндров или образованием на их поверхности задиров и царапин.

Значительное понижение мощности двигателя и увеличение расхода горючего:

а) понижением компрессии в цилиндрах в результате износа (потери упругости), поломки или загорания поршневых колец; износа цилиндров, образования на их поверхности задиров и царапин, повреждения прокладки головки цилиндров; чрезмерного уменьшения зазоров между клапанами и толкателями; заедания клапанов или неплотной посадки их в своих гнездах;

б) поломкой клапанных пружин или недостаточной их упругостью;

в) перебоями в работе цилиндров;

г) образованием толстого слоя нагара на свечах, камерах сгорания, головках поршней и клапанах, а также отложений во впускной системе и системе охлаждения;

д) неисправностью системы зажигания или питания.

Обычно о мощности двигателя судят по тяговым качествам (динамичности) автомобиля, которые, однако, зависят также и от величины потерь на трение в агрегатах силовой передачи и ходовой части (глазным образом, от регулировки подшипников колес), углов установки передних колес (особенно от угла схождения), давления воздуха в шинах и регулировки тормозов.

Эти же факторы одновременно с потерей динамичности автомобиля приводят и к увеличению расхода топлива. Поэтому при ухудшении динамичности и увеличении расхода топлива надо, прежде всего, проверять величину пути торможения автомобиля по инерции (выбега).

Перебои в работе цилиндров:

- а) отложением нагара на свечах или неисправностью их;
- б) неплотной посадкой впускных или выпускных клапанов в своих гнездах;
- в) попаданием внутрь цилиндров воды через поврежденную прокладку головки цилиндров, трещину или раковину в цилиндре;
- г) неисправностью системы зажигания или питания .

Стуки в двигателе (при правильной установке зажигания и надлежащем качестве топлива):

- а) значительным увеличением зазора в коренных и шатунных подшипниках распределительного вала в результате износа шеек, вкладышей и втулок;
- б) износом поршневых пальцев и отверстий под них в бобышках поршней и верхних головках шатунов;
- в) увеличением зазоров между цилиндрами и поршнями в результате их износа;
- г) задиром поршней и цилиндров;
- д) чрезмерно большими зазорами между клапанами и толкателями, а также между стержнями клапанов и их втулками;

е) задиром кулачков распределительного вала, тарелок толкателей или стержней клапанов;

ж) значительным износом шестерен распределения и привода масляного насоса;

з) увеличенным осевым зазором коленчатого вала в результате износа передней или задней упорных шайб переднего подшипника коленчатого вала;

и) увеличенным осевым зазором шатунов или их погнутостью.

Недостаточная затяжка гаек крепления газопровода к блоку или повреждение его прокладок приводит к прорыву отработавших газов, сопровождающемуся звуковым эффектом, ошибочно принимаемым за стук в двигателе.

Приведенные неисправности обнаруживаются обычно в той или иной комбинации друг с другом. Поэтому определение истинных причин, нарушающих нормальную работу двигателя, значительно облегчается, так как при этом из нескольких причин, могущих вызвать каждую из обнаруженных неисправностей в отдельности, выделяются причины, общие для всех неисправностей. Например: повышенный расход масла при одновременном повышенном пропуске газов из рабочего объема цилиндров в картер двигателя, а также повышенном расходе топлива и снижении мощности двигателя указывают на неисправности поршневой группы и цилиндра.

Повышенный расход масла при одновременном снижении давления его указывает на износы коренных и шатунных шеек коленчатого вала, опорных шеек распределительного вала и их подшипников, слишком низкое давление масла при нормальном расходе его свидетельствует об износе или неисправности масляного насоса и т. д.

Значительно облегчают определение тех или иных неисправностей в работе двигателя данные о сроке его работы (пробеге), об условиях

эксплуатации вообще и предшествовавших возникновению данного дефекта — в частности, а также о произведенных ранее ремонтных работах.

Правильное и своевременное выявление истинных причин тех или иных неисправностей двигателя, определяющее содержание последующих ремонтных работ и, следовательно, затрат труда и времени на их выполнение, имеет очень большое значение. Недооценка этого момента зачастую приводит к увеличению объема ремонтных работ, против фактически необходимых на данном этапе, а подчас и к преждевременной постановке двигателей на ремонт. Действительно, из приведенных выше неисправностей двигателя видно, что их можно разбить на две категории:

1. Неисправности, которые могут быть устранены без ремонта самого двигателя; для устранения этих неисправностей нужно отремонтировать систему зажигания, питания, охлаждения и вентиляции картера.
2. Неисправности, для устранения которых необходимо отремонтировать сам двигатель.

1.3 Технология ремонта двигателя

Перед сменой шатунных вкладышей необходимо: поставить автомобиль или трактор над смотровой канавой, слить из картера масло и завернуть на место пробку сливного отверстия; снять правый и левый брызговики. Отсоединить шланг масляного радиатора от картера, отвернуть болты крепления масляного картера и снять картер; отвернуть приемную и нагнетательную трубку масляного насоса.

Для смены шатунных вкладышей необходимо:

- 1) поставить коленчатый вал в такое положение, при котором поршни первого и шестого цилиндров находятся вблизи н. м. т.;
- 2) расшплинтовать и отвернуть гайки шатунных болтов на шатуне первого цилиндра, снять крышку шатуна, продвинуть шатун с поршнем

немного вверх, вынуть вкладыши из шатуна и крышки, протереть чистой тряпкой постели вкладышей и поставить новые вкладыши;

3) протереть чистой тряпкой первую шатунную шейку коленчатого вала, смазать ее маслом, применяемым для смазки двигателя, подтянуть шатун к шейке, поставить на место крышку шатуна так, чтобы номер на ней и на шатуне был на одной стороне, завернуть и зашплинтовать гайки шатунных болтов (затягивать гайки рекомендуется в соответствии с указаниями документации);

4) сменить вкладыши шатуна шестого цилиндра, как указано в пп. 2 и 3;

5) повернуть коленчатый вал и установить поршни второго и пятого цилиндров, а затем третьего и четвертого цилиндров в н.м.т. и сменить вкладыши шатунов;

6) после смены вкладышей поставить на место нагнетательную и приемную трубки масляного насоса с маслоприемником; на масляном картере, предварительно промытом керосином, сменить переднюю и заднюю прокладки, а также поставить на место боковые прокладки и установить картер на двигатель, проверив, не задевает ли маслоприемник за стенки картера;

7) залить в картер масло.

Трещины и выкрошенные участки (каверны) в верхнем слое вкладышей, обнаруживаемые после длительной работы вкладышей, являются следствием усталого разрушения слоя. Вкладыши с такими разрушениями, если трещины и выкрошенные участки в них не образуют поперечных каналов, выходящих к торцам вкладышей, по которым может происходить утечка масла из подшипников, сохраняют свою работоспособность, пока суммарная площадь участков разрушения в них не достигнет 20 % от рабочей поверхности вкладыша.

Характерной особенностью усталостных разрушений баббита является то, что площадь их до указанного выше предела увеличивается прямо

пропорционально времени работы вкладышей, а за пределом — весьма интенсивно, так как при этом способность вкладышей воспринимать рабочие нагрузки резко падает.

При капитальных ремонтах, т. е. когда геометрически правильная форма изношенных цилиндров восстановлена соответствующей механической обработкой под какой-нибудь новый ремонтный размер, подбор поршней к цилиндрам осуществляется путем проверки усилия при протягивании ленты-щупа следует поступить следующим образом:

а) при температуре ниже 20°C поршень должен быть подобран так, чтобы усилие для протягивания ленты-щупа было ближе к нижнему пределу;

б) при температуре выше 20°C усилие для протягивания ленты-щупа должно быть ближе к верхнему пределу.

При отсутствии ленты-щупа и ручных пружинных весов подбор поршней к цилиндрам при капитальном ремонте может производиться, так же как и при эксплуатационном ремонте, на ощупь: поршень, смазанный жидким минеральным маслом, должен при этом под действием собственного веса плавно опускаться вниз.

Каждый поршень должен быть занумерован порядковым номером цилиндра, к которому он подобран, с тем чтобы после подборки с пальцем, шатуном и поршневыми кольцами его можно было бы снова поставить на свое место.

При подборе к цилиндрам поршень должен быть без поршневого пальца, с которым он обычно отправляется в запасные части в сборе, так как палец из-за переходной посадки в бобышках поршня (от зазора до натяга, величина которых равна $0,0025\text{ мм}$) при нормальной комнатной температуре может искажать действительные форму и размеры юбки поршня.

Для предотвращения появления остаточных деформаций в поршне и повреждения посадочных поверхностей под палец в нем демонтаж и монтаж поршневого пальца должен производиться после предварительного нагревания всего комплекта (при демонтаже) или только поршня (при

монтаже) в горячей воде до 70°C . Раскомплектовывать поршни с подобранными к ним на заводе поршневыми пальцами нельзя, так как при этом нарушается их посадка, обеспечивающая нормальную работу сочленения: при более плотной, посадке, чем предусмотрено заводской сборкой, возможны стуки поршней на непрогретом двигателе, а при менее плотной—стуки поршневых пальцев на прогретом двигателе.

Для обеспечения надлежащей посадки поршневые пальцы по наружному диаметру и поршни по отверстиям под поршневой палец в бобышках рассортировываются на заводе на четыре размерные группы и окрашиваются маслостойкой краской соответственно в четыре цвета (белый, зеленый, желтый и красный). Краска наносится в поршне на одной из бобышек под поршневой палец, а в поршневом пальце— на внутренней поверхности у одного из его торцов.

При монтаже проволочных стопорных колец надо следить за тем, чтобы отогнутые концы их были обращены наружу. Для монтажа и демонтажа плоских стопорных колец применяются специальные щипцы, которые легко могут быть изготовлены из обычных круглогубцев, а для проволочных колец—обычные плоскогубцы.

Разница в весе собранных на один двигатель комплектов поршней и шатунов не должна превышать 14 г.

При смене только поршневых пальцев или при смене поршней, когда втулка верхней головки шатуна разворачивается под один из ремонтных размеров поршневого пальца. В этом случае окончательно обработанное отверстие (расточенное, развернутое или расшлифованное) под поршневой палец любого ремонтного размера должно быть таким, чтобы в холодный поршень палец при небольшом усилии руки не входил, а при нагревании поршня (в горячей воде) до температуры 70°C входил в него свободно. Такая посадка пальца достигается, если отверстия в поршне обрабатывать с допуском 0,005мм от номинального.

При обработке отверстий в бобышках поршня нужно обращать особое внимание на обеспечение их соосности, а также перпендикулярной к оси поршня (отклонения не должны превышать 0,05 мм на длине 100 мм). Отверстия для этого развертываются последовательно. Во время развертывания одного из отверстий второе используется. В качестве направляющей развертки, имеющей на конце направляющий хвостовик, который входит в направляющую втулку с небольшим наружным конусом, центрирующим ее относительно оси отверстия под поршневой палец (рис. 1.1).

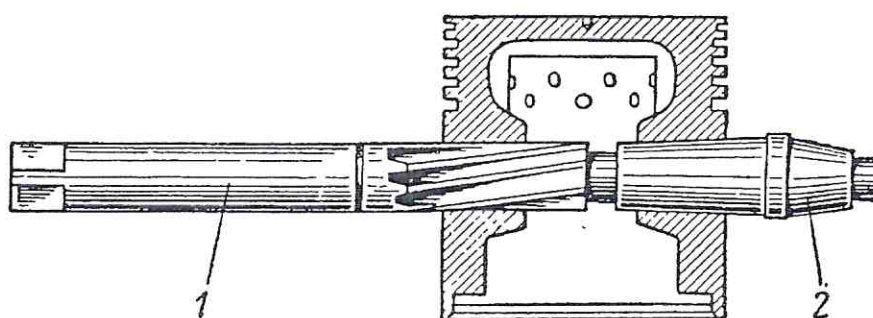


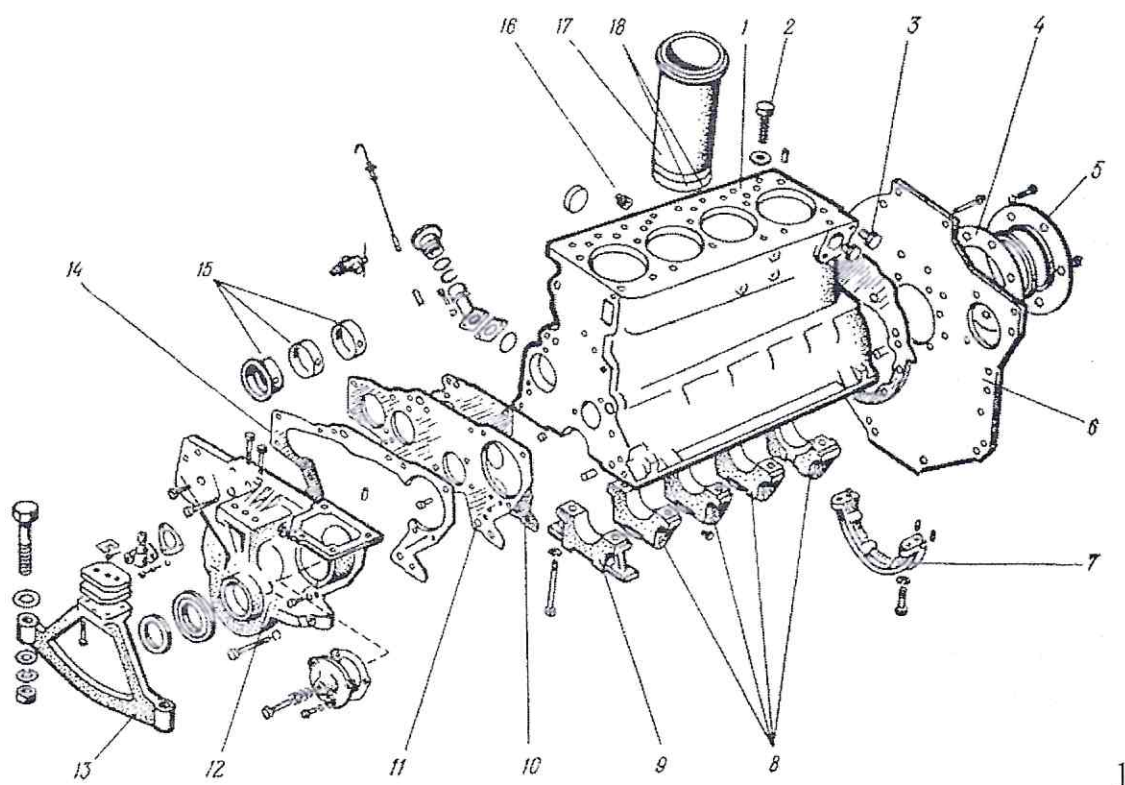
Рисунок 1.1 - Развертка оси отверстия под поршневой палец

Детали цилиндро-поршневой группы Д-240 трактора МТЗ-80 подвергают замене при повышенном расходе моторного масла или увеличенном попадании газов в картер двигателя, определенных диагностической операцией. На рисунке 1.2 представлена схема составляющих блока цилиндров.

При износе компонентов поршневой группы в работе силового агрегата возникают неполадки:

1. При работе прогретого двигателя из выхлопного патрубка наблюдается дым синего цвета, указывающий на попадание масла в камеру сгорания. Проблема возникает при образовании слоя кокса на поршневых

кольцах, который вызывает залегание элементов. Дополнительным симптомом поломки является снижение уровня моторного масла в картере.



— блок цилиндров; 2 — болт; 3 — рым-болт; 4, 10, 14 — прокладки;
5 — корпус сальника; 6 — задний лист дизеля; 7 — опора картера;
8 — крышки; 9 — крышка коренного подшипника; 11 — щит; 12 — крышка
шестерен; 13 — опора; 15 — втулки; 16 — пробка; 17 — гильза цилиндра;
18 — кольца гильзы

Рисунок 1.2 - Схема составляющих блока цилиндров Д-240

2. Появление белого дыма в выхлопных газах прогретых дизелей (при нормативной нагрузке и отсутствии следов воды в топливе) указывает на снижение компрессии из-за износа или разрушения колец или стенок гильзы. Одновременно с появлением белого дыма наблюдается снижение мощности и крутящего момента силовой установки. Для восстановления работоспособности требуется демонтировать головку и проверить состояние элементов поршневой группы.

3. Затрудненный пуск двигателя (вне зависимости от температуры охлаждающей жидкости) при исправных системах подачи топлива и очистки воздуха указывает на повышение зазора в поршневой группе. При увеличении зазоров появляются глухие стуки, прослушиваемые по всей длине блока.

4. Стук (или звон), доносящийся из верхней части блока дизеля при изменении оборотов, указывает на появление зазоров между верхней втулкой шатуна и пальцем. Износ поршневых колец дополнительно усиливает шумовой эффект.

Диагностика состояния и дефектовка деталей поршневой.

Для предварительной проверки состояния поршневой группы тракторного дизеля необходимо слить масло из картера, а затем демонтировать нижний поддон.

Затем снимается декоративная защитная крышка газораспределительного механизма и удаляется валик с кулачками привода клапанов, под которым размещены болты крепления головки у блоку цилиндров.

После снятия головки механик оценивает состояние детали, при обнаружении трещин силовой агрегат демонтируется с трактора и отправляется в сервисный центр для проведения капитального ремонта.

Для проверки состояния и замера размеров требуется демонтировать поршневую группу. В процессе разбора мотора удаляется масляная помпа с магистралями подачи жидкости к трущимся парам, а затем откручиваются болты крепления шатунных крышек. Поршни в сборе с шатунами извлекаются из гильз через верхнюю часть блока.

Проверка состояния элементов состоит из этапов:

1. Определить внутренний диаметр гильзы в зоне максимального износа (ближе к верхней части). Замер производится в 2 плоскостях —

параллельной коленчатому валу, а затем параллельной направлению качания шатунного механизма.

2. Проконтролировать диаметр поршня около юбки (перпендикулярно оси поршневого пальца).

3. Оценить износ пазов, предназначенных для установки колец. Измерение производится щупом после очистки канавок и установки новых колец.

4. Зазора между пальцем и соответствующей втулкой в шатуне составляет не более 0,06 мм, при повышении значения детали подлежат замене.

5. Пальцы меняются при обнаружении овального сечения или износа на конус (более чем на 0,02 мм). Не допускается изгиб или скручивание шатуна (0,08 и 0,12 мм соответственно).

Промышленностью выпускается 3 размерные группы поршневой для МТЗ Д-240 (табл. 1.1).

Таблица 1.1- Размерные группы

Обозначение группы	Внутренний диаметр гильзы (минимум), мм	Внутренний диаметр гильзы (максимум), мм
М	110	110,02
С	110,02	110,04
Б	110,04	110,06

Детали отличаются диаметром сопрягаемых элементов, маркировка наносится на верхнюю часть стакана гильзы, не используемую при работе дизеля. Поршни маркируются нанесением соответствующей литеры на днище. При проведении капитального ремонта силового агрегата запрещается использование деталей из разных наборов.

Установка шатунно-поршневой группы Д 245. Перед началом работ требуется взвесить поршни с предварительно установленными кольцами и шатуны. Допустимая разница в массе составляет 10 и 30 г соответственно, при увеличении значения возникает повышенная вибрация, выводящая силовой агрегат из строя. Если обнаружена увеличенная разница веса

деталей, то потребуется приобрести новый комплект, рекомендуется взвешивать компоненты при покупке. Также взвешиваются и пальцы со стопорными кольцами, допускается разница массы до 10 г.

Описание последовательности работы по установке деталей:

Установка шатунно-поршневой группы Д 245.

1. Удалить возможные загрязнения с поверхности гильз, поршней, колец, вкладышей и коренных и шатунных шеек. Пыль протирается сухой чистой салфеткой с последующей продувкой деталей сжатым воздухом.

2. Установить палец в головку шатуна, деталь входит под усилием пальца руки, дополнительная смазка не применяется. Не допускается биение цилиндрической детали в подшипнике, палец не должен выпадать из посадочного гнезда под воздействием собственного веса.

3. Смонтировать на поршень верхнее компрессионное кольцо, которое отличается от детали, применяемой на атмосферных моторах. Кольцо имеет трапециевидное сечение, рабочая поверхность покрыта хромом (для снижения трения и сокращения зазора). В конструкции поршня для двигателей с наддувом предусмотрена вставка из специального материала, залитая в тело детали. В корпусе вставки выполнен паз для размещения верхнего кольца.

4. Установить второе компрессионное кольцо (с конусным профилем) и элемент для удаления масла с поверхности гильзы. Повторить процедуру для поршней оставшихся цилиндров двигателя. При монтаже следует контролировать метку «верх» (на части деталей замененную на слово «ТОР»), нанесенную на торец детали около замочного соединителя. Надпись предназначена для корректной ориентации колец, располагается в сторону днища поршня.

5. Проверить легкость вращения колец в пазах, а затем распределить замки по окружности (через 180°). Проконтролировать взаимное размещение расширителя на маслоъемном кольце с положением

замка, совпадение зазоров не допускается. На кольце имеется специальная метка (расположена в стороне от разъема), которая размещается в направлении к верхней части поршня.

6. Смазать внутренние поверхности гильз цилиндров, собранные поршни и шатунный механизм моторным маслом. Для обжатия колец перед установкой используется специальная оправка, облегчающая монтаж и предохраняющая кромки колец от сколов.

7. Затянуть крепления крышек шатунных опор динамометрическим ключом с приложением момента 180-200 Н/м.

8. Проверить усилие сопротивления вращению, провернув коленчатый вал за носок. Допустимое усилие составляет до 60 Н/м.

9. Проконтролировать взаимное положение днища поршня и верхней плоскости блока цилиндров. Заводская документация предусматривает выход поршня из блока на высоту 0,3-0,55 мм.

10. Проверить расстояние между боковой плоскостью поршня и поверхностью гильзы. Нормативами предусмотрен зазор не менее 0,2 мм (измерение производится на расстоянии 3 мм от верхней торцевой плоскости блока).

После установки деталей выполняется монтаж головки блока, если в процессе ремонта из узла удалялись седла и клапана, то следует смонтировать на место новые детали. Затем устанавливаются детали газораспределительного механизма (с последующей регулировкой зазоров между бойком и торцом стержня) и монтируется поддон, расположенный на нижней части картера.

После проведения сборки и заправки технологическими жидкостями силовой агрегат обкатывается в соответствии с рекомендациями, приведенными в заводской инструкции.

2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет программы ремонта двигателей

Для расчёта программы отделения по ремонту двигателей необходимо иметь следующие исходные данные:

1. количественный и марочный состав техники (по заданию преподавателя см. таблицу 2.1)

Таблица 2.1 –Данные по заданию

Техника	Количество техники
А-41	20
ЯМЗ-236	20
ГАЗ-511,10	20
КАМАЗ	20
УАЗ	50
МАЗ	10
Д-240	50

2. коэффициент охвата ремонтом;
3. поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

Среднегодовое число ремонтов двигателей определяется [8]:

$$n_i = N_{\text{дв.}} \cdot K_z \cdot K_v \cdot K_{\text{охв.}}, \quad (2.1.)$$

где n_i – число капитальных ремонтов двигателей;

$N_{\text{дв.}}$ –число двигателей данной марки;

$K_{\text{охв.}}$ –коэффициент охвата ремонтом годовой;

K_v – возрастной коэффициент (рис 7.6 [6]);

K_z – зональный поправочный коэффициент (по таблице П1.12 $K_z = 1,05$ [10]).

Тогда количество ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонтов для А-41 будет равно:

$$n_{\text{А-41}} = 20 \cdot 0,26 \cdot 1,45 \cdot 1,05 = 8 \text{ шт.}$$

2.2 Расчет трудоемкости

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется: [8]

$$T = t_i \cdot n_i \cdot K_{yэ}, \quad (2.2.)$$

где T – годовая трудоемкость капитального ремонта определенных объектов, чел.·ч.;

t_i – трудоёмкость капитального ремонта единицы изделия, чел.·ч.;

$K_{yэ}$ – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машин (по приложению П1.36 [10] $K_{yэ}=1,33$);

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

Таблица 2.1 – Расчет трудоемкости работ.

Двигатели	Число двигате лей по заданию	$K_{охв}$	K_v	K_z	n_i	t_i	$K_{прог}$	$K_{yэ}$	T_i
А-41	20	0,26	1,45	1,05	8	59	1	1,33	627,7
ЯМЗ-236	20	0,27	1,85	1,05	10	105	1	1,33	1396,5
ГАЗ-511,10	20	0,3	1,75	1,05	11	59	1	1,33	863,3
КАМАЗ	20	0,3	1,75	1,05	11	69	1	1,33	1009,5
УАЗ	50	0,3	1,15	1,05	18	49	1	1	882
МАЗ	10	0,25	1,45	1,05	4	108	1	1	432
Д-240	50	0,21	1,5	1,05	17	60	1	1	1020
Итого									6230

Трудоемкость основных работ:

$$T_{осн} = \sum T_i, \quad (2.3.)$$

где $T_{осн}$ – трудоемкость основных работ, чел.·ч.;

T_i – годовая трудоемкость ремонта i -ой марки двигателей, чел.·ч.

Общая годовая трудоемкость определяется: [6]

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.4.)$$

где $T_{\text{общ}}$ – общая годовая трудоемкость, чел.·ч;

$T_{\text{осн}}$, $T_{\text{доп}}$ – трудоёмкость основных и дополнительных работ, чел.·ч;

Расчеты сведены в таблицу 2.2 .

Таблица 2.1 – Трудоемкость дополнительных работ.

Наименование	% от общей трудо- емкости ремонта	$T_{\text{доп}}$ оп , чел. л.·ч
Ремонт собственного оборудования	8	498,5
Восстановление и изготовление деталей	5	311,5
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	186,9
Прочие неучтенные работы	10	623,1
Итого	26	1620

Тогда $T_{\text{общ}} = 6230 + 1620 = 7850$ чел.·ч.

2.3 Расчёт годовых фондов времени

Различают фонды времени ремонтной мастерской, рабочего и оборудования. Когда речь идет о номинальном фонде времени (т.е. без учета возможных потерь), то они все три совпадают и определяются по формуле [6]:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}}, \quad (2.5)$$

где $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч. (при пятидневной неделе $t_{\text{см}} = 8$ ч.).

$D_{\text{к}}$ – количество календарных дней в году,

$D_{\text{в}}$ – количество выходных дней в году,

$D_{\text{п}}$ - количество праздничных дней в году.

$$\Phi_{\text{н}} = (365 - (105 + 15)) \cdot 8 = 1960 \text{ час}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_0 \cdot t_{\text{см}}) \cdot \eta_{\text{р}} \quad (2.6)$$

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

$\eta_{\text{р}}$ – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (1960 - 24 \cdot 8) \cdot 0,88 = 1532 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \eta_0 \cdot n_{\text{с}}, \quad (2.7)$$

где $n_{\text{с}}$ – число смен;

η_0 – коэффициент использования оборудования (при односменной работе $\eta_0 = 0,97 \dots 0,98$, при двухсменной $\eta_0 = 0,95 \dots 0,97$).

$$\Phi_{\text{до}} = 1960 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1901 \text{ ч.}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади

Общий такт ремонта определяют: [τ]

$$\tau = \Phi_{\text{н}} / N_{\text{пр.}}, \quad (2.8.)$$

где τ – общий такт ремонта, ч;

$\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени, ч;

$N_{\text{пр.}}$ – программа предприятия в приведенных ремонтах.

Поскольку на предприятия ремонтируются двигатели разных марок, следует привести весь объем ремонтных работ к одной марке, преобладающий в программе.

$$N_{\text{пр.}} = T_{\text{ОБЩ}} / T_{\text{МТЗ}}, \quad (2.9.)$$

где $T_{\text{ОБЩ}}$ – общая трудоемкость, чел.-ч;

$T_{\text{МТЗ}}$ – трудоемкость капитального ремонта двигателя Д-240 к которой приводится вся программа, чел.-ч.

$$N_{\text{пр.}} = 7850 / 60 = 130,8 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960 / 130,8 = 15 \text{ ч.}$$

Общая продолжительность цикла производства с учётом времени и контроль, транспортировку и прочее составит: [15]

$$t = (1,1 \dots 1,15) \cdot t_{\text{ЦИК.}}, \quad (2.10.)$$

где t – общая продолжительность цикла, ч;

$t_{\text{ЦИК.}}$ – продолжительность пребывания объекта в ремонте, ч.

$$t = 1,15 \cdot 47 = 54 \text{ ч,}$$

Принимаем $t = 54$ ч.

Устанавливается главный параметр производства – фронт ремонта, то есть число объектов, одновременно находящихся в ремонте: [15]

$$f = t / \tau, \quad (2.11.)$$

где f – фронт ремонта;

t – общая продолжительность цикла, ч;

τ – такт ремонта, ч.

$$f = 54 / 15 = 3,6.$$

Принимаем $f = 4$.

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют: [15]

$$P_{\text{сп.}} = T_{\text{уч.}} / \Phi_{\text{д.р.}} \cdot k, \quad (2.12.)$$

где $P_{\text{сп.}}$ – списочное число основных производственных рабочих;

$T_{\text{уч.}}$ – трудоемкость работ по участку или рабочему месту, чел.-ч;

$\Phi_{\text{д.р.}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч;

k – коэффициент перевыполнения норм выработки, ($k=1,05\dots 1,15$)

$$P_{\text{сп.}} = 7850 / 1532 \cdot 1,15 = 4,45 \text{ чел}$$

Принимаем на место ремонта и обкатки двигателей 5 рабочих.

Число стандов для обкатки и испытания двигателей определяется: [15]

$$N_{\text{д.в.}} = N_{\text{д.}} \cdot t_{\text{и}} \cdot c / \Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_{\text{и.с.}}, \quad (2.13.)$$

где $N_{\text{д.в.}}$ – число стандов для обкатки и испытания двигателей;

$N_{\text{д.}}$ – число двигателей проходящих обкатку и испытания;

$t_{\text{и}}$ – время испытания и обкатки, ч;

c – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки;

$\eta_{\text{и.с.}}$ – коэффициент использования стандов.

Учитывая что $N_{\text{д.}}=130,8$, $t_{\text{и}}=8,5$ ч, $c=1,1$, $\Phi_{\text{д.о.}}=1901$ ч, $\eta_{\text{и.с.}}=0,9$

Находим:

$$N_{\text{д.в.}} = 255,5 \cdot 8,5 \cdot 1,1 / 1901 \cdot 0,9 = 0,71 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{\text{д.в.}}=1$ шт.

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу и приведено в приложении А.

Расчет площади участка рассчитывается:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об.}} \cdot g, \quad (2.14.)$$

Расчет производственных площадей сведен в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет производственных площадей.

№	Наименование рабочего места	$F_{\text{об.}},$ м^2	g	Площадь участка, м^2 .	
				расчетная	принятая
1	Участок ремонта топливной аппаратуры	5,45	3,7	20,16	24
2	Участок обкатки и испытания двигателей	9,6	4,0	38,4	36
3	Участок ремонта и сборки	12,87	4,5	57,9	60

2.5 Разработка технологии восстановления детали

2.5.1 Выбор рационального способа восстановления деталей

Гильзы цилиндров, вышедшие за ремонтный размер или не имеющие ремонтных размеров, восстанавливают одним из следующих методов: постановкой легкоъемных тонких пластин; железнением; хромированием; электроконтактной приваркой ленты; термопластическим обжатием; индукционной центробежной наплавкой и др.

Гальваническое хромирование является одним из распространенных технологических процессов восстановления деталей. Покрытия из хрома обладают высокими износостойкостью и химической стойкостью, не корродируют и не чувствительны к нагреву до 400 °С. Твердость хромовых покрытий достигает 850—1200 единиц по Виккерсу, а прочность сцепления хрома со сталью, чугуном, медью на сдвиг — до 300 МПа.

Хромовое покрытие увеличивает срок службы деталей до 5 раз. Поэтому оно применяется для восстановления номинальных размеров изношенных деталей, обеспечения их износостойкости, защитно-декоративных и др. целей. Например, иногда детали подвергают хромированию перед закалкой. Такие детали после термической обработки не имеют окалины, поэтому отпадает необходимость их очистки

Полученные осталиванием покрытия хорошо хромируются, что позволяет создавать более экономичные комбинированные покрытия, имеющие одинаковую с хромовыми износостойкость. Высокая экономичность осталивания подтверждается тем, что стоимость восстановленных им деталей составляет 0,3—0,5 стоимости новых при одинаковой износостойкости.

Наряду с осаждением чистого железа применяют электролитические легированные покрытия, обладающие повышенной износостойкостью и коррозионной стойкостью. Для получения таких покрытий в электролит вводят добавки, например, хлориды никеля и кобальта или другие

компоненты в различных концентрациях. Изменяя состав электролита, температуру и плотность тока, можно регулировать механические свойства получаемого покрытия.

Область применения твердых покрытий при ремонте: восстановление изношенных рабочих поверхностей ответственных чугунных и стальных деталей (шеек валов, пальцев и др.); восстановление посадочных поверхностей валов и осей; гнезд под подшипники; исправление брака механической обработки.

При выборе деталей для восстановления осталиванием необходимо учитывать, что их усталостная прочность из-за образующихся в покрытии остаточных напряжений растяжения снижается на 10—20 %. Предварительная накатка или дробеструйная обработка деталей перед осталиванием позволяет создать в них напряжения сжатия, которые уменьшают влияние растягивающих напряжений в покрытии. Прочность сцепления покрытия с основным металлом достигает 120 МПа. Покрытие не отслаивается даже при нагрузках, вызывающих пластическую деформацию самих деталей.

Итак, по технологическому критерию подходят обработка под ремонтный размер, железнение, постановкой легкоъемных тонких пластин.

Технический критерий оценивает каждый из выбранных способов путем анализа восстанавливаемой поверхности с изучением ее свойств (износостойкость, твердость, сцепляемость) и характеризуется одним общим коэффициентом долговечности.

Для метода обработки под ремонтный размер: [1]

$$K_{д1} = 0,95 \times 0,90 \times 1,0 \times 0,86 = 0,7353.$$

Для железнением

$$K_{д2} = 0,91 \times 0,82 \times 0,65 \times 0,86 = 0,4117.$$

Для метода постановки легкоъемных тонких пластин

$$K_{д3} = 0,90 \times 0,90 \times 1,0 \times 0,86 = 0,6966.$$

По техническому критерию предпочтительнее применить метод обработки под ремонтный размер.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Эффективным считают тот метод у которого $K_T \rightarrow \min$.

Для метода обработки под ремонтный размер:

$$K_{T1} = 27,2 / 0,7353 = 36,99. \text{руб.}$$

Для железнением

$$K_{T2} = 30,2 / 0,4117 = 73,35. \text{руб.}$$

Для метода постановки легкоъемных тонких пластин

$$K_{T3} = 242,0 / 0,6966 = 347,4. \text{руб.}$$

По технико-экономическому критерию предпочтительнее применить метод обработки под ремонтный размер.

Итак, принимаем метод обработки под ремонтный размер.

2.5.2 Расчет и выбор параметров и режимов обработки детали

1. Растачивание отверстия.

Скорость резания определяем по формуле [11]:

$$V = \pi \cdot D_1 \cdot n / 1000, \quad (4.1)$$

где D_1 – диаметр гильзы, мм;

n – частота вращения шпинделя, мм/об.

$$V = 3,14 \cdot 110 \cdot 112 / 1000 = 38,68 \text{ м/мин.}$$

2. Хонингование.

2.1. Черновое хонингование:

Длину хода определяем по формуле [11]:

$$S = L + 2k - b, \quad (4.2)$$

где L – высота гильзы, мм.

$$S = 245 + 2 \cdot 50 - 150 = 195 \text{ мм.}$$

Частоту вращения определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_0}{\pi D_1}, \quad (4.3)$$

где V_0 – окружная скорость вращения хона;

D_1 – диаметр отверстия до обработки, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 110,44} = 173 \text{ мин}^{-1}.$$

2. Чистовое хонингование:

Расчетная частота вращения шпинделя определяют по формуле [11]:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 110,49} = 172,94 \text{ мин}^{-1}.$$

2.5.3 Техническое нормирование

1. Растачивание отверстия.

Норма времени T_H рассчитывается по формуле:

$$T_H = T_o + T_{осн} + T_D + T_{изп}, \text{ мин} \quad (4.4)$$

где T_o – основное время, мин;

$T_{осн}$ – вспомогательное время, мин;

T_D – дополнительное время, мин $T_D = 0,14(T_o + T_{осн})$;

$T_{изп}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

Основное время определяют по формуле [11]:

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (4.5)$$

где L – высота гильзы, мм;

i – число проходов;

S – подача.

$$T_{осн} = \frac{110 \cdot 1}{112 \cdot 0,2} = 4,91 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T_{\text{всп}} = 6,7$ мин. Берётся из таблицы [], при этом учитывают закрепление гильзы в кондукторе, центрирование и установка вылета резца.

2. Хонингование.

Основное время при хонинговании может быть определено по формуле:

$$T_0 = C_T * D^{0.1} h, \text{ мин.} \quad (4.6)$$

где D – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;

h – припуск на хонингование, мм;

C_T – коэффициент (при точности обрабатываемого отверстия 0,015 мм $C_T = 33$)

2.1. Черновое хонингование:

$$T_{01} = 33 * 110,46^{0.1} * 0,02 = 1,05 \text{ мин.}$$

2.2. Чистовое хонингование:

$$T_{02} = 33 * 110,49^{0.1} * 0,005 = 0,26 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время ($T_{\text{всп}} = 4,9$ мин.) берётся из таблицы [41], при этом учитывают закрепление гильзы в кондукторе, центрирование и установка хонинговальных головок.

Тогда норма времени для расточки гильз цилиндров будет равна

$$T_H^{\text{раст}} = 4,9 + 6,7 + 0,14(4,9 + 6,7) + 15/1000 = 13,24 \text{ мин.},$$

а для хонингования

$$T_{\text{нраст}} = (1,05 + 0,26) + 4,9 + 0,14(1,05 + 0,26) + 15/1000 = 6,4 \text{ мин.}$$

Суммарная норма времени для расточки и хонингования гильз цилиндров будет равна

$$T_H = T_H^{\text{раст}} + T_H^{\text{хон}} = 13,24 + 6,4 = 19,64 \text{ мин.}$$

2.6 Защита окружающей среды

В результате хозяйственной деятельности человека происходит множество негативных процессов, приводящих к загрязнению окружающей среды, истощению природных ресурсов и их разрушению.

Основными источниками загрязнения окружающей среды на ремонтном предприятии являются: выхлопные газы автотранспортных двигателей; вещества, образующиеся при сварочных, наплавочных и кузнечных работах; отработавшие газы котельной установки; промышленные отходы; горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки необходимо провести следующие мероприятия:

- озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсировать вред, нанесенный выхлопными газами;
- установить над наплавочными станками, сварочными постами и горном пыле-газоулавливающие фильтры;

2.7 Производственная гимнастика

Производственная гимнастика на рабочем месте проводится с целью предупреждения утомления и снятия психологического напряжения. Специалистами подготовлены рекомендации по проделыванию таких занятий, записанные на видеокассеты, а также в виде красочных буклетов, в которых предлагаются циклы упражнений для групповых и индивидуальных занятий.

специалистами разрабатываются комплексы производственной гимнастики с учетом характера труда, а именно для следующих видов деятельности:

- преимущественно сидячая работа в сочетании с небольшим объемом динамической работы (работа в учреждениях, у пультов управления и т.п.);
- сидячая работа с относительно большим объемом нагрузок на отдельные группы мышц;
- преимущественно стоячая работа (у станков, на конвейере и т.п.)
- тяжелая физическая работа (шахты, строительство, металлургия и

т.п.);

- работа в наклонном положении, в приседе на коленях (строительство, сельское хозяйство и пр.);

- физическая работа в положении лежа (автомеханики и др.).

Выработаны специалистами и некоторые частные рекомендации:

- занятия производственной гимнастикой начинают проводиться по облегченным программам;

- начальная дозировка занятий – 5 раз в неделю по 5 минут;

- производственная гимнастика должна стимулировать к дальнейшей работе, а не являться дополнительной нагрузкой;

- наиболее благоприятное время для проведения производственной гимнастики – спустя 2 часа после начала работы и через 1,5 часа после обеденного перерыва;

- при проведении производственной гимнастики необходимо учитывать средний возраст трудящихся, уровень их физической подготовленности;

- производственную гимнастику должны организовать и проводить подготовленные инструктора.

Выполнение физических упражнений в режиме рабочего дня должно быть неотъемлемой составной частью научной организации труда.

Занятия производственной гимнастикой повышают общую культуру движений, увеличивают двигательные возможности людей.

При различных видах умственной деятельности значительные нагрузки приходятся на высшие отделы ЦНС и психические функции.

У некоторых работников умственного труда период вработывания слишком затягивается и составляет 1-1,5 ч. В таких случаях необходима вводная гимнастика, настраивающая на быстрое вхождение в работу. С этой целью рекомендуются упражнения на сосредоточенность, собранность, мобилизующие волю, глубокое дыхание. Необходимо также устранить все отвлекающие от работы факторы. Такая самонастройка на

высокопроизводительный труд с первых же минут занятий постепенно поможет ускорить период вработывания.

Через 1,5-2 ч работы в программу занятий рекомендуется включить физкультурную минутку, снимающую некоторое напряжение с мышц плечевого пояса. Через три часа работы возникает неприятное ощущение, что затекли и онемели ноги. Необходимо встать, и сделать физкультурную микропаузу, которая снимет напряжение с ног.

Через час после обеденного перерыва нужно выполнить физкультурную минутку, которая будет способствовать усилению мозгового кровообращения. Так как после обеда все усилия организма направлены на переваривание и усвоение пищи, то в это время усиливается кровообращение в брюшной полости и несколько ослабляется мозговое. Поэтому-то в коре головного мозга широко разливается процесс торможения и возникает сонливое состояние.

Через 2,5 ч работы необходимо проделать физкультпаузу. Она улучшает самочувствие, взбадривает, повышает работоспособность.

Еще через час необходимо сделать физкультурную минутку для активизации кровообращения и ликвидации застойных явлений в ногах и нижней части туловища. Это необходимо для профилактики нарушений деятельности органов малого таза, кишечника, связанных с длительным пребыванием в позе сидя. Закончить рабочий день хорошо физкультурной микропаузой, активизирующей дыхательную систему, что очень важно для профилактики респираторных заболеваний, особенно в холодное время года.

Работники умственного труда довольно часто и подолгу бывают на разных совещаниях, заседаниях и пр. И здесь следует соблюдать правила рационального чередования периодов работы и отдыха, устраивая перерывы.

Кроме того, если заседание затягивается, нужно сделать физкультурные минутки и физкультурные микропаузы изометрического характера, которые снижают утомление, улучшают умственную деятельность, дают двигательную разрядку.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор методов и головок для хонингования

Построение и разработка операций хонингования производятся на основе предварительного изучения и анализа данных об обрабатываемой детали: материала, входных и выходных значений точности размеров и формы, шероховатости поверхности, жесткости и конструктивных особенностей, а также учета серийности производства, требований к производительности и экономичности обработки.

За последнее время в результате проведенных исследований созданы новые прогрессивные методы алмазного и эльборового хонингования, к числу которых относятся обработка крупнозернистыми брусками с большим съемом металла (черновое хонингование).

При значительных величинах исходной шероховатости и твердости обрабатываемого материала следует принимать большие значения зернистости, и наоборот.

Специальные исследования и опыт производственного внедрение вершинного хонингования показали, что при работе эластичных и полуэластичных брусков не происходит налипания снятого металла, не возникают надирь и царапины на обрабатываемой поверхности, а также не происходит заметного нагрева обрабатываемой детали и брусков [].

Перспективный метод обработки — плосковершинное хонингование, разработан в Институте сверхтвердых материалов АН УССР.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Головка хонинговальная		
Разраб.	Каримов И.И.						
Провер.	Шайхитдинов Р.						
Н. Контр.	Шайхитдинов Р.						
Утверд.	Адизанов Н.Р.						
					Лит.	Лист	Листов
					Казанский ГАУ каф. ЭРМ		

В НИИТракторсельхозмаше разработаны новый прогрессивный метод обработки впадин шлицев — вибрационное хонингование автомат для его осуществления [].

Кинематика процесса хонингования включает возвратно-поступательное движение, совершаемое в данном станке обрабатываемой деталью, круговые колебания (осцилляция) шпинделя с хонинговальной головкой и радиальную подачу брусков, осуществляемую встроенным в головку механизмом разжима.

В качестве инструмента для обработки шлицевых отверстий используется жестко закрепленная в шпинделе станка хонинговальная головка, имеющая форму шлицевого вала. Число брусков в комплекте головки принимается равным наибольшему делителю числа обрабатываемых шлицев, ширина брусков на 1...1,5 мм меньше ширины впадин и длина в 2—2,5 раза больше длины шлицев. Для повышения точности обработки и получения равномерного износа брусков при работе станка головка периодически выводится из обрабатываемого отверстия и поворачивается на шаг шлицев.

В рассматриваемом станке круговая осцилляция осуществляется двумя синхронно перемещающимися гидроцилиндрами, а ее частота определяется скоростью вращения золотника. Последний приводится во вращение от электродвигателя через редуктор и позволяет получать частоту колебаний до 10 Гц. Контроль продолжительности каждого подцикла работы станка (обработка одной группы шлицев) производится косвенным путем по величине перемещения штока механизма разжима. Подналадка устройства АК для компенсации износа брусков выполняется автоматически по контрольному кольцу. Обработанные детали поступают в накопитель, где устанавливаются на штыри многопозиционного устройства.

Автомат прошел производственное испытание на Минском тракторном заводе при хонинговании шлицевых отверстий зубчатых колес из стали 25ХГТ, термообработанных (цементация и закалка) до твердости HRC 56-63.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ

Лист

В процессе термообработки колеса получают термические деформации переменной величины, что приводит к существенному искажению полученной после протягивания геометрической формы шлицевых отверстий.

В результате этого при посадке колес по наружному диаметру и отсутствии производительных методов финишной обработки впадин шлицев снижается точность центрирования, уменьшается долговечность зубчатых передач и увеличивается шум при их работе.

В качестве инструмента при обработке указанных деталей использовалась хонинговальная головка с шестью брусками 125x3,5x1,5 мм с характеристикой САМ 200/160 М1 100%. Режим обработки: $V=0,46$ м/с; частота круговых колебаний головки 10 Гц при амплитуде 0,6 мм; скорость разжима брусков 1,5-10~3 мм/с; время одного подцикла 9 с. При съеме припусков величиной 0,07—0,1 мм на диаметр общее время обработки составило 60—90 с. Использовалась СОЖ, обычно применяемая на МТЗ.

В результате обработки получены следующие результаты: отклонения наружного диаметра шлицевого отверстия до хонингования 0,16 мм, а после хонингования 0,03 мм. Соответственно отклонение от округлости 0,1 и 0,02мм. Шероховатость обработанной поверхности $Ra=1,25...0,4$ мкм.

Технологические условия внедрения процесса и режим обработки при хонинговании с осциллированием выбираются так же, как и при обычном хонинговании. Параметры осциллирующих движений амплитуду и частоту колебаний подбираются в зависимости от желаемого микрорельефа обработанной поверхности.

Особого подхода при разработке схем хонингования требуют детали, имеющие ряд коротких соосных отверстий, расположенных по ярусам. Такое расположение имеют отверстия в блоках цилиндров под коренные подшипники коленчатого вала, отверстия в проушинах вилок карданов, отверстия В поршнях под поршневые пальцы и др.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

При обработке двухъярусных отверстий в деталях типа вилок карданов и поршней следует применять схему хонингования с жесткой хонинговальной головкой с установленными в ней длинными брусками

При хонинговании многоярусных отверстий в деталях типа блоковцилиндров, корпусов золотников более целесообразной является схема хонингования с плавающей головкой. Длина брусков и величина их перебега определяются по приведенным зависимостям, но в качестве расчетной длины отверстия следует принимать сумму длин двух соседних ярусов и расстояния между ними. Величину k в этом случае нужно брать не менее $0,5/k$.

В тех случаях, когда к соосности многоярусных отверстий предъявляются особо высокие требования, длину брусков следует выбирать из условия их одновременного контактирования в процессе возвратно-поступательного движения хонинговальной головки с тремя ярусами отверстий.

Предложенные выше рекомендации по разработке схем хонингования были проверены и подтверждены при производственных испытаниях ряда специальных хонинговальных станков.

Хонинговальная головка предназначена для установки и закрепления комплекта режущих хонинговальных брусков, которые осуществляют радиальную подачу (разжим — при хонинговании внутренних поверхностей, сжатие — при хонинговании наружных поверхностей) после ввода головки в зону обработки и в течение всего процесса хонингования, а после окончания обработки возвращаются в исходное положение.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

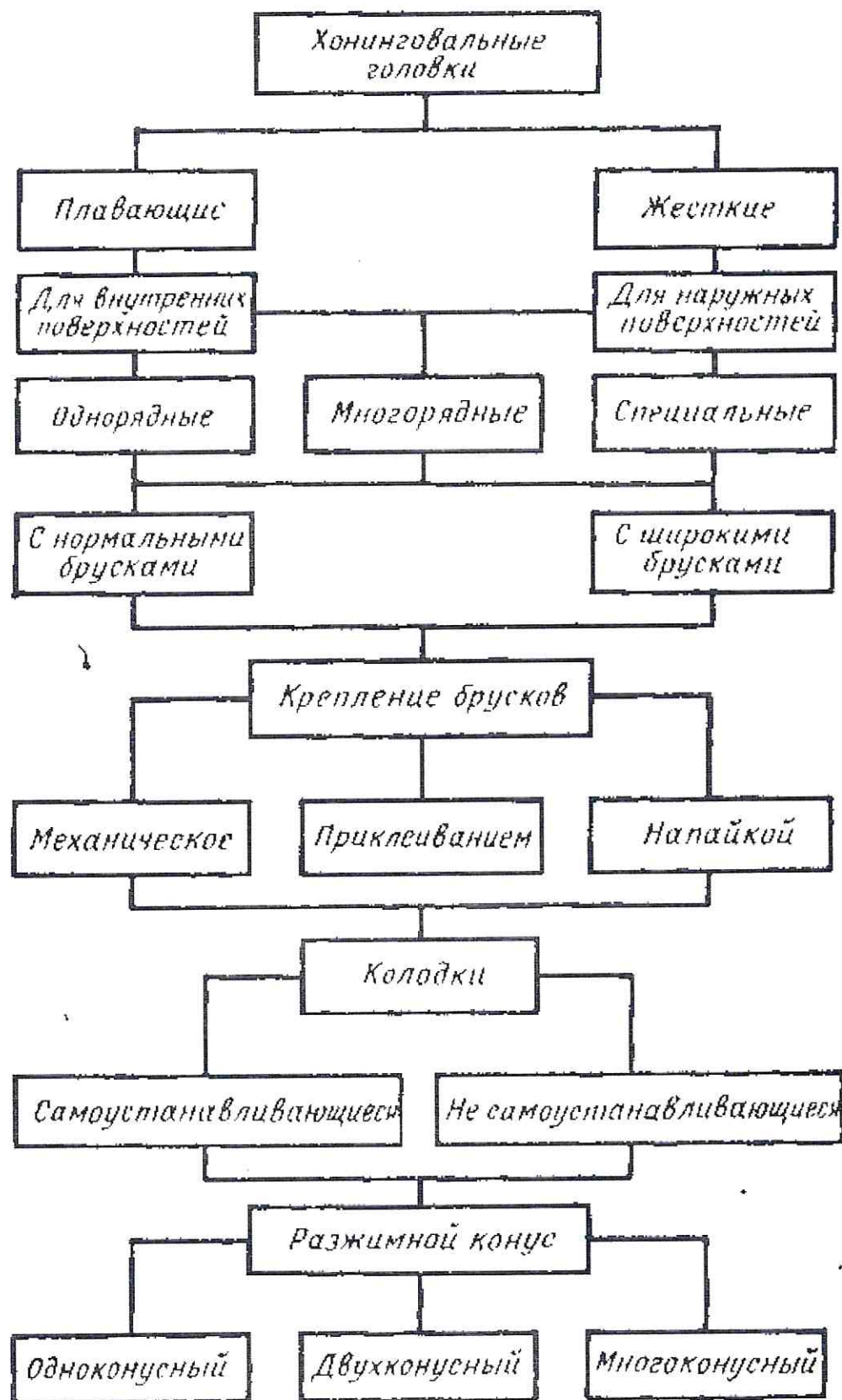


Рисунок 3.1 - Классификация хонинговальных головок

В данной головке применены универсальные шарниры Гука. Механизм радиальной подачи брусков встроен в головку, а его привод — в шпindelную бабку станка. Для более благоприятного вхождения головки в обрабатываемое отверстие по концам корпуса расположены конусные участки.

Разработана установка, работа которой основана на принципе электрохимической обработки материалов. Установка предназначена для вскрытия и правки хонинговальных брусков из сверхтвердых материалов на металлических связках. Корпус хонинговальной головки вместе с комплектом хонинговальных брусков является анодом, а цилиндрический валик — катодом.

Установка состоит из цилиндрического валика (катода), погруженного частично в ванну с электролитом. Катод получает вращение от регулируемого электродвигателя постоянного тока через передачу. Вращающийся электрод изолирован от корпуса ванны. Через отдельные, штуцера электролит подается в ванну и отводится. Корпус установки выполнен из изоляционного материала (оргстекла). Это предотвращает электрическую связь между установкой и токарным станком, в резцедержателе которого закрепляется установка. Для предохранения от попадания электролита на электродвигатель последний закрыт металлическим кожухом, на поверхность которого выведены контакты штекерного разъема.

При подаче напряжения на двигатель цилиндрический электрод получает вращение и на его поверхности после прохождения через электролит образуется слой электролита толщиной 1,5...2 мм. В качестве электролита применен 10%-ный раствор NaCl.

В работе [] описана головка для анодно-механического хонингования отверстий цилиндров, содержащей корпус с катодными участками и буртиками, расположенными между держателями с хонбрусками, последние выполнены из металла и снабжены токоподводами, соединяющими

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

хонбруски с корпусом, что позволяет дополнительно проводить эрозионную анодно-механическую обработку, избежать шаржирования и образования направленной шероховатости обработанной поверхности, тем самым повысить ее износостойкость.

Выполнение хонбрусков с U-образной формой поперечного сечения позволяет улучшить качество обработанной поверхности за счет улучшения эвакуации продуктов обработки и пульсации технологического тока.

Выполнение дополнительных щелевых окон в корпусе вдоль хонбрусков позволяет улучшить подачу электролита в межэлектродный зазор.

Предлагаемая головка для анодно-механического хонингования иллюстрируются чертежами представлены на рис3.4.

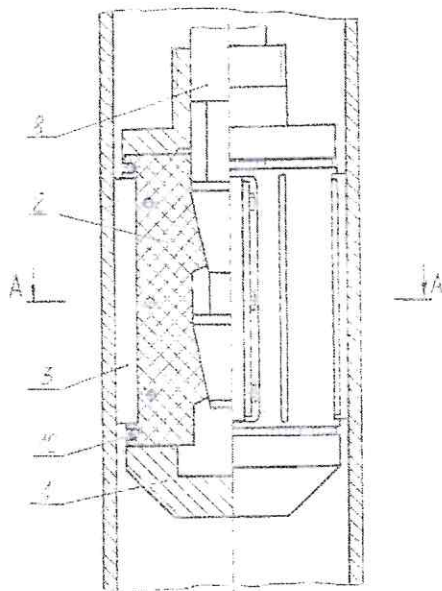


Рисунок 3.3 - Головка для анодно-механического хонингования

Недостатками данной головки являются значительный износ металлических хонбрусков вследствие нагрева из-за постоянного контакта всей рабочей поверхности хонбрусков с поверхностью детали, особенно на режимах электроэрозионным съемом металла заготовки.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Обоснование конструкции

Для повышения стойкости рабочих элементов в головке для анодно-механического хонингования, содержащей корпус, металлические рабочие элементы, размещенные в держателях и соединенные токоподводами с корпусом, предлагается выполнить рабочие элементы в виде тел вращения, и установить в держателях с помощью осей, при этом оси размещены с возможностью свободного вращения и снабжены тормозными втулками, установленными на них с возможностью перемещения и взаимодействия с держателями.

Выполнение рабочих элементов в виде тел вращения позволяет сделать контакт рабочих элементов с обрабатываемой поверхностью линейным и постоянно меняющимся, что способствует уменьшению нагрева элементов из-за уменьшения продолжительности действия высокой температуры разряда на каждую точку поверхности рабочего элемента, дополнительному охлаждению поверхности элементов вне зоны контакта с обрабатываемой поверхностью и, следовательно, уменьшению их износа.

Размещение на осях рабочих элементов тормозных втулок с возможностью перемещения и взаимодействия с держателями позволяет регулировать скорость вращения рабочих элементов и соответственно окружную скорость резания, последняя в данном случае является скоростью проскальзывания.

3.3 Устройство разработанной конструкции

Предлагаемая головка для анодно-механического хонингования представлена на рис. 3.4.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ

Лист

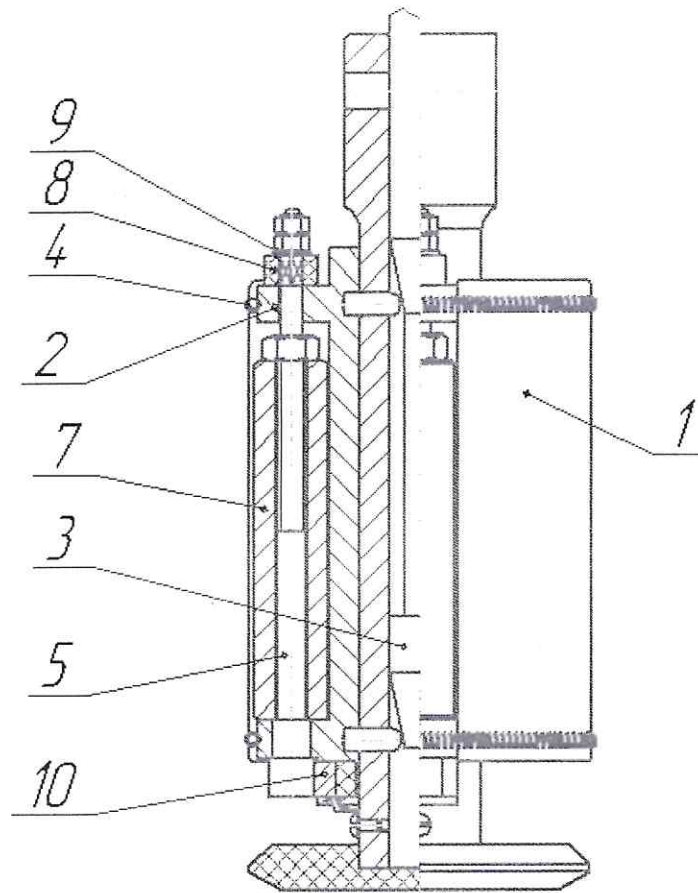


Рисунок 3.4 – Головка для анодно-механического хонингования

Головка для анодно-механического хонингования внутренних поверхностей содержит корпус 1 с центральным отверстием и продольными пазами, в которых размещены держатели 2, с возможностью перемещаться в радиальном направлении. В центральном отверстии корпуса 1 помещен шток 3 с конусами, связанный с механизмом разжима станка. Держатели 2 контактируют конусами штока 3 и снабжены кольцевыми пружинами 4 возврата. В держателях 2 с помощью осей 5 и гаек 6 установлены рабочие элементы 7, выполненные из различных металлов (сталь, чугун, медь, латунь, бронза и т.п.) в виде тел вращения. На осях 5 рабочих элементов 7 установлены тормозные втулки 8, взаимодействующие со сменными шайбами 9. На держателях 2 установлены контактные щетки 10, которые взаимодействуют с осями 5. Контактные щетки 10 снабжены гибкими токоподводами с корпусом 1 головки.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Принцип работы хонинговальной головки

Головка для анодно-механического хонингования работает следующим образом.

В начальный момент головку вводят в обрабатываемое отверстие и включают вращательное и возвратно-поступательное движение относительно обрабатываемой поверхности. Одновременно штоком 3 с конусами производится быстрый разжим держателей 2 с рабочими элементами 7 до касания с обрабатываемой поверхностью и переход на рабочую подачу. В зону обработки подается рабочая жидкость и включают технологический ток. Эти операции осуществляются посредством соответствующих приводов, механизмов режима и системой управления станка.

С момента касания с обрабатываемой поверхностью рабочие элементы 7 начинают вращаться за счет сил сцепления и обкатываться по обрабатываемой поверхности с проскальзыванием. Скорость проскальзывания в данном случае является окружной скоростью резания.

В зависимости от оптимальной скорости резания, определяемой опытным путем, выбирается усилие поджима тормозных втулок 8 к держателям 2 через сменные шайбы 9.

Предлагаемое устройство позволяет вести обработку без торможения рабочих элементов (скорость их вращения максимальна), с полным торможением (без вращения рабочих элементов), а также во всем диапазоне между указанными конечными значениями.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата		

3.5 Расчеты по конструкции

3.5.1 Расчет усилия зажима тормозной втулки при хонинговании

Для расчета зажимных элементов приспособления требуется определить усилие зажима тормозной втулки. Под действием усилия зажима по торцам втулки создаются силы трения, которые во время хонингования удерживают брускодержатель от проворачивания.

С учетом обеспечения надежности сила зажима определяется по формуле:

$$Q = \frac{\beta * P_{ок} * d_0}{f * (d_0 + D)}, \quad (3.1)$$

где d_0 — диаметр отверстия втулки, мм;

D — наружный диаметр втулки, мм;

β — коэффициент надежности зажима ($\beta = 1,3 \dots 1,5$);

f — коэффициент трения резины по стали ($f = 0,5 \dots 0,8$)

$P_{ок}$ — окружная сила резания, Н.

Действие осевого усилия резания при хонинговании идет в запас надежности зажима обрабатываемой детали.

Приблизленно окружная сила резания могут быть вычислена по формуле:

$$P_{ок} = \mu_{ок} * B_{бр} * L_{бр} * p, \quad (3.2)$$

где $\mu_{ок}$ — коэффициент окружной силы при хонинговании (при обработке деталей из чугуна и стали $\mu_{ок}$ принимают в пределах от 0,3 до 0,5);

$B_{бр}$ — ширина контакта рабочей поверхности хонинговального инструмента, м ;

$L_{бр}$ — длина контакта рабочей поверхности хонинговального инструмента, м ;

p — удельное давление брусков, Па ($p = 0,2 \text{ МПа}$).

$$P_{ок} = 0,3 * 0,002 * 0,100 * 2 * 10^6 = 122 \text{ Н}.$$

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

Тогда усилие зажима тормозной втулки будет равно

$$Q = \frac{1,3 * 122 * 6}{0,8 * (6 + 18)} = 48,7 \text{ Н.}$$

Инструкция по работе с данной головке приведена в приложении Б.

Технико-экономическая оценка приведена в приложении В.

					ВКР.350306.011.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был проведен устройства и работы двигателей автомобилей и тракторов, в частности Д-240, деталей цилиндро-поршневой группы. Проведен анализ причин и методов устранения неисправностей.

Во втором разделе разработаны проект мотороремонтного отделения и технология восстановления внутреннего отверстия гильзы цилиндров двигателя Д-240 под ремонтный размер.

В третьем разделе разработана конструкция хонинговальной головки для ремонта гильз цилиндров. Внедрение хонинговальной головки позволит уменьшить уровень эксплуатационных затрат при ремонте двигателей. Годовой экономический эффект от применения данного приспособления составит 12038 руб. при сроке окупаемости 0,7 года. Вышеизложенное позволяет сделать заключение о том, что внедрение данной конструкторской разработки в производство позволит повысить экономические показатели и эффективность производства предприятия.

Также в работе были предложены мероприятия по улучшению состояния охраны труда и окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочадамов А.В, Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1...3-5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2008.
3. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
4. Зотов Б.И., Курдюмов В.И.. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2000. – 424 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
5. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов втузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. Лимарев В.Я. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса / В.Я. Лимарев [и др.]. – М.: Известия, 2002.- 464 с.
7. Кукин Н.Н., В.Л.Лапин, Н.П.Пономарев, Н.И.Сердюк. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Изд. «Высшая школа», 2002. -300с.
8. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
9. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 496 с.
10. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве: часть 1 /.- М.: ГосНИТИ, 1981.
11. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.

12. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с
13. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
14. Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей путем обоснования параметров анодно-механического хонингования / Х.С. Фасхутдинов, Р.Р. Шайхутдинов. - Казань: Казанский государственный университет, 2010. - 150 с.
15. Проектирование предприятий технического сервиса : метод. указания к курсовому проекту / В.И. Жуленков [и др.]. – Казань:Изд-во КГСХА, 2002.–64 с.
16. Ремонт блоков и гильз / Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. -24с.
17. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Ко-лос,2009. -351 с.
18. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604 с. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей : учеб. пособие / И.С. Туревский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2018. — 432 с.
19. Тракторы Беларусь МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификации / В.Г. Левков, И.Ф. Бруенков и др. – Мн.: Ураджай, 1990.-174с.
20. Технология ремонта машин: Учебник для вузов / Е. А. Пучин, О. Н. Дидманидзе, В. С. Новиков и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: Изд-во УМЦ «Триада». – Ч. I. – 2006 . – 348 с..
21. Технологическое оснащение хонингования/Н. Н. Богородицкий, К. К. Чубаров, Б. А. Лебедев — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984.- 237 с.

22. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.

23. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.