

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов»

Профиль «Сервис Т и ТТ машин и оборудования»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект мотороремонтного цеха с разработкой приспособления для
обработки гильз цилиндров»

Шифр ВКР.230303.416.20.00.00.ПЗ

Студент


подпись

Елагин С.В.
Ф.И.О.

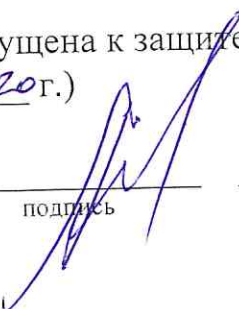
Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Шайхутдинов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № 10 от 31 января 2020 г.)

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 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов»

Профиль «Сервис Т и ТТ машин и оборудования»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

« 14 » 12 20 19 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Елагину Сергею Владимировичу

Тема ВКР «Проект мотороремонтного цеха с разработкой
приспособления для обработки гильз цилиндров»

утверждена приказом по вузу от 10.01.2020 г. № 4

2. Срок сдачи студентом законченной работы 07.02.2020г.

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. Проектирование участка по ремонту ДВС и технологии восстановления
детали; 3. Конструкторская часть; 4. Безопасность жизнедеятельности и
охрана труда; 5. Технико-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов:

Лист 1 – План цеха по ремонту ДВС

Лист 2- Ремонтный чертеж

Лист 3- Технологическая карта.

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 <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>
Раздел экономики	доцент <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>

7. Дата выдачи задания 13.12.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.12-24.12	
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	02.02-07.02	

Студент Елагин С.В. (Елагин С.В.)

Руководитель Шайхутдинов Р.Р. (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе
Елагина Сергея Владимировича на тему:
«Проект мотороремонтного цеха с разработкой приспособления для
обработки гильз цилиндров»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 69 листах машинописного текста и 6 листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает 17 рисунков, 2 таблицы и спецификации. Список литературы включает 18 источников.

В первом разделе дан анализ устройства и работы трактора Т-40АМ и двигателя Д-144.

Во втором разделе разработана технология восстановления гильз цилиндров двигателя Д-144. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление и мероприятия по улучшению безопасности жизнедеятельности на производстве и экологии.

В третьем разделе разработана конструкция головка виброобкатывания. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Приведены результаты технико-экономической ее оценки.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ANNOTATION

for final qualifying work

Elagin Sergey Vladimirovich on the topic:

"Project of a motor repair shop with the development of a device for processing cylinder liners»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 69 sheets of typewritten text and 6 sheets of the A1 format of the graphic part.

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion, and includes 17 figures, 2 tables, and specifications. The list of references includes 18 sources.

The first section analyzes the device and operation of the t-40AM tractor and the d-144 engine.

In the second section, the technology for restoring the cylinder liners of the D-144 engine was developed. A repair drawing and technological map for restoration and measures to improve the safety of life in production and the environment have been developed.

In the third section, the design of the vibration head is developed. The necessary calculations of the design parameters are given. The results of its technical and economic assessment are presented.

The explanatory note ends with a conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	8
1.1 Устройство дизеля Д-144	8
1.2 Ремонт двигателя	13
1.3 Условия трения, смазки и процесс изнашивания деталей двигателей.....	16
1.4 Упрочнение деталей методами поверхностно пластического деформирования.....	19
2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ	26
2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей	26
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 детали.....	32
2.6 Производственный процесс ремонта двигателя	36
2.7 Производственная гимнастика	38
2.8 Охрана окружающей среды	42
2.9 Безопасность жизнедеятельности	43
3 РАЗРАБОТКА ГОЛОВКИ ДЛЯ ВИБРООБКАТЫВАНИЯ.....	44
4.1 Классификация устройств для виброобкатывания.....	44
4.2 Устройство и принцип работы головки.....	58
4.3 Расчеты по конструкции	61
5.2 Инструкция по охране труда при эксплуатации головки виброобкатывания	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
ЛИТЕРАТУРА	68
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Поступление в аграрное производство новой отечественной зарубежной техники неотвратимо предъявляет более жесткие требования к ее эксплуатации, техническому обслуживанию, хранению и ремонту. Учитывая плачевное текущее материально-техническое состояние ремонтно-обслуживающей базы агрофирм и хозяйств, в большинстве случаев требуется ее капитальное перевооружение и восполнение. Современное количественное и качественное состояние ремонтно-технологической базы, ее обеспеченность новыми видами оборудования, приборами, приспособлениями и способы организации труда значительно отстают от скорости смены морально устаревшей сельскохозяйственной техники даже в экономически благополучных хозяйствах и агрофирмах.

Освоение инновационных технологий возделывания с применением сложных посевных и почвообрабатывающих комбинированных машин отечественного и зарубежного производства не снабжены всем необходимым комплексом средств для осуществления их технического сервиса.

В связи с вышесказанным, проектирование процессов ремонта и ТО на основе технико-экономического обоснования, видится актуальной задачей стоящей перед ремонтно-обслуживающими базами хозяйств.

Одной из проблем повышения надежности и ресурса двигателей внутреннего сгорания является повышение износостойкости гильз цилиндров. Одними из методов повышения износостойкости гильз являются алмазное выглаживание и вибровыглаживание, которые упрочняют поверхность и повышают ее маслостойкость. В качестве инструмента при этих методах используется шарик, наконечник с кристаллом природного или синтетического алмаза.

Поэтому целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование мотороремонтного цеха с разработкой приспособления для обработки гильз цилиндров.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Устройство дизеля Д-144

Устанавливаемый на тракторах Т-40 дизель Д-144 — четырехтактный, бескомпрессорный, воздушного охлаждения с непосредственным впрыском топлива. Применяемость этого двигателя обширна:

- тракторы Т-40, ЛТЗ-55, Т28Х4М;
- автопогрузчики 4014Д, 40811, 40261, 40271, 40816;
- катки дорожные ДУ-63-1, ДУ-ЭЗ, ДУ-47Б, ДУ-94, ДУ-Э6, ДУ-Э7;
- асфальтоукладчики ДС-63-1, ДС-1 55;
- автобетоносмесители 581460, 581462;
- компрессорные станции типа ЗИФ и ПКСД;
- сварочные агрегаты типа АДД;
- электростанции АД-16-Т400-1 ВП, ЭД-16-Т400-1 ВП;
- путевые машины ПРМ и МСШУ.

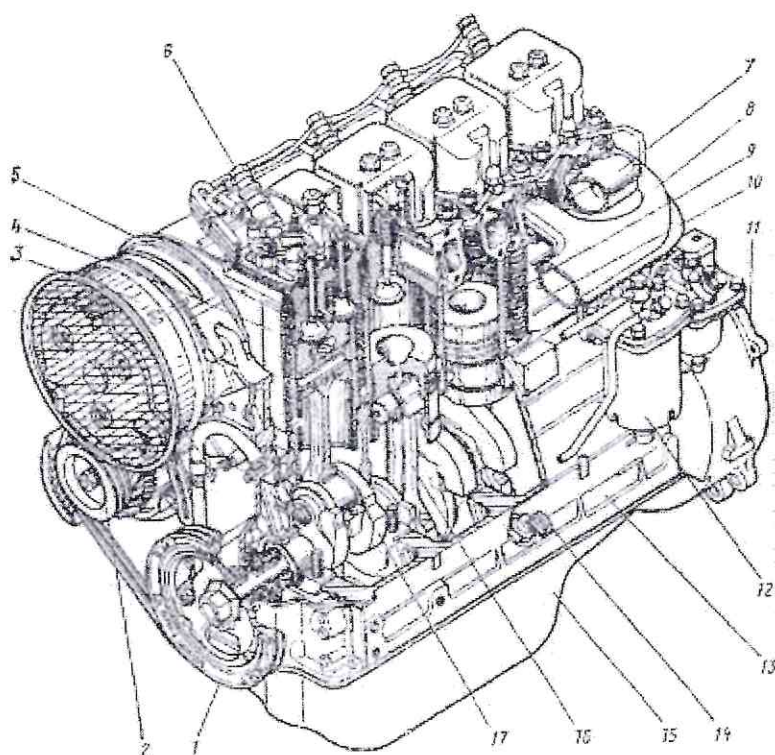
Двигатель Д144 выпускается в трех основных вариантах, которые отличаются номинальной частотой вращения и мощностью:

- Мощностью 37 л.с. при 1500 об/мин;
- Мощностью 50 л.с. при 1800 об/мин;
- Мощностью 60 л.с. при 2000 об/мин.

При этом конструкция и основные характеристики всех вариантов мотора одинаковы (рис.1.1). В частности, все они имеют рабочий объем 4,15 л, оснащаются поршнями диаметром 105 мм, имеют одинаковую систему смазки, пуска и т.д.

Двигатель Д144 — компактный дизельный двигатель производства Владимирского моторо-тракторного завода (ВМТЗ, входит в состав концерна «Тракторные заводы»), используемый в качестве силового агрегата на тракторах малых тяговых классов, дорожной и специальной технике, а также на различных автономных установках.

Д144 — рядный четырехцилиндровый дизельный двигатель с вертикальным расположением цилиндров. Одна из главных особенностей мотора — воздушное охлаждение, благодаря чему удалось значительно снизить массу и упростить конструкцию агрегата (воздушное охлаждение делает ненужной водяную рубашку в блоке цилиндров и в ГБЦ, водяной насос, систему трубопроводов и датчики, что и делает мотор значительно легче и проще).



1 — ведущий шкив привода вентилятора; 2 — генератор; 3 — вентилятор; 4 — передний дефлектор; 5 — головка цилиндра; 6 — форсунка; 7 — впускной трубопровод; 8 — выпускной трубопровод; 9 — цилиндр; 10 — средний дефлектор; 11 — картер маховика; 12 — топливные фильтры; 13 — картер дизеля; 14 — щуп-масломер; 15 — масляный картер; 16 — шатун; 17 — коленчатый вал

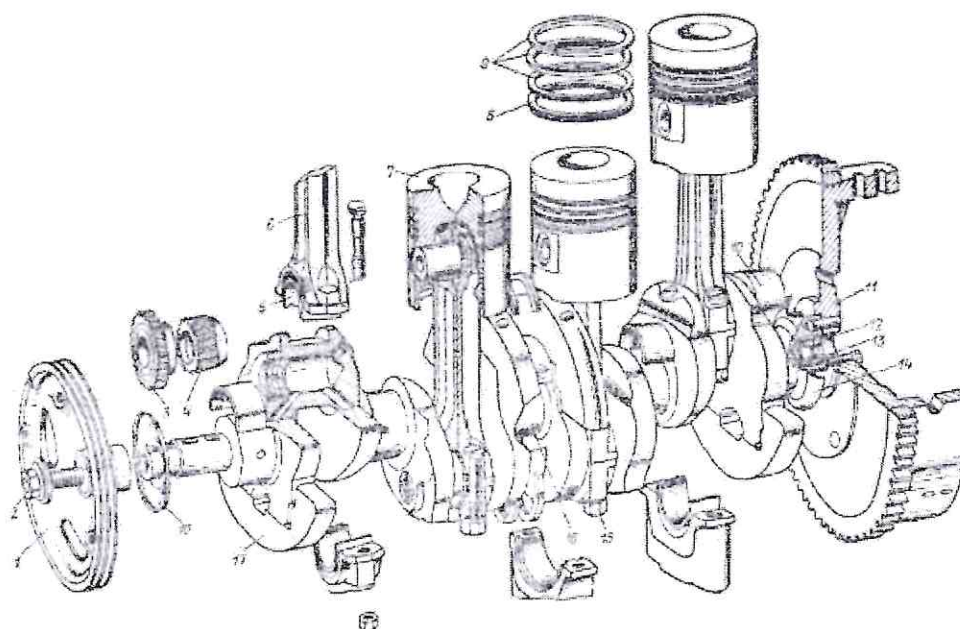
Рисунок 1.1- Дизельный двигатель Д-144

Усилие от поршней, возникающие при сгорании топлива, с помощью шатунов передаются на коленчатый вал традиционной конструкции, установленный в картере на четырех полукольцах. С одной стороны на валу установлен маховик, с другой — шкив привода вентилятора охлаждения.

Двигатель оборудуется топливной аппаратурой с непосредственным впрыском топлива, форсунки установлены в верхней части цилиндров, рядом

также находятся и свечи накаливания, которые обеспечивают уверенный пуск при сильно отрицательных температурах окружающего воздуха. Давление топлива создается классическим плунжерным топливным насосом высокого давления.

Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д-144 трактора Т-40 (рис. 1.2) служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала.



1- ведущий шкив привода вентилятора; 2 — специальный болт; 3 — шестерня привода масляного насоса; 4 — шестерня привода распределения; 5 — вкладыш шатунного подшипника; 6 — шатун; 7 — поршень; 8 — маслосъемное кольцо; 9 — компрессионные кольца; 10 — вкладыш коренного подшипника; 11 — маховик; 12 — манжета; 13 — шарикоподшипник; 14 — задний маслоотражатель; 15 — гайка шатунного болта; 16 — коленчатый вал; 17 — противовес; 18 — передний маслоотражатель.

Рисунок 1.2- Кривошипно-шатунный механизм двигателя Д144

На поршни действуют силы давления газов, возникающие от сгорания топлива в цилиндрах. Через шатун, шарнирно соединенный с поршнем и шатунной шейкой коленчатого вала, усилие передается на кривошип коленчатого вала 16.

Блок цилиндров Д-144 трактора Т40 объединяет в себе гильзы цилиндров, опоры коленчатого вала и опоры деталей газораспределительного механизма. Снизу к блоку картеру закрепляются нижние половины опор коленчатого вала.

Двигатели с воздушным охлаждением Д144 трактора Т-40 не имеют единого блока цилиндров. Их цилиндры отдельные, съемные с радиаторными рёбрами снаружи для улучшения теплоотвода.

Головка блока цилиндров двигателя Д-144 трактора Т-40 представляет собой отливку из алюминиевого сплава, но может быть и чугуной. В головке цилиндров дизеля Д-144 трактора Т-40 размещаются клапаны и другие детали газораспределительного механизма, газообменные каналы, посадочные места для топливных форсунок. Кроме того, в головке цилиндров может размещаться камера сгорания неразделенного или разделенного типов.

Головки цилиндров двигателей с воздушным охлаждением индивидуальные, имеют наружный радиатор.

Устройство универсального трактора Т-40 основывается на традиционной для колесных тракторов схеме.

В конструкцию остова трактора входят: корпус муфты сцепления, полурама, корпус трансмиссии, корпуса и рукава конечных передач.

В передней части двигателя на кронштейне смонтированы: воздухоочиститель, гидроусилитель руля и бак гидравлической системы. Все механизмы и узлы, находящиеся в передней части вместе с двигателем, закрыты защитным капотом.

Муфта сцепления, установленная на маховике дизеля — сдвоенная, в состав которой входят муфта вала отбора мощности и главная муфта. В задней части муфты находятся механизмы управления бокового и заднего валов отбора мощности и механизм привода. Задний и боковой ВОМ могут использоваться как с синхронным, так и с независимым приводом.

В одном общем корпусе трансмиссии размещены главная передача, коробка передач, механизм блокировки дифференциала, дифференциал, а также механизмы управления коробкой передач. С правой и левой сторон корпуса трансмиссии смонтированы рукава, в которых размещены тормоза. К рукавам крепятся конечные передачи, на полуосях которых закреплены ведущие колеса трактора, оснащенные пневматическими шинами.

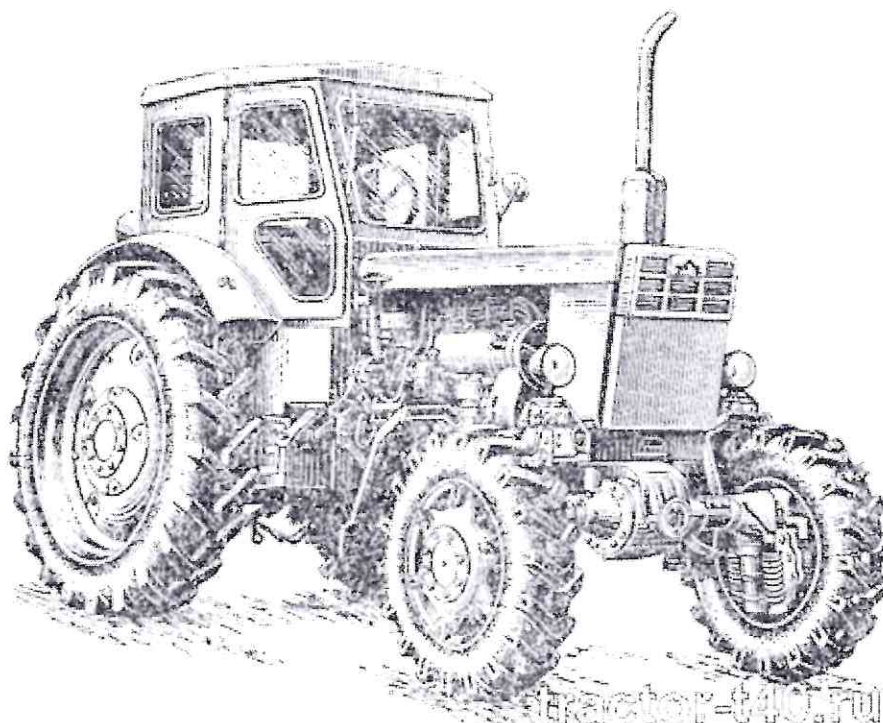


Рисунок 1.3 -Трактор Т-40 АМ

Для того, чтобы увеличить сцепной вес трактора — диски задних колес оснащают грузами и используют механический догрузатель, путем перестановки центральной тяги на кронштейне. Для улучшения продольной устойчивости трактора применяется возможность перестановки грузов с задних колес на кронштейн, устанавливаемый в передней части.

Между задними крыльями установлены топливный бак и одноместное подрессоренное сиденье тракториста. Сзади сиденья находится ящик для инструментов.

В устройство трактора Т-40 входит гидросистема, включающая в себя: масляный насос, находящийся с левой стороны дизеля; распределитель,

смонтированный на задней стенке ящика аккумуляторов; масляный бак, зафиксированный на кронштейне ГУРа; механизм навески, находящийся в задней части трактора; основной цилиндр, размещенный под топливным баком; трубопроводы и шланги, необходимые для соединения агрегатов и узлов гидравлики.

В систему электрооборудования трактора входят четыре фары, аккумуляторы, задний фонарь, реле-регулятор, генератор, сигнальные и лампы освещения панели приборов, плафон, вентилятор, выключатели, провода и звуковой сигнал.

При выполнении трактором транспортных работ применяется гидрофицированный прицепной крюк.

1.2 Ремонт двигателя

Осматривают и проверяют разобранный дизель Д-144, сообразуясь с тем, какие неисправности наблюдались в его работе перед разборкой. Так, например, если дизель сильно дымил, расходовал много масла или происходило сильное выделение газов из газоотводной трубки, наблюдалось падение мощности, имел место затрудненный пуск, надо проверить состояние и степень изношенности поршневых колец, поршней и цилиндров.

Если указатель давления показывал малое или нулевое давление масла на всех режимах работы, то, прежде чем разбирать дизель, следует проверить (если потребуется, исправить или заменить) указатель давления и убедиться в чистоте сетки маслоприемника и исправности редукционного клапана масляного насоса, а также центрифуги.

Только после этих проверок можно приступить к разборке коренных и шатунных подшипников для осмотра трущихся поверхностей, определения зазора в них и устранения неисправностей.

Поршневые кольца Д-144 трактора Т-40 подлежат замене, если зазор в замке кольца, вставленного в новый цилиндр, превышает 5 мм или если зазор

по высоте между компрессионным кольцом и поршневой канавкой превышает 0,5 мм.

При замене поршневых колец тщательно очищают от нагара канавки под кольца и маслоотводящие отверстия и промывают поршень дизельным топливом. При надевании колец на поршень не следует разводить замки колец более чем на 30 мм.

Поршневые кольца, поставленные на поршень двигателя Д-144 трактора Т-40, должны свободно перемещаться в канавках. При повороте на 360° поршня, находящегося в горизонтальном положении, кольца должны плавно перемещаться в канавках и утопать в них.

Поршни двигателя Д-144 трактора Т-40 заменяют тогда, когда зазор по высоте между верхней канавкой и новым компрессионным кольцом превысит 0,5 мм, когда зазор между юбкой поршня и цилиндром превысит 0,5 мм при положении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ).

В последнем случае одновременно с поршнем заменяют цилиндр и медную уплотнительную прокладку толщиной 0,3 мм, установленную между фланцем цилиндра и верхней плоскостью картера. Новые поршень и цилиндр перед установкой подбирают одно к другому по размерам.

Зазоры в подшипниках проверяют, измеряя диаметры шейки вала и соответствующих ей вкладышей, зажатых крышками в постели картера (или шатуна), в плоскости, перпендикулярной к плоскости разъема подшипников.

При зазоре в шатунных подшипниках 0,4 мм, в коренных 0,35 мм и овальности шеек 0,15 мм следует перешлифовать шейки коленвала Д-144 трактора Т-40 и заменить вкладыши. Шейки коленчатого вала изготавливают двух номиналов.

Валы, коренные и шатунные шейки которых изготовлены по размерам первого номинала, специального обозначения не имеют. Валы, коренные и шатунные шейки которых изготовлены по размеру второго номинала, имеют на восьмой щеке обозначение 2КЩ.

На коленвалах двигателя Д144 трактора Т-40, коренные шейки которых изготовлены по первому номиналу, а шатунные — по второму, нанесено обозначение 2Ш. На валах, коренные шейки которых выполнены по второму номиналу, а шатунные — по первому, нанесено обозначение 2К.

Номер номинала вкладышей шатунных и коренных подшипников нанесен на наружной цилиндрической поверхности каждого вкладыша. На вкладышах первого номинала нанесено обозначение Н1, на вкладышах второго номинала — Н2.

Устанавливать на вал вкладыши номинала, не соответствующего условному обозначению на валу, запрещается. Нельзя также устанавливать верхний вкладыш вместо нижнего и наоборот.

При подборе коренных вкладышей коленчатого вала Д-144 трактора Т40 обратите внимание на их комплектность. О комплектности вкладышей судят по номерам (кроме номера номинала и марки дизеля), нанесенным на вкладышах.

При перешлифовывании шеек коленчатого вала двигателя Д-144 трактора Т-40 на ремонтный размер необходимо выдерживать размеры шеек и в соответствии с полученным ремонтным размером после перешлифовывания подбирать и устанавливать вкладыши, как было указано ранее.

В процессе шлифования следует строго выдерживать радиус кривошипа, равный $60 \pm 0,09$ мм, и радиус переходных галтелей $5 - 0,5$ мм, так как при увеличении радиуса кривошипа возможен удар поршня в клапан или головку цилиндра, а при уменьшении радиуса галтели возможны поломки коленчатого вала.

Острые кромки масляных каналов на шейках следует тщательно закруглять, а поверхности шеек и переходных галтелей — полировать.

При сборке шатунных и коренных подшипников коленвала двигателя Д-144 категорически запрещается:

- шабрить рабочие поверхности вкладышей;

- подпиливать крышки коренных подшипников, а также ставить прокладки в стыке вкладышей и между вкладышами и его постелью;
- раскомплектовывать вкладыши подшипников, а также устанавливать их на другую шейку коленвала дизеля Д-144;
- переставлять крышки нижней головки шатуна с одного шатуна на другой или переворачивать их;
- ставить шатунные болты и шпильки подшипников с вытянутой или сорванной резьбой;
- регулировать зазор в подшипниках неполной затяжкой гаек шатунных болтов и гаек шпилек коренных подшипников;
- стопорить гайки шпилек коренных подшипников пластинами, бывшими в употреблении более двух раз (второй раз пластины могут быть использованы при условии отсутствия трещин и смятия поверхности под гайку).

Перед сборкой кривошипно-шатунного механизма все маслоподводящие каналы в картере и коленчатом вале, а также полости шатунных шеек следует очищать, промывать дизельным топливом и продувать сжатым воздухом.

При укладке коленвала двигателя Д144 в коренные подшипники и сборке шатунных подшипников необходимо обеспечить надлежащую чистоту рабочих поверхностей вкладышей и шеек вала. Обнаруженные забоины, вмятины, заусенцы и риски надо тщательно зачистить.

Постели и наружные поверхности вкладышей следует протереть насухо, а шейки вала смазать тонким слоем моторного масла.

1.3 Условия трения, смазки и процесс изнашивания деталей двигателей

Детали автомобиля работают в различных условиях трения и смазки. В зависимости от состояния трущихся поверхностей и наличия между ними

смазочного материала различают следующие виды трения :внутренние и внешние.

Внешнее трение подразделяют по 3-м признакам:

- 1)наличие или отсутствие смазочного материала;
- 2)по наличию относительного движения (трение покоя, трение изнашивания);
- 3)по характеру относительного движения (трение скольжения, трение качения).

В сопряжениях деталей автомобиля встречаются все перечисленные виды трения.

Процесс разделения соприкасающихся поверхностей смазочным материалом для снижения силы трения и уменьшения их изнашивания называют смазкой, а подведение смазочного материала к нужному узлу называют системой смазки.

По типу разделения поверхностей трения смазочным материалом и по состоянию самого смазочного материала различают следующие виды смазки:

- 1) граничная; 2) полужидкостная; 3)гидродинамическая.

В настоящее время общепризнанно, что на основной части хода поршня сохраняется режим гидродинамической смазки.

Гидродинамический режим определяется толщиной масляной пленки между кольцом и цилиндровой втулкой и скоростью поршня, Критическое состояние масляного слоя может наступить в областях мертвых точек движения поршня. Особенно это касается ВМТ начала такта расширения, когда давление и температура максимальны и происходит уменьшение вязкости масла. В таких условиях толщина масляной пленки сравнима с высотой микронеровностей рабочей поверхности кольца и гильзы, и может происходить контактирование пары трения.

В результате многочисленных исследований выявлено влияние количества масла на силу трения. Эти исследования показали, что при объеме больше некоторой минимальной величины количество масла не

влияет на силу трения, а масла, подаваемого путем разбрызгивания, достаточно для обеспечения гидродинамического трения поршневой группы.

Трение со смазочным материалом в условиях граничной смазки характеризуется толщиной смазочной пленки. При условии, что этот слой меньше, чем 0,1 мкм, не проявляются вязкостные свойства масла.

Повышенная прочность граничной пленки сохраняется только до давления не более 1 МПа. Помимо явления истирания поверхности при разрушении пленки, смазочный материал в микровпадинах создает эффект гидроудара под действием нагрузки, ведущий к расклиниванию микровпадин и зарождению разрушения — эффект Ребиндера.

При компрессии $h_{\min} > 0,1$ мкм проявляются объемные или вязкостные свойства смазочного материала, которые и определяют коэффициент трения гидродинамической смазки. Смазочный материал, нагнетенный в зазор, обеспечивает надежное разделение поверхностей трения.

Масла, применяемые в двигателях внутреннего сгорания, служат для уменьшения износа движущихся деталей и потерь мощности на трение в них, выполняют функцию уплотняющей среды в зоне поршневых колец, а самым главным его назначением является отвод теплоты.

В некоторых двигателях систему смазки используют для охлаждения днища поршня. Масло, кроме того, улучшает уплотнение поршневыми кольцами надпоршневого пространства и предотвращения деталей от коррозии, повышенного износа, перегрева и заедания трущихся поверхностей.

Условия работы некоторых сопряженных деталей, таких как, например, поршень — цилиндр, поршневое кольцо — цилиндр, не способствуют поддержанию устойчивого гидродинамического режима смазки, поэтому в этих узлах трение приближается к граничному. Условия граничного трения возникают также при недостаточном поступлении масла к узлам трения, при увеличении удельных нагрузок, повышении температуры, понижении относительной скорости перемещения трущихся поверхностей, т. е. в

основном при изменении режима работы двигателя. При граничном трении коэффициент трения зависит не от вязкости масла, а от содержания в масле поверхностно-активных веществ, способных адсорбироваться на трущихся поверхностях. Адсорбированная пленка препятствует непосредственному контакту трущихся поверхностей, что уменьшает силу трения и износ деталей.

Условия смазки и смазочные масла выбирают в зависимости от нагрузки на трущиеся поверхности, скорости взаимного перемещения, температурной напряженностью и др.

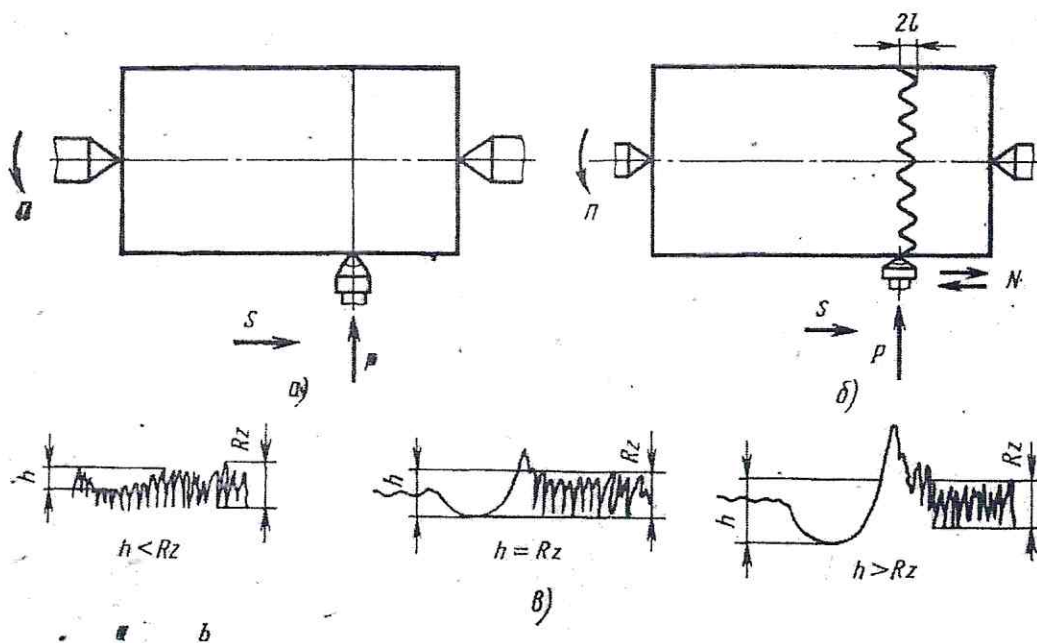
Для трущихся пар, работающих в наиболее тяжелых условиях (высоких удельных давлений и скоростях взаимного перемещения), необходимо наиболее благоприятное гидродинамическое трение. Но не всегда целесообразно, например, для пары поршень — цилиндр. С одной стороны, вообще трудно создать устойчивую достаточной толщины пленку между деталями, совершающих возвратно-поступательные движения, а с другой стороны, излишняя на стенках цилиндра вызывает закоксовывание поршневых колец.

При наличии высоких температур, превышающих часто температуру коксования масла, эта пара все время работает в условиях полужидкостного и даже граничного трения.

1.4 Упрочнение деталей методами поверхностно пластического деформирования

Качество поверхности деталей характеризуется геометрическими и физико-механическими параметрами. При эксплуатации детали машин контактируют друг с другом или с окружающей средой. От качества поверхности зависят эксплуатационные свойства: сопротивление усталости, износостойкость, коррозионная стойкость, сопротивление контактной усталости и др.

Выглаживание (рис. 1.4,а) заключается в пластическом деформировании обрабатываемой поверхности скользящим по ней инструментом — выглаживателем. При этом неровности поверхности, оставшиеся от предшествующей обработки, сглаживаются частично или полностью, поверхность приобретает зеркальный блеск, повышается твердость поверхностного слоя, в нем образуются сжимающие остаточные напряжения, изменяется микроструктура и создается направленная структура — текстура. После выглаживания поверхность остается чистой, не шаржированной осколками абразивных зерен, что обычно происходит при процессах абразивной обработки. Такое сочетание свойств выглаженной поверхности предопределяет ее высокие эксплуатационные качества — износостойкость, сопротивление усталости и т. д.



а — схема выглаживания; б — схема вибровыглаживания;
в — соотношение между глубиной канала и высотой
микронеровностей;

Рисунок 1.4- Характер взаимодействия инструмента с поверхностью
обрабатываемой заготовки

Особенности вибровыглаживания и выбор параметров процесса. Распространенные методы финишной обработки резанием и пластическим деформированием имеют ограниченные возможности получения поверхности с заданными характеристиками микрогеометрии и не

обеспечивают варьирования микронеровностей. При шлифовании, точении, обкатывании и других методах микронеровности располагаются по винтовой линии с небольшим углом подъема ($1...3^\circ$). Характер взаимного расположения микронеровностей в значительной степени определяет эксплуатационные свойства деталей, а также условия трения и распределения смазки по поверхности.

Получили распространение следующие методы образования, регулярного микрорельефа с заданными характеристиками: пористое хромирование, накатывание дискретных, синусоидальных или другого вида углублений и создание резанием или шлифованием спиральных или кольцевых канавок. Эти методы имеют определенные недостатки, ограничивающие области их применения. Для создания регулярного микрорельефа, лишенного этих недостатков и позволяющего широко управлять характером и величиной углублений для запаса смазки, разработан метод вибрационного обкатывания [14].

Микрорельеф, получаемый при виброобкатывании, по характеру и плотности синусоидальных каналов можно подразделить на четыре вида (рис. 1.6). Варьирование форм, размеров и расположения микронеровностей на поверхности достигается изменением режимов обработки: скорости вращения детали, подачи инструмента, амплитуды и частоты его колебаний, силы поджима инструмента к детали, а также радиуса сферической части инструмента.



а — схема взаимного расположения каналов; 1 — каналы не касаются друг друга; 2 — касаются; 3 — пересекаются; 4 — накладываются; 6 —

изменение характера наплывов по краям параллельных каналов при их сближении

Рисунок 1.6 - Характер микрогеометрии, получаемой при вибровыглаживании

В качестве инструмента применяют шарики диаметром 4...10 мм и сферические наконечники из природных, синтетических алмазов и твердого сплава. Выбор материала зависит от твердости обрабатываемой поверхности и ее характерных свойств (налипание на инструмент и др.). Для обработки заготовок из материалов высокой твердости (*HRC* 50...60) применяют алмазный наконечник; заготовки из менее твердых материалов обрабатывают, как правило, шариком. При использовании шариков обработку осуществляют трением качения, а при сферических наконечниках — трением скольжения. Обработка поверхности детали сферическим наконечником называется вибрационным выглаживанием, или вибровыглаживанием.

Поскольку образование канавок при вибровыглаживании подчиняется определенным геометрическим зависимостям, можно аналитически рассчитывать характеристики микрогеометрии. Канавки на поверхности деталей как из твердых, так и из мягких материалов образуются в результате выдавливания металла в обе стороны от центра касания инструмента. При относительно грубой исходной поверхности и незначительной глубине канавки высота наплывов, получаемых с обеих сторон, соизмерима с высотой микронеровностей.

В зависимости от условий трения и конструкторско-технологических особенностей деталей в каждом конкретном случае следует экспериментально определить оптимальный характер микрорельефа и режимы вибрационного выглаживания. Наиболее сложная часть задачи состоит в том, чтобы найти оптимальный микрорельеф и размеры его

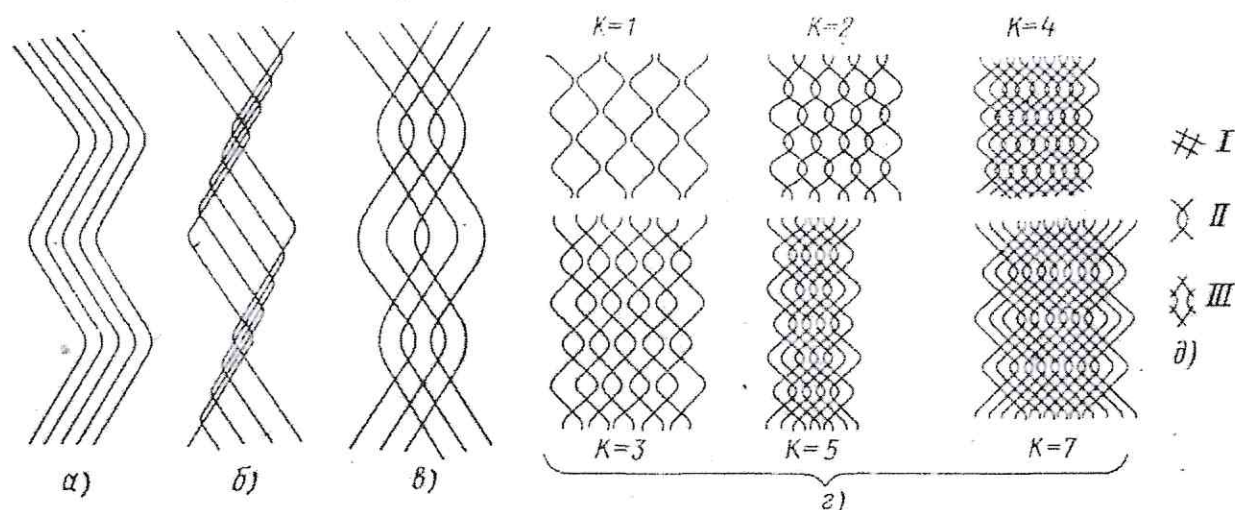
основных элементов (глубину, площадь углублений, расстояние между углублениями и т. п.).

При выборе микрорельефа следует иметь в виду максимально возможную глубину канала для заготовок из разных материалов. При обработке заготовок из высокопрочных материалов (HRC 50...60) максимальная глубина каналов составляет 5...20 мкм; из материалов средней твердости (HRC 30...50) — 20...40 мкм и невысокой твердости (незакаленные стали, алюминиевые сплавы, бронза и др.) может быть значительной, но ее величину ограничивают главным образом величина и характер наплывов по краям каналов. Чтобы получить более глубокие каналы на поверхности заготовок из материалов средней и высокой твердости, необходимо приложить большие силы обработки, при которых появляется вибрация, резко снижается стойкость инструмента, ухудшаются условия протекания процесса, его стабильность и обрабатываемая поверхность может разрушиться.

Критерии износостойкости вибровыглаженной поверхности выбирают на основе условий трения, характера трущейся поверхности и определения ведущего вида износа (окислительный или абразивный, износ в условиях схватывания и т. п.). Критериями износостойкости, по которым оценивается состояние поверхности трения, могут быть следующие показатели: износ (объемный, массовый, линейный и т. д.), коэффициент трения, температура в зоне трения, давление, скорость относительного перемещения деталей, количество подаваемой смазки, загрязненность смазки, частота нагружения, частота изменения направления перемещения.

Из многочисленных вариантов относительного расположения каналов наиболее характерными являются два случая - система параллельных каналов и «правильная» сетка каналов (рис. 1.7). Под правильной или неискаженной сеткой каналов следует понимать сетку, не искаженную сдвигом фаз чередующихся синусоид. Образование определенной системы каналов зависит от того, где находится инструмент после каждого оборота

детали — в синхрофазе или в противофазе по отношению синусоидальной канавке, образовавшейся за предыдущий оборот. Другими словами, если число двойных ходов инструмента укладывается целое число раз на окружности детали и инструмент находится в синхрофазе по отношению к то образуется система параллельных каналов. Если инструмент находится в противофазе по отношению к предыдущему обороту детали, а число двойных ходов инструмента за один оборот детали составляет целое с половиной число), то образуется правильная сетка каналов.



а — параллельные каналы; б — искаженная сетка; в — неискаженная сетка; г — варианты неискаженных сеток; д — характер ячеек сетки

Рисунок 1.7 - Схемы расположения каналов

Системы каналов, занимающие промежуточное положение между правильной сеткой каналов и параллельными каналами носят характер искаженных каналов, приближающихся к одному или другому виду.

Технология выглаживания деталей с помощью рассматриваемых приспособлений содержит несколько типовых переходов: 1) установка и закрепление обрабатываемой детали с обеспечением биения поверхности не более допустимого; 2) подвод приспособления к обрабатываемой поверхности до соприкосновения с ней инструмента; 3) включение вращения детали; 4) создание натяга величиной $ОД=0,5$ мм, обеспечивающего вступление в работу силового элемента, т. е. передачу

заданной силы выглаживания на инструмент; натяг должен превышать величину биения детали не менее чем в 2,5 раза; 5) включение подачи станка и выполнение процесса выглаживания; 6) отвод приспособления с инструментом; 7) остановку станка, раскрепление и снятие детали.

Перед началом обработки или в процессе обработки деталь обильно поливают СОЖ. Приспособление должно быть оттарировано, отрегулировано, выставлено и настроено на выглаживание определенной детали с заданной силой.

2 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей

Количество капитальных ремонтов машин и их составных частей при укрупненном расчете находят по коэффициенту охвата. Коэффициент охвата капитальным ремонтом представляет собой долю машин или их составных частей, проходящих капитальный ремонт в планируемый период. Коэффициенты охвата разработаны ГОСНИТИ и учитывают множество факторов: интенсивность обновления парка машин и их списания, тенденцию изменения надежности новых машин и других условий эксплуатации

Количество капитальных ремонтов [4] двигателей определено по выражению (2.1):

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

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 [7]);

K_z – зональный поправочный коэффициент (по таблице П1.12 $K_z = 1,05$ [4]).

Тогда количество ремонтов двигателей Д144 для нужд капитального и текущего ремонтов для будет равно:

$$n_i = 200 \cdot 0,3 \cdot 1,745 \cdot 1,05 = 110 \text{ шт.}$$

2.2 Расчет трудоемкости.

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется: [4]

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

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

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

K_{yz} – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машин (по приложению П1.36 [4] $K_{yz}=1$);

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_{д-144}=110*69*1=7590 \text{ чел.}\cdot\text{ч};$$

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: [4]

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

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

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

Расчеты переведены в таблицу 2.1 .

Таблица 2.1 – Трудоемкость доп. работ.

Наименование	% от Т _{общ}	Т _{доп} , чел.ч
Ремонт собственного оборудования	8	607,2
Восстановление и изготовление деталей	5	379,5
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	227,7
Прочие неучтенные работы	10	759
Итого	26	1973,4

Тогда $T_{общ} = 7590 + 1973,4 = 9563,4$ 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 [4]:

$$\Phi_H = D_K - (D_B + D_{II}) \cdot t_{см}, \quad (2.5)$$

где Φ_H – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

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

D_k – количество календарных дней в году,

D_v – количество выходных дней в году,

$D_{п}$ – количество праздничных дней в году.

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

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

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

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени.

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

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

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

где n_c – число смен;

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

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

2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади.

Общий такт ремонта определяют: [4]

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

где τ – общий такт ремонта, ч;

Φ_n – номинальный годовой фонд времени, ч;

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

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

$$N_{пр.} = T_{общ} / T_{камаз}, \quad (2.9.)$$

где $T_{общ}$ – общая трудоемкость, чел.-ч;

$T_{д-144}$ – трудоемкость капитального ремонта двигателя Д-144, к которой приводится вся программа, чел.-ч.

$$N_{пр.} = 9563,4 / 69 = 138,6 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960 / 138,6 = 14,14 \text{ ч.}$$

Общая продолжительность цикла производства с учётом времени и контроль, транспортировку и прочее составит: [4]

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

где t – общая продолжительность цикла, ч;

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

$$t = 1,1 \cdot 46 = 51,5 \text{ ч,}$$

Принимаем $t = 51,5$ ч.

Устанавливается главный параметр производства – фронт ремонта, то есть число объектов, одновременно находящихся в ремонте: [4]

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

где f – фронт ремонта;

t – общая продолжительность цикла, ч;

τ – такт ремонта, ч.

$$f = 51,5 / 14,14 = 3,6.$$

Принимаем $f = 4$

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют: [4]

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

где $P_{сп.}$ – 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, ($k=1,05 \dots 1,15$)

$$P_{\text{сп.}} = 9563,4 / 1532 \cdot 1,15 = 5,43 \text{ чел}$$

Принимаем на ремонт двигателей 6 рабочих.

Число стандов для обкатки и испытания двигателей определяется: [4]

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

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 $N_{\text{д.}}=139$, $t_{\text{и}}=8,5$ ч, $c=1,1$, $\Phi_{\text{д.о.}}=1901$ ч, $\eta_{\text{и.с.}}=0,9$

Находим:

$$N_{\text{д.в.}} = 139 \cdot 8,5 \cdot 1,1 / 1901 \cdot 0,9 = 0,759 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{\text{д.в.}}=1$ шт.

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

Расчет площади участка рассчитывается:

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

Таблица 2.2 – Расчет производственных площадей.

№	Наименование участка	$F_{\text{об.}}, \text{ м}^2$	g	Площадь участка, м^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
3	Участок ремонта топливной аппаратуры	7,37	4,0	29,5	30

2.5 Разработка технологического процесса восстановления детали

2.5. 1 Дефекты блока и технология их ремонта

Наиболее сложной из частей трактора или автомобиля является блок цилиндров, который во многом определяет надежность двигателя, поскольку поверхности блока связаны с высокими требованиями к точности взаимного расположения. В результате появления трещин, повреждения резьбы, деформации и износа рабочих поверхностей возникают чрезмерные отклонения от перпендикулярности, параллелизма и соответствия оси, а также. Кроме того, отклонение формы отверстия, которое вызывает следующие сбои, повреждения и неровности: утечка масла через крайние коренные подшипники и через соединение поддона и блока-картера; увеличение объема израсходованного топлива и масла; падение давления масла в двигателе; задиры рабочих поверхностей поршня и цилиндров ; закоксовка поршневых колец; падение мощности двигателя и неравномерность его работы, повышенный износ задиры рабочих поверхностей коренных подшипников, антифрикционного слоя покрытия, разрушение коленчатого вала; повышение шума и вибрации двигателя;

При ремонте блок должен обеспечивать правильное взаимное расположение оси отверстия под вкладыши коренных подшипников, отверстия втулки распределительного вала, отверстия под втулкой и дилером, фланцы под стартером и другие поверхности.

Обработка большинства поверхностей проводят используя нижние плоскости и две технологические базы блока. Точность взаимного расположения блок-картера, достигается следующим образом.

Проводят восстановление двух установочных отверстий. При обработке этих отверстий в качестве базы берут поверхности гнезда под полукольца крайних коренных подшипников, плоскость разъема их крышки и передний конец блока.

2.5.2 Обоснование рационального способа восстановления детали

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения того или иного способа в конкретном ремонтном производстве исходя из своих конструктивных и технологических особенностей восстанавливаемой детали.

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 который определяют по формуле [17]:

$$K_{\text{д}} = K_{\text{г}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{с}} \times K_{\text{п}}, \quad (2.15)$$

где $K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ($K_{\text{п}} = 0,8 \dots 0,9$).

Для метода обработки под ремонтный размер:

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

Для железнением

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

Для метода постановки легкоъемных тонких пластин

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

По техническому критерию можно сделать вывод что предпочтительнее применить метод обработки под ремонтный размер.

Технико-экономический критерий увязывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Критерий технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В.И.:

$$C_{\text{в}} \leq K_{\text{д}} \times C_{\text{н}}, \quad (2.16)$$

где $C_{\text{н}}$ – стоимость новой детали, руб.;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб./м².

В тех случаях когда неизвестна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В.А.Шадричева:

$$K_T = C_B / K_{\text{д}}, \quad (2.17)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб./м².

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, окончательно принимаем метод обработки под ремонтный размер.

2.5.3. Расчёт и выбор параметров и режимов обработки детали.

1.Растачивание отверстия.

Скорость резания определяем по формуле [1]:

$$V = \pi \cdot D_1 \cdot n / 1000, \quad (2.18)$$

где D_1 – диаметр гильзы, мм;

n – частота вращения шпинделя, мм/об.

$$V = 3,14 \cdot 106 \cdot 112 / 1000 = 37,27 \text{ м/мин.}$$

2. Операция хонингования.

Черновое хонингование:

Длину хода хонинговальной головки определяем по формуле [6]:

$$S = L + 2k - b, \quad (2.19)$$

где L – высота гильзы, мм.

$$S = 241 + 2 \cdot 20 - 100 = 181 \text{ мм.}$$

Частоту вращения хонинговальной головки определяем по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_0}{\pi D_1}, \quad (2.20)$$

где V_0 – окружная скорость вращения хона;

D_1 – диаметр отверстия до обработки, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 105,9} = 180,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Чистовое хонингование:

Расчетная частота вращения шпинделя определяют по формуле [13]:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 106} = 180,26 \text{ мин}^{-1}.$$

3. Операция виброобкатывания.

Для расчета сил пластического деформирования поверхности методами обкатывания используем формулу:

$$\left[P = \left[\frac{Dq}{0,054 E (D/d - 1)} \right]^2 \right]^q \quad (2.21)$$

где P – сила обкатывания, Н;

q – максимальное давление обкатывания, Па;

D – диаметр обкатываемого изделия, мм;

d – диаметр ролика или шарика, мм;

b_1 – ширина контакта ролика с обрабатываемым изделием, мм;

E – модуль упругости обрабатываемого материала, Па.

$$P = \left[\frac{110 \cdot 990000}{0,54 \cdot 1,20 \cdot 10^9 (110 / 10 - 1)} \right]^2 990000 = 15125 \text{ Н}$$

2.5.4 Техническое нормирование ремонтных работ.

Растачивание отверстия.

Норма времени T_H рассчитывается по формуле:

$$T_H = T_o + T_{осн} + T_D + T_{пз,п}, \text{ мин} \quad (2.21)$$

где T_o – основное время, мин;

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

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

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

Основное время определяют по формуле [1]:

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.22)$$

где L – высота гильзы, мм;

i – число проходов;

S – подача.

$$T_{осн} = \frac{241 \cdot 1}{112 \cdot 0,2} = 10,75 \text{ мин.}$$

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

Хонингование.

Основное время при хонинговании может быть определено по формуле:

$$T_o = C_T \cdot D^{0.1} h, \text{ мин.} \quad (2.23)$$

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:

$$T_{o1}=33*105,9^{0,1}*0,05=2,63 \text{ мин.}$$

2.2. Чистовое хонингование:

$$T_{o2}=33*106^{0,1}*0,05=2,64 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время ($T_{всп} = 4,9$ мин.) берётся из таблицы [6], при этом учитывают закрепление гильзы в кондукторе, центрирование и установка хонинговальных головок.

Тогда для расточки $T_{нраст} = 10,57 + 6,7 + 0,14(10,75 + 6,7) + 15/1000 = 13,028$ мин.,

а для хонингования $T_h = (2,63 + 2,64) + 4,9 + 0,14(5,27 + 4,9) + 15/1000 = 6,71$ мин.

2.6 Производственный процесс ремонта двигателя

Принципиальная схема производственного процесса выражает состав и последовательность укрупненных операций при проведении ремонтно-обслуживающих воздействий. Производственный процесс капитального ремонта начинается с приемки двигателей.

Процесс приемки состоит из следующих стадий: предварительный технический осмотр и выявление комплектности; оформление документации. Ремонтному предприятию предоставляется право при приемке вскрывать любую сборочную единицу.

На разборочно-моечном участке с ДВС снимают крышки картеров, и электрооборудование и топливную аппаратуру. Далее ДВС направляется в отделение наружной мойки для очистки от грязи, нагара и следов масла. После проведения внешней очистки производится разборка на агрегаты, механизмы, а также снимают крупные детали. Затем все сборочные единицы подвергаются наружной мойке и разборке. После разборочной операции детали укладываются в контейнеры для сохранения комплектности.

Детали двигателя, его агрегатов и механизмов проходят стадию мойки с применением моющих средств, в состав которых входят поверхностно-активные вещества. После того как детали будут полностью очищены от нагара, грязи и маслянистых отложений, они отправляются на пост дефектации. По окончании дефектации негодные детали отправляются на склад металлолома и заменяются новыми; годные детали остаются в контейнерах; детали, требующие восстановления направляются на склад ДОР.

Новые детали со склада поступают на пост комплектования и раскладываются по заранее промаркированным контейнерам. Контейнер с годными деталями направляют к месту сборки агрегатов и комплектования.

Детали, требующие восстановления, отправляются по ремонтным отделениям, где с помощью электродуговой наплавки, высадки-сглаживания, восстановление с применением полимерных материалов, механической обработки происходит процесс восстановления. После ремонта отправляются на пост комплектования.

После комплектовки деталей производится сборка агрегатов двигателя, регулировка и испытание. После того как все сборочные единицы двигателя прошли регулировку и проверку начинается сборка ДВС.

По окончании процесса сборки двигатель проходит стадию холодной и горячей обкатки на обкаточном стенде. Все неисправности, возникшие в процессе обкатки, по возможности устраняются без съема ДВС со стенда. В случае невозможности устранения возникшей неисправности на месте двигатель снимается с обкаточного стенда и отправляется на пост, где производится его частичная разборка.

После проведения обкатки, регулировки и устранения возникших неисправностей отремонтированный ДВС проходит контрольные испытания и направляется в окрасочное отделение. После окраски и сушки двигатель сдается заказчику.

2.7 Производственная гимнастика

2.7.1 Общие сведения

Современный человек большую часть своей жизни проводит сидя. Стоит понимать, что малоподвижный образ жизни рано или поздно отразится на самочувствии.

Во время СССР для работников была разработана специальная производственная гимнастика. Все работники должны были строго выполнять все упражнения в отведенное время. Сейчас подобная практика на предприятиях отсутствует. Однако, вы сами можете заботиться о своем здоровье и делать специальные упражнения, во время выполнения трудовых обязанностей.

Производственная гимнастика – это комплекс из нескольких упражнений, которые сотрудники должны делать, находясь на своем рабочем месте, для поддержания здоровья и повышения работоспособности.

Задачи производственной гимнастики:

- Поддержка работоспособности;
- Подготовка сотрудника к рабочему процессу;
- Подготовка к конкретному виду деятельности;
- Поддержание здорового образа жизни.

Преимущества гимнастики в рабочее время:

- Получение энергии на весь рабочий день;
- Эффективное выполнение поставленных задач;
- Снижение эмоционального напряжения;
- Поддержание организма в тонусе.

Чтобы не уставать на работе и после работы, необходимо делать комплекс простых упражнений, всего 5-10 минут. Самое главное – никакого специального оборудования и тренажеров для производственной зарядки не нужно.

Регулярная производственная гимнастика может предотвратить появление таких заболеваний, как: геморрой; простатит; ожирение; гастрит; болезни суставов; болезни спины и шеи.

Чтобы избежать этого, каждый сотрудник должен думать о своем здоровье и во время рабочего процесса не только принимать правильную позу, но и делать полезные перерывы.

Все упражнения достаточно просты и не требуют специальной физической подготовки.

Несколько минут производственной гимнастики помогут улучшить: кровоток; обменные процессы в организме; самочувствие; настроение; работоспособность.

Как показывает практика, сотрудник, который находится в хорошем настроении и физической форме, способен лучше выполнять свою работу и добиваться больших успехов.

Формы (виды) производственной гимнастики. Если говорить о формах гимнастики, то тут можно выделить 4 основные вида. Рассмотрим более подробно каждый.

1. Микропауза. Эта форма гимнастики доступна абсолютно каждому. Обычно – это ослабление напряжения мышц или обычный самостоятельный массаж. Для микропаузы достаточно несколько минут.

Самый простой пример, это разминание спины, если вы сидите долго на стуле. Чтобы размяться, вы просто отталкиваетесь назад и потягиваетесь. Или можно поднять руки вверх и потянуться назад, чтобы «размять» спину.

2. Вводная гимнастика. Пожалуй, лучшее начало трудового дня – это утренняя гимнастика. Упражнения можно сделать перед началом рабочего процесса. Все упражнения достаточно простые и длятся по времени не более 5 минут. Достаточно выполнять 5-7 упражнений для получения максимального результата. Сотрудники, которые приходят на работу после такой зарядки, бодры и полны сил, в то время как другие пытаются

взбодриться чашечкой кофе. Если есть возможность, то запишитесь в бассейн и посещайте его до начала работы или после.

3. Физкультурная пауза. Эта форма производственной зарядки нужна для быстрого снятия напряжения в течение рабочего дня. Как правило, это простое упражнение, на выполнение которого уходит не больше минуты. Если у вас стандартный 8-часовой рабочий день, то можете разминаться каждый час. При этом упражнения можно постоянно чередовать.

4. Физкультминутка. Во время физкультурной минутки вам необходимо встать со стула и сделать небольшие упражнения, так сказать «размять тело». Как правило, это могут быть обычные наклоны. Разминаться, выполняя наклоны в разные стороны можно каждый час.

2.7.2 Упражнения для производственной гимнастики

Производственная гимнастика включает большой комплекс упражнений. Ваша задача – подобрать наиболее подходящие для себя или составить комплекс гимнастических упражнений.

Упражнения без опоры. Для выполнения разминки обязательно иметь под рукой стул.

Чтобы снизить нагрузку, можете выполнить несколько простых упражнений:

- Обычные наклоны. Вам необходимо просто встать прямо и делать наклоны в разные стороны. Для упражнения можете задействовать руки и поднимать их вверх или раздвигать в стороны.
- Чтобы снизить нагрузку в спине, необходимо ровно встать и руки поднять вверх. В таком положении потянуться вверх, при этом встать на носочки максимально высоко и тянуть пальцы вверх. В таком состоянии оставаться 10 секунд. Для достижения положительного результата упражнение сделать 10 раз.
- Ходьба на месте – отличное упражнение. Необходимо выполнять ходьбу на месте 5-7 минут.

- Ну и, конечно, не стоит забывать про обычные приседания. Необходимо делать по 15-20 приседаний в течение зарядки. Для достижения положительного результата не забывайте подключать руки, во время приседания, и выдвигать их вперед.

Зарядка для глаз. Как уже говорили, многие весь день сидят за компьютером, читают книги, печатают материал или занимаются проверкой важных бумаг. Работа – это хорошо, но вот глаза необходимо беречь. Даже если вы выполняете работу в специальных очках, необходимо делать специальную гимнастику для глаз.

Комплекс упражнений для глаз:

- Закройте глаза и максимально сильно их зажмурьте буквально на 5-10 секунд. После этого широко откройте. Можно делать до 10 повторений.

- Чтобы глаза отдыхали, необходимо раз в несколько часов переключать зрение с близкого расстояния на дальнее. Сделать это очень просто. Все что необходимо, это просто подойти к окну и постараться посмотреть вдаль и сфокусировать взор на конкретном объекте. К примеру, вдали старинное сооружение, на крыше которого небольшая антенна. Постарайтесь направить весь взор на нее. Или выберете точку вдали и смотрите на нее 5-7 минут.

- Ну и последнее упражнение, которое вы можете сделать. Просто постарайтесь посмотреть на свою переносицу. Повтор можно делать до 7-10 раз.

- Если есть возможность, то приобретите специальные очки для зарядки глаз (с дырочками). Чтобы дать глазам отдохнуть, необходимо надеть очки на 5-10 минут и продолжить в них работу.

На что обратить внимание перед проведением гимнастики. Мало кто знает, но к производственной гимнастике необходимо подготовиться. Вашему вниманию представлены несколько советов, которые необходимо принимать во внимание:

- Прежде чем приступить к выполнению комплекса упражнений, помещение стоит хорошо проветрить. Достаточно открыть окна на несколько минут.

- Всегда следите не только за температурой в помещении, но и за влажностью. В летнее время многие сотрудники злоупотребляют кондиционером, что приводит к охлаждению организма. Запомните, температура в помещении не должна быть менее 15 и более 25. Что касается влажности, то не более 70% для нормальной работы.

- Выполнять упражнения нужно в удобной одежде и обуви. Если вы офисный сотрудник, то дресс-код не позволит прийти на рабочее место в кедах и спортивных штанах. Тем не менее вы можете носить спортивный костюм с собой или во время занятий снимать пиджак и туфли на каблуках. Ничто не должно стеснять ваши движения.

- Выполнять комплекс упражнений можно под музыку. Лучше всего используйте классическую музыку, которая поможет не только отвлечься и расслабиться, но и правильно выполнить весь комплекс необходимых упражнений.

- В первой половине дня стоит отказаться от интенсивных упражнений, поскольку они способствуют активному потоотделению.

- Не стоит перекусывать или плотно кушать, перед выполнением упражнений. После выполнения гимнастики можно выпить стакан негазированной воды. От чашечки чая или кофе лучше отказаться.

2.8 Охрана окружающей среды

Сточные воды ремонтного участка необходимо предварительно очищать от тяжёлых примесей и нефтепродуктов. Накопления очистных сооружений утилизируются по мере накопления.

Для очистки воздуха, удаляемого из участка, используются инерционные и центробежные пылеотделители и фильтры различных конструкций.

Образовавшиеся в процессе проведения работ по техническому обслуживанию нефтепродукты (отработка, масла) и жидкости специального назначения накапливаются в специальных ёмкостях и хранятся в специально отведённых местах. Организована схема отправки их на переработку и утилизацию.

Выбракованные детали и узлы машин, металлолом, РТИ и др. сортируются и хранятся в контейнерах. После накопления контейнера изделия сдаются в металлоприёмные организации, пункты переработки или утилизации.

2.9 Безопасность жизнедеятельности

На сегодняшний день повысились требования по обеспечению безопасности труда на предприятии. Большое внимание уделяется не только техническим, но и организационным, санитарно-гигиеническим мероприятиям. Осуществление всех этих мероприятий происходит в рамках охраны труда на предприятиях. В процессе трудовой деятельности, а также вне ее, человек сталкивается с различными опасностями, которые могут привести к травмам или нанести вред здоровью работающего. Опасность содержат системы, несущие ту или иную энергию: механическую (кинетическую или потенциальную), электрическую, тепловую. Опасны вибрация, шум, ультразвук, электромагнитные излучения, лазерное излучение, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения, радиоактивное излучение.

3 РАЗРАБОТКА ГОЛОВКИ ДЛЯ ВИБРООБКАТЫВАНИЯ

3.1 Классификация устройств для виброобкатывания

Эффективность виброобкатывания непосредственно зависит от выбранных характеристик инструмента, от его качества, стойкости, надежности и т. д.

В зависимости от способа внедрения инструмента различают жесткое и упругое выглаживание. При жестком выглаживании инструмент закрепляют на станке подобно резцу, и он во время обработки внедряется в поверхность детали на заданную глубину. Глубина внедрения определяется расчетом и обычно составляет 3—7 мкм. Жесткое выглаживание не получило широкого распространения вследствие высоких требований к допустимым биениям и точности геометрической формы детали, а также к жесткости системы станок — заготовка — инструмент. Упругое выглаживание является более простым и удобным способом для применения его в производственных условиях.

Основным преимуществом приспособлений с упругим элементом нагружения является обеспечение постоянства заданной силы выглаживания независимо от погрешностей установки, и точности геометрической формы заготовки. Конструкция таких устройств позволяет регулировать силу выглаживания в широком диапазоне. По типу системы нагружения приспособления для выглаживания могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими, электромагнитными и комбинированными.

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Головка виброобкатывания	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Елагин С.В.	Шайхутдинов	02.10		У	1	22
Провер.		Шайхутдинов	Шайхутдинов	02.10				
			Шайхутдинов	02.10				
Н. Контр.		Шайхутдинов	Шайхутдинов	02.10				
Утверд.		Адигамов Н.Р.	Адигамов Н.Р.					
						Казанский ГАУ каф. ЭРМ		

Приспособления с механической системой нагружения получили наибольшее распространение, поскольку они отличаются простотой устройства и удобством эксплуатации. В качестве упругого элемента в них обычно применяют тарированную винтовую проволочную или пластинчатую пружину.

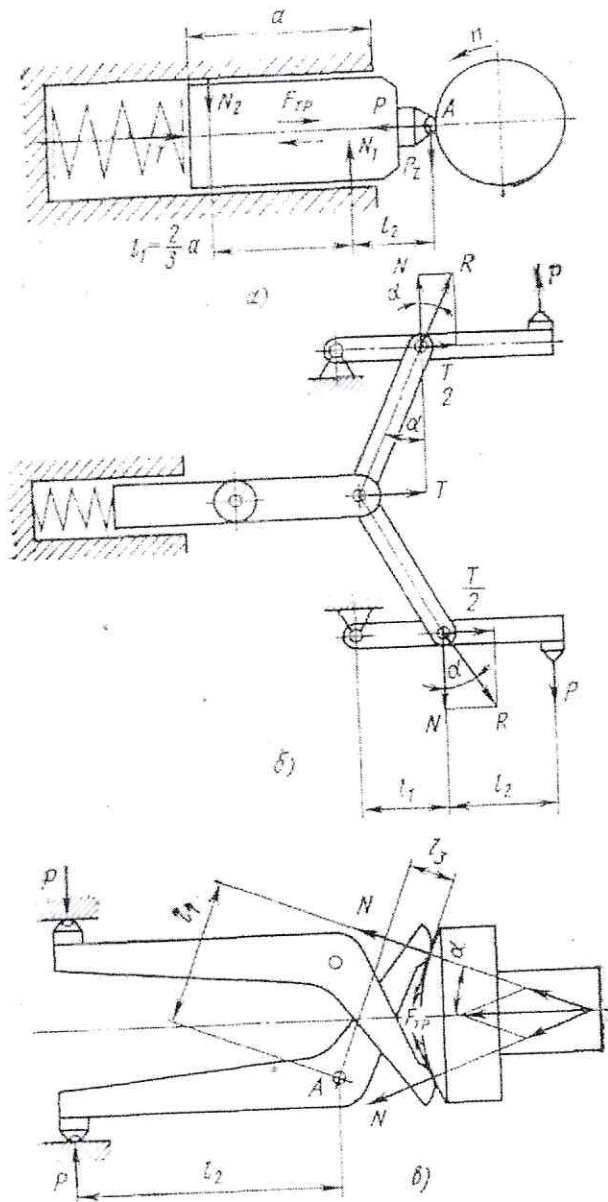
По назначению устройства можно классифицировать в соответствии с характером обрабатываемых поверхностей: для цилиндрических наружных и внутренних, глубоких отверстий, сферических, профильных, торцовых, плоских, прерывистых.

По кинематике передачи силы от силового элемента (пружины) к инструменту устройства можно подразделить на две группы: прямого действия и рычажные. Приспособления, в которых сила от пружины или какого-либо другого силового элемента, через шток, толкатель и т. д. передается непосредственно на выглаживающий инструмент, относятся к группе приспособлений прямого действия, а те, в которых сила передается на инструмент посредством рычагов, составляют группу рычажных приспособлений.

Помимо основных деталей, обеспечивающих установку, крепление приспособления и передачу силы на инструмент, эти приспособления могут иметь различные дополнительные элементы (демпферы, поворотные устройства, ограничители и т. д.). Отсутствие промежуточных подвижных звеньев силовой цепи в приспособлениях прямого действия позволяет свести к минимуму силы трения $F_{тр}$ и тем самым обеспечить соответствие фактической силы выглаживания расчетной. Механизм прямого действия применяют в большинстве устройств для обработки наружных поверхностей. Для обработки внутренних поверхностей эту схему нагружения применяют только в тех случаях, когда габаритные размеры приспособления позволяют установить его в отверстие. В связи с тем, что сила тангенциальной составляющей P_2 составляет 7% нормальной

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		2

составляющей силы выглаживания P , истинная сила выглаживания отличается от силы элемента нагружения T , как правило, не более чем на 10%. В большинстве случаев практического применения выглаживания этой разницей пренебрегают.



а — прямого действия; б — шарнирно-рычажном; в — рычажном;

Рисунок 3.1- Схемы распределения сил в устройствах

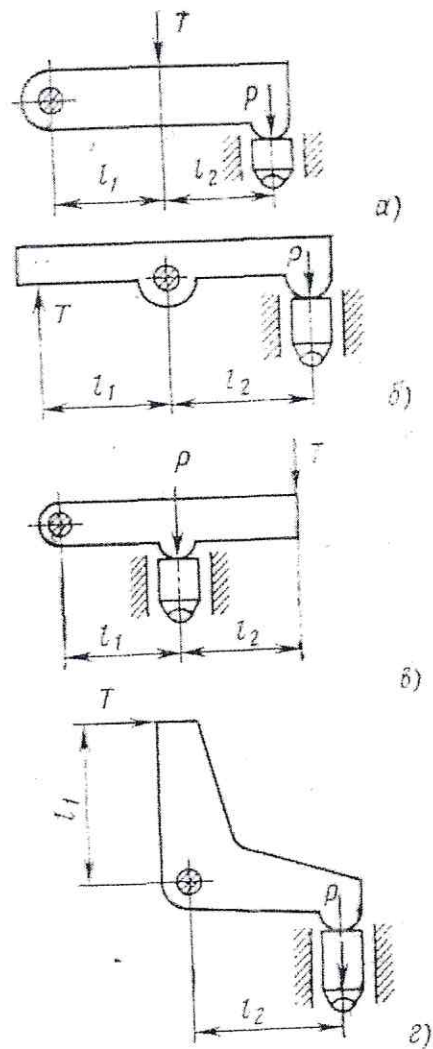


Рисунок 3.2. Схемы рычажных устройств

В некоторых приспособлениях для алмазного выглаживания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ

Лист

3

применяют рычажно-шарнирные механизмы. К достоинствам схемы устройства алмазного выглаживания отверстий с применением рычагов следует отнести ее компактность и возможность обработки глубоких отверстий. Сила T подпружиненного толкателя передается двумя рычагами на выглаживающие инструменты.

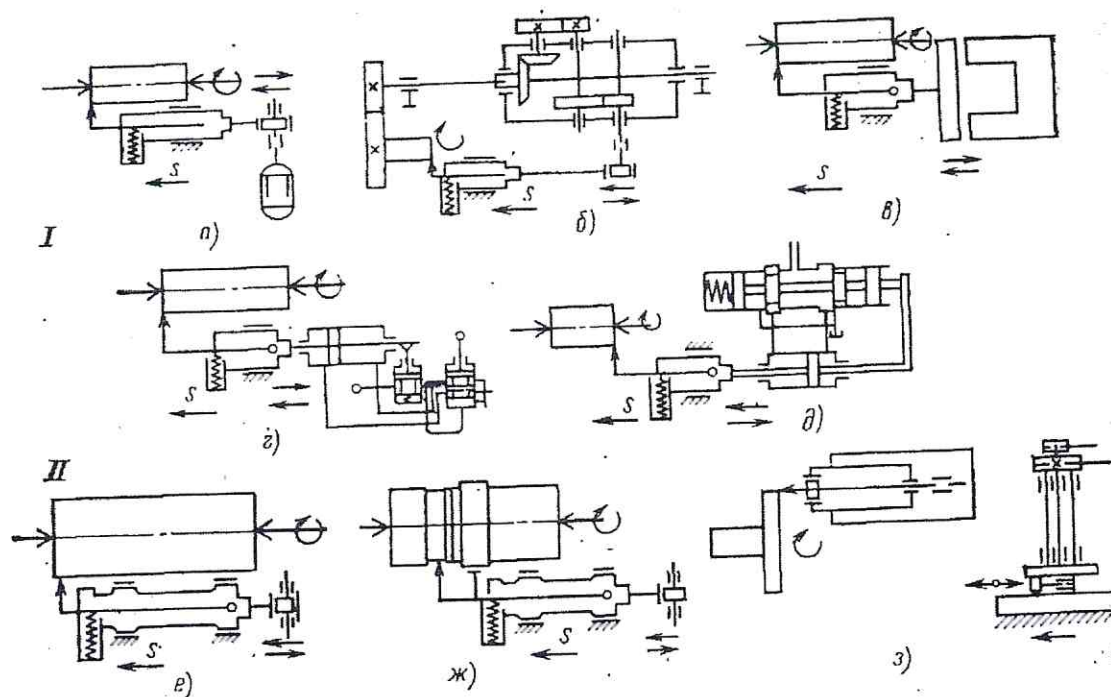
Все многообразие устройств обычного типа для выглаживания различных деталей можно представить как комбинацию рассмотренных механизмов прямого и рычажного действия с различными дополнительными элементами. Однако устройства для обработки некоторых сложных поверхностей, например профильных типа кулачков, требуют специального рассмотрения. Для достижения высокого качества профильной поверхности силовые параметры алмазного выглаживания необходимо строго выдерживать в заданных пределах. Чем больше подъем и сложнее профиль кулачка, тем труднее без потери производительности обработки выдерживать заданную силу выглаживания.

Схема передачи силы в приспособлениях для вибровыглаживания такая же, как и в приспособлениях для выглаживания. Они могут быть прямого действия и рычажные. Необходимость сообщения инструменту возвратно-поступательных перемещений значительно усложняет кинематику этих приспособлений. По характеру привода перемещения инструмента приспособления можно подразделить на следующие группы (рис. 3.3): 1) механические (от отдельного электродвигателя и от шпинделя станка через систему шестеренчатых передач); 2) электромагнитные; 3) пневматические; 4) гидравлические; 5) специальные.

Наибольшее число созданных приспособлений относится к первой группе, подавляющее большинство среди них работает от отдельного электродвигателя. Основным недостатком этих приспособлений является то, что они не обеспечивают создание стабильного микрорельефа поверхности. Приспособления с жесткой кинематической связью инструмента со

					ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		4

шпинделем станка позволяют получить стабильный микрорельеф поверхности, но эти приспособления громоздки и сложны по конструкции.



1 - по характеру привода перемещения инструмента (а - механический от отдельного электродвигателя; б - от шпинделя станка; в - электромагнитный; г - пневматический; д - гидравлический); // - по характеру обрабатываемой поверхности (е - цилиндрическая гладкая; ж - цилиндрическая прерывистая; з - торцовая; и - плоская)

Рисунок 3.3- Классификация устройств для вибрационного выравнивания:

Электромагнитные приспособления обладают теми же недостатками, что и механические. Однако использование электромагнитного привода дает возможность реализовать электрическую связь с обрабатываемым в данный момент участком поверхности. Поэтому они могут обеспечить получение стабильного равномерного микрорельефа даже на обрабатываемых поверхностях с изменяющимся диаметром. Подобные приспособления следует считать наиболее перспективными.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ

Лист

5

К специальным приспособлениям можно отнести приспособления с эксцентрично смещенным относительно оси вращения инструментом и со специальной сложной кинематикой перемещения обрабатываемой детали и инструмента. Привод движения инструмента в этих приспособлениях может быть любым из рассмотренных.

По числу инструментов приспособления могут быть с одним или несколькими, расположенными в ряд или по окружности инструментами.

Наружные и внутренние цилиндрические и торцовые поверхности деталей выглаживают с помощью универсальных и специальных устройств, конструкции которых весьма разнообразны, что вызвано различными условиями обработки и различными требованиями, предъявляемыми к обрабатываемым поверхностям.

1. Державки с упругими элементами типа пластинчатых пружин, являющиеся частью корпуса или основного рычага.

2. Приспособления с силовыми элементами в виде винтовых проволочных пружин.

3. Приспособления с силовыми элементами в виде постоянных магнитов и электромагнитов.

4. Двухалмазные приспособления для обработки деталей типа тонких штоков и приспособления, имеющие два инструмента или более для повышения производительности.

5. Специальные быстропереналаживаемые приспособления.

6. Приспособления с дополнительными демпфирующими устройствами, с устройствами, компенсирующими биения деталей, и с другими противовибрационными элементами.

7. Комбинированные приспособления для одновременного точения и выглаживания.

Помимо указанных устройств начинают применяться и уже используют устройства, обеспечивающие дополнительные воздействия инструмента на

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		6

обрабатываемую поверхность в результате ультразвуковых колебаний, вращения инструмента, создания специальных сред, полей и др.

Все эти приспособления обычно устанавливают в резцедержателе токарного станка или размещают на суппорте станка вместо резцодержателя.

Рассмотрим конструкции этих устройств и особенности выглаживания деталей различными приспособлениями.

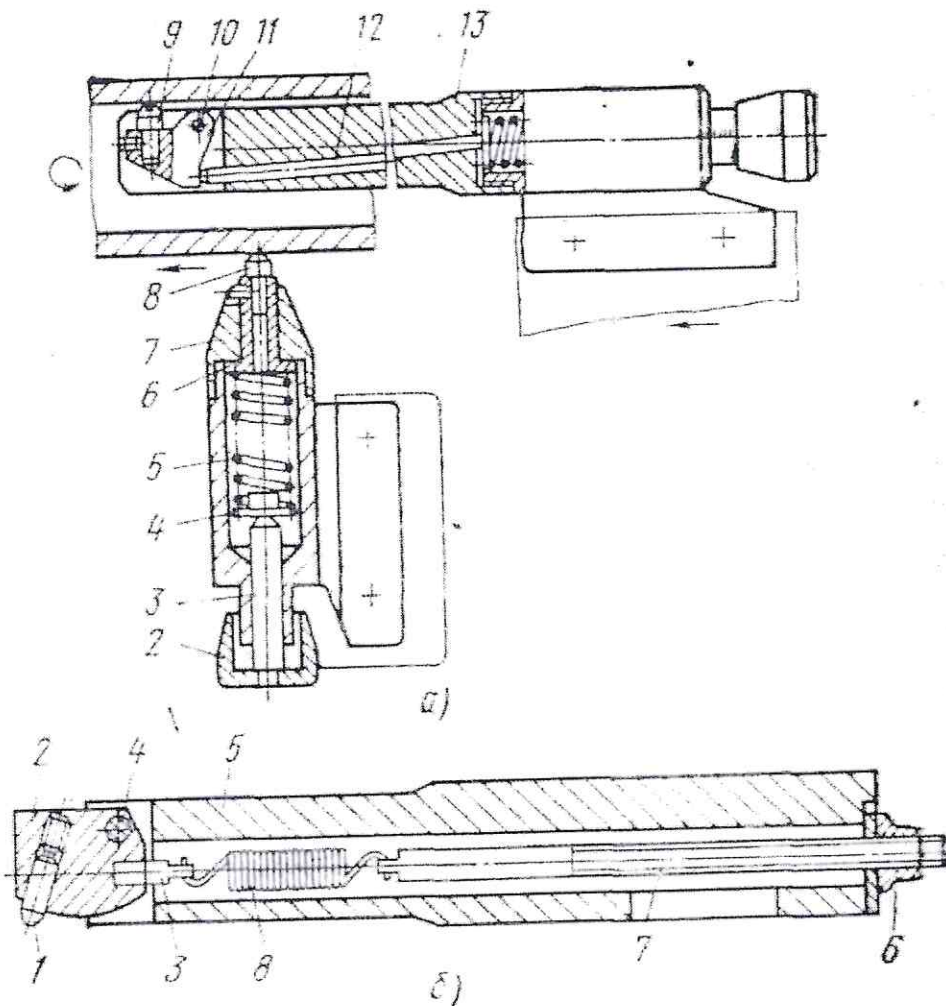
Упругие державки просты и компактны, однако имеют определенные недостатки, ограничивающие их широкое применение. Они обладают повышенной чувствительностью к биению обрабатываемой поверхности, вызывающему значительные колебания силы выглаживания и снижающему стабильность процесса. Весь диапазон изменения силы выглаживания (от 0 до 150—250 Н) соответствует перемещению державки, равному нескольким миллиметрам, поэтому точность установки и контроля силы небольшая, возможны также грубые ошибки при установке силы по шкале.

Приспособления с силовыми элементами в виде винтовых проволочных пружин лишены недостатков, присущих упругим державкам, поэтому их широко используют в промышленности. Пружины в этих приспособлениях работают обычно на сжатие, т. е. они предварительно поджимаются на заданную силу выглаживания при настройке приспособления и фиксируются в таком состоянии. Когда после касания инструмента с обрабатываемой поверхностью создается натяг величиной 0,1—0,5 мм, пружина на эту величину дополнительно поджимается. При этом инструмент уже не упирается в корпус, а свободно плавает, опираясь на пружину и полностью воспринимая силу предварительно поджатой пружины.

При обработке наружных поверхностей в приспособлении (рис. 3.4,а) использован принцип прямого действия: сила выглаживания от

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

пружины 5 передается на инструмент 8 через плунжер 6. Предварительное сжатие пружины на заданную силу производится поворотом гайки 2, которая воздействует на шток 3 и далее на пружину через упор 4 и контролируется по шкале, нанесенной на хвостовике корпуса приспособления 1. Плунжер 6 может свободно перемещаться в отверстии корпуса 7, накрученного на корпус приспособления. Приспособление устанавливается в резцедержателе токарного станка.



а — с пружиной, работающей на сжатие; б — с пружиной, работающей на растяжение.

Рисунок 3.4- Приспособления для обработки для обработки различных наружных и внутренних поверхностей.

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ		Лист
							8
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата			

Для обработки внутренних поверхностей вместо конуса 7 с плунжером устанавливается переходник 13 со штоком 12. В этом случае сила выглаживания на инструмент 9 передается через шток 12 и рычаг 11, установленный на оси 10. В переходнике 13 имеется упор для рычага 11, который не даст инструменту выходить за определенный уровень относительно наружной поверхности переходника 13.

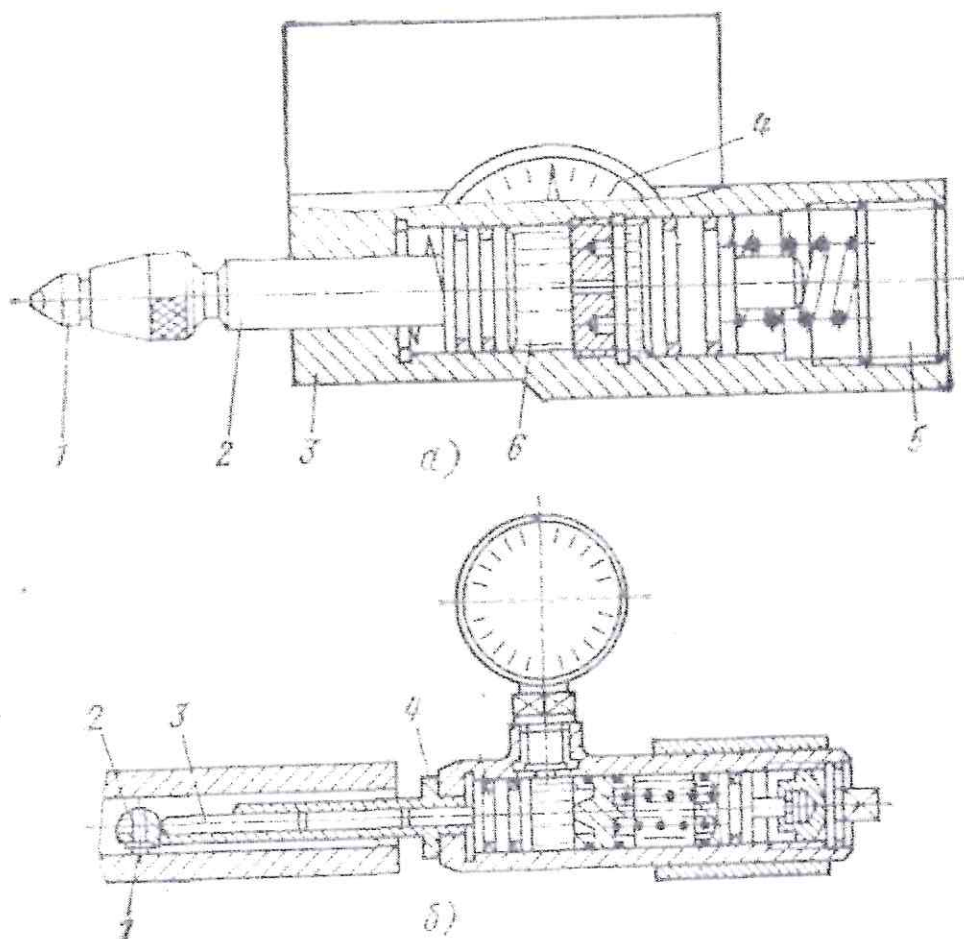
При обработке наружных поверхностей приспособление работает удовлетворительно. При обработке внутренних поверхностей может уменьшаться истинная сила выглаживания из-за потерь на трение, возникающих в отверстии под шток 12, так как отверстие расположено под некоторым углом к оси переходника 13. Приспособление используют для обработки разнообразных деталей.

Приспособление с пружиной, работающей на растяжение (рис. 4.5, б), состоит из корпуса 5; рычага 2, расположенного на оси 4, установленной в корпусе, тяги 7, серьги 3, пружины 8 и гайки 6. Сила обработки устанавливается в результате растяжения пружины 8 вследствие наворачивания гайки 6 на резьбовой конец тяги 7; при этом рычаг 2 упирается в паз корпуса 5 и инструмент 1 находится в определенном исходном положении. Для выглаживания инструмент вводят в соприкосновение с обрабатываемой поверхностью и дают натяг величиной 0,2—0,3 мм, вследствие которого пружина дополнительно растягивается и передается заданная сила на инструмент. Обработку можно производить только в одну сторону — слева направо.

В приспособлении для выглаживания внутренней цилиндрической поверхности диаметром свыше 9 мм (рис. 3.5,б) используют сочетание двух упругих элементов: плоской пружины, являющейся элементом штуцера 4, и сжатой жидкости. Штуцер сменный, его размеры зависят от обрабатываемого отверстия. Давлением штока 3 на скос 2 головки

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		9

штуцера выглаживатель 1 прижимается к обрабатываемой поверхности. Плоский пружинный участок возвращает выглаживатель в исходное положение после сброса статического давления жидкости.



а — наружных; б — внутренних.

Рисунок 3.5 - Гидравлические приспособления для обработки различных поверхностей.

В приспособлении (рис. 3.6) упругим силовым элементом является трубка манометра 3, шкала которого протарирована в единицах силы. Рассеяние энергии колебаний осуществляется в результате дополнительного трения фторопластового поршня 1 в цилиндре 2 и сопротивления жидкости микроперемещениям подвижных частей. Силовая пружина 4 обеспечивает постоянный поджим диафрагм к поршню.

ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ					Лист
					10
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	

Взаимодействие инструмента и силовой пружины державки через рычаг с отношением плеч $i/2 = 2$ позволяет получить более равномерно выглаженную поверхность. На оси 11 корпуса 10 установлен двуплечий рычаг. 9. На одном конце рычага 9 установлен инструмент 7, контактируемый с обрабатываемой поверхностью S, другим концом рычаг упирается в толкатель 5. Между толкателем и диафрагмой 6 установлен фторопластовый поршень. Диафрагма изолирует полость жидкости и исключает возможность перекоса при передаче силы на толкатель 5. Недостатком приспособления является отсутствие возможности регулирования силы выглаживания.

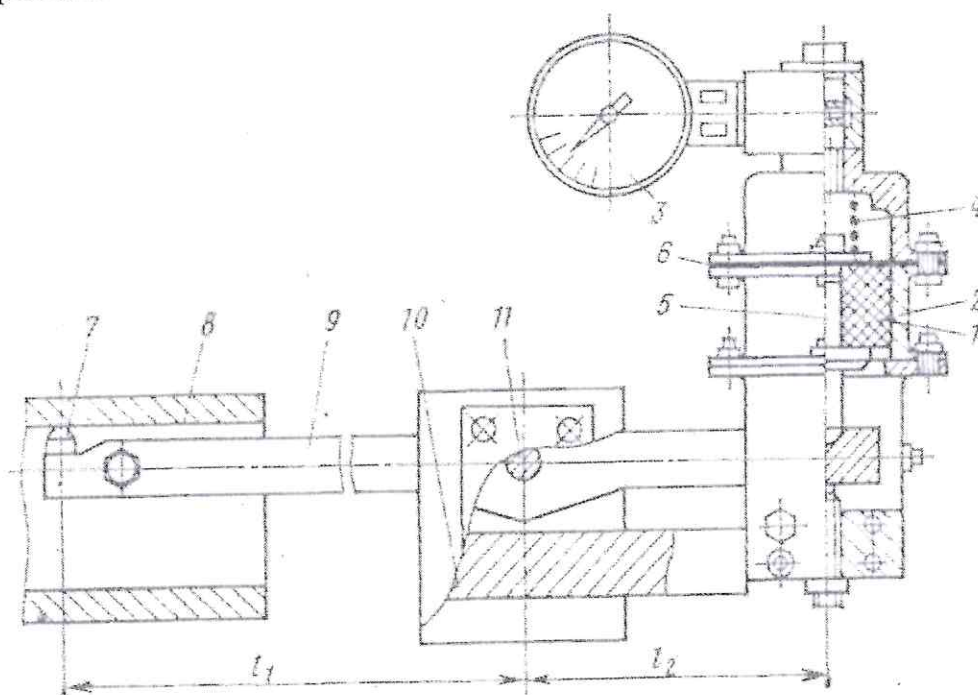


Рисунок 3.6 - Виброустойчивое рычажное приспособление со штоком и мембраной

Глубокими отверстиями принято считать цилиндрические внутренние поверхности, длина которых превышает их диаметр более чем в 4 раза. Наиболее простым способом выглаживания таких поверхностей является применение борштанг, предназначенных для растачивания отверстий (рис. 3.7). Для обработки глубоких отверстий в

Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата

ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ

Лист

11

гидроцилиндрах диаметром 70 мм и более применяют универсальные державки, закрепленные на конце борштанги. Универсальная державка, состоящая из инструмента 1, корпуса 2 и подвижного плунжера 3 с силовой пружиной, установлена с помощью двух винтов в проушине 4 пустотелой штанги 6, которая закреплена в специальном держателе 7. На бобковой поверхности штанги нанесена шкала расстояния до инструмента. При выглаживании шкала, совмещаясь со срезом гидроцилиндра, показывает глубину расположения инструмента в гидроцилиндре. Для охлаждения инструмента через внутреннюю полость борштанги подведена трубка 5, через которую подается СОЖ. Несмотря на то, что силы выглаживания невелики (100—200 Н), при обработке глубоких отверстий создается достаточно большой момент, поэтому борштанги должны быть жесткими и массивными. Практически они занимают все пространство внутри обрабатываемого отверстия, поэтому отверстия диаметром менее 70 мм нельзя обрабатывать с помощью борштанг.

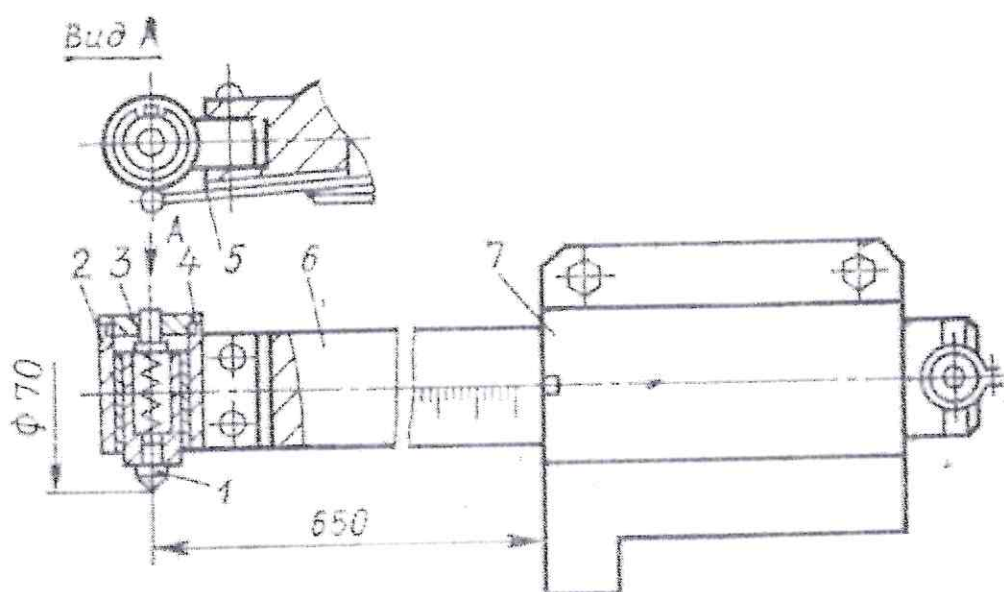


Рисунок 3.7 -Приспособление на основе использования борштанги

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ		Лист
							12
Изм.	Лист	№ док.м.	Подпись	Дата			

Для обработки отверстий наибольшее применение получили головки конструкции ЛИТМО, показанной на рисунке 3.8.

Корпус головки сварной конструкции состоит из трех основных частей: втулки 10, угольника 24 и основания 22. Угольник служит для установки и закрепления головки. На основании корпуса установлен электродвигатель 23 типа АОЛ-22-4.

Вращение вала электродвигателя с помощью сменного эксцентрика 19 преобразовывается в возвратно-поступательное движение штока 9 с шариковой головкой.

Шариковая головка состоит из рабочего шара 5, опирающегося на наружное кольцо шарикового подшипника 6, который вращается на оси 7, запрессованной и стопорящейся винтом 2 в корпусе 8 сепаратора-колпачка 4, удерживающего шар от выпадания. Резьбовое кольцо 3 фиксирует положение, которое должно обеспечить свободное вращение шара при минимальном зазоре между ним и отверстием сепаратора. Своим хвостовиком шариковая головка устанавливается в отверстие штока 9 и закрепляется винтом 1.

Штифтом 16 шток шарнирно соединен со втулкой 10. Наклон штока оси ограничен с одной стороны винтом 13 и с другой стороны-винтом 11, передающим усилие тарированной пружины 26 на шток.

Втулка 10 с помощью оси 17 и регулируемой по длине тяги 18 связана со сменным эксцентриком 19, сидящим на валу электродвигателя. Крутящий момент от вала электродвигателя передается на эксцентриковую втулку при помощи шпонки 21.

При вращении вала электродвигателя втулка 20, а вместе с ней и шток 9 с шариковой головкой совершают возвратно-поступательное движение параллельно оси вращения обрабатываемой заготовки с числом двойных ходов,

Равным числу оборотов вала двигателя, и длиной хода, равной двойному

					ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ		Лист
							13
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

эксцентриситету эксцентрика 19. Винт 13 предотвращает проворот втулки 10 в направляющих вкладышах 12 и 15, установленных во втулке 14.

Величина усилия давления шара на обрабатываемую поверхность определяется степенью предварительного сжатия тарированной пружины 26 и зависит от соотношения расстояний между осью шара и осью винта 11 и наконечника 25.

Резьбовая пробка 27 служит для предварительного сжатия пружины. Окончательная установка на необходимое для обкатывания давление осуществляется дополнительным перемещением всего приспособления в направлении, перпендикулярном оси вращения заготовки. При этом шток 9 отходит от головки винта 11.

Описанное приспособление применяется для виброобкатывания внутренних цилиндрических поверхностей диаметром от 50 мм и более на глубину до 125 мм.

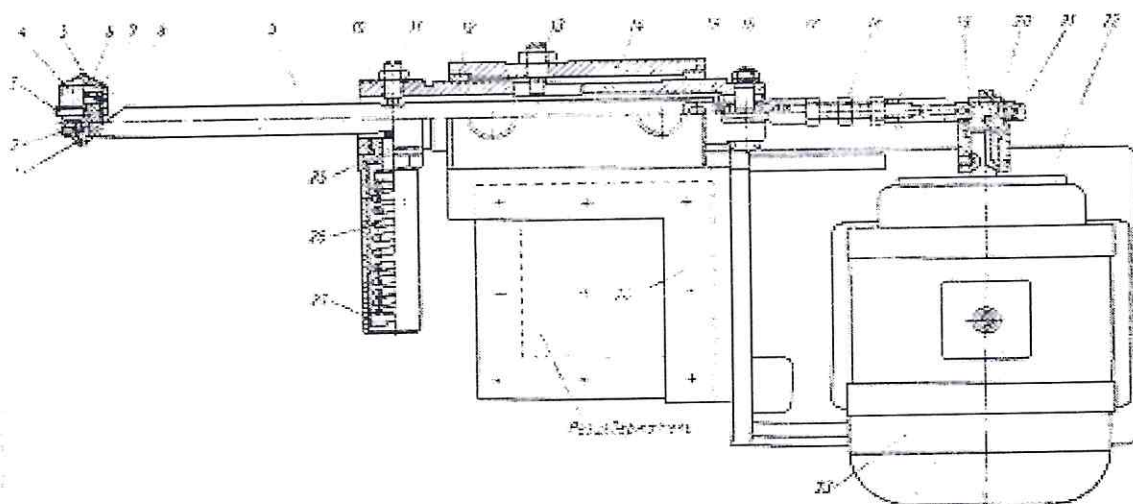


Рисунок 3.8- Виброголовка к токарному станку

В нашем случае такая виброголовка нам не подходит, так как обрабатываемая деталь требует более глубокой обработки.

Для обработки глубоких отверстий в гильзах, трубах и других деталях применяется виброголовка более жесткой конструкции, чем описанная.

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата

ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ

Лист

14

4.2 Устройство и принцип работы головки

Для обработки глубоких отверстий можно использовать приспособление со штангой, выполненной в виде трубы, во внутренней полости которой установлен шток, несущий инструмент (рис. 3.9).

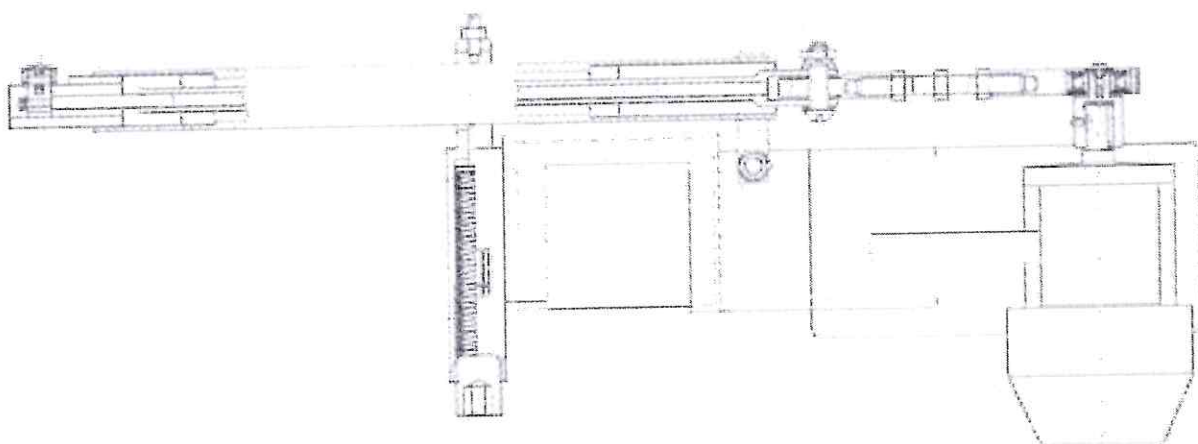


Рисунок 3.9 - Предлагаемая головка для виброобкатывания .

Осцилляционное движение инструментальной головке передается от электродвигателя через эксцентриковую втулку, соединенную через подшипник с головкой шатуна, шатун и облегченный шток, установленный на оси. Шток перемещается в неподвижной трубе по двум направляющим втулкам. Инструментальная головка установлена на двух опорных шарикоподшипниках в трубе и совершает возвратно-поступательные перемещения, опираясь на эти подшипники. Сила обработки создается сжатием пружины гайкой и передается толкателем на трубу. Корпус пружины имеет хомут с упором. Труба одним концом шарнирно установлена на корпусе и может свободно перемещаться между рупором и толкателем.

Перед обработкой создается натяг, вследствие которого инструмент через опорные шарикоподшипники воздействует на трубу и далее на толкатель, дополнительно сжимая пружину. Таким образом, шток разгружен от крутящего и изгибающего моментов, возникающих в процессе вибровыглаживания, а силовая труба, воспринимающая эти

ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ					Лист
					14
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

нагрузки, имеет необходимую жесткость.

При вибрационном выглаживании на подвижные элементы приспособлений, особенно в местах сочленения деталей, передающих движение, действуют значительные знакопеременные нагрузки. Поэтому эти элементы должны быть достаточно жесткими и иметь хорошие опоры, передающие вибрации на корпус.

Предлагаемая головка для виброобкатывания отличается простой и повышенной жесткостью штанги.

При использовании предлагаемой конструкции обрабатываемая деталь закрепляется в трехкулачковом патроне, а затем внутрь ее отверстия вводится шариковая головка и создается натяг, вследствие которого инструмент через опорные шарикоподшипники воздействует на трубу и далее на толкатель, дополнительно сжимая пружину. Усилие сжатия пружины контролируется по шкале на корпусе. Далее включается электродвигатель виброголовки и вращение шпинделя станка и продольная подача суппорта. Происходит обработка до выхода шариковой головки и контакта с деталью. Затем головка выводится из отверстия и деталь снимается со станка.

Для снижения усилий и предотвращения схватывания поверхности инструмента в зону обработки можно подавать смазывающее-охлаждающую жидкость.

Микрорельеф, получаемый при виброобкатывании, по характеру и плотности синусоидальных каналов можно подразделить на четыре вида (рис. 3.10). Варьирование форм, размеров и расположения микронеровностей на поверхности достигается изменением режимов обработки: скорости вращения детали, подачи инструмента, амплитуды и частоты его колебаний, силы поджима инструмента к детали, а также радиуса сферической части инструмента.

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		

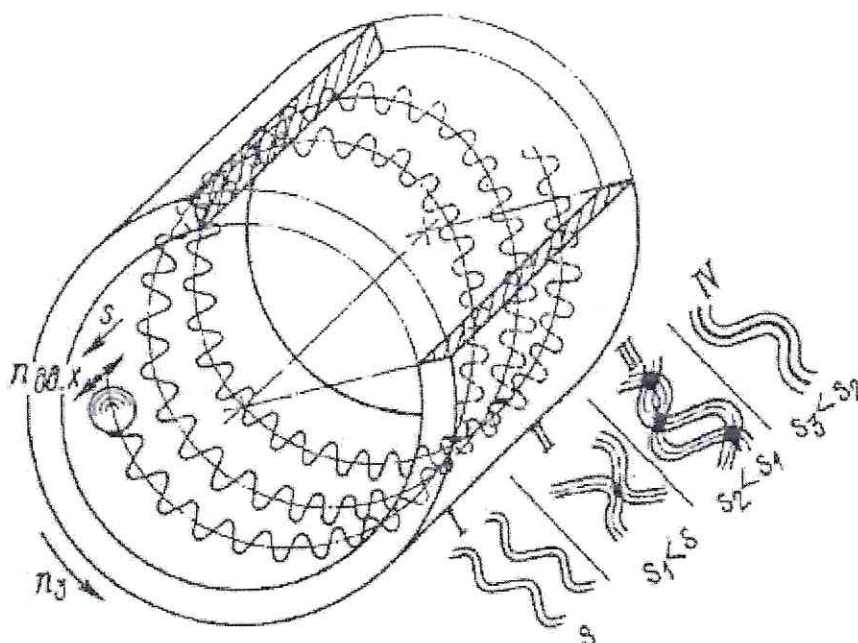


Рисунок 3.10 – Схема образования микрорельефов в отверстии.

В качестве инструмента применяют шарики диаметром 4...10 мм и сферические наконечники из природных, синтетических алмазов и твердого сплава. Выбор материала зависит от твердости обрабатываемой поверхности и ее характерных свойств (налипание на инструмент и др.). Для обработки заготовок из материалов высокой твердости (HRC 50...60) применяют алмазный наконечник; заготовки из менее твердых материалов обрабатывают, как правило, шариком. При использовании шариков обработку осуществляют трением качения, а при сферических наконечниках — трением скольжения. Для виброобкатывания применяют стандартные шарики из подшипниковой стали. Изготовление специальных шариков из определенного материала с заданной точностью чрезвычайно затруднено, а изготовление сферических наконечников из любого материала несложно, поэтому вибровыглаживание является универсальным методом, имеющим более широкие технологические возможности по сравнению, с виброобкатыванием, но в некоторых случаях уступает виброобкатыванию по производительности.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ

Лист

16

3.3 Расчеты по конструкции

3.3.1. Определение усилий при обкатывании.

Выбор условий чистовой ППД инструментом с упругим прижимом возможен при применении расчетного метода. Расчетный метод ограничивают определением приблизительного усилия прижима инструмента, необходимого для полной пластической деформации неровностей, остающихся после предыдущей обработки.

Основной общей предпосылкой для подсчета является условие удельного давления поверхностной пластической обработки q_n , которое должно быть больше предела текучести σ_T обрабатываемого материала:

$$q_n = F_n / A_k > \sigma_T, \quad (3.1)$$

где F_n - нормальное усилие поверхностной пластической обработки, приблизительно равное усилию прижима обрабатывающего элемента F ; A_k - истинная площадь контакта обрабатывающего элемента с деталью,

Точное определение A_k затруднено из-за необходимости учета упругих и пластических деформаций, а также шероховатости поверхности. Существующие формулы имеют сложный вид и мало пригодны для практического применения.

Рекомендуемые для применения величины удельных давлений для ППО зависят от рода обрабатываемого материала. В соответствии с работой [2] для стали; феррито-перлитной структурой рекомендуются q_n , МПа: 1600...1900 (для мягких сталей), 1900...2100 (для стали средней твердости), 2000...2200 (для твердых сталей), для закаленных ($HRC \leq 40$) 2000...2200.

Поверхностная пластическая обработка шариком с $d = 10$ мм с такими давлениями позволяет достичь глубины упрочнения соответственно 1,8...2,3; 1,5...2,0 и 1,2...1,7 мм.

ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ					Лист
					17
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	

На практике, выбирая величину поверхностного давления, можно определить усилие прижима шарика или диска без определения истинной площади контакта. Для этой цели пригодны формула (4.3). Она учитывает форму и диаметр обрабатывающего элемента, а также диаметр и свойства обрабатываемой детали (рис.4.12).

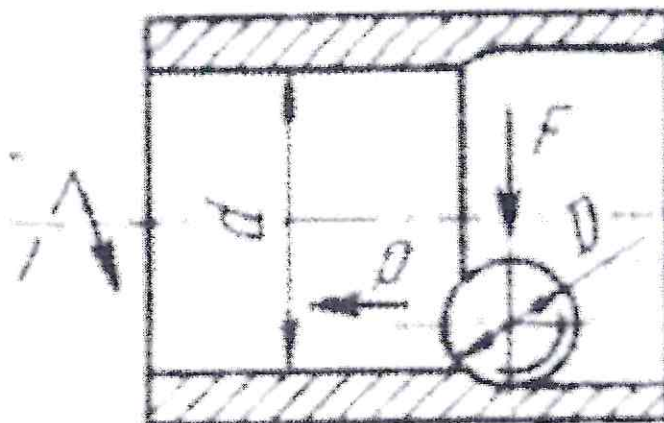


Рисунок 4.12 – Схема обработки гильзы

Усилие прижима будет равно:

$$F = \left[\frac{D \cdot q_n}{0,054 E \left(\frac{d}{D} - 1 \right)} \right]^2 q_n, \quad (3.2)$$

где F – усилие прижима шарика, Н;

q_n – максимальная величина давления при ППО, МПа;

d – диаметр обрабатываемой поверхности деталей, мм;

D – диаметр шарика, мм;

E – модуль Юнга, МПа.

$$F = \left[\frac{10 \cdot 2100}{0,054 \cdot 110 \left(\frac{106}{10} - 1 \right)} \right]^2 2100 = 2848 \text{ Н}$$

3.3.2 Расчет оси подшипника.

Действующая сила на ось составляет 2848 Н.

Расчет диаметра оси проводится из условия прочности на срез, о стенки держателя и кронштейна по методике [3].

Диаметр пальца находится из выражения:

$$\tau_{cp} = \frac{P}{F} \leq [\tau_{cp}], \quad (3.3)$$

где P – сила, действующая на палец, Н;

F – площадь поперечного сечения пальца мм^2 ;

$[\tau]_{cp}$ – допускаемое напряжение среза, Н/мм^2 .

Площадь поперечного сечения оси определяется выражением:

$$F = \pi \cdot D^2 / 4, \quad (3.4)$$

где D – диаметр оси, мм.

Учитывая, что ось срезается в двух сечениях и подставив выражение (4.4) в формулу (4.3) получим следующее выражение:

$$D_n = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot 2 \cdot [\tau]_{cp}}, \quad (3.5)$$

При колебаниях нагрузки допускаемое напряжение среза $[\tau]_{cp} = 140 \text{ Н/мм}^2$ [3].

Подставив в формулу (3.4) значения

$$D_n = \frac{4 \cdot 2848}{3,14 \cdot 2 \cdot 140} = 12,95 \text{ мм.}$$

Диаметр отверстия в держателе 13 мм, диаметр оси берем $d_n = 13 \text{ мм}$

3.4 Инструкция по охране труда для работника, работающего с приспособлением для виброобкатывания

«Утверждено»

на заседании профкома

«Утверждено»

Директор ООО

Инструкция по охране труда для работника, работающего с приспособлением для виброобкатывания

3. 4.1 Общие требования

1. К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности.
2. Запрещается выполнять работу, не запланированную нарядом, а также допуск к ее выполнению посторонних лиц, не имеющих отношения к данной работе.
3. Запрещается перевод работника на другую работу без внепланового инструктажа и без навыка выполнения данных работ.
4. Запрещается преднамеренная эксплуатация неисправного устройства, пользоваться неисправными инструментами и иными приспособлениями.
5. При несчастном случае оказать пострадавшему первую медицинскую помощь и сообщить о случившемся администрации.
6. В случае пожара, пользоваться углекислотными огнетушителями, песком, пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожаров и организационными мероприятиями.
7. Необходимо строго соблюдать противопожарный режим, правильную эксплуатацию агрегатов и установок, машин и электрооборудования, приборов освещения и отопления.
8. Запрещается работать в состоянии алкогольного опьянения.
9. За невыполнение данной инструкции ответственность несет начальник подразделения.

					ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4.2 Требования безопасности перед началом работы

1. Перед началом работы обслуживающий персонал обязан надеть индивидуальную спецодежду.
2. Привести в порядок рабочее место.
3. Проверить наличие и исправность защитных средств.
4. Проверить исправность всех крепежных и механических приспособления перед началом работы.
5. Получить у руководителя задание или наряд на исполнение работ.

3.4.3 Требования безопасности во время работы

1. При работе используйте только стандартные (рекомендуемые) инструменты.
2. Проводить затяжку болтовых соединений приспособления только исправным инструментом и оборудованным динамометром.
3. При возникновении каких-либо неисправностей немедленно сообщите об этом непосредственному руководителю.
4. Проводите ремонт или техническое обслуживание.
5. Поддерживайте чистоту и порядок на рабочем месте.
6. Не отвлекайтесь и не отвлекайте других посторонними разговорами

3.4.1.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. При возникновении аварийной ситуации- остановить все работы, при необходимости отключить электроэнергию, вентиляционные установки.
2. При возникновении пожара немедленно вызвать пожарную команду и действовать в соответствии с планом ликвидации пожара.
3. Запрещается гасить горящее топливо водой. воспламенившееся топливо засыпать песком, землей и накрыть брезентом, войлочным материалом.
4. Работник, оказавшийся очевидцем несчастного случая или обнаруживший пострадавшего должен:

					ВКР.230303.4.16.20.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

5. Принять меры к освобождению пострадавшего от воздействия травмирующего фактора.
6. Доставить пострадавшего в медицинское учреждение, а при невозможности доставки - вызвать скорую медицинскую помощь.

3.4.5 Требование безопасности по окончании работы

1. Использованный обтирочный материал сложить в специально установленные для этой цели металлические ящики.
2. Приведите в порядок рабочее место.
3. Инструменты, приспособления, рабочую одежду и СИЗ уберите в отведенное для них место.
4. Уберите использованную ветошь в металлический ящик.
5. Сообщить мастеру о выполненной работе, имеющихся неполадках и принять меры по их устранению.
6. Вымойте руки и лицо, примите душ.

Разработал: Елагин С.В.

Согласовано: специалист по ТБ

					ВКР.230303.4 16.20.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были разработаны проект мотороремонтного цеха и технология восстановления гильз цилиндров двигателя Д-144.

Разработана конструкция головки для виброобкатывания. Внедрение головки позволит повысить производительность труда, позволит обеспечить безопасность работ при ремонте. Годовой экономический эффект от применения данной конструкции составит 23430,59 руб. при сроке окупаемости 2,12 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В, Гималтдинов И.Х. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин». – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора- машиностроителя. В 3-х т. Т.2.- 6-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.- 584 с..
3. 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.
4. 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.
5. Кукин Н.Н., В.Л.Лапин, Н.П.Пономарев, Н.И.Сердюк. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Изд. «Высшая школа», 2002. -300с.
6. Матвеев В.А., Пустовалов И.И.. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве – М.: Колос, 1979. – 189с.
7. Лимарёв В.Я., Ерохин М.Н. Материально – техническое обеспечение агропромышленного комплекса – М.: Известия, 2002. – 464 с
8. 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
9. Ремонт блоков и гильз / Фасхутдинов Х.С., Шайхутдинов Р.Р. – Казань: Изд-во КГАУ, 2010. -24с.
- 10.Тракторы Т-40М, Т-40АМ, Т-40АНМ/ под ред. Е.А. Педченец и др. – Липецк.: ЛТЗ, 1990.-174с.
- 11.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.
- 12.Текущий ремонт колесных тракторов / Ю.М. Копылов.- М : Росагропромиздат, 1988.-287с.

13. Сидякин Ю.И., Осипенко А.П., Бочаров Д.А. / Совершенствование технологии отделочно-упрочняющей обработки валов поверхностным пластическим деформированием. Упрочняющие технологии и покрытия. — 2007. — №08 —С. 17-19.
14. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. — М.: Машиностроение, 2002. — 299 с.
15. 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.
16. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. — М.: Колос, 2009. -351 с.
17. Шнейдер Ю.Г. Технология финишной обработки давлением.: Справочник. — СПб.: Политехника, 1998. — 414 с.
18. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. -Л.: Машиностроение, 1982. -248 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А- Ведомость оборудования проектируемого отделения.

№ поз. на плане	Наименование оборудования	Шифр или марка	Кол-во	Габаритные размеры, мм.	Занимаемая площадь		Мощность, кВт.
					Ед. оборуд м ² .	Всего. м ² .	
1	2	3	4	5	6	7	8
	1. Участок ремонта двигателей						
1	Установка промывки масляных каналов блока и коленчатых валов	ОМ-3021	1	1200×1000	1,2	1,2	1,2
2	Верстак слесарный	ОРГ 1468-01-060А ГОСНИТИ		1200X800X805	1	2	
3	Подставка под оборудование	5152.000 ГОСНИТИ	1	1500X600X600	0,9	0,9	
4	Станок для шлифования клапанов	VG 28 Machine Tools	1	800×600	0.5	0.5	
5	Станок для расточки и фрезерования корпусных деталей	VM500M Machine Tools	1	1500×1200	1,8	1,8	
6	Станок вертикально-хонинговальный	Rottler HP6A	1	1200×1000	1,2	1,2	1,2
7	Стенд ремонта головок блоков цилиндров	MS 34	1	1500×1000	1.5	1.5	
8	Горизонтально-расточной станок	ВАС 1500	1	2000×800	1.6	1.6	
8а	Головка хонинговальная комбинированная	ГХК	1	-	-	-	
9	Станок точильно-шлифовальный	ЗБ634	1	1000X665X1230	0,7	0,7	4,6
10	Установка для наварки клапанов	УВК	1	1600×600	0.36	0.36	
11	Стенд обкатки и испытания водяных насосов	КИ-1001	1	1100×900	0,99	0,99	
12	Стенд для разборки и сборки двигателей	ОР-5500 – ГОСНИТИ	2	1670×1100×1123	6	6	1,5
13	Машина балансировочная	CE 502 Machine Tools	1	2500×800	2.0	2.0	
14	Стенд для разборки и сборки двигателей	ОР-989 – ГОСНИТИ	2	1500×1100	1,65	1,65	
15	Секция стеллажа	5152.000 ГОСНИТИ	1	1500×600×600	0,9	0,9	
16	Стенд для ремонта головок блока	ОР-1099 – ГОСНИТИ	1	1500×1100	1,65	1,65	
17	Стенд для проверки корпусных деталей на герметичность	PHT 125 Machine Tools	1	1800×1000	1,8	1,8	
18	Ванна для выварки деталей	-	1	1800×1200	2,6	2,16	
19	Машина моечная струйная контейнерная	Magido L210	1	2000×2000	4	4	

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Кран-балка	№1-13795	1				
2. Участок обкатки и регулировки двигателя							
21	Стенд обкаточно-тормозной	КИ-1363В-ГОСНИТИ	1	5750X5440	31,28	31,28	40
23а	Двигатель-тормоз в сборе	1363. 01	1				
23б	Электрошкаф	1363. 03	1				
21в	Реостат	1363. 02	1				
21г	Бачок для топлива	566А. 300	1				
22	Таль электрическая	ТЭ-100-511 ГОСТ 22584-77	1		1	1	1,7
7	Ящик для песка	5139. 000 ГОСНИТИ	1	500×500×1000	0,25	0,25	
23	Ларь для обдирочных материалов	5133. 000 ГОСНИТИ	1	1000×500×850	0,5	0,5	
24	Шкаф для инструмента	5126. 000 ГОСНИТИ	1	1600×430×1900	0,64	0,64	
25	Тележка ручная	ПТ-007	1	1710X700X850	1,2	1,2	24
26	Бак для воды	477.060.03 ВИИТиН	1	810X604X1550	0,5	0,5	
3. Участок ремонта топливной аппаратуры							
32	Стенд диагностики и очистки форсунок	КИ-2805	1	-	-	-	
34	Стенд для испытания топливной аппаратуры	ДД-10-02	1	820×1420×1680			
27	Верстак слесарный	ОРГ1468-01-060А ГОСНИТИ	2	1200X800X805	1	2	
29	Стеллаж для топливной аппаратуры	СО-1607 ГОСНИТИ	1	900×350×2000			
28	Прибор для испытания и регулировки форсунок	ДД-2110	1	300×250×400			
31	Стол для контроля и мойки прецизионных пар	ОРГ-1468-01-100 ГОСНИТИ	1	1040X750X800	0,8	0,8	
33	Ванна моечная	ОМ-1316 ГОСНИТИ	1	1204X1100X1000	1,3	1,3	
30	Ванна ультразвуковая	ASNU W1200	1	800×600	0,48	0,48	

3.6 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

3.6.1 Расчет массы и стоимости устройства

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \text{ кг} \quad (3.6)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

k – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($k = 1,05 \div 1,15$).

Итак, $G_1 = 48,6 \cdot 1,07 = 52$ кг.

Балансовая стоимость конструкции определяется по способу аналогии, в которой используется следующая формула:

$$C_{\bar{b}_1} = \frac{C_{\bar{b}_0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \text{ руб.} \quad (3.7)$$

где $C_{\bar{b}_0}, C_{\bar{b}_1}$ – балансовая стоимость старого и проектируемого стенда, руб.;

G_0, G_1 – масса «старого» и «нового» стенда, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции ($\delta = 0,9 \div 0,95$).

$$C_{\bar{b}_1} = \frac{56234 \cdot 52 \cdot 0,95}{54} = 51443,7 \text{ руб}$$

3.6.2. Расчет показателей эффективности конструкции.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета показателей

Наименование	Варианты	
	исходный (базовый)	проектируемый
Масса конструкции, кг	54	52
Балансовая стоимость, руб.	56234	51443,7
Потребляемая (установленная) мощность, кВт	0,5	0,5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	2	2
Тарифная ставка, руб./чел.·ч.	100	100
Норма амортизации, %	19,8	19,8
Норма затрат на ремонт и ТО, %	4	4
Годовая загрузка конструкции, час.	1900	1900
Время цикла, мин	5	4,5
Срок службы, лет	5	5

Часовая производительность определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \text{ед./ч} \quad (3.8)$$

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

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

$$W_{\text{ч}_0} = \frac{60 \cdot 1}{5} = 12 \text{ ед./ч};$$

$$W_{\text{ч}_1} = \frac{60 \cdot 1}{4,5} = 13,33 \text{ ед./ч}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \text{кВт} \cdot \text{ч/ед} \quad (3.9)$$

где N_e – потребляемая устройством мощность, кВт.

$$\mathcal{E}_{e_0} = \frac{0,5}{12} = 0,0416 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед};$$

$$\mathcal{E}_{e_1} = \frac{0,5}{13,33} = 0,0375 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \text{кг/ед} \quad (3.10)$$

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

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

Срок службы устройства определяется по формуле:

$$T_{\text{сл}} = \frac{100}{a_{\text{н}}}, \text{лет} \quad (3.11)$$

где $a_{\text{н}}$ – норма амортизации, %.

$$T_{\text{сл}} = \frac{100}{19,8} = 5 \text{ лет}.$$

$$M_{e_0} = \frac{54}{12 \cdot 1900 \cdot 5} = 0,00047 \text{ кг/ед};$$

$$M_{e_1} = \frac{52}{13,33 \cdot 1900 \cdot 5} = 0,00041 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.12)$$

$$F_{e_0} = \frac{56234}{12 \cdot 1900} = 2,46 \text{ руб./ед.},$$

$$F_{e_1} = \frac{51443,7}{13,33 \cdot 1900} = 2,03 \text{ руб./ед.}$$

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

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рго}} + A, \text{ руб./ед.} \quad (3.13)$$

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

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

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

A – амортизационные отчисления, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e, \text{ руб./ед.} \quad (3.14)$$

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

T_e – трудоемкость процесса, чел.·ч.

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.15)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e_0} = \frac{1}{12} = 0,0833 \text{ чел.} \cdot \text{ч./ед.},$$

$$T_{e_1} = \frac{1}{13,33} = 0,075 \text{ чел.} \cdot \text{ч./ед.}$$

$$C_{\text{зп}_0} = 0,0833 \cdot 100 = 8,33 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{зп}_1} = 0,075 \cdot 100 = 7,5 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\varepsilon} = C_{\varepsilon_0} \cdot \varepsilon_e, \text{руб./ед.} \quad (3.16)$$

где C_{ε_0} – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч,

$$C_{\varepsilon_0} = 4,8 \cdot 0,416 = 0,2 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\varepsilon_1} = 4,8 \cdot 0,0375 = 0,18 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание устройства определяются по формуле:

$$C_{\text{р.т.о.}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{р.т.о.}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{руб./ед.} \quad (3.17)$$

$$C_{\text{р.т.о.}_0} = \frac{56234 \cdot 4}{100 \cdot 12 \cdot 1900} = 0,098 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{р.т.о.}_1} = \frac{51443,7 \cdot 4}{100 \cdot 13,33 \cdot 190} = 0,081 \text{ руб./ед.}$$

Амортизационные отчисления по устройству определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a_{\text{н}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{руб./ед.} \quad (3.18)$$

$$A_0 = \frac{56234 \cdot 19,8}{100 \cdot 12 \cdot 1900} = 0,488 \text{ руб./ед.},$$

$$A_1 = \frac{51443,7 \cdot 19,8}{100 \cdot 13,33 \cdot 1900} = 0,402 \text{ руб./ед.}$$

$$S_0 = 83,33 + 0,2 + 0,488 + 0,098 = 9,12 \text{ руб./ед.},$$

$$S_1 = 7,5 + 0,18 + 0,081 + 0,402 = 8,16 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты на работу устройства определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \text{руб./ед.} \quad (3.19)$$

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

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

$$C_{\text{прив}_0} = 9,12 + 0,15 \cdot 2,46 = 9,49 \text{ руб./ед.},$$

$$C_{\text{прив}_1} = 8,16 + 0,15 \cdot 2,03 = 8,46 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\Theta_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}_1} \cdot T_{\text{год}_1}, \text{ руб.} \quad (3.20)$$

$$\Theta_{\text{год}} = (9,12 - 8,16) \cdot 13,33 \cdot 1900 = 24244,94 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}_0} - C_{\text{прив}_1}) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}_1}, \text{ руб.} \quad (3.21)$$

$$E_{\text{год}} = (9,49 - 8,46) \cdot 13,33 \cdot 1900 = 23430,59 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}_1}}{\Theta_{\text{год}}}, \text{ лет} \quad (3.22)$$

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{51443,7}{24244,94} = 2,12 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Theta_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.23)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{24244,94}{51443,7} = 0,47$$

Экономически эффективной считается конструкция в том случае, если $T_{\text{ок}}$ меньше 7 лет и $E_{\text{эф}}$ больше 0,15.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности устройства.

Наименование показателей	Варианты		Проект. в % к базовому
	исходный (базовый)	проекти- руемый	
Часовая производительность, ед./ч	12	13,33	111,11
Фондоемкость процесса, руб./ед.	2,46	2,03	82,33
Энергоемкость процесса, кВт/ед.	0,04167	0,03750	90
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,00047	0,00041	86,67
Трудоемкость процесса, чел.-ч.	0,0833	0,075	90
затраты на оплату труда	8,33	7,5	90
затраты на электроэнергию	0,20	0,18	90
затраты на ремонт и ТО	0,09866	0,08123	82,33
амортизационные отчисления	0,488	0,402	82,33
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	9,12	8,16	89,51
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	9,49030	8,46790	89,23
Годовая экономия, руб.	-	24 244,94	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	23 430,59	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,12183	-

Как видно из расчетов наше устройство является экономически эффективным.

СПЕЦИФИКАЦИИ

[illegible]

Копировал

Формат А4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Лист
2

Формат А4

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Елашина ЕВ

Направление „Эксплуатация ТТМ и К“

Профиль „Сервис Т и ТТМ и О“

Тема ВКР „Проект моторремонтного цеха
с разработкой приспособления для обработки
шпоц цилиндров“

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 83 страниц, в т.ч. пояснительная записка 69 стр.; включает: таблиц 2, рисунков и графиков 17, фотографий — штук, список использованной литературы состоит из 18 наименований; графический материал состоит из 6 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР _____

Тема актуальная и соответствует содержанию

2. Глубина, полнота и обоснованность решения инженерной задачи _____

Инженерная задача решена в требуемом объеме

3. Качество оформления текстовых документов хорошее

4. Качество оформления графического материала хорошее

5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.)

Разработанная конструкция позволит
увеличить ресурс шпоц цилиндров ДВС

транспортно-технологических процессов и их элементов (ПК- 9)	
способностью выбирать материалы для применения при эксплуатации и ремонте транспортных, транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения с учетом влияния внешних факторов и требований безопасной, эффективной эксплуатации и стоимости (ПК-10)	<i>хорошо</i>
способностью выполнять работы в области производственной деятельности по информационному обслуживанию, основам организации производства, труда и управления производством, метрологическому обеспечению и техническому контролю (ПК-11)	<i>хорошо</i>
владением знаниями направлений полезного использования природных ресурсов, энергии и материалов при эксплуатации, ремонте и сервисном обслуживании транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов (ПК-12)	<i>хорошо</i>
владением знаниями организационной структуры, методов управления и регулирования, критериев эффективности применительно к конкретным видам транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-13)	<i>хорошо</i>
способностью к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин, технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций (ПК-14)	<i>хорошо</i>
владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности (ПК-15)	<i>хорошо</i>
способностью к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-16)	<i>хорошо</i>
готовностью выполнять работы по одной рабочей профессии по профилю производственного подразделения (ПК-17)	<i>хорошо</i>
владением знаниями законодательства в сфере экономики, действующего на предприятиях сервиса и фирменного обслуживания, их применения в условиях рыночного хозяйства страны (ПК-37)	<i>хорошо</i>
способностью организовать технический осмотр и текущий ремонт техники, приемку и освоение вводимого технологического оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования (ПК-38)	<i>хорошо</i>
способностью использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам (ПК-39)	<i>хорошо</i>
способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-40)	<i>хорошо</i>
способностью использовать современные конструкционные материалы в практической деятельности по техническому обслуживанию и текущему ремонту транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ПК-41)	<i>хорошо</i>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая выпускная квалификационная работа отвечает (не отвечает) предъявляемым требованиям и заслуживает оценки хорошо, а ее автор Еланин С.В. достоин (не достоин) присвоения квалификации «бакалавр»

Рецензент:

К.т.н., доцент
учёная степень, ученое звание

[подпись]
подпись

Сиреницкий С.А.
Ф.И.О

«06» 02 2020 г.

С рецензией ознакомлен*

[подпись]
подпись

Еланин С.В.
Ф.И.О

«06» 02 2020 г.

*Ознакомление обучающегося с рецензией обеспечивается не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы.

ОТЗЫВ

о работе студента института механизации и технического сервиса
Елагина Сергея Владимировича над выпускной квалификационной работой
на тему: «Проект мотороремонтного цеха с разработкой приспособления для
обработки гильз цилиндров»

Студент Елагин С.В. приступил к выполнению выпускной квалификационной работой сразу после получения задания. За время преддипломной практики собрал практически всю необходимую информацию.

В период работы показал умение пользоваться научно-технической литературой и самостоятельно решать сложные инженерные задачи ремонтного производства.

Выпускная квалификационная работа содержит все необходимые разделы, которые разработаны в полном объеме. Оформление работы отличное. Разработанная им технология восстановления детали и конструкция удачно вписываются в тему ВКР. Разработанные им мероприятия по охране труда на производстве могут быть применены в жизни.

Считаю, что студент Елагин С.В. с поставленной перед ним задачей справился и заслуживает присвоения ему квалификации (степени) бакалавра.

Руководитель работы
доцент кафедры ЭРМ, к.т.н.

 /Шайхутдинов Р.Р./

С отзывом ознакомлен

 / Елагин С. В. /
подпись Ф.И.О

« 05 » сентября 20 20 г.