

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

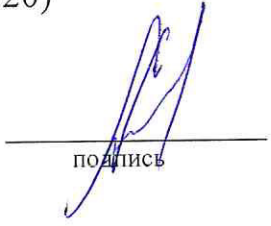
Тема: «Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции установки для гальванопокрытий»

Шифр 35.03.06.380.20.УГ.00.00.00 ПЗ

Студент группы Б262-09у  Тухватуллин Рамиль Шамилович

Руководитель доцент  Гималтдинов И.Х.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от 31 января 2020)

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

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/ Абдузаманов Р /
« 14 » 12 20 19 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Тухватуллину Р.Ш.

Тема ВКР «Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции установки для гальванопокрытий»
утверждена приказом по вузу от « 10 » января 2020 г. № 5

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 31.01.2020 г.

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические карты, количество объектов ремонта, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса
2. Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей
3. Проектирование технологического процесса восстановления гильзы
4. Конструкторская разработка
5. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
6. Технико-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ существующих способов повышения ресурса гильз
2. Планировка отделения по восстановлению
3. Ремонтный чертеж гильзы
4. Технологические карты на восстановление гильзы
5. Сборочный чертеж гальванической установки
6. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 14.12.2019₂

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ устройства и условий работы	25.12.2019 ₂	
2	Технологическая часть	16.01.2020 ₂	
3	Конструктивная часть	30.01.2020 ₂	

Студент-дипломник Тухватulliн Р.ш. ()

Руководитель ВКР к.т.н. доцент Гималтдинов И.Х. ()

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Тухватуллина Р.Ш. выполненную на тему «Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции установки для гальванопокрытий».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из 63 листов печатного текста и графических материалов на 6 листах формата А1, содержит 11 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы содержит 19 наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ причины износа гильз цилиндров. Выполнен обзор методов повышения ресурса гильз цилиндров. Приведены причины потери работоспособности и основные дефекты. Во втором разделе приводится технологический процесс восстановления детали. Проанализированы существующие способы восстановления, выбран рациональный способ восстановления, выполнен ремонтный чертеж и технологические карты на восстановление. В третьем разделе разрабатывается конструкция гальванической установки. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения приспособления.

ANNOTATION

At the final qualifying work Tukhvatullina R.Sh. carried out on the topic "Design of the department for the restoration of worn parts with the development of the design of the installation for electroplating."

The final qualification work includes an explanatory note from 63 sheets of printed text and graphic materials on 6 sheets of A1 format, contains 11 figures, 2 tables, the list of used literature contains 19 titles.

Text documents of the work contain an explanatory note, consisting of introduction, 3 sections, conclusion and list of used literature; applications and specification.

The first section analyzes the causes of wear on cylinder liners. A review of methods for increasing the life of cylinder liners is carried out. The reasons for the loss of performance and the main defects are given. The second section provides the part recovery process. Existing recovery methods are analyzed, a rational recovery method is selected, a repair drawing and recovery process maps are completed. In the third section, the design of a galvanic installation is developed. The work of the device is described, engineering design calculations are performed. Measures have been developed for the safe operation of the structure. Instructions for safe operation of the device have been developed. The feasibility study of the appropriateness of the use of the device is given.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	<u>8</u>
1 АНАЛИЗ ПРИЧИН ИЗНАШИВАНИЯ И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ	<u>10</u>
1.1 Анализ причин процесса изнашивания зеркала гильз.....	<u>10</u>
1.1.1 Характер износа гильз	<u>13</u>
1.1.2 Влияние материалов и качества их обработки на износ	<u>16</u>
1.1.3 Влияние особенностей конструктивного исполнения.....	<u>20</u>
1.1.4 Влияние условий эксплуатации	<u>22</u>
1.2. Методы увеличения ресурса гильз	<u>23</u>
1.2.1 Растачивание под ремонтный размер с последующим хонингованием.....	<u>24</u>
1.2.2 Термопластическое деформирование в матрице	<u>24</u>
1.2.3 Повышение ресурса гильзы постановкой дополнительного элемента.....	<u>25</u>
1.2.4 Индукционная центробежная наплавка	<u>26</u>
1.2.5 Вибронакатывание.....	<u>27</u>
1.2.6 Нанесение гальванических покрытий	<u>28</u>
2 РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА.....	<u>30</u>
2.1 Разработка мероприятий по организации отделения по восстановлению изношенных деталей	<u>30</u>
2.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ	<u>31</u>
2.3 Расчет фондов времени	<u>33</u>
2.4 Распределение общей трудоемкости по участкам	<u>34</u>
2.5 Расчет численности рабочих.	<u>35</u>
2.6 Расчет основного производственного оборудования	<u>38</u>
2.7 Расчет производственных площадей участков	<u>39</u>
2.8 Компоновка отделения по восстановлению изношенных деталей	<u>40</u>

2.9 Проектирование технологического процесса восстановления гильзы цилиндра.....	42
2.9.1 Разработка технологического процесса дефектации и выбор контрольно - измерительных средств	42
2.9.2 Выбор рационального способа восстановления гильзы.	42
2.9.3 Разработка ремонтного чертежа заданной гильзы.....	44
2.9.4 Расчет и выбор параметров нанесения покрытия	45
2.9.5 Определение норм времени выполнения операций.....	46
3 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ	48
3.1 Описание прототипа.....	48
3.2 Устройство предлагаемой установки для гальванопокрытий	49
3.3 Принцип работы установки.....	50
3.4 Техническая характеристика установки	50
3.5 Расчет пружины	51
3.6 Определение параметров гладкого цилиндрического соединения	52
3.7 Физическая культура на производстве.....	55
3.8 Экономическое обоснование конструкции.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	62
ПРИЛОЖЕНИЯ	64
СПЕЦИФИКАЦИИ	73

ВВЕДЕНИЕ

Растущие темпы сельскохозяйственного производства ставят перед инженерами задачу поддержания машин и оборудования в работоспособном состоянии.

В свою очередь для этого необходима минимизации всех издержек производства. Значительная часть себестоимости продукции сельского хозяйства определяется издержками на поддержание и восстановление работоспособности технологических машин и оборудования. Помимо этого, работоспособность машин косвенно влияет и на урожайность сельскохозяйственных культур, так как готовность техники выполнять возложенные на нее задачи, иначе говоря ее надежность, сказывается на возможности осуществлении сельскохозяйственных операций качественно, без потерь и в требуемые агротехнические сроки.

Способами снижения издержек на восстановление работоспособности машин и оборудования являются перевооружение ремонтно-технологической базы сельскохозяйственных предприятий, повышение квалификации эксплуатирующего и ремонтирующего технику персонала, освоение инновационных технологий восстановления и упрочнения изношенных деталей машин, технико-экономическое обоснование существующих технологических процессов и целесообразности осуществления восстановления в целом, а также научная организация труда рабочих, занятых в техническом сервисе.

Поступление в аграрное производство новой отечественной и 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, во 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 результате снижается их экономическая эффективность, которая имеет первостепенное значение в условиях жесткой конкуренции.

Хронически сложившийся в сельскохозяйственном производстве принцип остаточного финансирования обновления технологического оборудования и оснастки технического сервиса следует разрушить, поскольку отдача от вложений в данную сферу произойдет быстрее, чем от вложений в покупку новых технологических машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

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

В настоящей выпускной квалификационной работе предлагается проектирование технологического процесса восстановления гильз цилиндров с проектированием гальванической установки.

1 АНАЛИЗ ПРИЧИН ИЗНАШИВАНИЯ И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

1.1 Анализ причин процесса изнашивания зеркала гильз

Существует множество гипотез о причинах износа гильза-поршневое кольцо-поршневое соединение. Общепринято, что гильзы цилиндров изнашиваются из-за нескольких физических и химических процессов, происходящих на поверхностях трения: молекулярно-механический износ, возникающий в результате разрушения микрошероховатостей трущихся поверхностей во время их зацепления, схватывания металла и усталостного разрушения; коррозионный износ под воздействием газообразных продуктов сгорания топлива и кислот в результате растворения газов в конденсированных водяных парах; абразивный износ из-за попадания пыли в цилиндр и износа изделий.

На вопрос о том, какой из этих процессов играет решающую роль в износе цилиндров, однозначного ответа дать нельзя. Все эти процессы могут происходить одновременно, но один из них может стать основным.

В 40-х годах было установлено, что преобладающим типом износа цилиндров двигателя является коррозионный износ. Поэтому основное внимание в эти годы было уделено изучению этого типа износа и повышению коррозионной стойкости цилиндров. В результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ производимые в настоящее время двигатели обладают достаточной коррозионной стойкостью.

Возникающие явления коррозии на стенках цилиндров, в особенности при холодных пусках двигателей, а также в результате влияния продуктов сгорания топлива, являются характерными для коррозионно-механического вида изнашивания.

Теория коррозионного износа цилиндров, предложенная Дж. Ричердо в 1933 г., была впоследствии доработана и уточнена К. Уильямсом, А. Таубом и другими

учеными. Согласно современным представлениям коррозия цилиндров двигателя вызвана химическими или электрохимическими процессами.

Химическая или так называемая газовая коррозия происходит, когда металл подвергается воздействию диоксида серы, кислорода и его соединений при высоких температурах. Сущность этого вида коррозии заключается в присутствии в среде сжатой смеси в условиях высоких температур различных кислот, в том числе муравьиной, уксусной, азотной и угольной, а также альдегидов кислот и других соединений, содержащих кислород, углекислый газ, сернистый газ и пары воды.

Эти кислоты разъедают металл и вызывают коррозию, продукты которой превращаются в компоненты трения, и износ становится абразивным. Электрохимическая или кислотная коррозия является результатом воздействия металлических электролитов серной, угольной и других кислот при низких температурах. При контакте с рабочими поверхностями цилиндров эти кислоты разрушают структуру поверхностного слоя, и образующаяся на нем коррозионная пленка непрерывно удаляется поршневыми кольцами, увеличивая скорость износа.

Некоторые авторы считают, что абразив является доминирующим типом износа цилиндров. В этом случае между трущимися поверхностями деталей неизбежно появляются продукты износа и другие абразивные частицы, поступающие с загрязненным воздухом или смазкой. Эти твердые частицы пластически деформируют одну или обе поверхности трения деталей, создавая риски, царапины или даже сколы на них различной глубины и ширины [4].

Сколы на зеркале рукава являются следствием усталостного износа поверхности.

Усталостный износ - износ поверхности трения деталей или их отдельных участков в результате многократной деформации микрообъемов материала, приводящей к растрескиванию и разделению частиц [6].

В дополнение к вышеуказанному типу абразивного износа в сопрягаемых частях автомобильных двигателей существует еще один, когда структурные

элементы материала другой детали оказывают абразивное воздействие на материал одной из сопрягаемых частей. Типичным примером такого условия процесса является абразивное воздействие частиц хрома прикрепленных пористых хромированных поршневых колец на износ зеркала цилиндров двигателя.

Механический тип износа втулки также включает износ вследствие пластической деформации, при котором макрогеометрические размеры детали изменяются без потери веса под воздействием передаваемой нагрузки.

Молекулярно-механический износ, характерными чертами которого являются судороги, а также перенос металлических частиц с одной из сопряженных поверхностей на другую, очень часто проявляется в сопряжении деталей двигателя.

Молекулярно-механический износ возникает в результате одновременного механического воздействия и молекулярных атомных сил и сопровождается глубоким разрывом материала в точках контакта. Условия возникновения заедания металла создаются естественным образом в процессе трения и износа сопряженных поверхностей. Это происходит, когда силы, действующие в местах фактического контакта, вызывают напряжения, превышающие предел текучести. В связи с этим пластические деформации металла происходят в тонких поверхностных слоях, а поверхностные адсорбированные газовые пленки и загрязняющие вещества разрушаются. В то же время происходит сглаживание неровностей на поверхностях трения, благодаря чему площадь их фактического контакта значительно увеличивается. При близком приближении поверхностей возникает межатомное притяжение металлов, на значительной площади фактического контакта образуются металлические связи, то есть происходит схватывание (захват).

Результирующие установочные узлы разрушаются, поскольку сопрягаемые поверхности движутся относительно друг друга. Из-за пластической деформации в заданных точках металл затвердевает. Поэтому разрушение узлов, как правило, происходит на основании менее прочного металла. Таким образом, на

поверхности одной части вытягиваются металлические частицы, некоторые из которых прилипают к сопрягаемой поверхности, а остальные являются продуктами износа. В местах разрыва возникает концентрация напряжений, образуются трещины и снижается усталостная прочность деталей.

Известно, что молекулярное взаимодействие увеличивается с ростом температуры; На величину этого взаимодействия влияют структура и, как следствие, твердость металлов связанных деталей. Этот тип износа согласно этой классификации можно отнести к молекулярно-механическому типу износа. Однако классификация, предложенная М. М. Хрущевым, не отражает влияния температурного фактора, и в этом случае очень уместно воспользоваться характеристикой типа износа, называемого Б. И. Костецким, термического износа или износа, схватившись за второй вид.

Действительно, в тяжелых условиях трения цилиндров и поршневых колец, усугубляемых различными деформациями, температура в верхних зонах может превышать критическую температуру обычных минеральных масел, равную 220°C . Выше этой температуры такие масла теряют свои полезные свойства и не снижать молекулярное взаимодействие сопрягаемых поверхностей детали. Некоторые авторы считают, что металлическая заделка материала цилиндров и поршневых колец является основным фактором, определяющим износ цилиндров [4].

1.1.1 Характер износа гильз

Для того чтобы определить характер износа рабочей поверхности гильз цилиндров, необходимо узнать, виды сил оказывающих влияние действуют рабочей поверхности гильз цилиндров. На фиг.1 приведена схема сил, действующих на первое поршневое кольцо. Используя эту схему, можно представить механизм износа соединения.

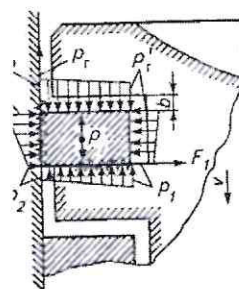


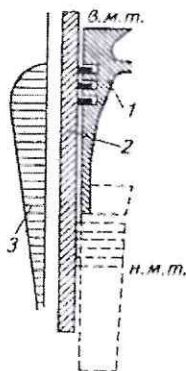
Рисунок 1.1 - Схема сил, действующих на поршневое кольцо.

На верхнем конце поршневого кольца давление газа немного отличается от давления в камере сгорания двигателя, прижимая его к нижнему концу канавки поршня. Снизу давление газов p_1 , проходящих через зазоры между кольцом или втулкой, кольцом или нижним концом канавки, действует на кольцо. Это давление газа изменяется по ширине кольца и имеет тенденцию отрывать его от плоскости соединения с канавкой. Однако давление газа на нижнем конце намного меньше, чем на верхнем, из-за его дросселирования в зазорах. В результате кольцо перемещается к нижнему концу канавки за счет разности давлений, действующей на ее верхний и нижний концы. Помимо давления газа на кольцо действует сила инерции p_j . Кольцо прижимается к зеркалу цилиндра силой, величина которой пропорциональна разности давлений газа в кольцевом пространстве (кольце) и на поверхности соединений с цилиндром. Давление газа на рабочей поверхности кольца (p_1 и p_2) меньше, чем на внутренней стороне, что объясняется дросселированием газа.

Между кольцом и поверхностью цилиндра возникает сила трения ($F_{тр}$), величина которой пропорциональна давлению кольца на поверхности цилиндра, возникающему в результате воздействия давления газа и силы упругости кольца. Эта переменная по величине сила направлена в направлении, противоположном движению поршня. Работа сил трения вызывает износ цилиндра и рабочей поверхности кольца. На работу сил трения влияют: соотношение физико-механических свойств материалов кольца и цилиндра; состояние смазки и наличие в ней абразива; температура соединяемых частей.

Работа сил трения нижних колец всегда меньше, чем у первого, что объясняется, с одной стороны, лучшими условиями смазки, а с другой - более низким давлением газа в лабиринтном уплотнении.

Вблизи верхней мертвой точки, при сжатии и рабочих ходах, цилиндр интенсивно изнашивается, что усугубляется действием высокой температуры газа, что приводит к выгоранию смазки на поверхности цилиндра. По мере того как поршень движется вниз, работа сил трения колец в соединении уменьшается. Кольца входят в область цилиндра, где на поверхности всегда есть масло, скорость износа цилиндра уменьшается по высоте. Диаграмма износа цилиндра (рис. 1.2) имеет форму конуса, более крупное основание которого расположено вблизи верхней мертвой точки.



1 – поршень; 2 – цилиндр; 3 – эпюра износа.

Рисунок 1.2- Характер износа гильз по высоте

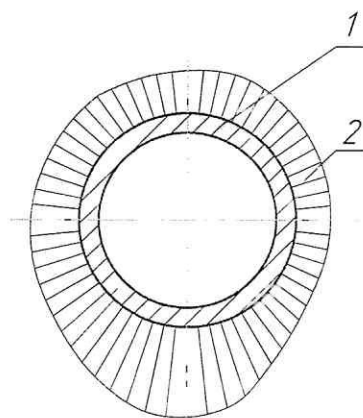
В плоскости качания шатуна износ цилиндра несколько больше из-за действия нормальной силы. Участок цилиндра, расположенный напротив поршневого пожарного ремня, когда он сверху, изнашивается. Интенсивность износа цилиндров, помимо перечисленных выше факторов, во многом определяется условиями работы двигателя и совершенством его обслуживания.

Неравномерный износ цилиндра по высоте приводит к радиальным перемещениям кольца в канавке. В результате смещения кольца и действия нормальной силы, прижимающей его к нижнему концу канавки, между ними возникает сила трения F_1 (см. Рис. 1.1). Работа силы трения вызывает износ первого поршневого кольца и канавки поршня, который обычно оценивается по

увеличению концевых зазоров b . Чрезмерный износ этих деталей приводит к тому, что дросселирующее действие кольца ослабляется. Газы свободно переходят в картер двигателя, что ускоряет старение масла и износ деталей цилиндропоршневой группы двигателя [4].

Износ цилиндров также неравномерен по окружности: изношенные цилиндры имеют овальную форму в радиальном сечении. Овальность цилиндров при износе является следствием направленного влияния потока горячей смеси, которая смывает смазку, поперечной силы поршня, неравномерного охлаждения цилиндров, деформации вследствие старения и т. д. При приработке деталей двигателя наибольший износ по окружности может происходить как в направлении оси коленчатого вала, так и перпендикулярно этой оси. Более того, характер радиального износа может варьироваться в зависимости от времени работы [4].

Характер износа рабочей поверхности гильзы цилиндра по окружности показан на рисунке 1.3.



1 – гильза; 2 – эпюра износа.

Рисунок 1.3 - Характер радиального износа гильзы.

1.1.2 Влияние материалов и качества их обработки на износ

Известно, что износ деталей машин в значительной степени зависит от качества металла, из которого изготовлена деталь. В узлах трения машин и механизмов широко используются чугун и сталь. Чугун используется для изготовления многих деталей и в качестве антифрикционного материала.

По характеру структурной основы чугуны подразделяются на ферритные, ферритно-перлитные, перлитные, мартенситные и т. Д. Наибольшая износостойкость создается при наличии пластинчато-перлитной основы в структуре чугуна. Ферритные чугуны имеют меньшую износостойкость по сравнению с перлитным чугуном, поэтому они используются редко.

Существенное влияние на износостойкость чугуна оказывают количество, форма и характер распределения графитовых включений в основной структуре. Когда чугун используется для износа, графит играет двойную роль. Являясь продуктом износа, он смазывает поверхности трения. Кроме того, графит, который является слабой структурой, уменьшает силу трения. Установлено, что износостойкость чугуна при трении увеличивается с укрупнением графитовых включений и уменьшением их количества на единицу длины трущихся поверхностей.

Наиболее важной особенностью чугуна является то, что его механические свойства заметно не снижаются с температурой. Из приведенных выше свойств чугуна следует, что этот материал соответствует требованиям и условиям работы рукава. Кроме того, из-за того, что температура в цилиндре может достигать довольно высоких значений, а химический эффект продуктов сгорания топлива велик, чугуны, из которых изготовлены гильзы, дополнительно легированы хромом, алюминием и кремнием повысить термостойкость (т.е. выдерживать механические нагрузки при высоких температурах).

Существенным фактором, влияющим на износ деталей, является метод механической обработки. Плохая отделка трущихся поверхностей, наличие шероховатости и шероховатости на ней, выемок и выступов вызывают большой износ, особенно в период приработки и обкатки дизельных двигателей.

Ученые показали, что чистота обработки сильно влияет на производительность деталей. Износостойкость, усталостная прочность и способность деталей противостоять действию коррозии зависят от качества обработки поверхности.

Поверхности деталей при любой обработке никогда не бывают идеально гладкими. Они всегда имеют определенную шероховатость, которая по своим размерам и происхождению делится на макрогрубость, волнистость и микрошероховатость.

Макро-неровности обычно понимаются как неровности значительной величины, которые появляются в результате механической обработки (эллиптичность, бочкообразная, конусность и т. Д.). В результате низкой жесткости и вибрации машины или детали на эти неровности накладываются небольшие волны, которые, в свою очередь, покрываются неровностями очень маленького размера - микрошероховатостями.

В первом периоде работы, то есть в течение периода приработки, микро-неровности на поверхности трущихся деталей интенсивно изнашиваются, и образуются новые неровности, имеющие новую форму, размер и направление. Эти неровности создают оптимальную шероховатость на поверхности, которая может быть как больше, так и меньше, чем исходная, полученная после механической обработки.

После трения многие трущиеся детали имеют шероховатость 10–20 мкм. Шероховатость, полученная после приработки этих деталей, обычно не превышает 6 микрон. Таким образом, процесс приработки сопровождается большим износом металла, что увеличивает зазоры в сопряжениях [16].

Следовательно, важной задачей является получение оптимальной шероховатости (микрорельефа) на рабочей поверхности вкладыша и, как следствие, минимизация приработки и эксплуатационного износа.

Микрорельеф поверхностей деталей машин и устройств определяет практически все их эксплуатационные свойства, в том числе такие важные, как приработка и износа.

Начальный микрорельеф трущихся поверхностей определяет не только время приработки и начальный износ, но и нормальную скорость износа. Это связано с решающим влиянием на износ трущихся поверхностей таких факторов, как поверхность подшипника и поглощение масла при работе со смазкой.

Характер микрорельефа - размер, форма, относительное положение микрошероховатости определяется методом и условиями обработки поверхности.

С увеличением радиусов пиков выступов неровностей и их однородности по форме и высоте, несущей способности поверхности, скорости ее приработки, контактной жесткости, гидроплотности и толщины масляная пленка, образующаяся при увеличении смазки. С увеличением радиуса кривизны углублений повышается усталостная прочность, устойчивость к коррозии и пылеобразованию поверхности.

Основными особенностями и недостатками методов отделки являются:

- 1) относительно низкая несущая способность, в связи с остроконечной формы микронеровностей и, соответственно, небольшой опорной поверхности на начальных сближений во время приработки;
- 2) прямая связь между шагом и высотой микрошероховатости и, как следствие, низким расходом масла на поверхностях высокой чистоты;
- 3) невозможность регулирования формы микрошероховатостей на одной высоте;
- 4) незначительные пределы возможного изменения формы и расположения микрошероховатостей во всем обеспечиваемом ими диапазоне шероховатости поверхности;
- 5) высокая степень неоднородности (нерегулярности) микрорельефа [6].

Существуют способы обработки поверхности деталей, которые в некоторой степени лишены этих недостатков. Они называются обкаткой и вибрацией (вибро). Накатывание позволяет увеличить радиус кривизны вершин микрошероховатости, и в результате этого увеличить опорную поверхность.

Суть вибропроката заключается в тонкой пластической деформации поверхности и применении правильного микрорельефа. Испытания и исследования показывают, что повышение однородности (регулярности) микрорельефа поверхностей деталей машин позволяет повысить такие важные

свойства, как износостойкость, стойкость к отверждению и коррозионная стойкость.

Существенное влияние на износ гильз двигателя оказывает метод обработки его внутренней поверхности. Помимо механических методов упрочнения деталей используются: термообработка поверхности (поверхностное упрочнение, упрочнение и т. Д.); накопление электролитов при ремонте (пористое хромирование, глажка, осталивание и т. Д.); металлизация, наплавка и др. методы.

Чтобы увеличить износостойкость вкладыша, его поверхность хромирована, железо закалена высокочастотным током и т. Д., То есть измените структуру и свойства этой поверхности для увеличения ресурса.

Изучив и проанализировав этот элемент, можно сделать вывод, что материал из которого сделана гильза и качество ее обработки оказывают большое влияние на износостойкость и в целом на срок службы.

1.1.3 Влияние особенностей конструктивного исполнения.

Конструкция двигателя, в частности узлы трения, также оказывает существенное влияние на их износ и надежность.

По словам А. В. Саблина (ЦНИДИ), скорость износа дизельных цилиндров зависит не только от материала пары гильза - поршень, но и от конструкции системы охлаждения дизеля.

Износ гильз цилиндров и поршневых колец зависит от конструкции и условий подачи смазки. Необходимо обеспечить, чтобы кольца и поршень двигались вдоль масляного слоя. Большой зазор между поршнем и цилиндром, заполненный слоем масла, уменьшает трение, а маленький увеличивает его. Но при большом зазоре может произойти прорыв газов из цилиндра, в результате чего масло из стенки цилиндра будет сдуто.

Когда поршень движется вниз, нижний край кольца счищает часть масла со стенок цилиндра. Образуется значительная масса масла, что препятствует проникновению воздуха из картера в цилиндр и позволяет поршню полностью всасывать воздушный заряд в цилиндр. В то же время на стенках цилиндра

остается масляный слой, подверженный действию поступающего воздуха. Во время процесса сжатия масло собирается на верхнем краю кольца и противодействует проникновению сжатых газов.

Температура внутри цилиндра в конце такта сжатия в зависимости от степени сжатия, начальной температуры газа и отвода тепла от стенки цилиндра достигает 750°K . Повышение температуры способствует испарению и частичному разложению масла. Максимальная температура внутри цилиндра (около 1800 K), при которой масло может сгореть, развивается, когда поршень находится в верхней мертвой точке, то есть когда большая часть масляного слоя покрыта поршнем. Во время хода поршня давление газа в цилиндре, действуя на масло, остающееся в верхней части цилиндра, толкает его вниз, выталкивая из зазора под кольцом.

Если имеется несколько колец, то масло, отведенное газами из верхнего кольца, будет накапливаться на следующих кольцах, и это предотвратит прорыв газа.

Как только смесь воспламеняется и начинается ход поршня, слой смазки открывается и подвергается воздействию высоких температур (до 2000 K). Эти температуры достаточны для самовоспламенения легких нефтяных фракций. Понятно, что это приводит к разложению масла с выделением свободного углерода, так называемой карбонизации масла. Скорость разложения (карбонизации) увеличивается с ростом температуры и давления.

Разделение отложений углерода из-за карбонизации масла способствует износу рукавов, колец и клапанов. Характер месторождения зависит от состава нефти и температурных условий. Чтобы уменьшить осадок и износ, избегайте чрезмерной подачи смазки в верхнюю зону цилиндра. По экспериментам П.П. Качалов показал, что при простом увеличении подачи масла не удастся добиться снижения износа. Непрерывность масляной пленки на втулке может быть обеспечена даже при низком расходе масла.

Движение поршневых колец в их пазах действует как насос, подающий масло в камеру сгорания. Значительные трудности в работе были вызваны свойствами

поршней всасывать масло в камеру сгорания при работе двигателя на низких оборотах. Эти трудности особенно велики для алюминиевых поршней: алюминий, имеющий высокий коэффициент расширения, требует большого зазора между поршнем и стенкой цилиндра. При небольшой нагрузке на двигатель поршень недостаточно нагревается и недостаточно расширяется, чтобы разрушить большой зазор. В зазоре накапливается большое количество масла, которое благодаря насосному действию колец сбрасывается в камеру сгорания [].

Отношение хода поршня к диаметру цилиндра S / D оказывает большое влияние на износ гильзы. Опыт показал, что для той же модели двигателя уменьшение отношения S / D за счет увеличения диаметра цилиндра в некоторой степени снижает износ цилиндров и поршневых колец. В приближении можно предположить, что отношение S / D , близкое к единице, является оптимальным. С ее увеличением средняя скорость поршня увеличивается, что снижает долговечность поршневых колец и цилиндров, и с уменьшением путь трения колец относительно цилиндра уменьшается, и большие удельные нагрузки воспринимаются его поверхностью.

1.1.4 Влияние условий эксплуатации

Среди эксплуатационных факторов большое влияние на износ вкладыша оказывают следующие:

- 1) Качество топлива
- 2) Качество масла
- 3) Режимы и условия работы двигателя, включая период обкатки.
- 4) Качество обслуживания.

Учитывайте эти факторы.

В дизельных двигателях в основном используются нефтяные топлива, как дистиллятные, так и остаточные - тяжелые. Топливо представляет собой сложную смесь углеводородов, в которой также содержатся соединения воды, серы, ванадия и натрия.

Сера может быть включена в состав топлива как в свободном состоянии, так и в виде различных соединений серы. Соединения серы включают сероводород и сульфаты некоторых металлов, которые в небольших количествах входят в минеральную часть нефти. Однако большая часть серы находится в форме органических соединений.

Наиболее важными из органических соединений серы, которые составляют масло, являются: меркаптаны; сульфиды; дисульфиды (и полисульфиды); тиофены и тиофаны.

Из этих соединений серы сероводород и меркаптаны, которые содержат водород, который может быть заменен металлом с образованием соответствующих сульфидов или меркаптидов, являются наиболее реакционноспособными и активными в отношении воздействия металла.

Свободная сера также активна. Поэтому содержание сероводорода и других активных соединений серы в топливе является недопустимым и контролируется специальным анализом присутствия сероводорода через индикаторную бумагу и анализом медной пластины, показывающим присутствие серы и активных соединений серы в топливо.

Период обкатки двигателя в автомобиле требует особого внимания, поскольку именно в этот период из-за повышенных удельных давлений в сопряженных деталях, отсутствия стабильности зазоров и целостности масляной пленки и может произойти преждевременный износ поверхностей трения. Повторные проверки показали, что при полной нагрузке двигателя сразу после заводской обкатки, после 100 часов испытаний в соответствии с техническими условиями привода, износ цилиндров достигает значений, эквивалентных 40-50 тыс. км пробега автомобиля. Период обкатки двигателя на автомобиле заканчивается в среднем на 2,5-3,5 тысячи километров.

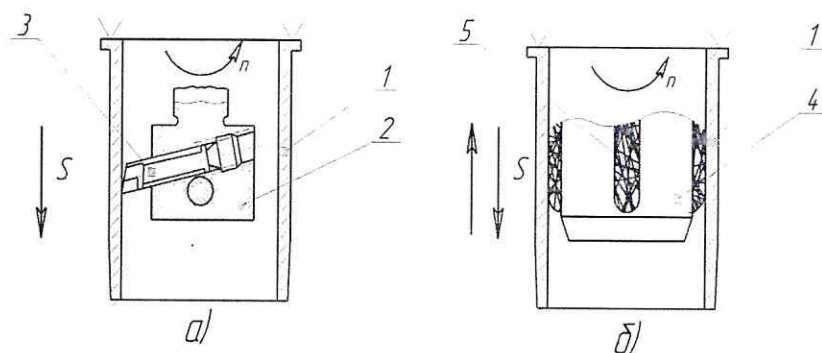
1.2 Методы увеличения ресурса гильз

Среди большого количества методов, рассмотрим основные.

1.2.1 Растачивание под ремонтный размер с последующим хонингованием

Этот метод является одним из самых простых. Суть метода состоит в том, чтобы иметь предварительно отрегулированный больший размер, оставляя припуск на хонингование.

Затем поверхность рукава оттачивается. Это создает систему случайно расположенных канавок, которые удерживают смазку на поверхности. Основным недостатком восстановления рукавов для ремонтных размеров является резкое (на 20 - 30%) уменьшение их ресурса по сравнению с новыми из-за уменьшения твердости поверхности []. Принципиальная схема этого метода представлена на рисунке 1.4.



1 – гильза; 2 – шпиндель расточного станка; 3 – резец;

4 – хонинговальная головка; 5 – алмазный брусок.

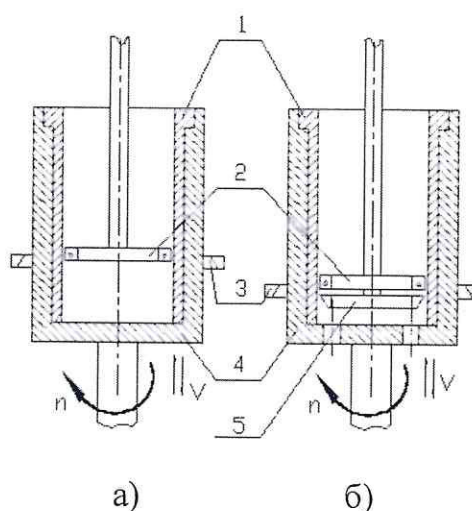
Рисунок 1.4 - Схема обработки гильзы под ремонтный размер.

а) растачивание; б) хонингование.

1.2.2 Термопластическое деформирование в матрице

Суть метода восстановления термопластичным сжатием (рис. 1.5) заключается в том, что деталь 1 помещена в матрицу 4, охлаждаемую водой. Индуктор вводится внутри гильзы и нагревается. При нагревании выше 900°C происходят структурные превращения и необходимый рост зерна чугуна. Из-за ограничения матрицы свободного расширения во втулке внутренняя температура

увеличивается и при определенном значении пластические деформации развиваются в радиальном направлении. В результате диаметр внутренней поверхности уменьшается. Так, на гильзах цилиндров двигателя при оптимальных оборотах и температуре нагрева диаметр уменьшается на 0,75 ... 0,90 мм, что достаточно для их обработки для номинального размера. Сжатие выполняется на шестиступенчатой автоматической установке с мощностью 220 ... 240 втулок в смену. Износостойкость восстановленных деталей равна износостойкости новых деталей [6].



1 – гильза цилиндра, 2 – индуктор, 3 – спрейер охлаждающий, 4 – матрица, 5 – спрейер закалочный.

Рисунок 1.5 - Схема термопластического деформирования в охлаждаемой матрице, а) незакаливаемых гильз из легированного чугуна; б) закаливаемых гильз.

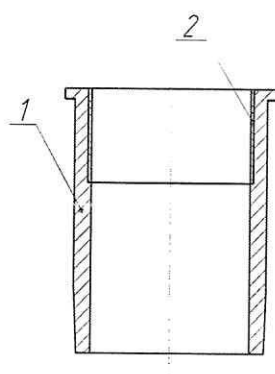
Существует также возможность закалки внутренней поверхности гильзы. Для этого помимо охлаждающего спрейера 3 вводят еще и закалочный 5.

При этом износостойкость увеличивается.

1.2.3 Повышение ресурса гильзы постановкой дополнительного элемента

При восстановлении постановкой дополнительной ремонтной детали (рисунок 1.6) гильзу цилиндра 1 растачивают и хонингуют под определенный

размер. Затем на прессе запрессовывают дополнительные элементы 2, изготовленные из холоднокатаной термообработанной калиброванной тонкой (0,5...1,0 мм) ленты из стали У8А, У10А, 70С2ХА, 40КХНМ, ОХ17Н7ГТ, ОХ17ГТ-ВИ и др. Натяг при запрессовке составляет 0,15...0,18 мм, твердость ленты HRC 45...55. В гильзы двигателей ЯМЗ-238НБ запрессовывают четыре пластины шириной 70 мм, двигателя ЗМЗ-53 — две вставки шириной 75 мм. После установки дополнительной ремонтной детали гильзы подвергают черновому и чистовому хонингованию. Для нового восстановления изношенные пластины снимают и устанавливают новые [16].



1 — гильза; 2 — вставка.

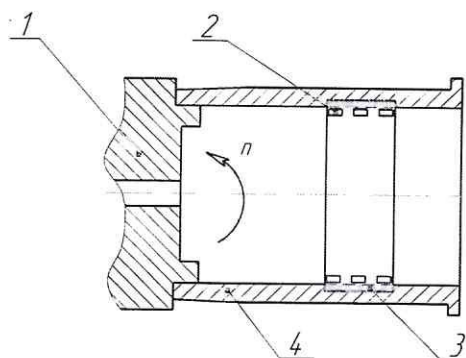
Рисунок 1.6 - Схема восстановления гильз постановкой дополнительного элемента.

Одним из вариантов этого метода является электроконтактная сварка ленты.

Преимущество восстановления рукавов путем электрической контактной сварки ленты по сравнению с ранее рассмотренным способом состоит в том, что в этом случае они используют дешевые и исправные ленты из стали 40, 45, 50 и т. д. Высокая твердость и износостойкость втулки обеспечиваются для учета самозатвердевания ленты при ее сварке. Порошковая сварка также возможна.

1.2.4 Индукционная центробежная наплавка

Перед применением данного способа гильзу 4 (рисунок 1.7) в верхней, части (на длине 65...70 мм) растачивают на глубину 0,5 мм. Далее закрепляют в патроне 1 автоматизированной установки и вращают с частотой 750...950 мин⁻¹.



1 – кулачки вращателя; 2 – индуктор; 3 – шихта;
4 – гильза.

Рисунок 1.7 - Схема индукционной центробежной наплавки.

Подают шихту 3, состоящую из флюса и порошка ПГ-ХН80СР4. Под действием центробежных сил шихта равномерно распределяется по поверхности гильзы. Шихту расплавляют индуктором ТВЧ 2. После охлаждения гильзы до температуры 200...300°C останавливают ее вращение. Далее проводят отпуск для снятия внутренних напряжений, расточку и хонингование. Твердость наплавленной поверхности может составлять HRC 55...58, износостойкость увеличивается в 4...6раз.

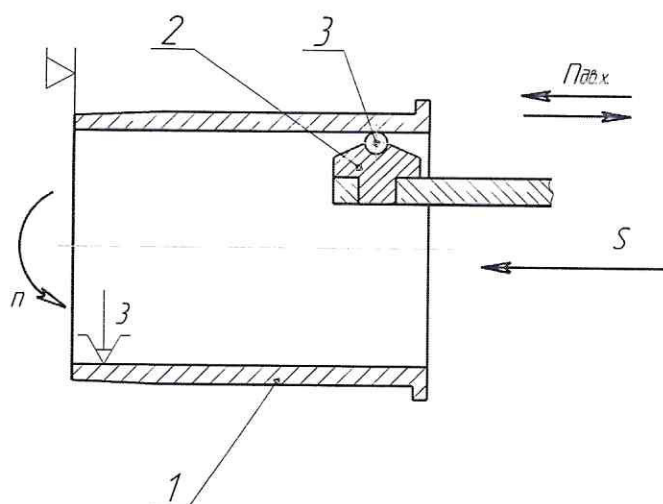
1.2.5 Вибронакатывание

Суть процесса вибрационной прокатки (рис. 1.9) заключается в том, что из-за сложного относительного перемещения заготовки и инструмента регулярно расположенные канавки выдавливаются с помощью шарика (или алмазного наконечника) (в то время как старый микрорельеф сохраняется между ними или новый микрорельеф создан).

Гильза цилиндра 1 закрепляется в патроне токарно-винторезного станка, а а устройство для вибронатки 2 с шариком 3 – в резцедержателе станка.

Установите скорость муфты и продольную подачу, пока шарик совершает возвратно-поступательное движение. Вибропривод с шариком может быть механическим (эксцентриковым), электромагнитным и пневматическим. Чтобы

образовать канавку, шар должен двигаться вдоль поверхности, создавая нормальную силу давления на эту поверхность.



1 — гильза; 2 — виброголовка; 3 — шарик.

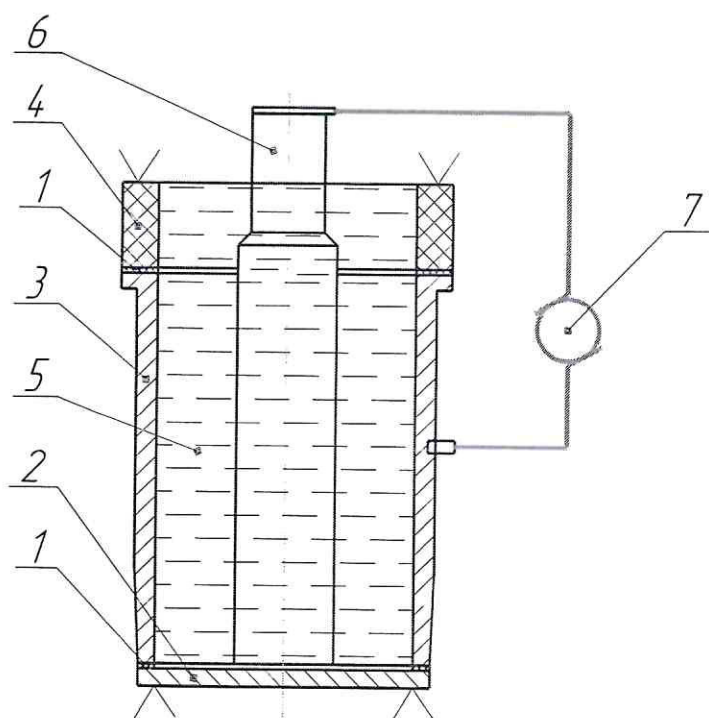
Рисунок 1.9 - Принципиальная схема вибронакатывания

В зависимости от режима износостойкость гильз повышается от 1,5 до 2-х раз [16].

1.2.6 Нанесение гальванических покрытий

При восстановлении гильз цилиндров используются сплавы Fe-P, Fe-Ni-P и др., с помощью которых получают железо-фосфорные покрытия толщиной до 1 мм со скоростью осаждения 0,25 ... 0,35 мм / ч. Содержание фосфора в сплаве составляет 7 ... 10%, его микротвердость в исходном состоянии составляет 7000 ... 8000 МПа. Сплавы железа с фосфором используются для восстановления гильз цилиндров, поскольку при их нагреве до температуры более 250 ° C микротвердость покрытий не уменьшается, а, наоборот, увеличивается за счет образования фосфидов железа. В результате этого резко увеличивается износостойкость и улучшается адгезия к основному металлу. После термообработки таких покрытий при 400 ° C в течение 1 ч их микротвердость достигает 16000 МПа, износостойкость более чем в 2 раза выше, чем у закаленной стали 45, и более чем в 10 раз выше, чем у обычного электролитического железа [6].

Сущность данного способа представлена на рисунке 1.8.



1 – прокладка; 2 – подставка; 3 – гильза; 4 – кольцо;
5 – электролит; 6 – анод; 7 – источник постоянного тока.

Рисунок 1.8 - Сущность электролитического осаждения.

Деталь 3 герметизируется снизу с помощью подставки 2 и прокладки 1. На верхнюю часть детали надевается кольцо 4. В деталь заливается электролит 5, а сама деталь представляет собой ванну. Анод 6 вводится внутрь гильзы. В этом случае анод и гильза соединены проводами с источником 7 постоянного тока. Процесс осаждения металла на стенках гильзы продолжается.

Данный метод является весьма трудоемким, поэтому было принято решение разработать конструкцию гальванической установки для одновременного восстановления партии гильз методом электролитического натирания.

2 РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

2.1 Разработка мероприятий по организации отделения по восстановлению изношенных деталей

Объем работы для проектирования отделения (ОВИД) был выдан руководителем выпускной квалификационной работы представленный в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Программа отделения

Наименование детали	Количество шт.
1. Детали типа полый цилиндр	2240
2. Валы коленчатые	280
3. Валы распределительные	280
4. Детали типа вал и Штоки	4000
5. Пружины	1000
6. Полуоси	1600
7. Крестовины	700
8. Вилки карданные	900
9. Шатуны	2240
10. Детали типа втулка	120
11. Шкивы	300
12. Тормозные барабаны	300

2.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ

Удельные трудоемкости по восстановлению изношенных деталей были определены в результате нормирования восстановительных работ, методами хронометрирования одного из предприятий по ремонту, методом аналогии и аналитическим методом. Эти значения приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Удельная трудоемкость восстановления деталей по номенклатуре

Наименование детали	Удельная трудоемкость, час.
1. Детали типа полый цилиндр	0,5
2. Коленчатые валы	1,4
3. Валы распределительные	1
4. Детали типа вал и штоки	1
5. Пружины	0,3
6. Полуоси	0,5
7. Крестовины	0,5
8. Карданные вилки	0,6
9. Шатуны	1
10. Детали типа втулка	0,8
11. Шкивы	0,3
12. Тормозные барабаны	1

На основе информации о годовой программе ОВИД и удельную трудоемкость рассчитываем основную трудоемкость из следующего выражения:

$$T_{осн} = T_{уд} \cdot n \quad (2.1)$$

где $T_{уд}$ – удельная трудоемкость, ч. час

n – количество деталей.

Рассчитанные значения представлены в сводной таблице 2.3

Таблица 2.3 Основная трудоемкость восстановления деталей

Наименование деталей	Основная трудоемкость
1. Гильзы цилиндров	1120
2. Коленчатые валы	392
3. Распределительные валы	280
4. Штоки и валы	4000
5. Пружины	300
6. Полуоси	800
7. Крестовины	350
8. Карданные вилки	540
9. Шатуны	1120
11. Детали типа втулка	96
12. Шкивы	90
13. Тормозные барабаны	300
Итого	9388

Кроме основной трудоемкости при восстановлении изношенных деталей учитывается трудоемкость дополнительных работ.

В таблице 2.4. приведены исходные данные для расчета дополнительных трудоемкостей по восстановлению деталей.

Таблица 2.4 Объем дополнительных работ

Наименование	% от трудоемкост восстановления	Трудоемкость дополнительных работ, чел·ч
1. Ремонт собственного оборудования	10%	939
2. Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	5%	496,4
3. Прочие неучтенные работы.	10%	939
		2374,4

Рассчитаем общую трудоемкость по выражению

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} \quad (2.2)$$

где $T_{\text{осн}}$ – основная трудоемкость

$T_{\text{доп}}$ – дополнительная трудоемкость.

$$T_{\text{общ}} = 9388 + 2374 = 11762 \text{ чел·ч}$$

2.3 Расчет фондов времени

Запланируем пятидневную рабочую неделю в одну смену.

Существуют фонды времени ремонтной мастерской, рабочего и оборудования. Номинальный фонд времени объединяет все эти три вида, и они совпадают и рассчитываются из выражения:

$$\Phi_{\text{ном.}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) * n_{\text{см}} * t_{\text{см}} \quad (2.3)$$

где $D_{\text{к}}$ – кол-во календарных дней;

$D_{\text{вых}}$ – кол-во выходных дней;

$D_{\text{пр}}$ – кол-во праздничных дней;

$n_{\text{см}}$ – кол-во смен в сутки;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены (8ч.).

$$\Phi_{\text{ном}} = (365 - 105 - 15) * 8 * 1 = 1960 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего рассчитывается из выражения:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_0 * t_{\text{см}}) * \eta_{\text{р}}, \quad (2.4)$$

где K_0 - общее количество дней для отпуска (28 дней)

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

Результат расчетов действительного фонда времени сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5. Действительные фонды времени.

Категория специальности	Специальность рабочего	$\eta_{\text{р}}$	$\Phi_{\text{д.р.}}, \text{ч.}$
I	Кузнец, медник, сварщик, маляр	0,88	1527
II	Мойщик, вулканизаторщик, гальваник, испытатель	0,89	1545
III	Слесарь, токарь, плотник	0,9	1562

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н}} * \eta_{\text{о}} * n_{\text{с}}, \quad (2.5)$$

где $n_{\text{с}}$ - число смен;

$\eta_{\text{о}}$ - коэффициент использования оборудования ($\eta_{\text{о}} = 0,97 \dots 0,98$ [42])

$$\Phi_{\text{д.о.}} = 1960 * 0,97 * 1 = 1372,2 \text{ ч.}$$

2.4 Распределение общей трудоемкости по участкам

Производственная мощность предприятия определяется мощностью его ведущих мастерских, а мощность мастерских - силой ведущих площадок. Внутри площадок производственная мощность определяется мощностью ведущих групп оборудования. Ведущие группы включают оборудование, которое выполняет основную часть работы (по сложности и трудоемкости).

Таблица 2.6 - Распределение трудоемкости по участкам

11762	Общая трудоемкость работ чел.ч.	Трудоемкость работ по участкам											
		15	Участок очистки	15	Участок измеритель- но дефектовочный	20	Участок гальваниза- ции	35	Слесарно—механичес- кий участок	12	Участок сварочно нап- лавочный	3	Склад хранения гото- вой продукции и ремо- нтного фонда.
		%		%		%		%		%		%	
		Чел.ч		Чел.ч		Чел.ч		Чел.ч		Чел.ч		Чел.ч	
		1764,36		1764,36		2353,48		4116,84		1411,48		352,8	

2.5 Расчет численности рабочих.

Все работники ремонтного предприятия в зависимости от выполняемой ими работы условно подразделяются на следующие группы: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, младший обслуживающий персонал, инженерно-технический персонал и аппарат управления.

Производственные рабочие - люди, непосредственно выполняющие технологические операции по ремонту объектов или изготовлению новых изделий, выпускаемых предприятием: мытье рабочих из машин, сборочных единиц и деталей; монтажники и др.

Перечень численности основных производственных рабочих на площадках определяется по формуле:

$$P_{уч}^{сп} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{\text{дп}} \cdot K}, \quad (2.6)$$

где $P_{уч}^{сп}$ - списочное число основных производственных рабочих

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

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени рабочего, ч.

κ - коэффициент перевыполнения норм выработки

$$\kappa = 1,05 \dots 1,15$$

Численность вспомогательных рабочих принимается в размере 10...15% численности основных производственных рабочих.

1. Участок очистки

$$P_{NI} = \frac{1764,36}{1545 \cdot 1,1} = 1 \text{ чел}$$

2. Участок измерительно -дефектовочный

$$P_{NI} = \frac{1764,36}{1545 \cdot 1,1} = 1 \text{ чел}$$

3. Участок гальванизации

$$P_{NI} = \frac{2353,48}{1527 \cdot 1,1} = 1 \text{ чел}$$

4. Слесарно-механический участок

$$P_{NI} = \frac{4116,84}{1562 \cdot 1,1} = 2 \text{ чел}$$

5. Участок сварочно-наплавочный

$$P_{NI} = \frac{1411,48}{1527 \cdot 1,1} = 1 \text{ чел}$$

Всего 6 человек.

Принятое число основных производственных и вспомогательных рабочих распределяется по разрядам: I, II, III, IV, V, VI соответственно в процентом соотношении: 4, 9, 36, 41, 7 и 3.

Численность инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП) принимается соответственно 8...10%, 2...3% 2...4% суммы чисел производственных и вспомогательных рабочих.

В таблице 2.7. приведено распределение рабочих по разрядам.

Таблица 2.7 - Распределение рабочих по разрядам.

Специальность рабочего	Число рабочих	Численность рабочих по разрядам					
		I	II	III	IV	V	VI
Мойщик	1				1		
Дефектовщик	1				1		
Слесарь	2		1	1			
Токарь	1		1				
Сварщик	1		1				
Служащие	1						
ИТР	1						
МОП	1						
Итого	9						

2.6 Расчет основного производственного оборудования

Исходными данными для определения состава оборудования является рабочий процесс и сложность выполнения определенных видов работ или операций.

Количество металлорежущих станков определяют по формуле:

$$S_{CT} = \frac{T_{CT} \cdot K_H}{\Phi_{Ю} \cdot \eta_3}, \quad (2.7)$$

где T_{CT} - годовая трудоемкость станочных работ, ч;

K_H - коэффициенты неравномерности загрузки предприятия, равный 1,0...1,3

$\Phi_{Ю}$ - действительный фонд времени станка, ч.

η_3 - коэффициенты загрузки станка, равный 0,85...0,90

$$S_{CT} = \frac{4116,84 \cdot 1,3}{1901,2 \cdot 0,85} = 4$$

Рассчитанное число станков распределяют по видам, ориентируясь на следующее соотношение: токарные – 3...50%, расточные – 8...10%, строгальные – 8...10%, фрезерные – 10...12%, сверлильные – 10...15%, шлифовальные – 12...20% от общего количества.

Исходя из процентных соотношений количество токарных станков будет равно 2, сверлильных 1, шлифовальных 1.

Полученное число станков распределяют по маркам с учетом массы и размеров обрабатываемых деталей.

Число моечных машин определяют по формуле:

$$S_M = \frac{Q}{\Phi_{Ю} \cdot q \cdot \eta_M \cdot \eta_i}; \quad (2.8)$$

где Q –общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период, т;

q – производительность моечной машины, т/ч;

η_m - коэффициент загрузки моечной машины по массе равный 0,6...0,8.

η_i - коэффициент использования моечной машины, по времени равный 0,8...0,9.

$$S_i = \frac{5,2}{1901,4 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,9} \approx 1$$

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбираем согласно технологическому процессу, пользуясь технической литературой.

2.7 Расчет производственных площадей участков

Территория отделения по восстановлению изношенных деталей подразделяется на производственную и вспомогательную. Производственные площади включают в себя площади, занятые технологическим оборудованием, рабочими местами, наземными транспортными устройствами, ремонтными мастерскими, деталями, расположенными рядом с рабочими местами, а также рабочими зонами, проходами и проходами между оборудованием (за исключением основных транспортных магистралей).

Расчет производственных площадей участков рассчитываем по формуле:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma, \quad (2.9)$$

где $F_{об}$ - площади занимаемые оборудованием, м^2 ;

σ - коэффициент учитывающий рабочие зоны и проходы;

Расчет производственных площадей участков сводятся в таблицу 2.8.

Таблица 2.8. – Расчет производственных площадей участков.

№ п/п	Наименование участка	$F_{об}$ $м^2$	σ	Площадь участка $м^2$	
				Расчетная	Принятая после планировки
1	Участок очистки	17,6	3,5	61,6	62
2	Участок измерительно- дефектовочный	6,24	3,0	18,72	19
3	Гальванический участок	4,5	3,5	15,7	16
4	Слесарно механический участок	12,58	3,5	44,04	45
5	Участок сварочно- наплавочный	20,0	5,0	100	100
6	Участок хранения готовой продукции и ремонтного фонда	-	-	-	46

К вспомогательным помещениям относятся склад. Площадь склада принимаем по типовому проекту.

2.8 Компоновка отделения по восстановлению изношенных деталей

Определив общую требуемую площадь отдела и зная сложность ремонтных работ, составим общий план отдела, то есть рациональное распределение участков с учетом требований процесса ремонта.

Как правило, строительно-ремонтные предприятия проектируют прямоугольную форму. Соотношение длины и ширины здания определяется номенклатурой ремонтируемых объектов, производственной программой и выбранной технологической схемой. Доступны следующие варианты технологического процесса: прямой, L-образный и U-образный.

Основой для компоновки площадок является соответствие схемы технологического процесса ремонта объекта и транспортировки внутризаводских грузов. Направление грузопотока должно совпадать с ходом технологического процесса.

В нашем случае была выбрана прямая линия производственного процесса.

Технологическая схема размещения оборудования на каждом объекте осуществляется на основании плана расположения. Указывает на строительные элементы здания, на которых расположены технологическое и погрузочно-разгрузочное оборудование, расположение рабочих во время работы, а также расположение мест для подачи электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара, газа, и т. д. место для хранения деталей и сборочных единиц, тротуаров и т. д.

Основным принципом планирования оборудования является прямолинейное перемещение узлов или деталей во время ремонта и установление минимальных расстояний между отдельными видами оборудования, оборудования и строительных элементов в соответствии с нормами технологического проектирования. На схеме каждый тип оборудования имеет символ, который соответствует его контурам на плане, а размеры соответствуют общим размерам в соответствующем масштабе. Контур упрощен. Все оборудование пронумеровано по порядку, обычно слева направо или сверху вниз. Вне контура они дают символы для мест подачи масла, воздуха и т. Д.

Подъемно-транспортное устройство выбирается исходя из массы, частоты подъема и направления движения деталей, габаритных размеров

товара и расстояния транспортировки. В процессе верстки и планирования площадь участков окончательно указывается и заносится в таблицу 2.8.

2.9 Проектирование технологического процесса восстановления гильзы цилиндра

В данном параграфе представлены основные этапы проектирования технологического процесса восстановления гильзы цилиндров.

2.9.1 Разработка технологического процесса дефектации и выбор контрольно измерительных средств

Выбор средств измерения выполняется на основании погрешности измерения и измерительного инструмента.

В гильзах цилиндров внутренний диаметра контролируется индикаторным нутромером, в шести сечениях и в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Подробный перечень инструментов представлен в технологической карте на дефектацию.

2.9.2 Выбор рационального способа восстановления гильзы

Выбор рационального способа ведется на основании трех критериев, технического, технологического и технико-экономического. Ранее нами были проанализированы многие методы восстановления поршней. На наш взгляд, наиболее рациональным методом является гальванические методы. С технологической стороны эти методы подходят лучше чем другие, так как не происходит нарушение структуры основного металла, из за малого температурного воздействия. Следующим положительным свойством является то что на поверхности восстанавливаемой детали осаждается чистый металл, без каких либо примесей. Так же не маловажно, что слесарно механическая обработка в таких случаях сводиться к минимуму.

Актуальность гальванического метода восстановления поршней

подтверждена с технологической стороны.

Рассмотрим следующие два критерия.

Технический критерий оценивается по коэффициенту долговечности K_d .

$$K_d = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_P, \quad (2.4)$$

где K_i , K_B , K_C – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

K_P – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_P = 0,8 \dots 0,9$.

При $K_d \rightarrow \max$ метод считается наиболее рациональным.

Для гильз цилиндров сравним такие методы как наплавка, постановка ДРД и гальванический способ.

Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности K_d , определяемому по формуле:

$$K_d = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_P, \quad (2.10)$$

где K_i , K_B и K_C – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

K_P – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_P = 0,8 \dots 0,9$

Механизированная наплавка под слоем флюса.

$$K_i = 0,91; K_B = 0,87; K_C = 1,00$$

$$K_d = 0,97 \cdot 0,87 \cdot 1,00 \cdot 0,8 = 0,67$$

Электролитическое покрытие.

$$K_i = 1,67; K_B = 0,97; K_C = 1,82$$

$$K_d = 0,97 \cdot 1,67 \cdot 1,82 \cdot 0,8 = 2,5$$

Постановка дополнительных деталей.

$$K_i = 0,9; K_B = 0,9; K_C = 1,0$$

$$K_d = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,69$$

Рациональным будет способ у которого $K_d \rightarrow \max$.

Выбираем способ электролитического покрытия.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности способа восстановления детали предложено профессором В.И. Казарцевым.

$$C_v \leq K_d * C_n \quad \text{или} \quad C_v / K_d \leq C_n, \quad (2.11)$$

где C_v – стоимость восстановления детали, руб;

C_n - стоимость новой детали, руб.

Если известна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В.А. Шадричева:

$$K_T = C_v / K_d, \quad (2.12)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_v - себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали руб/м²

Механизированная наплавка под слоем флюса:

$$C_v = 48,7$$

$$K_T = 48,7 / 0,67 = 72,6$$

Электролитическое покрытие:

$$C_v = 88,6$$

$$K_T = 88,6 / 2,5 = 35,4$$

Постановка дополнительных деталей:

$$C_v = 242$$

$$K_T = 242 / 0,69 = 350$$

Эффективным способом считается способ с $K_T \rightarrow \min$.

Среди предложенных методов восстановления самым рациональным является метод электролитического покрытия.

2.9.3 Разработка ремонтного чертежа гильзы

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали.

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной $2s$, а также подписываются на полках линий выносок (например, «Деф. 1»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество.

Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материал основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки.

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации.

2.9.4 Расчет и выбор параметров

Основные режимы процесса осталивания рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_K \cdot F_0, \quad (2.13)$$

где D_K – катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_K = 15$ А/дм²);

F_0 – общая поверхность покрываемая железом, дм².

$$F_0 = 2l\pi R, \quad (2.14)$$

где l – длина поверхности, на которую наносится покрытие, $l = 0,70$ дм;

R – средний радиус поверхности, $R = 0,335$ дм.

$$F_0 = 2 \cdot 2,2 \cdot 3,14 \cdot 0,6 = 8,2 \text{ дм}^2$$

$$I = 15 \cdot 8,2 = 123 \text{ А}$$

Расчетная продолжительность осаждения железа t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_K \cdot E \cdot \eta}, \quad (2.15)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ – плотность покрытия ($\gamma = 7,8$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент железа ($E = 0,324$ г/А·ч);

η – выход железа по току ($\eta = 0,8...0,95$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,1 \cdot 7,8}{15 \cdot 1,042 \cdot 0,8} = 0,62 \text{ ч.}$$

2.9.5 Определение норм времени выполнения операций

Нормируемое время - время полезной работы, связанной с выполнением производственной задачи. Он классифицируется на основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-итоговое время. Все эти категории включены в техническую норму времени, которая выражается следующей формулой:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (2.16)$$

где T_n – норма времени (штучно – калькуляционное время);

$T_{осн}$ – основное время, т. е. время, в течение которой происходит изменение размеров, формы, свойств, внешнего вида обрабатываемой детали, в результате какого-либо вида обработки, $T_{осн} = 41$ мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, т. е. время, затрачиваемое на действия, обеспечивающие выполнение основной работы (закрепление и снятие детали со станка, измерение детали, перестановка инструмента и т. д.), $T_{всп} = 30$ мин;

$T_{дон}$ – дополнительное время, затрачиваемое на организацию и обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и естественные надобности исполнителя, мин $T_{дон}=30$ мин; 0

$T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на получение задания, ознакомление с работой, подготовку рабочего места, наладку оборудования, сдачу изготовленного изделия (дается на партию деталей), мин $T_{ПЗ}=53$ мин;

n – количество обрабатываемых деталей в партии, $n=5$.

$$T_{\text{и}} = 41 + 30 + 30 + \frac{53}{5} = 111,6 \text{ мин.}$$

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп} \quad (2.17)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{ПЗ}$.

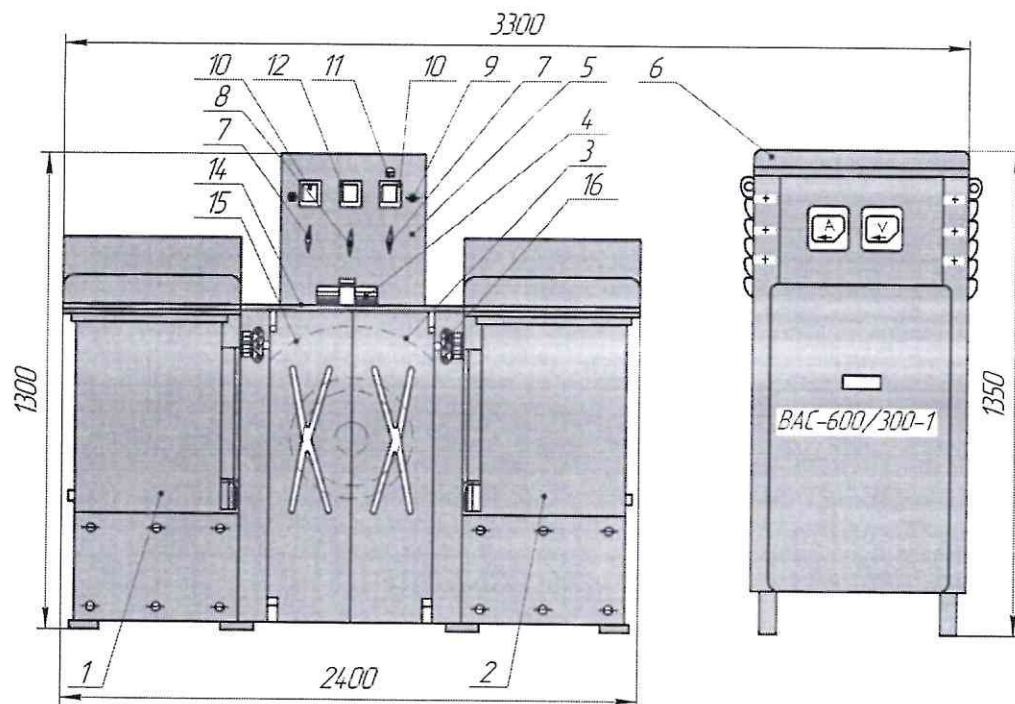
$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{дон} \quad (2.18)$$

$$T_{шт} = 41 + 30 + 30 = 101 \text{ мин.}$$

3 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЙ

3.1 Описание прототипа

Процессы гальванического осаждение металлов в основном выполняют в ваннах. На рисунке 3.1 показана установка ОГ-1349А



1-ванна для электролита №1 (левая), 2- ванна для электролита №2 (правая), 3-дрессельная заслонка, 4-реостат, 5-пульт управления, 6-выпрямительный агрегат, 7-пакетные переключатели для изменения полярности, 8-пакетный переключатель для подачи напряжения на установку, 9-выключатель электронагревательной ванны №2 (правой), 10-амперметры, 11 – выключатель (для работы с малой силой тока), 12-вольтметр, 13-выключатель электронагревателей ванны №1 (левой), 14-стол, 15-вентилятор, 16-выключатели магазина сопротивлений.

Рисунок 3.1 – Установка для гальванических покрытий ванным способом ОГ-1349А

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Установка для гальванопокрытий	Литера	Лист	Листов	
Разраб.	Тухватуллин			01.20		у		1	13
Проверил	Гималтдинов			01.20		Казанский ГАУ Кафедра Э и РМ			
Н. контр.	Гималтдинов			01.20					
Утв.	Адигамов Н Р			01.20					

Данный метод имеет ряд недостатков.

1. Увеличенный расход электролита.
2. Большая металлоемкость конструкции.
3. Неравномерность покрытий.
4. Активное образование дендридов.

Рассмотрев вышеперечисленные недостатки, в выпускной квалификационной работе разработана установка для гальванопокрытий.

3.2 Устройство предлагаемой установки

Установка для гальванопокрытий состоит из корпуса 1,

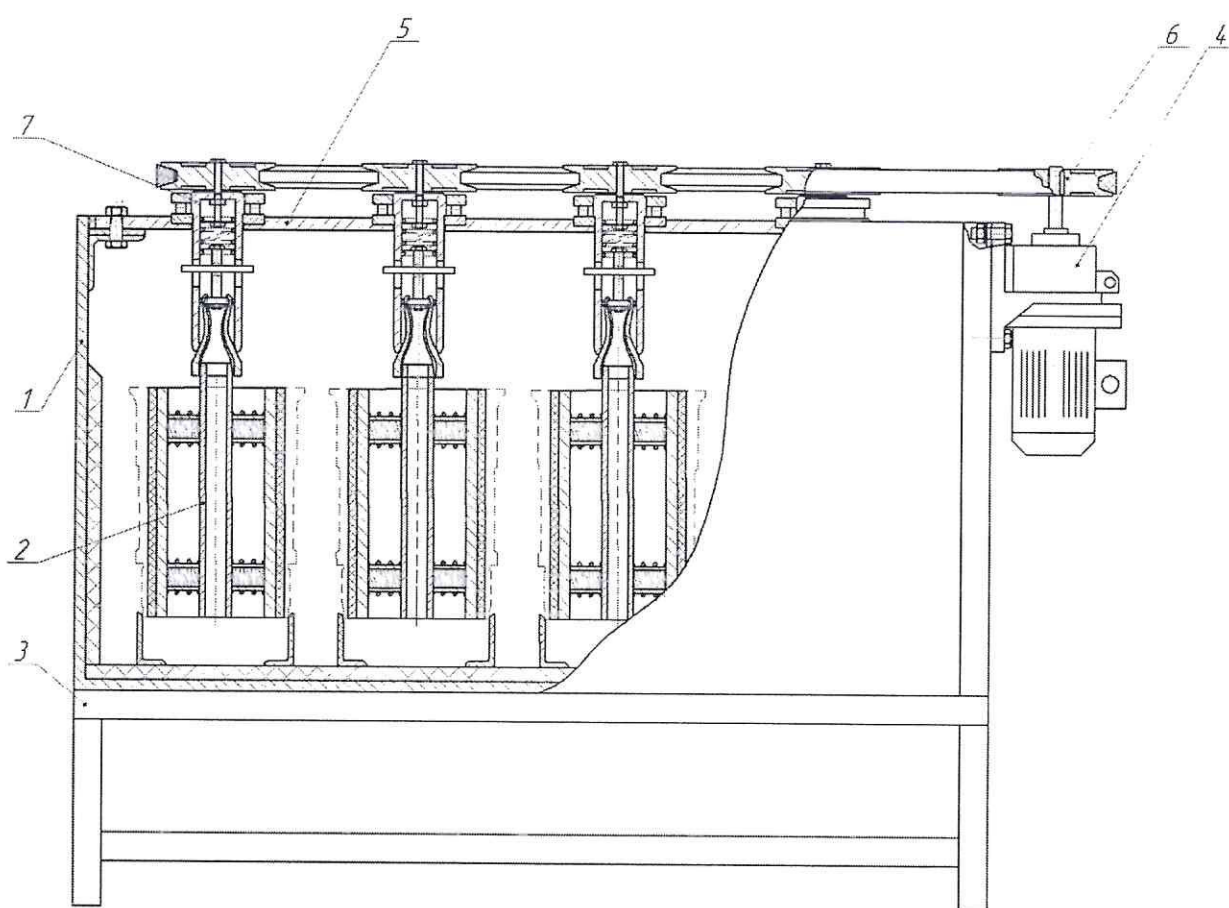


Рисунок - 3.2 Установка для гальванопокрытий

Внутренняя поверхность покрыта стойким к кислотам материалом - виниловым пластиком. На корпусе установлена пластина 5, на которой закреплены универсальные держатели 7. На универсальных держателях в этом варианте установлен анодный узел 2. Корпус установлен на основании 3. Также в эти универсальные держатели могут быть установлены детали типа вала.

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			2

Вращение универсального держателя вместе с анодным узлом происходит с помощью клиноременной передачи от редукторного двигателя.

3.3 Принцип работы установки

Установка для гальваники работает в следующем порядке. Узел анода установлен во внутренней части гильзы, которая представляет собой трубу с установленными на ней подпружиненными анодами, покрытыми тампоном из войлока. Втулки вместе с анодным узлом установлены на кольцевых опорах в нижней части корпуса и закреплены в универсальном держателе.

Электролит может подаваться как полным погружением, так и через систему форсунок. Далее подключите клеммы для подачи электрического тока. К анодной сборке через держатель и к деталям через кольцевые опоры. Они включают мотор-редуктор, подают электрический ток и производят электролитическое осаждение металлов при трении. В зависимости от размера, в ванне можно обрабатывать несколько деталей, которые после нанесения покрытия будут иметь одинаковые физико-химические свойства покрытия, поскольку покрытие и материалы будут одинаковыми.

3.4 Техническая характеристика установки для гальванопокрытий

- габаритные размеры мм.....1000×300
- масса установки, кг.....65
- мощность станка, кВт.....0,55
- скорость вращения ведущего шкива , мин⁻¹28
- расход электролита, л/мин.....6,3
- сила тока при хромировании, А/дм²35
- вместимость емкости для электролита, л40
- время хромирования 1 партии деталей час.....0,62

					<i>ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		3

3.5 Расчет пружины

Сила пружины, при максимальной деформации рассчитывается по формуле:

$$F_3 = \frac{\tau_3 \cdot d^3}{2,55 \cdot K_1 \cdot D}, \text{Н} \quad (3.1)$$

где K_1 – поправочный коэффициент Ваая; $K_1 = 1,184$

D – средний диаметр пружины, мм; $D = 12$ мм;

d – диаметр проволоки, мм; $d = 1,6$ мм;

τ – максимальное касательное напряжения кручения при сжатии пружины до соприкосновения витков, МПа:

$$\tau_3 = 0,75[\tau_3], \text{МПа} \quad (3.2)$$

где $[\tau_3]$ – допустимое касательное напряжения кручения при сжатии пружины до соприкосновения витков, МПа; $[\tau_3] = 560$ МПа

$$\tau_3 = 0,75 \cdot 560 = 420 \text{ МПа};$$

$$F_3 = \frac{420 \cdot 1,6^3}{2,55 \cdot 1,184 \cdot 12} = 47,5 \text{ Н}$$

Число витков в пружине можно определить по формуле:

$$n = \frac{l_0 - d}{d} \quad (3.3)$$

где l_0 – длина пружины в свободном состоянии, мм; $l_0 = 65,6$ мм;

$$n = \frac{65,6 - 1,6}{1,6} = 49$$

Силу межвиткового давления можно определить по формуле:

$$F_H \leq 0,1 F_3, \text{Н} \quad (3.4)$$

$$F_H \leq 0,1 \cdot 47,5 \text{ Н};$$

$$F_H \leq 4,8 \text{ Н}$$

Длину развернутой пружины можно определить по формуле:

$$l = \pi \cdot D \cdot n + l_{\text{зац}}, \text{мм} \quad (3.5)$$

где $l_{\text{зац}}$ – длина двух развернутых зацепов, мм:

$$l_{\text{зац}} = \pi \cdot (D + D_2) + 2,14d - 2a, \text{мм} \quad (3.6)$$

где a – расстояние от конца зацепа пружины до витка, мм; $a = 3$ мм;

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		4

D_2 – внутренний диаметр зацепа, мм:

$$D_2 = 0,5D, \text{ мм} \quad (3.7)$$

$$D_2 = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм}$$

$$l_{\text{зац}} = 3,14 \cdot (12 + 6) + 2,14 \cdot 1,6 - 2 \cdot 3 = 53,9 \text{ мм}$$

$$l = 3,14 \cdot 12 \cdot 49 + 53,9 = 1900 \text{ мм.}$$

3.6 Определение параметров гладкого цилиндрического соединения

Диаметр вала , посадка.

$\varnothing 25 \text{ H6/p6}$

Вычисляем величину допусков, предельные отклонения размеров вала по приложениям [5] стр. 335...339.

T_D – допуск размера отверстия

$$T_D - 13 \text{ мкм}$$

T_d – допуск размера вала

$$T_d - 13 \text{ мкм}$$

EJ – нижнее отклонение размера отверстия

$$EJ = 0$$

ES – верхнее отклонение размера отверстия

$$ES = EJ + T_D$$

$$ES = 0 + 13 = 13 \text{ мкм}$$

ei - нижнее отклонение размера вала

$$ei = + 22$$

es – верхнее отклонение размера вала

$$es = ei + T_d$$

$$es = + 22 + 13 = + 35.$$

					<i>ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

Рассчитываем предельные размеры отверстия и вала. Наибольший размер отверстия определяем по формуле [5]:

$$D_{\max} = D + ES, \quad (3.8)$$

где D – диаметр отверстия

$$D_{\max} = 25 + 0,013 = 25,013 \text{ мм}$$

Наименьший размер отверстия определяем по формуле [6] стр. 7

$$D_{\min} = D + ES, \quad (3.9)$$

$$D_{\min} = 25 + 0 = 25$$

Наибольший размер вала определяем по формуле [6] стр. 7

$$d_{\max} = d + es, \quad (3.10)$$

где d – наибольший размер вала

$$d_{\max} = 25 + 0,035 = 25,035 \text{ мм}$$

Наименьший размер вала определяем по формуле [6] стр. 7

$$d_{\min} = d + ei, \quad (3.11)$$

$$d_{\min} = 25 + 0,022 = 25,022$$

Рассчитываем значения предельных зазоров (натягов), допуск посадки, вид посадки.

Максимальный зазор определяем по формуле (25) [5] стр. 80

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES + ei, \quad (3.12)$$

$$S_{\max} = 0,013 - 0,022 = - 0,009 \text{ мм}$$

Минимальный зазор определяем по формуле (25) [V] стр. 80

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EJ - ei \quad (3.13)$$

$$S_{\min} = 0 - 0,035 = - 0,035 \text{ мм}$$

Максимальный натяг определяем по формуле (25) [5] стр. 80

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EJ \quad (3.14)$$

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		6

$$N_{\max} = 0,035 - 0 = 0,035$$

Минимальный натяг определяем по формуле (25) [5] стр. 80

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES \quad (3.15)$$

$$N_{\min} = 0,022 - 0,013 = 0,009$$

Данная посадка с натягом. Определяем допуск посадки по формуле (26) [5] стр. 80

$$T\Delta = T_D + T_d, \quad (3.16)$$

$$T\Delta = 13 + 13 = 26 \text{ мкм.}$$

Начертим схему расположения полей допусков отверстия и вала

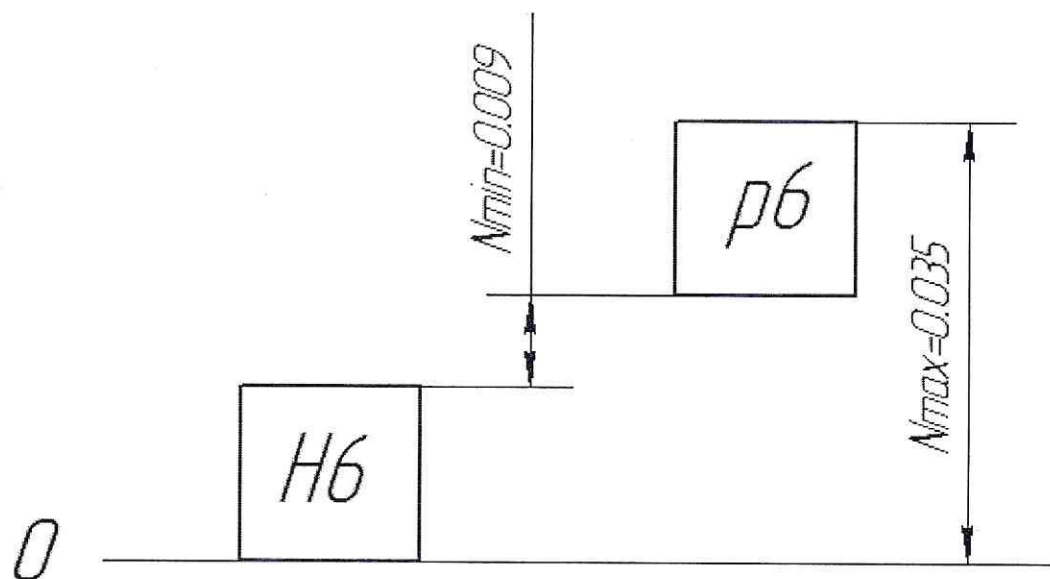
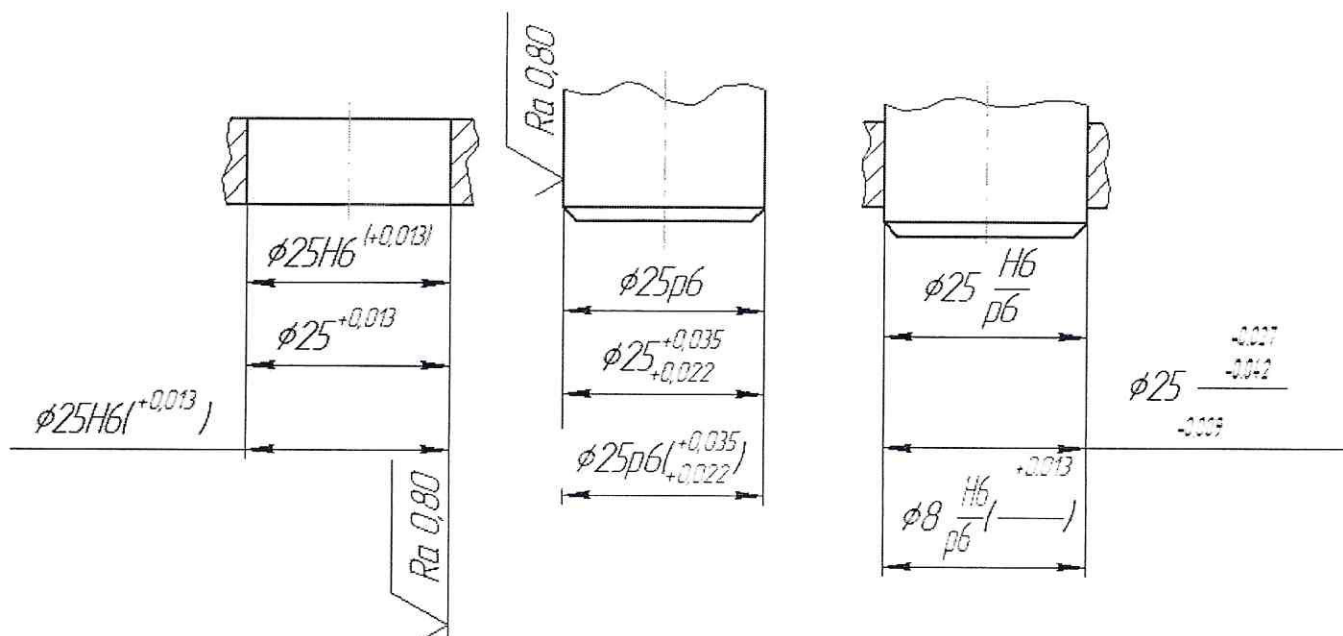


Рисунок 3.3 - Схема расположения полей допусков отверстия и вала

Начертим эскизы деталей и соединения в сборе, проставим предельные отклонения и посадки

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		7



а) отверстие

б) вал

в) соединения в сборе

Рисунок 3.2 - Эскизы деталей и соединения в сборе

Инструкция по охране труда для слесаря, работающего с приспособлением находится в приложении.

3.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;

- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.8 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяются по формуле стр.115 [12]:

$$C_{ц.контр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (3.18)$$

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{нац}=1,4...1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле стр.115 [12]

$$C_k = Q_p \cdot Ц_{к.д}, \quad (3.19)$$

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

где Q_n – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$\Pi_{к.д}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_k = 35 \cdot 65 = 2275 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются по формуле стр.116 [12]

$$C_{o.д} = C_{зп} + C_m, \quad (3.20)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяется по формуле стр.116 [12]

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.21)$$

где $C_{пр}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основная заработная плата определяется по формуле стр.117 [12]

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (3.22)$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{ч}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t = 1,025 \dots 1,03$).

$$C_{пр} = 90 \cdot 9 \cdot 1,03 = 843 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.117 [12]

					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ
					10

$$C_{\text{доп}} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (3.24)$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 843}{100} = 84,3 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.117 [12]

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}})}{100} \quad (3.25)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (843 + 84,3)}{100} = 40,4 \text{ руб}$$

$$C_{\text{зп}} = 843 + 84,3 + 40,4 = 968 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяется по формуле стр.117 [12]

$$C_{\text{м}} = \text{Ц} \cdot Q_3, \quad (3.26)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Масса заготовки определяется из выражения стр.117 [12]

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (3.27)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{30}{0,8} = 37,5 \text{ кг.}$$

$$C_{\text{м}} = 25 \cdot 30 = 750 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 986 + 750 = 1736 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29 \dots 0,99$).

Заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле стр.117 [12]

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (3.28)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется по формуле стр.118 [12]

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot Z_{ч} \cdot K_t, \quad (3.29)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час.

$$C_{сб} = 3 \cdot 90 \cdot 1,03 = 185,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле стр.118 [12]

$$C_{д.сб} = \frac{(5...12)C_{сб}}{100}. \quad (3.30)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 185,4}{100} = 18,4 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяются по формуле стр.118 [12]

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(C_{сб} + C_{д.сб})}{100}. \quad (3.31)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(185,4 + 18,4)}{100} = 8,94 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п} = 185,4 + 18,4 + 8,94 = 212,7 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяются по формуле стр.118: [12]

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot \Pi_{оп}}{100}, \quad (3.32)$$

где $C_{пр}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$\Pi_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{оп} = 69,5$).

$$C_{оп} = \frac{968 \cdot 69,5}{100} = 672,7 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 2275 + 1736 + 3700 \cdot 1,5 + 185,4 + 672,7 = 10419,1 \text{ руб.}$$

					ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

Таблица 3.1 Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции

№п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	120	70
2	Балансовая стоимость	руб	15000	10419
3	Потребляемая мощность	кВт	2,2	2,2
4	Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
5	Разряд работы	разряд	4	4
6	Тарифная ставка	руб./чел.ч	90	90
7	Норма амортизации	%	13	13
8	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
9	Годовая загрузка конструкции	ч	240	240
10	Время 1 цикла	ч	1,1	0,6

Расчеты выполняют параллельно для известной конструкции и для новой по известной методике []. Результаты расчетов представлены таблицей 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	4,36	7,68	176
2	Фондоемкость процесса, руб./ед	14,34	5,65	0,39
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед	0,5	0,28	56
4	Металлоемкость процесса, кг/ед	0,022	0,007	31
5	Трудоемкость процесса, чел*ч/ед	0,22	0,13	59
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	1,14	0,45	39
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед	26,35	14,5	
8	Годовая экономия, руб.	-	19427	-
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	19391	-
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,53	-
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,86	-

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.380.УГ.00.00.00 ПЗ

Лист

43

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня, когда основную долю себестоимости ремонта составляют расходы на новые запасные части и узлы, правильная организация восстановления изношенных деталей позволяет существенно снизить затраты на ремонт, избежать дефицита новых запасных частей и, как следствие, уменьшить время простоя техники, сократить сроки ремонта.

Предлагаемая технология восстановления гильзы цилиндров позволяет снизить себестоимость продукции и увеличить ресурс двигателей.

Предлагаемая конструкция установки для гальвано покрытий позволяет существенно повысить качество восстанавливаемых поверхностей. Срок окупаемости капитальных вложений, от внедрения установки составляет 0,5 года, экономический эффект 19351 тыс. рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочадамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Агеев В.А. Методика расчета геометрии камер сгорания и охлаждения высокоскоростного газопламенного напыления // Сварочное производство, 1993. – №3.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912с.: ил.
4. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. И доп. – Спб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 219 с.
5. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов: Методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. – Хабаровск, Изд-во ДГАПС, 1997. – 65 с.
6. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
8. Газотермическое напыление: Учеб. пособие / кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.: Маркет ДС, 2007. – 344 с.: ил.
9. Галиев И. Г. Методические указания к выполнению курсовой работы по «Организации технического сервиса». – Казань: КазГАУ, 2007, – 42 с.
10. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах

факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.

11. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. Стройиздат, 1970. – 239 с.

12. Серый И. С., Смелов А. П., Черкун В. Е. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991, – 184 с.

13. Справочник по вентиляторам. М.: Гос. изд. лит. по строительству и архитектуре, 1994. – 248 с.: ил.

14. Теплотехника: Учеб. для вузов. Под ред. А.П. Баскакова. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

15. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В. С. Новиков, Н. А. Очковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.: ил.

16. Усков В.П. Справочник по ремонту базовых деталей двигателей. Брянск, 1998. – 589 с., ил.

17. Федеральный закон от 23 июня 1999 года «Об основах охраны труда в Российской Федерации»

18. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление / Пер. с яп. В.Н. Попова; Под. ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.: ил.

19. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Сервисное обслуживание автомобилей. Практическое пособие. – М.: изд-во Альфа-пресс, 2009. – 216 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Инструкция по безопасности труда при эксплуатации стенда для электроконтактного натирания.

«Утверждаю»

Директор _____

«___» _____ 2020г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для специалиста, при работе с установкой для
гальванопокрытий

1 Общие требования безопасности.

- К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности;
- К работе не допускаются лица без спецодежды и средств индивидуальной защиты;
- Соблюдать требования по обеспечению пожара – и взрывобезопасности;
- Рабочий должен уметь оказывать первую медицинскую помощь;
- О случаях травматизма, обнаружения неисправностей оборудования рабочий обязан доложить администрации предприятия;
- За нарушение требований инструкции рабочий несет ответственность;

2 Требования безопасности перед началом работы.

- Рабочий должен надеть спецодежду и средства индивидуальной защиты, подготовить рабочее место;
- Рабочий должен убедиться в исправности оборудования, приспособлений и инструмента, вентиляции, местного освещения, заземления.
- Рабочим, постоянно работающим около установки перед работой необходимо смазать носовую полость, руки и лицо вазелином или

мазью, состоящей из одной части вазелина и одной части ланолина (для профилактической защиты от вредного действия испарений).

- Перед началом работы хромировщик должен произвести осмотр кожи лица и рук (наличие ссадин, царапин, сыпи и т.д.) при обнаружении болезненных явлений кожи запрещается приступать к работе и следует обратиться в медпункт.

3 Требования безопасности во время работы

- Не прикасаться к подвижным частям оборудования во время его работы;
- Постоянно поддерживать порядок на рабочем месте;
- Не отлучаться с рабочего места во время работы оборудования во избежание аварийных ситуаций;
- Во время работы установки не снимать средства индивидуальной защиты.
- В случае прекращения действия местной притяжной вентиляции в процессе хромирования, необходимо немедленно выключить ток на установке.
- Требуется особая осторожность при работе с кислотами и другими химическими реактивами.
- У установки категорически запрещается пить курить и принимать пищу.
- Чистку анодов следует выполнять перед началом работы во влажном состоянии, смачивая металлические щетки или стеклянную бумагу водой.
- При попадании на кожу электролита его нужно немедленно смыть проточной водой, а оставшиеся на коже пятна смазать пяти процентным гипосульфитом, а затем смыть водой.

4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

- При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить оборудование и покинуть рабочее место;

- При травмировании, отравлении, внезапном заболевании оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;
- Сообщить о случившемся работодателю.

5 Требования безопасности по окончании работы

Отключить оборудование;

- Очистить оборудование и рабочее место;
- Проверить исправность оборудования;
- Снять спецодежду, вымыть лицо и руки;
- Известить начальника смены о завершении работы и об обнаружении неисправностях.

Ответственность

1. За соблюдением состояния инструментов и рабочего места отвечает слесарь.

Согласовано:

специалист по ОТ

представитель профкома

Разработал:

Тухватуллин Р.Ш.

Приложение 2 – Расчет технико-экономических показателей

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия [7]

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (1)$$

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены

($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,6}{66} = 4,36 \text{ шт/час}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,6}{37} = 7,78 \text{ шт/час}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (2)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

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

$$M_{\text{е}0} = \frac{120}{4,36 \cdot 240 \cdot 5} = 0,022 \text{ кг/шт}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{70}{7,68 \cdot 240 \cdot 5} = 0,007 \text{ кг/шт}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле [7]:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3)$$

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

$$F_{e0} = \frac{15000}{4,36 \cdot 240} = 14,34 \text{ руб./шт}$$

$$F_{e1} = \frac{10419}{7,68 \cdot 240} = 5,65 \text{ руб./шт}$$

Трудоемкость процесса находится из выражения [7]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (4)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{4,36} = 0,22 \text{ чел. ч/шт}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{7,68} = 0,13 \text{ чел. ч/шт}$$

Себестоимость работы определяется по формуле [7]:

$$S = C_{зп} + C_{э} + C_{рго} + A. \quad (5)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле [7]:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (6)$$

$$C_{зп0} = 90 \cdot 0,22 = 19,8 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{зп1} = 90 \cdot 0,13 = 11,7 \text{ тыс. руб./шт}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле [7]:

$$C_{э} = Ц_{э} \cdot Э_e, \quad (7)$$

где $Ц_{э}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$Э_e$ - энергоемкость процесса, кВт/шт

Энергоемкость процесса определяется из выражения [7]:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (8)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;
 W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

$$Э_{e0} = \frac{2,2}{4,36} = 0,50 \text{ кВт/шт}$$

$$Э_{e1} = \frac{2,2}{7,68} = 0,28 \text{ кВт/шт}$$

$$C_{э0} = 2,81 \cdot 0,5 = 1,4 \text{ руб./кВт}$$

$$C_{э1} = 2,81 \cdot 0,28 = 0,78 \text{ руб./кВт},$$

Затраты на ремонт и ТО определяются по формуле [7]:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (9)$$

где $H_{рто}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{рто0} = \frac{15000 \cdot 8}{100 \cdot 4,36 \cdot 240} = 1,14 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{рто1} = \frac{10419 \cdot 8}{100 \cdot 7,68 \cdot 240} = 0,45 \text{ тыс. руб./шт}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяются по формуле [7]:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (10)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{15000 \cdot 13}{100 \cdot 4,36 \cdot 240} = 1,86 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$A_1 = \frac{10419 \cdot 13}{100 \cdot 7,68 \cdot 240} = 0,73 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_0 = 19,8 + 1,4 + 1,14 + 1,86 = 24,2 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$S_1 = 11,7 + 0,78 + 0,45 + 0,73 = 13,66 \text{ тыс. руб./шт}$$

Приведенные затраты определяются по формуле [7]:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (11)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{прив0} = 24,2 + 0,15 \cdot 14,34 = 26,35 \text{ тыс. руб./шт}$$

$$C_{прив1} = 13,66 + 0,15 \cdot 5,65 = 14,5 \text{ тыс. руб./шт}$$

Годовая экономия определяется по формуле [7]:

$$\mathfrak{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (12)$$

$$\mathfrak{E}_{\text{год}} = (24,2 - 13,66) \cdot 7,68 \cdot 240 = 19427 \text{ тыс. руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{год}} = \mathfrak{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб. ($\Delta K = F_{\text{ел}}$)

$$E_{\text{год}} = 19427 - 0,15 \cdot 240 = 19391 \text{ тыс. руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле [7]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathfrak{E}_{\text{год}}}, \quad (13)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{10419}{19427} = 0,53 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле [7]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathfrak{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (14)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{19427}{10419} = 1,86$$

[illegible]

СПЕЦИФИКАЦИИ

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			35.03.06.380.20.УГ 01.00.00.СБ	Сборочный чертеж		
					35.03.06.380.20.УГ 00.00.00.ПЗ	Пояснительная записка		
						Сборочные единицы		
		A3						
Справ. №		A1	1		35.03.06.380.20.УГ 01.01.00.СБ	Анодный узел	4	
			2		35.03.06.380.20.УГ 01.02.00.СБ	Держатель	4	
			3		35.03.06.380.20.УГ 01.03.00.СБ	Корпус	1	
			4		35.03.06.380.20.УГ 01.04.00.СБ	Основание	1	
						Детали		
			5		35.03.06.380.20.УГ 01.00.01	Анод	2	
			6		35.03.06.380.20.УГ 01.00.02	Изолятор	2	
			7		35.03.06.380.20.УГ 01.00.03	Плита	1	
			8		35.03.06.380.20.УГ 01.00.04	Тампон войлочный	2	
			9		35.03.06.380.20.УГ 01.00.05	Шкив ведущий	1	
			10		35.03.06.380.20.УГ 01.00.06	Шкив ведомый	4	
						Стандартные изделия		
			11			Болт М12×60	12	
						ГОСТ 7798-80		
			12			Гайка М12	12	
						ГОСТ 5915-80		
			13			Мотор-редуктор	1	
						ГОСТ 31591-2012		
		ВКР 35.03.06.380.20.УГ 01.00.00. СБ						
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.	Тухватиллин			01.20		
		Пров.	Гималтдинов			01.20		
		Н.контр.	Гималтдинов			01.20		
		Утв.	Адигамов Н.Р.			01.20		
Инв. № подл.		Установка гальванопокрытий					Лит.	Лист
		Сборочный чертеж						1
							Казанский ГАУ	
							каф. Э и РМ	

Копировал

Формат А4

[illegible]

ВКР 35.03.06.380.20.УГ. 01 00 00

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Прим.
				Документация		
A4			35.03.06.380.20.УГ.01.02.00.СБ	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
		4	35.03.06.380.20.УГ.01.02.01	Штифт	1	
		5	35.03.06.380.20.УГ.01.02.02	Кольцо	1	
		6	35.03.06.380.20.УГ.01.02.03	Лепесток	4	
				Стандартные изделия		
		1		Пружина		
				ГОСТ 13768-86	1	
		2		Шайба		
				ГОСТ 18123-82	3	
		3		Труба		
				ГОСТ 1060-83	1	
		7		Гайка		
				ОСТ 1.10636-72	4	
		8		Болт		
				ОСТ 1.10091-71	1	
		9		Болт		
				ОСТ 1.0569-72	1	

ВКР 35.03.06.380.20.УГ 01.02.00 СБ						
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Держатель универсальный		
Разраб.	Тухватуллин		01.20			
Пров.	Гималудинов		01.20	Казанский ГАУ каф. Э и РМ		
Н. контр.	Гималудинов					
Утв.	Адигамов Н.Р.					
				Лит.	Лист	Листов
				У		1

[illegible]

[illegible]

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника *Тухватуллина Рамиля Шамилевича*

Направление: *35.03.06 «Агроинженерия»*

Профиль: *Технический сервис в АПК*

Тема ВКР *«Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции установки для гальванопокрытий»*

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 78 страниц, в т.ч. пояснительная записка 63 стр.; включает: таблиц 7, рисунков и графиков 11, фотографий - штук, список использованной литературы состоит из 19 наименований; графический материал состоит из 6 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР _____
Тема актуальна и соответствует содержанию ВКР

2. Глубина, полнота и обоснованность решения инженерной задачи _____
Поставленная инженерная задача решена на хорошем уровне

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.) *Практическая значимость работы заключается в разработке эффективного устройства для нанесения гальванопокрытий, позволяющая ускорять процесс нанесения металлов.*

6. Компетентностная оценка ВКР

Компетенция	Оценка компетенции*
Способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции ОК-1	хорошо
Способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции ОК-2	хорошо
Способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности ОК-3	хорошо
Способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности ОК-4	хорошо
Способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия ОК-5	хорошо
Способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия ОК-6	хорошо
Способностью к самоорганизации и самообразованию ОК-7	хорошо
Способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности ОК-8	хорошо
Способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций ОК-9	хорошо
Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий ОПК-1	хорошо
Способностью к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности ОПК-2	хорошо
Способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию ОПК-3	хорошо
Способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена ОПК-4	хорошо
Способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали ОПК-5	хорошо
Способность проводить и оценивать результаты измерений ОПК-6	хорошо
Способностью организовывать контроль качества и управление технологическими процессами ОПК-7	хорошо
Способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы ОПК-8	хорошо
Готовностью к использованию технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов ОПК-9	хорошо
Готовностью к профессиональной эксплуатации машин и	хорошо

технологического оборудования и электроустановок ПК-8	
Способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования ПК-9	хорошо
Способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами ПК-10	хорошо
Способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции ПК-11	хорошо
Средняя компетентностная оценка ВКР	хорошо

* Уровни оценки компетенции:

«**Отлично**» – студент освоил данную компетенцию на высоком уровне. Он может применять (использовать) её в нестандартных производственных ситуациях и ситуациях повышенной сложности. Обладает отличными знаниями и умениями по всем аспектам данной компетенции. Владеет полными навыками применения данной компетенции в производственных и (или) учебных целях.

«**Хорошо**» – студент полностью освоил компетенцию, эффективно применяет её при решении большинства стандартных производственных и (или) учебных задач, а также в некоторых нестандартных ситуациях. Обладает хорошими знаниями и умениями по большинству аспектов данной компетенции.

«**Удовлетворительно**» – студент не полностью освоил компетенцию. Он достаточно эффективно применяет освоенные знания при решении стандартных производственных и (или) учебных задач. Обладает хорошими знаниями по многим важным аспектам данной компетенции.

«**Неудовлетворительно**» – студент не освоил или находится в процессе освоения данной компетенции. Он не способен применять знания, умение и владение компетенцией как в практической работе, так и в учебных целях.

7. Замечания по ВКР 1) *В конструкции установки для гальванопокрытий следовало бы предусмотреть устройство для поддержания постоянной температуры электролита.*

2) *Следовало бы представить более подробный анализ существующих конструкций.*

3) *Не указан вид материала, которым обработана внутренняя поверхность корпуса гальванической установки.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая выпускная квалификационная работа отвечает (~~не отвечает~~) предъявляемым требованиям и заслуживает оценки хорошо, а ее автор Тухватуллин Р.Ш. достоин (~~не достоин~~) присвоения квалификации «бакалавр»

Рецензент:

Д.Т.Н. профессор
учёная степень, ученое звание


подпись

Нуруллин Э.Г. /
Ф.И.О

«06» 02 2020 г.

С рецензией ознакомлен*


подпись

/ 
Ф.И.О

«6» 02 2020 г.

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

ОТЗЫВ

руководителя о выполнении Тухватуллиным Р.Ш. выпускной
квалификационной работы на тему
«Проектирование отделения по восстановлению изношенных деталей с
разработкой конструкции установки для гальванопокрытий»

К своей работе над ВКР Тухватуллин Р.Ш. приступил своевременно, и работал согласно разработанному графику. К работе над ВКР относился добросовестно. Необходимо отметить, что Тухватуллин Р.Ш. довольно грамотно решал сложные технические задачи, возникающее перед ним во время выполнения работы.

Во время выполнения ВКР Тухватуллин Р.Ш. в полном объеме применил знания, полученные им в процессе обучения в университете.

На мой взгляд, содержание ВКР соответствует утвержденному названию, а качество реализации работы отвечает требованиям, предъявляемым к ВКР бакалавров.

В связи с этим считаю, что ВКР Тухватуллина Р.Ш. заслуживает положительной оценки (хорошо), а он сам присвоения ему степени бакалавра.

Руководитель ВКР

Доцент

Кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» _____ Гималтдинов И.Х.

С отзывом ознакомлен

_____ Тухватуллин Р.Ш.

«31» _____ 2020г.