

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 участка по ремонту двигателей с разработкой устройства для
финишной обработки поверхностей валов»

Шифр ВКР.350306.368.18.00.00.ПЗ

Студент _____ Хасанов А.А.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Шайхутдинов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 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 _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Хасанову Альберту Альферовичу

Тема ВКР «Проект участка по ремонту двигателей с разработкой устройства для финишной обработки поверхностей валов»

утверждена приказом по вузу от _____ 2018 г. № ____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 12.02.2018 г.

3. Исходные данные: Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, литература по теме ВКР,

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ состояния вопроса; 2. Проект участка по ремонту двигателей и технология восстановления детали; 3. Конструктивная часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 5. Техничко-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов:

Лист 1- Ремонтный чертеж

Лист 2- Технологическая карта.

Лист 3- План участка по ремонту двигателей

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции .

Лист 5-Рабочие чертежи деталей .

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции .

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Гаязиев И.Н.
Раздел экономики	доцент <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>

7. Дата выдачи задания 13.12.2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.01-24.12	
2	Глава 2	24.12-09.01	
3	Глава 3	10.01-24.01	
4	Глава 4 и 5	25.02-01.02	
5	Оформление работы	02.02-06.02	

Студент _____ (Хасанов А.А.)

Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Хасанова Альберта Альферовича
на тему: «Проект участка по ремонту двигателей с разработкой устройства
для финишной обработки поверхностей валов»

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

Записка состоит из введения, 5 разделов, заключения и включает рисунков таблиц и спецификации.

В первом разделе дан анализ организации ремонта двигателей и технологического процесса ремонта распределительного механизма двигателя КамАЗ.

Во втором разделе разработаны проект мотороремонтного участка и технология восстановления распределительного вала двигателя КамАЗ. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали.

В третьем разделе конструкция устройства для финишной обработки поверхностей опорных шеек распределительных валов двигателя КамАЗ. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте двигателей и машин.

В пятом разделе приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

to graduate qualification work of Albert Alferovich Khasanov
on the topic: "Project of a site for repair of engines with the development of a
device for finishing the surface of the shafts"

Graduation qualification work consists of an explanatory note on typewritten text sheets and A1 format sheets of the graphic part.

The note consists of an introduction, 5 sections, conclusion and includes table drawings and specifications.

In the first section, an analysis is given of the organization of engine repairs and the technological process of repairing the distributing mechanism of the KamAZ engine.

In the second section, the design of the engine repair site and the technology for restoring the camshaft of the KamAZ engine have been developed. A repair drawing and a technological map for the restoration of the part have been developed.

In the third section, the design of the device for finishing the surfaces of the support necks of the camshafts of the KamAZ engine. The necessary calculations of the design parameters are given.

The fourth section deals with the issues of environmental protection and labor protection in the repair of engines and machines.

The fifth section shows the results of the technical and economic evaluation of the structure.

The explanatory note ends with a conclusion.

ВВЕДЕНИЕ

При производстве деталей машин достичь одинакового ресурса практически невозможно, т.к. одни детали выходят из строя раньше, чем другие. Быстроизнашивающиеся детали меняют при проведении технического обслуживания и текущего ремонта.

Если при ремонте восстанавливают изношенные детали, то появляется большая экономия металла. Изношенные восстанавливаемые детали машин используют, как заготовки. Себестоимость восстановленных деталей составляет до половины их первоначальной стоимости, а стоимость запасных деталей примерно половину от себестоимости ремонта машины. Поэтому восстанавливать изношенные детали выгодно. Детали, восстановленные новейшими технологическими процессами, при соблюдении технических условий по надежности и долговечности не уступают новым. Индустриальные методы ремонта и специализация повышают качество и снижают себестоимость восстановленных изношенных деталей.

Двигатель является основным агрегатом определяющим работоспособность трактора или автомобиля. Каким бы надежным, безопасным и высококачественным ни был двигатель, у него есть свой ресурс, так что как только он будет выработан, придется выполнять текущий или капитальный ремонт.

На техническое обслуживание и ремонт двигателей затрачиваются огромные материально-технические и трудовые ресурсы. Снижение этих затрат во многом зависит от качества подготовки специалистов-ремонтников и состояния ремонтной базы.

В данной работе рассматриваются вопросы организации и технологии ремонта двигателей.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ	9
1.1. Организация ремонта двигателя	9
1.2 Устройство механизма газораспределения двигателя КамАЗ-740	11
1.3. Дефекты деталей ГРМ	17
1.4 Способы восстановления распределительного вала.....	20
2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	27
2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей.....	27
2.2 Расчет трудоемкости.	27
2.3 Расчёт годовых фондов времени.....	28
2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади	29
2.5 Разработка технологического процесса восстановления распределительных валов	32
3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛОВ.....	38
3.1 Обзор существующих конструкций.	38
3.2. Назначение и характеристика приспособления	40
3.3 Устройство и принцип работы приспособления.....	41
3.4 Расчеты по конструкции	43
4 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	46
4.1 Охрана труда при проведении сборочно-разборочных и слесарных работ.....	46
4.2 Физическая культура на производстве.....	47
4.3 Защита окружающей среды.....	50
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	52
5.1 Расчет массы конструкции	52
5.2. Расчет показателей эффективности конструкции.....	53

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	56
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ

1.1 Организация ремонта двигателя

Организация капитального ремонта двигателей имеет большое народнохозяйственное значение, так как увеличение вторичного моторесурса до 0,8...0,9 от первичного открывает огромный резерв экономии общественного труда.

Ремонт двигателей индустриальными методами с максимальным использованием опыта головного завода по производству этих двигателей является основой решения этой проблемы.

В основу капитального ремонта двигателей положен обезличенный метод. Ремонтное предприятие производит приемку двигателей в капитальный ремонт, руководствуясь ГОСТ 19501-74 «Система технического обслуживания и ремонт техники. Порядок сдачи в ремонт и приемки из ремонта» и ГОСТ 18523-73 «Дизели тракторные и комбайновые. Технические условия на сдачу в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта».

Принятые в ремонт двигатели хранятся на складе ремонтного фонда в специальных, изолированных от производственных участков, вентилируемых и сухих помещениях, оборудованных стеллажами и подъемно-транспортными механизмами.

Со склада ремонтного фонда двигатель поступает на участок разборки, где его моют, предварительно сняв агрегаты электрооборудования. Затем двигатель частично разбирают и вторично моют с пропариванием внутренней полости горячим паром, после чего его разбирают на узлы и детали.

Детали после разборки двигателя моют, очищают от нагара и направляют на участок контроля и дефектовки.

Комплектование деталей для сборки двигателя и его узлов производят на участке комплектации тремя группами деталей: годными (по техническим условиям на дефектовку), отремонтированными и новыми. При этом производят качественное комплектование, которое обеспечивает требования к сопряжению деталей при сборке, т. е. повышает качество сборки двигателя, его узлов и агрегатов.

Скомплектованные детали направляют на участки сборки двигателя и его узлов. Линии сборки и испытания узлов и агрегатов рекомендуется располагать перпендикулярно линии общей сборки двигателя.

После сборки двигателя подвергают испытанию на испытательном участке, а затем красят и консервируют.

В соответствии с приведенной схемой технологического процесса ремонта двигателей ремонтное предприятие должно состоять из следующих основных цехов и участков: разборочно-моечного, контрольно-дефектовочного, испытательного, окраски, консервации и упаковки. При этом ремонтно-восстановительный участок должен состоять из отделений: механической обработки слесарной обработки, гальванических покрытий, сварки и наплавки, термической обработки.

Перечисленные подразделения ремонтного предприятия желательно располагать в производственном корпусе, построенном с соблюдением требований, норм и правил строительства, техники безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии для машиностроительных предприятий. Высота помещений должна позволять установку подъемно-транспортных механизмов (кранов, кран-балок, поворотных кранов и т. д.).

Участок разборки и мойки должен быть оборудован приточно-вытяжной вентиляцией, а моечное оборудование иметь местную вытяжку,

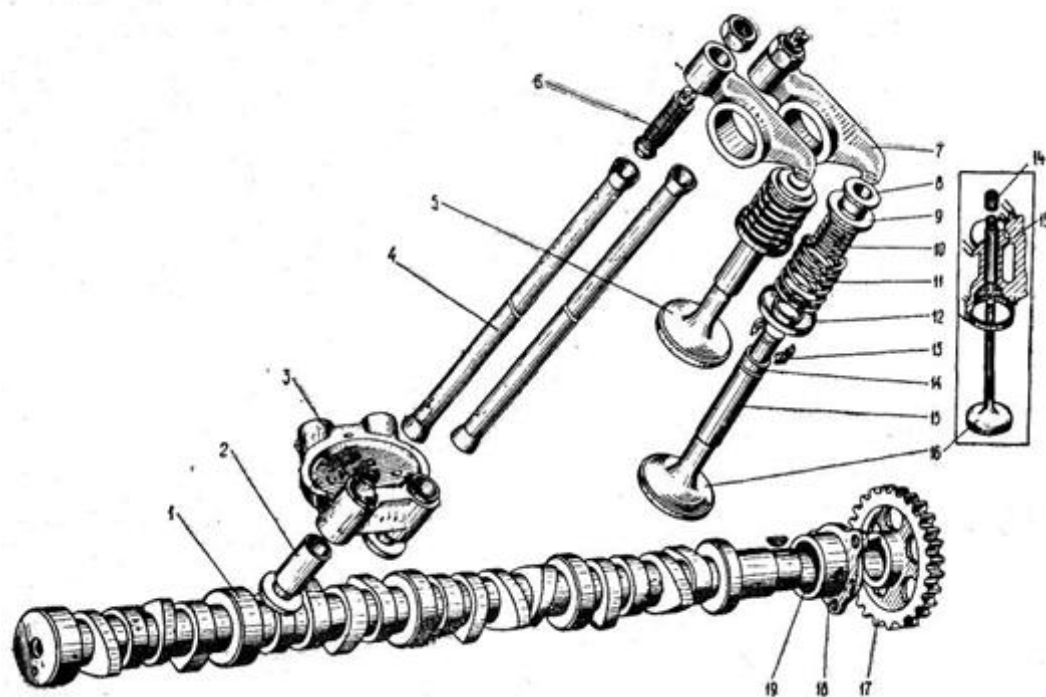
Контрольно-дефектовочный и комплектовочный участки должны иметь энергетическую освещенность, равную $25\text{—}30 \text{ Вт/м}^2$, и быть отделены от общего производственного помещения перегородками.

Отделения гальванических покрытий, сварки и наплавки, термической обработки, участка ремонта и восстановления деталей, а также окрасочное и сушильное отделения участка окраски, консервации и упаковки должны быть оборудованы усиленной вытяжной вентиляцией и отделены от остального производственного помещения перегородками.

Участок испытания двигателей необходимо изолировать от других производственных помещений шумопоглощающими стенками. С целью лучшей защиты производственных помещений от шума и выхлопных газов испытание двигателей необходимо производить в специальных помещениях (боксах), полностью изолированных один от другого и от производственных помещений шумопоглощающими стенами и перегородками. Боксы должны быть оборудованы автономными системами подвода воды, топлива, масла, отвода выхлопных газов, мощной (14000 м³/ч) приточно-вытяжной вентиляцией, а также автоматическими системами пожаротушения. специализированное предприятие по ремонту двигателей должно быть укомплектовано оборудованием и технологической оснасткой в соответствии с установленным технологическим процессом.

1.2 Устройство механизма газораспределения двигателя КамАЗ-740

Механизм газораспределения этого двигателя состоит из распределительного вала 1 (рис. 1.1) с шестерней 17, толкателей 2 с направляющими 3, штанг 4, коромысел 6 с регулировочными винтами 5 и контргайками 7, впускных 14 и выпускных 15 клапанов с пружинами 10,11 и деталями их крепления, привода распределительного вала.



1 - вал распределительный; 2 - толкатель; 3 - направляющая толкателя;
 4 - штанга толкателя; 5 - клапан выпускной; 6 - винт регулировочный; 7 -
 коромысло; 8- втулка; 9-тарелка пружины; 10 и 11- внутренняя и наружная
 пружины; 12 - шайба; 13-сухарь; 14-уплотнительная манжета впускного
 клапана; 15 - направляющая втулка клапана; 16-клапан впускной; 17-
 шестерня распределительного вала; 18-корпус подшипника; 19-втулка
 подшипника.

Рисунок 1.1 - Механизм газораспределительный

Распределительный вал сделан из стали. Он содержит 5 опорных шеек и 16 кулачков, переводящих поворотное передвижение вала в поступательное передвижение толкателей, штанги клапанов. Число кулачков и их положение соответствует количеству клапанов и очередности их раскрытия. Рабочие плоскости основных шеек и кулачков цементированы и закалены токами высокой частоты. Контурные профили у кулачков для впускных и выхлопных разные, плоскости верхов кулачков скошены. Распределительный вал смонтирован в развале блока цилиндров в 5 подшипниках скольжения, представляющих собою металлические втулки, залитые антифрикционным

сплавом. Задний роликподшипник смонтирован в опоре, что крепится к блоку 3 болтами. На заднем конце вала при поддержке шпонки зафиксирована прямозубая шестеренка. От осевых смещений вал удерживается опорой, в которую с одной края утыкается ступица шестерни, а с другой края - упорный бурт задней основной шейки.

Толкатели отдают усилие с кулачков распределительного вала к штангам. Трубчатая направляющая часть толкателя полая, в ней присутствуют 2 отверстия с целью слива масла с внутренней полости. Сим маслом смазывается боковая плоскость толкателей и кулачки распределительного вала. Внутренняя поверхность толкателя завершается круглым гнездом, куда утыкается нижний конец штанги. Торцевая плоскость толкателя, принадлежащая с кулачком, с целью увеличения износостойкости наплавляется выбеленным чугуном и обладает тарельчатую форму.

Толкатели ставятся в чугунных направляющих, закрепленных к блоку цилиндров. При работе мотора толкатели непрерывно обращаются вокруг собственных осей, что гарантирует их ровный износ. Поворот толкателей достигается за счет сферической поверхности их тарелок и скошенных плоскостей кулачков распределительного вала.

Штанги передают усилие с толкателей на коромысла, они сделаны из стали, полые, со вставными наконечниками. Нижний наконечник содержит выпуклую круглую поверхность, наружный наконечник исполнен в виде сферической чашечки. Для доступа смазки через штанги в наконечниках присутствуют отверстия.

Коромысла подают усилия со штанг клапанам, сделанных из стали. Всякое коромысло представляет собою двухплечий рычаг, в отверстие коего запрессована медно-бронзовая втулка. Носик длинного плеча коромысла закален вплоть до высокой твердости. В короткое плечо стрекоза ввернут корректировочный винтик с контргайкой с целью регулирования промежутка меж коромыслом и торцом стержня клапана.

Коромысла впускного и выхлопного клапанов установлены на совместной стойке, прикрепленной на головке цилиндров 2-я шпильками. Осевое передвижение коромысел ограничивается пластинообразным фиксатором, установленным под стойку. В стойке существует отверстие с целью подвода масла к коромыслам.

Клапаны нужны для открытия и закрытия впускных и выхлопных клапанов. Каждая цилиндрическая поверхность содержит единственный впускной и один выпускной клапаны. И тот и другой клапана производятся из жароустойчивой стали. Клапан состоит из головки и стержня, головка имеет рабочую фаску, а стержень круговую проточку. Диаметр головки впускного клапана побольше, нежели у выхлопного клапана, это делает лучше заполнение цилиндра воздухом. Рабочая грань головки выхлопного клапана, действующего в условиях высочайших температур, упрочнена абразивостойким и коррозионно-устойчивым сплавом стеллитом.

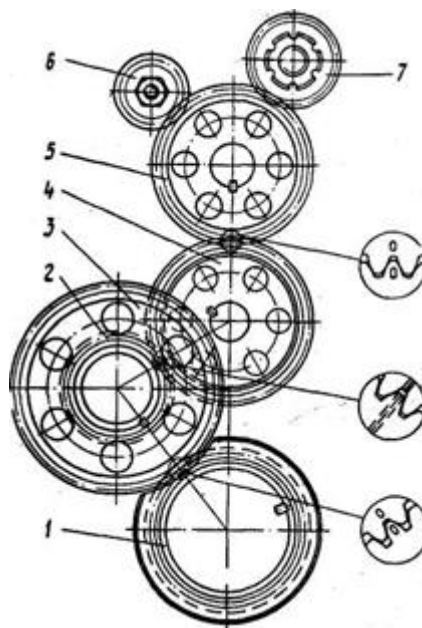
Клапана передвигаются во втулках, запрессованных в головку блока. С целью наилучшей приработки стержни клапанов перед сборкой покрываются графитом. На втулке впускного клапана ставится уплотнительная манжета с целью лимитирования поступления масла в промежуток между стержнем клапана и втулкой. К данным элементам посыпает масло, вытекающее из сопряжения коромысла с осью.

Клапанные пружины гарантируют плотное закрывание клапанов, сделаны из особой пружинной стали. В каждый клапан ставится 2 трубчатые пружины с обратной навивкой. Одним торцом пружины опираются на головку при помощи металлической шайбы а другим - в упорную тарелку, что упирается в коническую втулку, удерживаемую в клапане 2-я конусными сухарями. Втулка содержит незначительную торцовую опорную плоскость, следовательно трение между втулкой и тарелкой мизерное. Из-за этого клапан под влиянием вибраций имеет возможность проворачиваться относительно седла, чем повышается время его работы.

Привод распределительного вала осуществляется от ведущей шестерни 1 (рис. 1.2), установленной в хвостовике коленчатого вала при помощи блок переходных шестерен 2 и 3. Все шестерни металлические, штампованные с термообработанными прямыми зубьями. Источник шестерен вертится в сдвоенном коническом роликоподшипнике установленном в оси, прикрепленной в заднем торце блока цилиндров. С шестерни распределительного вала При помощи шестерню 5 получает привод топливный насос высокого давления.

Привод распределительного вала осуществляется от ведущей шестерни 1 (рис. 1.2), установленной на хвостовике коленчатого вала через блок промежуточных шестерен 2 и 3. Все шестерни стальные, штампованные с термообработанными прямыми зубьями. Блок шестерен вращается на сдвоенном коническом роликоподшипнике, установленном на оси, закрепленной на заднем торце блока цилиндров. От шестерни распределительного вала через шестерню 5 получает привод топливный насос высокого давления, а от шестерни 5 через шестерни 6 и 7 соответственно насос гидроусилителя рулевого привода и компрессор.

Для согласованной работы кривошипно-шатунного газораспределительного механизмов и топливного насоса шестерни устанавливаются по меткам «О» и рискам, нанесенным на их торцах. Работа механизма газораспределения заключается в следующем. Вращение коленчатого вала двигателя через блок промежуточных шестерен передается на распределительный вал, кулачки которого набегают на толкатели и заставляют их перемещаться. Усилия от толкателей через штанги и коромысла передаются клапанам, заставляя их открываться. При сбегании кулачков с толкателей клапаны закрываются под действием своих пружин.



1-шестерня ведущая; 2, 3-шестерни промежуточные; 4-шестерня распределительного вала; 5-шестерня привода топливного насоса; 6-шестерня привода насоса усилительного механизма; 7-шестерня привода компрессора

Рисунок 1.2 - Установка шестерен привода агрегатов

Фазами газораспределения называются продолжительность открытия впускных и выпускных клапанов, выраженных в углах поворота коленчатого вала относительно мертвых точек. Для лучшего наполнения цилиндров воздухом (или горючей смесью) впускные клапаны открываются до подхода поршня к ВМТ в такте впуска, т.е. с опережением, а закрываются с запозданием после прохождения поршнем НМТ в такте сжатия. Для лучшей очистки цилиндров от отработавших газов выпускные также открываются до подхода поршня к НМТ в такте расширения, а закрываются после прохождения поршня ВМТ в такте впуска.

Фазы газораспределения изображаются в виде круговых диаграмм у (рис. 16). Из диаграммы видно, что при работе двигателя возникают положения, при которых одновременно открыты впускные и выпускные клапаны; такое состояние называется перекрытием клапанов. Для рассматриваемого двигателя оно составляет 20° при положении поршня у ВМТ и 112° при положении поршня у НМТ.

Тепловой зазор между торцом клапана и коромыслом необходим для полного открытия и плотного закрытия клапана в горячем состоянии.

Величина этого зазора должна составлять на холодном двигателе для впускного клапана 0,25 ... 0,30 мм, для выпускного 0,36 ... 0,40 мм.

При увеличенном зазоре клапан полностью не открывается, что ухудшает наполнение цилиндров свежим зарядом и затрудняет удаление отработавших газов. При недостаточном зазоре клапаны, нагреваясь, могут неплотно закрываться, что вызывает утечку газов и перегрев клапанов с возможностью прогара их фасок. Во всех случаях снижается мощность двигателя и возрастает расход топлива.

Регулировка теплового зазора производится с помощью регулировочного винта 5 (см.рис.1.1) с контргайкой 7.

1.3. Дефекты деталей ГРМ

Детали газораспределительного механизма работают в разных условиях, что и определяет выбор материалов, технологии изготовления и ремонта. Основная деталь механизма - распределительный вал - изготавливается из сталей марок 15Х, 15НМ, 12ХНЗА, 18ХГТ, 40селект, 45, 40Х, 45Х, а также из легированных чугунов. Твердость рабочих поверхностей опорных шеек, кулачков, эксцентрика после термообработки равна 51... 63 HRC. Распределительные валы имеют малую жесткость на изгиб и скручивание, что создает дополнительные сложности при изготовлении и ремонте. Требования к точностным характеристикам распределительных валов приведены в табл. 1.1.

Основными дефектами, с которыми распределительные валы поступают в ремонт, являются: износ рабочих поверхностей кулачков, опорных шеек и эксцентрика; овальность и конусообразность шеек; задиры и риски на рабочих поверхностях; износ шейки под шестерню; повреждение шпоночного паза или отверстий под штифт; деформация вала; повреждение резьбы, зубьев шестерни.

Клапаны изготавливаются из легированных сталей. Впускные - из сталей 40X10C2M, 40X9C2; выпускные из сталей

Таблица 1.1 - Основные точностные характеристики распределительных валов

Элементы вала	Параметры	Требования (допустимые значения)
Опорные шейки	Точность обработки Шероховатость поверхности Овальность и конусообразность Радиальное биение	6-й или 7-й квалитет $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм Не более 0,01 мм Не более 0,015... 0,025 мм (в зависимости от модели двигателя)
Кулачки	Отклонение оси симметрии кулачков от номинального положения Отклонения контрольных точек профиля Шероховатость поверхности Угол наклона образующей кулачка к оси вала (для некоторых моделей)	$\pm (30' \dots 1^\circ 30')$ $\pm - (1 \dots 2^\circ)$ $Ra = 0,32 \dots 0,63$ мкм 8... 16'
Шестерня привода распределителя	Шероховатость поверхности зубьев	$Ra = 0,8 \dots 1,25$ мкм
Упорный торец шейки	Неперпендикулярность к образующей Шероховатость поверхности торца	Не более 0,02... 0,03 мм (в зависимости от модели двигателя) $Ra = 0,8 \dots 1,25$ мкм

Стержни клапанов могут быть графитизированы или иметь хромовое гальваническое покрытие толщиной 2... 7 мкм. Торцевая часть стержней клапанов двигателей ЯМЗ изготовлена из стали 40ХН. Рабочие фаски наплавлены жаростойким сплавом В2К, В34, ВХН-2 твердостью 30... 49 HRC. Стержни клапанов имеют твердость 27... 32 HRC, а торцы-42 ...58 HRC. Основные дефекты клапанов: износ стержня по диаметру; износ его торцевой поверхности; износ рабочей фаски клапана, риски и раковины на ее поверхности; деформация стержня; трещины.

Коромысла клапанов изготавливаются из сталей 45, 45Л. Твердость закаленных поверхностей 56... 64 HRC3. В отверстие запрессовывается бронзовая втулка. Основные дефекты коромысел - износ носика и рабочей поверхности бронзовой втулки.

Ось коромысел изготавливается из стали 45 и закаливается т. в. ч. до твердости 53... 63 HRC. Основной дефект оси - износ участков, на которых установлены коромысла.

Толкатели изготавливаются из сталей 15кп, 35, 45. Для толкателей плунжерного типа применяется наплавка донышка специальным чугуном с твердостью не менее 61 HRC. Цилиндрическая поверхность толкателя имеет твердость 30... 35 HRC, внутренняя сферическая поверхность под штангу - не менее 42 HRC. Основные дефекты плунжерных толкателей: износ наружной и внутренней сферических рабочих поверхностей, износ цилиндрической поверхности толкателя.

Толкатели качающегося типа изготавливаются из стали 45 твердостью 167.. 212 НВ, в отверстие запрессовываются втулки из бронзы Бр.ОЦС 4-4-2.

Основные дефекты: износ втулок пяты, сопряжения ролика и игольчатого подшипника.

При значительном износе кулачков и обработке их под ремонтный размер, а также при износе и обработке торца стержня клапана, толкателя, штанги, носика коромысла может возникнуть невозможность регулирования зазора в клапанном механизме. Возможность регулирования ограничена не только длиной регулировочного винта, установленного в коромысле, но и расположением и размерами маслоподводящего отверстия в коромысле и маслоприемной канавки регулировочного винта. При регулировании кромка канавки винта может перекрыть маслоподводящее отверстие в коромысле и исключить подвод смазки к месту контакта винта и штанги толкателя. Для восстановления возможности регулирования можно использовать удлиненные регулировочные винты или дополнительные колпачки на клапаны.

Значительное влияние на срок службы газораспределительного механизма оказывает зазор в сопряжении «направляющая втулка - стержень клапана». Так, для двигателя Камаз увеличение зазора на 1 мкм приводит к

снижению средней наработки газораспределительного механизма на 1,3 тыс. км, а двигателя целом - на 0,57 тыс. км.

1.4 Способы восстановления распределительного вала

Обработка опорных шеек и кулачков под ремонтный размер. При использовании метода ремонтных размеров для восстановления изношенных поверхностей кулачки обрабатываются по копиру. Если при этом профиль отремонтированного кулачка получается эквидистантным по отношению к профилю нового кулачка, то обеспечивается тот же подъем клапана, но при этом изменяется закон его движения.

Подъем клапана начинается позже и раньше заканчивается его закрытие. Так, равномерное уменьшение размеров кулачка двигателя ВАЗ при обработке под ремонтный размер на 2 мм увеличивает максимальную скорость движения и положительное ускорение клапана на 15%, максимальное отрицательное ускорение - на 21%, на $0,75^\circ$ изменяются углы начала открытия и конца закрытия клапана, т.е. угол открытого состояния клапана сокращается на $1,5^\circ$. При восстановлении кулачков под ремонтный размер необходима коррекция формы кулачка для сохранения закона движения клапана, что достигается применением соответствующих копиров.

Обработка под ремонтный размер опорных шеек, кулачков, эксцентрика является основным способом устранения износов этих поверхностей при ремонте.

Опорные шейки распределительного вала шлифуются под один из ремонтных размеров. Количество ремонтных размеров опорных шеек распределительных валов автомобильных двигателей может быть от 1 до 5. Обработка опорных шеек распределительного вала под ремонтный размер проводится на круглошлифовальных станках. Шероховатость поверхности после шлифования характеризуется $Ra = 0,63$ мкм. В качестве контрольно-измерительного инструмента используются рычажные микрометры МР50 и

MP75, рычажные скобы CP50 и CP75, калибры, образцы шероховатости. Применяется активный контроль в ходе шлифования. После шлифования обрабатываются фаски опорных шеек

Кулачки распределительного вала обрабатываются до устранения следов износа и придания им требуемого профиля и положения. Шероховатость рабочих поверхностей кулачков после шлифования должна иметь $Ra = 0,63$ мкм. Профиль кулачка после обработки должен обеспечивать заданный закон движения клапана. При шлифовании кулачков распределительный вал базируется по центрам и шпоночной канавке.

Эксцентрик шлифуется до устранения следов износа, при этом обеспечивается требуемая высота подъема. Для обеспечения требуемой шероховатости поверхностей проводится финишная обработка.

Наплавка. Для устранения значительных износов опорных шеек и кулачков распределительного вала используются различные способы наплавки - вибродуговая, электродуговая в среде углекислого газа или в среде аргона, кислородно-ацетиленовая и др. Применение наплавки под слоем флюса ограничивается малыми диаметрами обрабатываемых поверхностей. Всего существует более 300 вариантов восстановления кулачков распределительного вала. Анализ, проведенный с помощью автоматизированной системы синтеза новых технических решений, показал, что наиболее рациональными являются вибродуговая наплавка и электродуговая наплавка в среде защитного газа.

Напыление. Напылением восстанавливаются изношенные опорные шейки распределительного вала. Высокое качество восстановления обеспечивается при применении плазменного напыления с последующим оплавлением покрытия т. в. ч.

Перед напылением опорные шейки шлифуются для придания им правильной геометрической формы и обеспечения толщины покрытия после окончательной обработки 0,3...0,5 мм. Затем проводится дробеструйная обработка.

Для напыления стальных валов целесообразно использовать порошковую смесь марки ПС-2, в состав которой входят 80... 85% порошка ПЖ-5М и 15... 20% порошка ПГ-ХН80СР4 или по 50% порошка ПГ-ХН80СР3 и ПГ-АУ30Х28Н4С4. В качестве плазмообразующего и транспортирующего газа применяется азот. Оплавление покрытия проводится на установке т. в. ч.

Шлифование опорных шеек после нанесения и оплавления покрытия проводится методом продольного или врезного шлифования алмазными кругами на вулканитовой связке. Припуск на шлифование 0,15.. 0,20 мм. Режим продольного шлифования: скорость резания 35 м/с; продольная подача (0,3... 0,4)В мм/об, где В-ширина круга, мм; поперечная подача 0,005... 0,01 мм на двойной ход. Режим врезного шлифования: скорость резания 35 м/с, поперечная подача 0,005... 0,010 мм/об.

Указанный технологический процесс обеспечивает твердость покрытия до 61 HRC3, износостойкость в 3...4 раза выше по сравнению с закаленной сталью 45, необходимую сцепляемость покрытия и усталостную прочность детали.

Нанесение гальванических покрытий. Этим способом восстанавливаются опорные шейки и шейка под распределительную шестерню. Применяются хромирование и железнение. Последний способ используется чаще.

Перед нанесением гальванических покрытий поверхности шлифуются для устранения следов износа и придания им правильной геометрической формы. Поверхности, не подвергающиеся обработке, изолируются. Отверстия масляных каналов закрываются свинцовыми пробками.

Пластическое деформирование. Пластическое деформирование применяется для устранения деформации детали, устранения износа шейки под распределительную шестерню или шкив, а также в качестве отделочной операции для опорных шеек и кулачков.

Деформация распределительного вала происходит из-за релаксации внутренних остаточных напряжений и изгибающих нагрузок, возникающих при работе детали. При деформации вала более 0,05... 0,07 мм его правят. При использовании статической правки возникает необходимость создавать упругую деформацию, в 10...15 раз превышающую первоначальный прогиб. Такая правка имеет невысокую точность, снижает усталостную прочность и несущую способность детали, а также не обеспечивает стабильность формы правленной детали. После непродолжительной работы двигателя (30... 70 ч) происходит возвратная деформация вала.

Для стабилизации формы правленной детали могут применяться длительная выдержка детали под нагрузкой, термообработка, двойная правка (с перегибом). Первый способ малоэффективен, так как не обеспечивает надежного, качественного устранения дефекта и увеличивает продолжительность технологического цикла. Термообработка (термофиксация) проводится в электрических печах при температуре 180... 200 °С с временем выдержки 4... 6 ч. Этот способ требует дополнительного оборудования, производственных площадей, расхода электроэнергии и также удлиняет технологический цикл.

Двойная правка осуществляется следующим образом. Первоначально деталь перегибается в противоположную сторону, при этом создается остаточная деформация (перегиб), в 2... 3 раза превышающая первоначальный прогиб. Затем повторным усилием пресса, направленным в противоположную сторону, прогиб устраняется. Такой способ правки получил наибольшее распространение в практике авторемонтного производства, однако он имеет существенный недостаток, связанный с необходимостью создания значительных деформаций вала в процессе правки.

Качественное устранение деформации вала обеспечивается правкой наклепом. Правка осуществляется путем нанесения серий ударов специальным инструментом по нерабочим поверхностям вала,

расположенным между опорными шейками и кулачками, начиная от середины вала.

Правка наклепом имеет ряд преимуществ. Этот способ обеспечивает высокую точность правки (до 0,02 мм), высокую стабильность правленной детали, исключает необходимость значительных упругих и пластических деформаций, не снижает усталостную прочность вала, обеспечивает высокую производительность. Существенным недостатком является повышенный шум, что вынуждает проводить эту операцию в специальном помещении и применять индивидуальные средства шумозащиты:

Для восстановления шейки под распределительную шестерню или шкив используется накатка поверхности рифленным цилиндрическим роликом. Обработка проводится на токарном станке. Потеря опорной поверхности после накатки не должна превышать 50%. Наибольший подъем металла за счет накатки не превышает 0,2 мм на сторону. Шаг накатки рекомендуется 1,5... 1,8 мм. Скорость для стальных валов 10...20 м/мин, для чугунных 10... 15 м/мин; продольная подача 0,6 мм/об; поперечная подача 0,10... 0,15 мм/об; угол заострения ролика 60... 70 °. Накатка осуществляется при подаче в зону обработки индустриального масла марок И-30А, -45, -50А. Припуск на последующее шлифование 0,10 мм на сторону.

В качестве отделочной обработки опорных шеек и кулачков может применяться алмазное выглаживание. При этом происходит смятие микронеровностей и изменение физико-механических свойств поверхностного слоя. За счет смятия микронеровностей происходит уменьшение размера на 0,015 мм. Обработка опорных шеек, имеющих на поверхности масляные отверстия, требует применения специальных державок с гидравлическими демпферами. Для обработки кулачков используются специальные устройства, обеспечивающие обкатку профиля кулачка.

Отделочная (финишная) обработка. Является завершающей фазой механической обработки детали и имеет своей целью обеспечить требуемую

шероховатость поверхностей: для рабочих поверхностей опорных шеек распределительного вала Ra — 0,32... 0,25 мкм, для кулачков Ra — 0,5... 0,32 мкм. При шлифовании этих поверхностей обеспечивается припуск на последующее полирование до 0,005 мм.

Полирование опорных шеек, эксцентрика и кулачков выполняется шлифовальными шкурками на тканевой основе (ГОСТ 5009-82, ГОСТ 13344-79). В качестве абразивных материалов применяются белый электрокорунд марки 24А для стальных валов и карбид кремния марки 62С для чугунных. Зернистость абразива 8... 4. Режим полирования: скорость ленты 30... 40 м/с; давление 0,5 ... 2,0 кгс/см². При обработке водостойкими шкурками стальных валов в качестве охлаждающей жидкости применяется сульфохрезол или масляная эмульсия, при обработке чугунных валов- содовый раствор. При использовании неводостойкой шкурки смазочно-охлаждающей жидкостью служит минеральное масло. Высокое качество обработки обеспечивают алмазные шкурки зернистостью от 63 до 40, обладающие высокой стойкостью.

Полирование распределительных валов шлифовальными шкурками проводится на токарных или шлифовальных станках с применением вибрационно-ленточно-полировальной головки (ВЛПГ): Амплитуда поперечных колебаний 2... 6 мм, частота 5; 10; 15 Гц.

Полирование может проводиться войлочными или фетровыми кругами. Абразивным материалом служит паста ГОИ. Окружная скорость полировального Круга 30... 35 м/с. Финишная обработка может выполняться также методом алмазного выглаживания.

Изношенный шпоночный паз по типовой технологии не восстанавливают а нарезается новый паз с отклонением о существующего на 180 градусов. После этого новый паз нужно нарезать и на приводной шестерне.

Однако, для восстановления шпоночного паза можно применить обработку под увеличенную шпонку. Для этого необходимо спроектировать устройство для фиксации вала на столе фрезерного станка.

При аварийном износе кулачков и опорных шеек их приходится наращивать наплавкой вибродуговым способом с последующим шлифованием. Для этого необходимо спроектировать устройство для наплавки .

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей

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

- 1) состав техники, находящийся в зоне деятельности предприятия;
- 2) коэффициент охвата ремонтом;
- 3) поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

Среднегодовое число ремонтов двигателей определяется []:

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

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 []);

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

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

$$n_{i.} = 200 \cdot 0,26 \cdot 1,45 \cdot 1,05 = 79 \text{ шт.}$$

2.2 Расчет трудоемкости.

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется: []

$$T = t_i \cdot n_i \cdot K_{y3}, \quad (2.2.)$$

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

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

K_{y3} – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машин (по приложению П1.36 [] $K_{y3} = 1,33$);

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_{A-41} = 79 \cdot 59 \cdot 1 = 4661 \text{ чел.·ч.};$$

Трудоемкость основных работ:

$$T_{\text{осн}} = \sum T_i, \quad (2.3.)$$

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

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

Общая годовая трудоемкость определяется: []

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

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 2.1 .

Таблица 2.1 – Трудоемкость дополнительных работ.

Наименование	% от общей трудо- емкости ремонта	$T_{\text{доп}}$ оп , чел л.·ч
Ремонт собственного оборудования	8	372,88
Восстановление и изготовление деталей	5	233,05
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	139,83
Прочие неучтенные работы	10	466,1
Итого	26	1211,86

Тогда $T_{\text{общ}} = 4661 + 1211,86 = 5872,86$ 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 []:

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

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_k – количество календарных дней в году,

D_v – количество выходных дней в году,

D_{π} – количество праздничных дней в году.

$$\hat{O}_1 = (365 - (105 + 15)) \cdot 8 = 1960 \text{ час}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

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

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\hat{O}_{\text{а.д.}} = (1960 - 24 \cdot 8) \cdot 0,88 = 1532 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_H \cdot \eta_0 \cdot n_c, \quad (2.7)$$

где n_c – 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: []

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

где τ – общий такт ремонта, ч;

Φ_H – 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 А-41, к которой приводится вся программа, чел.-ч.

$$N_{\text{пр.}} = 1960/59 = 33,22 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960/33 = 59,39 \text{ ч.}$$

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

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

где t – общая продолжительность цикла, ч;

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

$$t = 1,15 \cdot 57 = 65,55 \text{ ч,}$$

Принимаем $t = 65,66 \text{ ч.}$

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

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

где f – фронт ремонта;

t – общая продолжительность цикла, ч;

τ – такт ремонта, ч.

$$f = 65,66 / 59,39 = 1,103.$$

Принимаем $f = 2/$

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют: []

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

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

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

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

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

$$P_{сп.} = 1960 / 1532 \cdot 1,15 = 3,3 \text{ чел}$$

Принимаем на место ремонта и обкатки двигателей 3 рабочих.

Число стандов для обкатки и испытания двигателей определяется: []

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

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

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

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

c – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки;

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

Учитывая что $N_{д.}=79$, $t_{и}= 7,5$ ч, $c=1,1$, $\Phi_{д.о.}=1901$ ч, $\eta_{и.с.}=0,9$

Находим:

$$N_{д.в.} = 79 \cdot 7,5 \cdot 1,1 / 1901 \cdot 0,9 = 0,127 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{д.в.}=1$ шт.

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

Расчет площади участка рассчитывается:

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

Таблица 2.2 – Расчет производственных площадей.

№	Наименование участка	$F_{об.},$ m^2	g	Площадь участка, m^2 .	
				расчетная	принятая
1	Участок ремонта дизельных двигателей	8,87	4,0	35,5	36
2	Участок обкатки и испытания двигателей	9,85	4,0	39,4	36

2.5 Разработка технологического процесса восстановления распределительных валов

После очистки и разборки принимаем на дефектацию распределительный вал. Тщательно измеряем и определяем износы.

При измерении должна быть выбрана методика, которая позволяет произвести измерения с наименьшей погрешностью. То есть при измерении должна допускаться погрешность не больше предельной. Для определения износа опорных шеек выбираем - МК-100 по ГОСТ 5673-77.

В начале процесса проводится восстановление центровых фасок. Поврежденная резьба удаляется на токарной операции (станок токарно-винторезный 16К20, резец с пластиной Т15К6). Базами являются центровые фаски. Режим: глубина резания 0,8...1 мм; подача 0,3 мм/об; скорость резания 52 м/мин.

Для шлифовки кулачков распределительного вала применяют специальные шлифовальные станки. При шлифовке шеек необходимо соблюдать радиус кривошипа и строго выдерживать радиус галтелей в установленных пределах. Уменьшение радиуса галтелей значительно снижает усталостную прочность и часто при нарушении соосности приводит к поломке вала.

При шлифовке необходимо соблюдать очередные требования, т.к. жесткость и усталостная прочность вала, износостойкость кулачков и шеек.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании могут быть применены следующие растворы:

- 1,2% эмульсола или специальной пасты и 0,5-0,8% кальцинированной соды (или тринатрийфосфат);

- 2% эмульсола или специальной пасты и 0,25% нитрат натрия;

- 2-3% кальцинированной соды и незначительное количество мыла.

Для восстановления шеек, кулачков и резьбы может применяться наплавка в среде углекислого газа или вибродуговая наплавка. Механическая

обработка опорных шеек и кулачков проводится в три этапа: предварительное (обдирочное) шлифование, окончательное шлифование, полирование. Предварительное шлифование проводится шлифовальными кругами ПП600 х 40 х 305 24А 40-П СМ1-СМ2 6К5. Режим: радиальная подача 0,05 мм/об; скорость вращения вала 30 м/мин; скорость вращения круга 40 м/с. Шлифование шейки под шестерню проводится аналогично шлифованию опорных шеек. Радиальная подача предварительная 0,05 мм/об, окончательная - 0,005 мм/об. При обработке шеек базами являются центровые фаски, при обработке кулачков - центровые фаски и шпоночный паз.

После предварительного шлифования проводится правка вала. Инструмент - пневмомолоток КМП-14М с закругленным бойком. Режим: давление воздуха 5 кгс/см²; частота ударов 37... 42 Гц; энергия одиночного удара 2,5...5,0 Дж. Число ударов зависит от размера устраняемой деформации.

На токарной операции проводится обработка торца и фасок, нарезание и калибрование резьбы. Обработка фасок ведется резцом с пластиной Т15К6 при скорости резания 25... 35 м/мин. Нарезание резьбы при скорости резания 30 м/мин. Число проходов 3...5. Калибрование резьбы осуществляется плашкой при скорости резания 4 м/мин.

Окончательное шлифование опорных шеек и кулачков проводится кругами ПП600 х 40 х 305 24А 25-П СМ1-СМ2 5К8. Режим: радиальная подача 0,005 мм/об; скорость вращения круга 35 м/с.

Обработка фасок отверстий масляных каналов на вертикально-сверлильном станке 2Н125 зенковкой с пластинами Т15К6 при частоте вращения инструмента 500 об/мин.

В качестве финишной операции выполняется полирование кулачков и опорных шеек.

После обработки проводится промывка масляных каналов и общая мойка вала. Контроль вала проводится в соответствии с требованиями ремонтного чертежа.

В случае невозможности восстановления кулачков и опорных шеек шлифованием прибегают к методам восстановления с наращиванием, например, вибродуговой наплавке.

2.5.2 Обоснование рационального способа восстановления детали

Основными дефектами, с которыми распределительные валы поступают в ремонт, являются: износ рабочих поверхностей кулачков, опорных шеек и эксцентрика; овальность и конусообразность шеек; задиры и риски на рабочих поверхностях; износ шейки под шестерню; повреждение шпоночного паза или отверстий под штифт; деформация вала; повреждение резьбы, зубьев шестерни.

Предлагаемые способы восстановления при износе опорных шеек вала:

- 1) Механизированная вибродуговая наплавка.
- 2) механическая обработка под ремонтный размер.
- 3) осталивание.

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь следующими критериями: технологическим (или критерием применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технический критерий определяется по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.1)$$

где K_D - коэффициент долговечности;

K_i - коэффициент износостойкости;

K_B - коэффициент выносливости;

K_C - коэффициент сцепляемости покрытия;

K_{II} - поправочный коэффициент; $K_{II}=0,9$.

Определяем технический критерий для способов восстановления:

$$K_{Д1} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,713.$$

$$K_{Д2} = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,769.$$

$$K_{Д3} = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,672.$$

Технико-экономический показатель определяется по формуле:

$$K_T = \frac{C_{\text{в}}}{K_{\text{Д}}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{в}}$ – стоимость восстановления детали, руб./м²;

$$K_{Т1} = 974 / 0,713 = 1366,06;$$

$$K_{Т2} = 544 / 0,769 = 707,41;$$

$$K_{Т3} = 604 / 0,672 = 898,81$$

Эффективным считается способ, у которого K_T стремится к min. Из этих соображений окончательно выбираем 2-ый способ восстановления кулачкового вала, то есть механическая обработка под ремонтный размер.

2.4 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования.

Основные режимы процесса вибродуговой наплавки рассчитываются по следующим формулам.[1]

Необходимая сила тока I , А:

$$I_{CB} = (60 \dots 75) \cdot (\pi d^2 / 4) \quad (2.1)$$

где $d_{\text{э}}$ - диаметр электрода, $d_{\text{э}} = 2$ мм.

$$I_{\text{нА}} = 65 \cdot (3,14 \cdot 2^2 / 4) = 204 \quad \text{А},$$

Скорость наплавки V_H , м/ч:

$$V_H = 0,785 d^2 \cdot V_{\text{э}} \eta / h \cdot S \cdot a \quad (2.2)$$

где h – толщина наплавляемого слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

a – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл

$$V_H = 0,785 \cdot 4 \cdot 102 \cdot 0,85 / 3,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3 = 69,8 \quad \text{м/ч}$$

Скорость подачи электрода $V_э$, м/ч:

$$V_э = 0,2 \cdot I_{св} \cdot \frac{U}{d^2} \quad (2.3)$$

$$V_э = -0,1 \cdot 204 \cdot 20 / 4 = 102$$

$$S = (1,6 \dots 2,2) d = 1,9 \cdot 2 = 3,8 \quad \text{мм/об} \quad (2.4)$$

Частота вращения детали, мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 V_H}{60} \cdot \pi \cdot d \quad (2.5)$$

$$n = 1000 \cdot \frac{69,8}{60} \cdot 3,14 \cdot 40 = 9,26$$

$$H = (5 \dots 8) \cdot d = 7 \cdot 2 = 14 \quad \text{мм} \quad (2.6)$$

Амплитуда колебаний

$$A = (0,75 \dots 1,0) \cdot d = 0,85 \cdot 2 = 1,7 \quad \text{мм} \quad (2.7)$$

Станок шлифовальный 3А433.

Число оборотов шпинделя

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем: подачу $S = 0,78 \text{ мм/об}$.

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 60 \cdot 1000, \quad (2.8)$$

где V_d – действительная окружная скорость шлифовального блока, м/сек.

D – диаметр обработанной поверхности, мм, $D_p = 54 \text{ мм}$.

$$V_d = 3,14 \cdot 54 \cdot 500 / 60 \cdot 1000 = 1,41 \text{ м/сек.}$$

Расчёт глубины резания:

$$t = (D - d) / 2 = (54 - 53,69) / 2 = 0,31 \text{ мм.} \quad (2.9)$$

Определяем мощность резания:

$$N_p = P_z \cdot V_{\text{действ.}}, \quad (2.10)$$

$$\text{где} \quad P_z = C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.11)$$

при $C_{pz} = 285$; $y = 0,75$; $x = 1$; $n = -0,15$.

$$N_p = 285 \cdot 0,31^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 1,41^{-0,15} \cdot 0,55 = 4,78 \text{ кВт.}$$

2.5 Техническое нормирование ремонтных работ

Техническое норму времени на шлифование определяется по формуле:

$$H_v = T_{осн} + T_v + T_d + T_{пз}, \quad (2.12)$$

где H_v – норма времени, мин.;

$T_{осн}$ – основное (машинное) время на растачивание поверхности, мин.;

T_v – вспомогательное время, мин.;

T_d – дополнительное время, мин.;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, $T_{пз} = 15$ мин..

$$T_{осн} = L \cdot i / n \cdot S, \quad (2.13)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности детали, мм.;

i – число проходов, принимаем $i = 2$;

$n=500$ – число оборотов шпинделя;

$S=0,78$ мм/об – подача.

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.14)$$

где l_1 – длина обрабатываемой детали;

$l_2=2$ мм – врезание и перебег резца;

$l_3=5$ мм – длина проходов со снятием пробных стружек.

$$T_{осн} = 157 / 500 \cdot 0.78 = 0.40 \text{ мин.}$$

$$T_d = 0.1 \cdot T_{осн} \quad (2.15)$$

$$T_d = 0.1 \cdot 0.4 = 0.04 \text{ мин.}$$

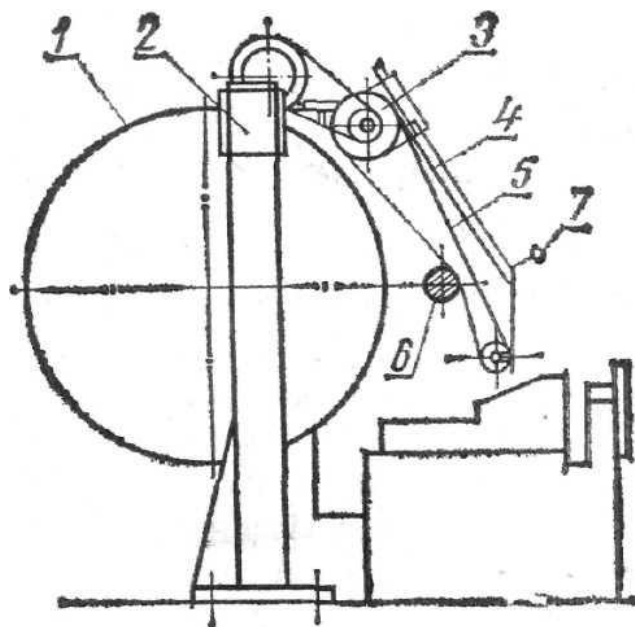
$$H_v = 0.4 + 10 + 0.04 + 15 = 25.44 \text{ мин.}$$

3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАЛОВ

3.1 Обзор существующих конструкций.

При восстановлении коленчатых, распределительных и других валов после шлифования коренные и шатунные шейки необходимо полировать для снижения шероховатости.

Полирование шеек вала выполняют алмазными или абразивными лентами с помощью приспособления ОР-6688 к шлифовальному станку (рисунок 3.1).



1 — абразивный круг; 2 — стойка установки; 3 —контрпривод ленты;
4 — поворотный рычаг; 5 — абразивная лента; 6 — шейка вала; 7 — рукоятка для подъема и опускания ленты

Рисунок 3.1 - Схема установки для полирования шеек валов.

					<i>ВКР.230303.368.18.00.00.</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.		Хасанов А.А.			Устройство для полирования	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Шайхутдинов						
Н.контр.		Шайхутдинов				Казанский ГАУ каф. ЭРМ		
Утв.		Алигамов Н.Р.						

Для полирования цилиндрических, эксцентричных и криволинейных поверхностей и поверхностей шеек и галтелей непосредственно на универсальных станках (токарных, шлифовальных и других) также применяют вибрационно-ленточно-полировальную головку (ВЛПГ) (рисунок 3.2). Восстановленные детали полируются бесконечной лентой длиной 1500...2200 мм и шириной до 60 мм: абразивной типа ЛСВТ зернистостью № 8 — М28 или алмазной типа АЛШБ 1920Х20Х1,9 — АСО—100%—Р9 зернистостью 80/63—40/28, совершающей поступательное движение по образующей обрабатываемой цилиндрической поверхности детали со скоростью 35 м/с, поперечное колебательное движение с амплитудой 2...6 мм и частотой 300; 600; 900 кол/мин при сохранении вращательного движения детали и движений подачи ленты или детали от металлорежущего станка.

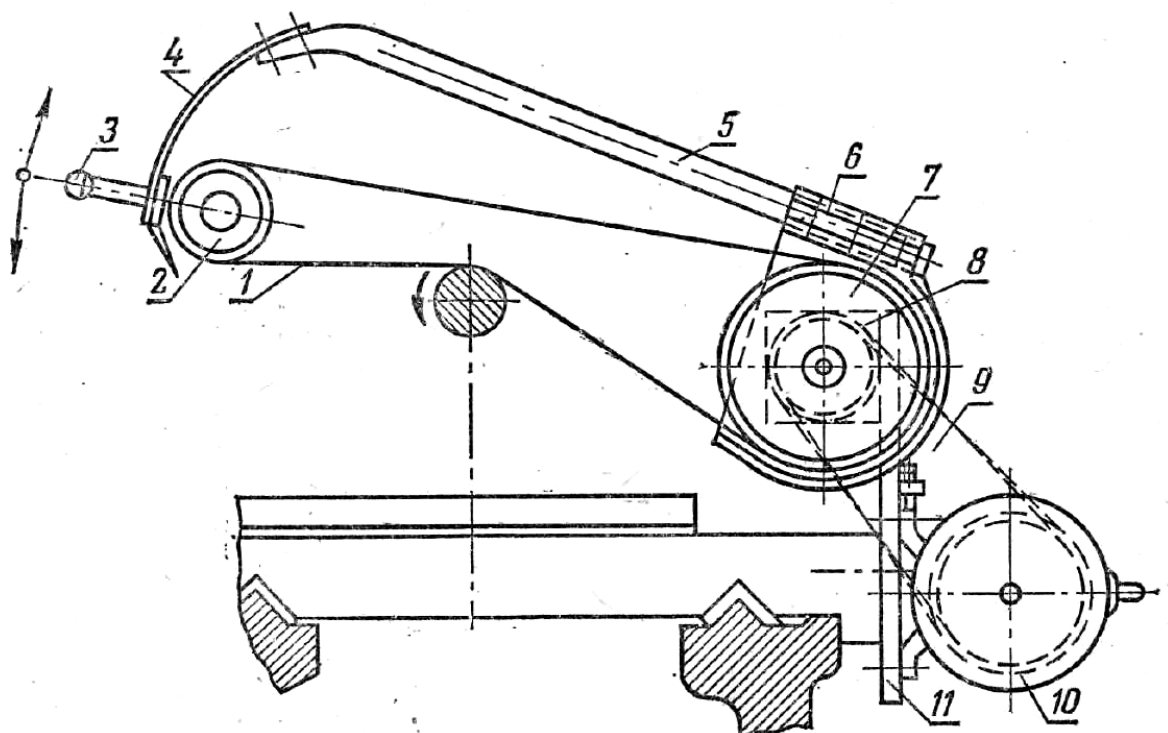


Рисунок 3.2 - Полировальная головка ВЛПГ

ВЛПГ состоит из поворотного рычага, несущего ведомый ролик 2 бесконечной ленты 1, шкива 7 привода ленты и дифференциального механического вибратора 8, который позволяет получить от

электродвигателя 10 мощностью 1 кВт, смонтированного вместе с головкой на плите 11, поступательное (через клиноременную передачу 9) и колебательное движение ленты, надетой на шкив и ролик.

Поворотный рычаг состоит из кронштейна 6, трубы 5 и упругой пластины 4, выполняющей роль механизма натяжения ленты. Один конец трубы закреплен в охватывающем зажиме кронштейна.

Детали полируют на станках с использованием ВЛПГ непосредственно после их точения или шлифования. Для этого поворотный рычаг поворачивают за рукоятку 3 вокруг шкива привода ленты. Плавно опускают ленту на деталь. Головка стабильно обеспечивает получение 9...11 классов чистоты обработанной поверхности после исходной 7...8 классов. ВЛПГ разработана Челябинским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства.

Рассмотренные устройства стационарно закреплены на станках имеют большую массу и мощность.

Для осуществления полирования предлагается ручное устройство отличающееся мобильностью, простотой и малой массой.

3.2. Назначение и характеристика приспособления.

Устройство предназначено для полирования цилиндрических, эксцентричных и криволинейных поверхностей и поверхностей шеек и галтелей непосредственно на универсальных станках (токарных, шлифовальных и других).

Техническая характеристика:

1. Тип приспособления ручное
2. Тип привода электрический
3. Применяемый материал для ленты - КХ899
4. Тип зерна - карбид кремния

					<i>ВКР.230303.368.18.00.00.</i>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

5. Зернистость

P400-P600

6. Мощность привода , Вт.

700

3.3 Устройство и принцип работы приспособления.

Устройство для полирования (рисунок 3.3) состоит из рамы 2, выполненной из полого профиля прямоугольного сечения, ведущего 8 и ведомых 6 роликов соединенных бесконечной абразивной лентой 15. Приводом является угловая шлифовальная машинка 16 с изменяемой частотой вращения.

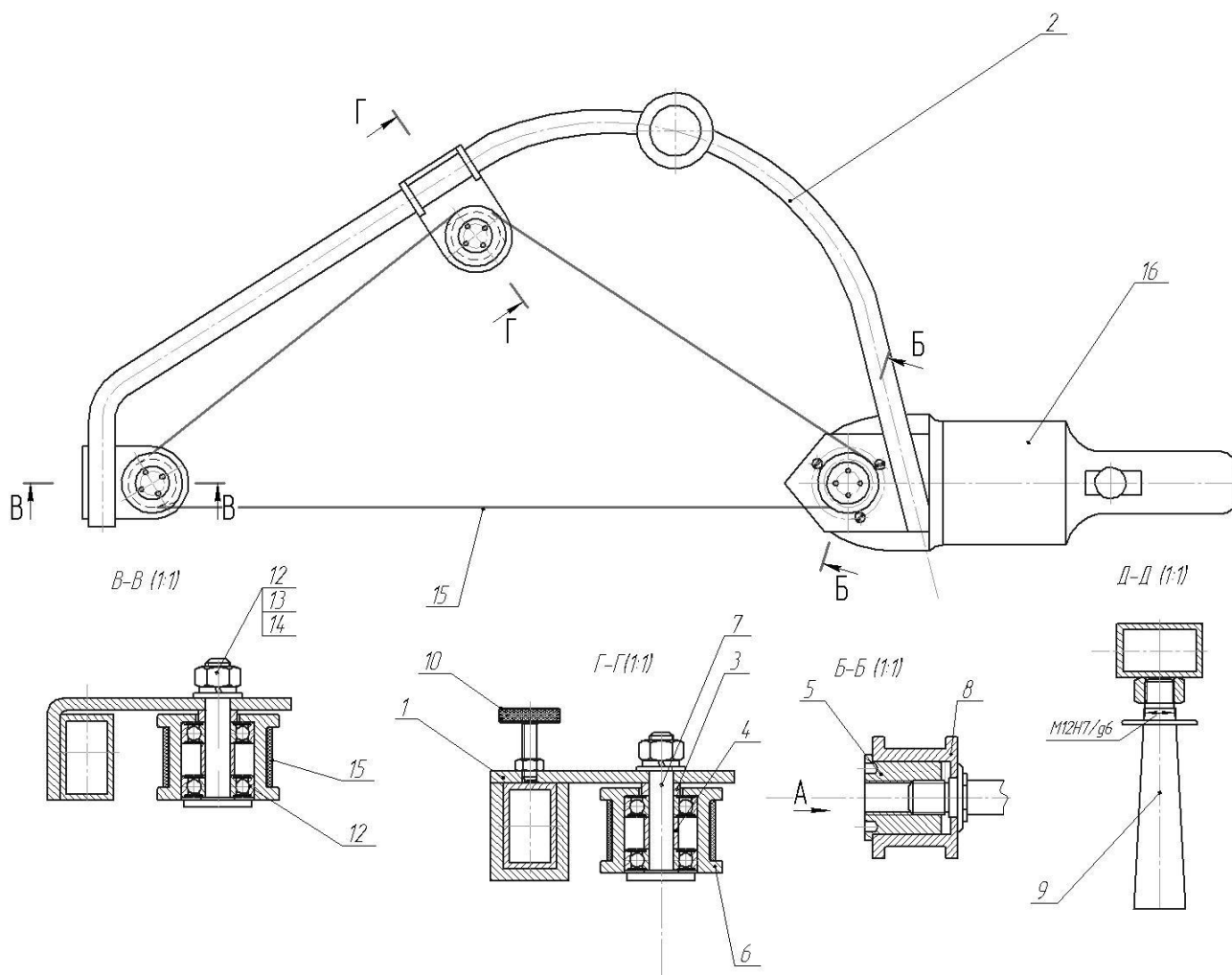


Рисунок 3.3 – Устройство для полирования.

					ВКР.230303.368.18.00.00.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		4

При работе необходимо взять приспособление двумя руками (за верхнюю ручку и рукоятку шлифмашинки и поднести к обрабатываемой поверхности так чтобы абразивная лента прижалась к обрабатываемой поверхности .

Приспособление является ручным и отличается малым весом.

					ВКР.230303.368.18.00.00.	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

3.4 Расчеты по конструкции.

3.4.1 Расчет мощности привода.

Необходимо определить мощность привода полировального устройства.

Исходные данные:

Радиус шейки коленвала $R_2=4,75$ см;

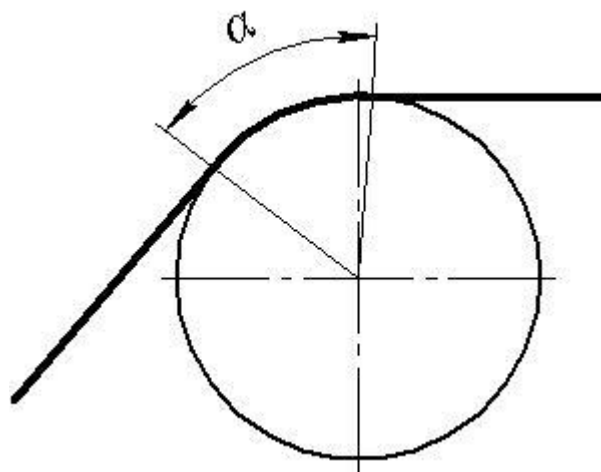


Рисунок 3.4. – Форма контакта ленты с обрабатываемой деталью

Мощность привода определяется по формуле: []

$$P = \frac{K \cdot p' \cdot S \cdot \mu \cdot v}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (3.1.)$$

где K – коэффициент запаса ($K=1,05 \div 1,2$);

S – площадь контакта, см^2 ;

p' – удельное давление, кг/см^2 ;

μ – коэффициент трения;

v – рабочая скорость, м/с ;

					ВКР.230303.368.18.00.00.	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

η – КПД передачи;

Форма контакта инструмента с деталью представляет собой сектор.

Площадь контакта определяется по следующей формуле:

$$S = \ell_{\text{сек}} \cdot h, \text{ мм}^2 \quad (3.2)$$

где $\ell_{\text{сек}}$ – длина сектора обхвата, см;

h – ширина бесконечной абразивной ленты, см.

Длину сектора определяется по формуле:

$$\ell_{\text{сек}} = \frac{R_2 \cdot \alpha \cdot \pi}{180}, \text{ мм} \quad (3.3)$$

где R_2 – радиус обрабатываемой поверхности, см;

α – угол контакта.

$$\ell_{\text{сек}} = \frac{9,5 \cdot 60 \cdot 3,14}{180} = 9,8 \text{ мм}.$$

Ширину абразивной ленты принимаем $h = 2,5$ см.

Тогда площадь контакта будет равна

$$F = 9,8 \cdot 2,5 = 24,5 \text{ мм}^2.$$

КПД передачи определяется по следующей формуле:

$$\eta = \eta_{\text{рем}} + \eta_{\text{подш}}, \quad (3.4)$$

где $\eta_{\text{рем}}$ – КПД ременной передачи ($\eta_{\text{рем}} = 0,97$, []).

$\eta_{\text{подш}}$ – КПД подшипников ($\eta_{\text{подш}} = 0,99$, []).

$$\eta = 0,97 + 0,99 = 1,96.$$

По данным коэффициент трения абразивной ленты о поверхность принимаем $\mu = 0,6$ [].

И так найдем требуемую мощность привода

					ВКР.230303.368.18.00.00.	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$D = \frac{1,2 \cdot 0,5 \cdot 24,85 \cdot 15 \cdot 0,6}{102 \cdot 1,96} = 0,67 \text{ м}.$$

Принимаем в качестве привода угловую шлифовальную машину DWT-125VS мощностью 700Вт с изменяемой частотой вращения шпин

					ВКР.230303.368.18.00.00.	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

4 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

4.1 Охрана труда при проведении сборочно-разборочных и слесарных работ

Рабочим местом слесаря являются стенд специальный для сборки-разборки агрегатов, верстак, непосредственно сам трактор или автомобиль (при демонтаже и промывке узлов и агрегатов). Выполняемые работы весьма разнообразны характеру и при применении несоответствующего или неисправного инструмента, нарушении технологии, резко возрастает число травмирующих факторов.

Чистят и убирают и рабочее место ежедневно. Обо всех неисправностях, обнаруженных в процессе работы, поломках, сообщают руководителю участка.

Рубку и резку металла ручным инструментом можно выполнять только при фиксированном положении изделий, деталей или заготовок, применяя для этого тиски, зажимы для тонкого листового металла, а также плиты и наковальни — для толстого и полосового металла. Работу необходимо выполнять в защитных очках

Режущий инструмент (кусачки, ручные ножницы) выбирают в соответствии с толщиной обрабатываемого материала. Более эффективна и безопасна резка металла механическими ножовками, гильотинными ножницами. Безопасность работы такими приспособлениями обуславливается общими требованиями охраны труда для станочного оборудования.

Работа по ручному опиливанию металлов не является тяжелой или опасной, но использование напильников без ручек, с острыми хвостовиками может привести к ранению рук. Нельзя сдвигать опилки с обрабатываемой поверхности или плоскости напильника. Их необходимо сметать щеткой

Соединение деталей склепыванием выполняют вручную или, на прессах. Механическая клепка с применением пневматических молотков, обжимов, прессов более производительна и безопасна.

Используя ударный пневмоинструмент, необходимо обращать внимание на исправность и надежное крепление (при помощи хомутиков) воздушных шлангов, плотность их соединения проверять штуцерами и ниппелями. Во время работы нельзя допускать запутывания и перегибов шланга, пересечения его тросами, электропроводкой и шлангами газосварки. При обрыве или отсоединении шланга требуется немедленно отключить (перекрыть) подачу воздуха. Во время перерыва в работе воздух также должен быть отключен. Пневматический инструмент необходимо смазывать 2—3 раза за смену. Новые инструменты в конце смены следует промыть керосином, а у приработавшихся 2—3 раза в неделю следует промывать только движущиеся части. Эти операции можно выполнять только после того, как будет перекрыт воздушный вентиль.

На рукоятках пневматического инструмента должны быть вибронакладки. Работать с пневмоинструментом следует в рукавицах. Запрещается клепка пневматическим инструментом с приставных лестниц или на неогражденной площадке. Площадка или помосты должны иметь перила высотой не менее 0,8 м. При срубке и выбивке заклепок рабочее место надо оградить щитами (сеткой).

По окончании работы очищенный, смазанный и протертый пневматический инструмент с аккуратно свернутым шлангом следует сдать в инструментальное отделение.

4.2 Физическая культура на производстве

Физическая культура - социальное явление, плотно связанное с общественно-политическим строем, экономикой, состоянием здравоохранения, культурой и воспитанием людей. Занятия физическими упражнениями имеют большой воспитательный смысл, содействуют укреплению дисциплины, увеличению ощущения ответственности, развитию напористости в достижении установленной цели. Это в схожей степени

касается занимающихся всех возрастов, общественного положения, профессии.

Спорт - составная часть в «физической культуры», для его свойственны более действующие способы и способы влияния на физиологическую и духовную сферу человека. В личном смысле спорт – исторически образовавшаяся людская работа, базу которой оформляют состязания, а продуктом данной работы считаются фавориты состязания, спортивные итоги.

Ведущими показателями состояния физиологической культуры и спорта в обществе выступают степень самочувствия, физиологического становления и подготовленности людей, уровень применения физиологической культуры и спорта в сфере образования и воспитания, на производстве, в обычной обстановке, в формировании здорового рода жизни, спортивные заслуги на интернациональном уровне, материально-техническое и научно-методическое обеспечение.

Одним из видов производственной физической культуры является производственная гимнастика. Производственная гимнастика состоит из 4-х видов:

- 1)ФК пауза
- 2)Вводная гимнастика
- 3)ФК минутка
- 4)Микро-пауза.

Производственная гимнастика - это форма активного отдыха, представляющая собой систему физических упражнений, которая применяется в режиме рабочего дня с целью:

1. подготовка систем и функции организма к более быстрому входу в рабочее состояние
2. повышение эффективности отдыха в процессе труда
3. повышение работоспособности ее производительности труда
4. профилактики профессиональных заболеваний и травматизма

5. восстановление двигательных качеств и навыков.

Вводная гимнастика - подготавливает организм к работе, включает в себя 6-8 упражнений и более, проводится перед работой.

ФК-пауза - включает в себя 8-10 упражнений не более 12. Проводится через 2-3 часа от начала работы. Предупреждает развитие утомления, способствует поддержке на высоком уровне рабочего ритма, улучшает физическое состояние организма. Проводится в тот момент, когда может наступить утомление. Проводится до обеда и после обеда. Проводится организованно под музыку инструктором-методистом.

ФК-минутка - состоит из 2-3 упражнений как в состоянии стоя так и сидя (водители, конструкторы, педагоги). Проводится индивидуально, в зависимости от состояния здоровья.

Микро-пауза - одна из разновидностей производственной гимнастики, которая занимает 20-30 секунд. Широко используется, позволяет снизить утомление за возбуждения ЦНС и расслабления.

Одежда и гигиена тела. Мягкий и эластичный покров тела первым вступает на пути вредных веществ, которые стремятся проникнуть в наш организм извне, установлено, что здоровая кожа выделяет особые вещества, уничтожающие микроорганизмы. Однако при одном условии: когда она чистая.

«Вторая кожа» тела - это одежда, которая защищает его от внешних воздействий - холода, тепла, влаги, ветра, пыли, предохраняет от механических повреждений.

Когда одежда отвечает требованиям гигиены, она создает условия для нормальной деятельности кожи, хорошего самочувствия и хорошей трудоспособности. Одежда и обувь поддерживают постоянный, искусственный климат вокруг нашего тела.

При физической культуре одежда не должна препятствовать свободе движения, нормальной циркуляции воздуха и нормальной работе всех органов и систем организма. Слишком тесная одежда может привести к

деформации скелета, а кроме того, в такой одежде быстро устают. Белье находится в непосредственном «контакте» с кожей. С гигиенической точки зрения самым подходящим считается хлопчатобумажное белье, так как оно отличается гигроскопичностью – хорошо впитывает пот и кожное сало, позволяет телу дышать и хорошо стирается. Носки и белье из искусственной материи вместе с положительными качествами (прочность, разнообразие расцветок) имеют ряд недостатков – усиливают потоотделение и раздражают кожу, а иногда создают условия для появления воспалений и грибковых заболеваний.

4.3 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;

5 ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

5.1 Расчет массы конструкции

За базу принимаются показатели приспособления ОР-6668 для сравнения при технико-экономической оценке.

Определяем массу конструкции по формуле:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (5.1)$$

где G_K -масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_T -масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K -коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

$$G = (2,8 + 1,0) \cdot 1,05 = 4 \text{ кг.}$$

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета

Наименование	Варианты	
	исходный (базовый)	проекти- руемый
Масса конструкции, кг	8,5	4
Балансовая стоимость, руб.	10000	4700
Потребляемая мощность, кВт	1,00	0,70
Количество обслуживающего персонала, чел.	1,00	1,00
Разряд работы	3,00	3,00
Тарифная ставка, руб./чел.×ч.	100,00	100,00
Норма амортизации, %	19,80	19,80
Норма затрат на ремонт и ТО, %	4,00	4,00
Годовая загрузка конструкции, час.	1000,00	1000,00
Время цикла,	11,00	11,00
Срок службы	5	5

5.2. Расчет показателей эффективности конструкции

Часовая производительность машин на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ ед./ч} \quad (5.2)$$

где n – количество обрабатываемых деталей (в нашем случае количество обкатываемых катков) за один рабочий цикл, ед.;

$T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}_0} = \frac{60}{11} = 5,45 \text{ ää./÷};$$

$$W_{\text{ч}_1} = \frac{60}{11} = 5,45 \text{ ää./÷}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{ кг/ед} \quad (5.3)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка станда, ч;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы станда, лет.

$$\dot{I}_{\text{а}_0} = \frac{8}{5,45 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,00031 \text{ ед./год};$$

$$\dot{I}_{\text{а}_1} = \frac{4}{5,45 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,00015 \text{ ед./год}.$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (5.4)$$

$$F_{e_0} = \frac{10000}{5,45 \cdot 5 \cdot 1000} = 1,833 \text{ руб./ед.},$$

$$F_{e_1} = \frac{4700}{5,45 \cdot 5 \cdot 1000} = 0,862 \text{ руб./ед.}$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированного станда и в исходном варианте, определяется по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \text{ руб./ед.} \quad (5.5)$$

где $C_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда, руб./ед.;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание станда, руб./ед.;

A – амортизационные отчисления по станду, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e, \text{ руб./ед.} \quad (5.6)$$

где z – тарифная ставка, руб./чел.·ч.,

T_e – трудоемкость процесса, чел.·ч.

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (5.7)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$\dot{O}_{\text{а}_0} = \frac{1}{5,45} = 0,183 \text{ ед./год},$$

$$\dot{O}_{\text{а}_1} = \frac{1}{5,45} = 0,183 \text{ ед./год}.$$

$$\tilde{N}_{\text{г}_0} = 0,183 \cdot 100 = 18,33 \text{ руб./ед.},$$

$$\tilde{N}_{\text{г}_1} = 0,183 \cdot 100 = 18,33 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (5.8)$$

$$\tilde{N}_{\text{доо}_0} = \frac{10000 \cdot 4}{100 \cdot 5,45 \cdot 1000} = 0,073 \text{ доа./аа.},$$

$$\tilde{N}_{\text{доо}_1} = \frac{4700 \cdot 4}{100 \cdot 5,45 \cdot 1000} = 0,034 \text{ доа./аа.}$$

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a_{\text{н}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (5.9)$$

$$\dot{A}_0 = \frac{10000 \cdot 19,8}{100 \cdot 5,45 \cdot 1000} = 0,363 \text{ доа./аа.},$$

$$\dot{A}_1 = \frac{4700 \cdot 19,8}{100 \cdot 1000 \cdot 5,45} = 0,171 \text{ доа./аа.}$$

Тогда $S_0 = 18,33 + 0,88 + 0,073 + 0,363 = 19,65 \text{ доа./аа.},$

$$S_1 = 18,33 + 0,616 + 0,034 + 0,171 = 19,154 \text{ доа./аа.}$$

Приведенные затраты на работу стенда определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \text{ руб./ед.} \quad (5.10)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

k – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$\tilde{N}_{\text{идоа}_0} = 19,65 + 0,15 \cdot 1,833 = 19,925 \text{ доа./аа.},$$

$$\tilde{N}_{\text{идоа}_1} = 19,154 + 0,15 \cdot 0,862 = 19,284 \text{ доа./аа.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (5.11)$$

$$\dot{Y}_{\text{аа}} = (19,65 - 19,154) \cdot 5,45 \cdot 1000 = 2701,4 \text{ доа.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}_0} - C_{\text{прив}_1}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}, \text{ руб.} \quad (5.12)$$

$$\dot{A}_{\text{аа}} = (19,925 - 19,284) \cdot 5,45 \cdot 1000 = 3496,4 \text{ доа.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}_1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \text{ лет} \quad (5.13)$$

где $C_{\text{б}_1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$\dot{O}_{\text{ие}} = \frac{4700}{2701,4} = 1,74 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \text{ лет}^{-1} \quad (5.14)$$

$$A_{\text{гд}} = \frac{2701,4}{4700} = 0,575 \text{ гд}^{-1}$$

Экономически эффективной считается конструкция в том случае, если $T_{\text{ок}}$ меньше 7 лет и $E_{\text{эф}}$ больше 0,15. Как видно из расчетов наш стенд является экономически эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной задачей данной работы являлась разработка проекта мотороремонтного участка и технологического процесса восстановления распределительного вала, а также конструкции позволяющей осуществить данную задачу.

Нами был разработан проект мотороремонтного участка и его план. В результате проведенной работы установлено, что восстановление распределительного вала является выгодным. В работе выполнен анализ метода восстановления вибродуговой наплавкой. Данный вариант является наиболее приемлемой, так как дает возможность наплавлять поверхности малых размеров и производится в более щадящих условиях, что способствует сохранению прочностных характеристик. В процессе работы разработано устройство, позволяющее с применением довольно простой технологии производить наплавку сложных поверхностей.

Экономический расчет доказывает, что внедрение данной установки оказывает высокий экономический эффект 3496 руб. и имеет короткий срок окупаемости капиталовложений равный 0,5 года..

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили КамАЗ. Техническое обслуживание и ремонт / В.Н. Барун, Р.А. Азаматов, Е.А.Машков и др. –М.:Транспорт, 1987. - 352с.
2. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В, Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1...3-5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2008.
4. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
5. Гатауллина Н.А. Руководства по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателей КамАЗ. - Н.Челны: Издательство ОАО "КАМАЗ", 2004.- 247с.

6. 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).
7. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов вузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
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. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
11. 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
12. 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.
13. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей КамАЗ. - Н.Челны: Издательство ОАО "КАМАЗ", Год издания: 2004.-286с.
14. Ремонт автомобилей Камаз: Учебное пособие / Б.А.Титунин, Н.Г.Старостин, В.М.Мушниченко.- М: Агропромиздат, 1987 .- 288с.
15. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Ко-лос,2009. -351 с.
16. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ,2003.- 488 с.
17. 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.
18. Мордашов Ю.Ф., Носаков В.Н., Запойнов В.Д. Устройство автомобилей КАМАЗ: Учебное пособие.- Н.Новгород: Издательств: ВГИПУ, 2010.-78с.

