

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации участка восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники с разработкой бункера для подачи порошковой шихты

Шифр ВКР 35.03.06.048.20 БПП.00.00.00.ПЗ

Студент группы Б261-02


подпись

Садыков М.М.

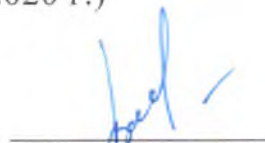
Руководитель к.т.н., доцент


подпись

Мустафин А.А.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 13 от 16. 06 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент


подпись

Пикмуллин Г.В.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Общепрофессиональные дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой
_____/Пикмуллин Г.В./
« 11 » 05 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Садыкову М.М.

Тема ВКР: Проект организации участка восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники с разработкой бункера для подачи порошковой шихты

утверждена приказом по вузу от « 22 » 05 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15. 06. 2020

3. Исходные данные: Нормативно справочная литература, технологические карты.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Провести обзор существующих методов электроконтактной приварки металлического порошка и анализ работы сопряжения; 2. Разработать участок восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники, разработать технологический процесс восстановления деталей машин композиционными материалами; 3. Разработать бункера для подачи порошковой шихты; 4. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Планировка проектируемой мастерской. Лист 2 – Ремонтный чертеж раздаточного вала коробки передач трактора К-700. Лист 3 – Технологические карты на восстановление. Лист 4 – Сборочный чертеж установки для разборки ведущего вала. Лист 5,6 – Рабочие чертежи деталей.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	к.т.н., доц. Гаязиев И.Н.
Конструктивная часть	к.т.н., доц. Марданов Р.Х.

7. Дата выдачи задания 11.05.2020

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	16.05.2020	
2	2 раздел выпускной работы	28.05.2020	
3	3 раздел выпускной работы	12.06.2020	

Студент  (Садыков М.М.)

Руководитель ВКР  (Мустафин А.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Садыкова М.М. на тему «Проект организации участка восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники с разработкой бункера для подачи порошковой шихты».

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

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает 17 рисунков и 2 таблицы. Список использованной литературы содержит 30 наименований.

В первом разделе проведен анализ существующих методов электроконтактной приварки металлического порошка и анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности шестеренчатого насоса высокого.

Во втором разделе разработан участок восстановления автотракторных деталей и технологический процесс восстановления ведущей шестерни насоса высокого давления, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления ведущей шестерни. Спроектированы мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В третьем разделе разработана конструкция бункера для подачи порошковой шихты. Подсчитано экономическое обоснование конструкции.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

To the final qualifying work Sadykova M. M. on the topic "Project of the organization of the site of restoration of worn parts of agricultural machinery with the development of a hopper for feeding powder charge".

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

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion, and includes 17 figures and 2 tables. The list of references contains 30 titles.

In the first section, the analysis of existing methods of electric contact welding of metal powder and the analysis of the operation and characteristics of the causes of loss of performance of the gear pump high.

The second section developed the plot of automotive parts and the technological process of recovery of a drive pinion of the high pressure pump, picked up the necessary equipment and tools, the proposed technology recovery drive gear. Designed measures for life safety.

In the third section, the design of the hopper for feeding the powder charge is developed. Calculated the economic justification of the design.

At the end, the General conclusions on the final work are given.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА И АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ.....	
1.1 Существующие методы электроконтактной приварки металлического порошка.....	
1.2 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности шестеренчатого насоса высокого давления.....	
2 ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ	
2.1 Расчет программы восстановления.....	
2.2 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой.....	
2.3 Разработка технологии восстановления деталей машин композиционными материалами	
2. Обеспечение безопасности труда	
2.5 Физическая культура на производстве	
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БУНКЕРА ДЛЯ ПОДАЧИ ПОРОШКОВОЙ ШИХТЫ	
3.1 Устройство бункера для подачи порошковой шихты.....	
3.2 Принцип работы бункера для подачи порошковой шихты.....	
3.3 Конструктивные расчеты	
3.4 Проверочный расчет вала.....	
3.5 Экономическое обоснование конструкции	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство нашей страны находится в тяжелом положении. Сельские товаропроизводители оказались в плохом финансовом положении. Постоянный спрос на сельскохозяйственную продукцию требует от товаропроизводителей бесперебойного производства сельскохозяйственной продукции.

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственных товаропроизводителей очень устарел и изнашивается. В таких условиях производителям сельхозпродукции не по силам получить новую технику.

В таких условиях необходимо эффективно использовать имеющуюся технику для производства продукции, не допускать преждевременных потерь.

Ремонтная база сельского хозяйства играет большую роль в решении вышеуказанных вопросов. Необходимо внедрение эффективных методов ремонта машин в ремонтные мастерские, совершенствование организации производства, труда, что обеспечит повышение качества и снижение стоимости ремонта.

Недостатки технологии ремонта оборудования ряд мастеров создает впечатление, что ремонт оборудования работает хуже, чем новые. Но это не всегда так. После завершения ремонта Машина может работать почти так же, как и ее устаревшие соединения и другие конструктивные параметры могут быть восстановлены с тем же качеством и с той же степенью точности, что и новая, если она работает после выпуска производителем.

1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА И АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ

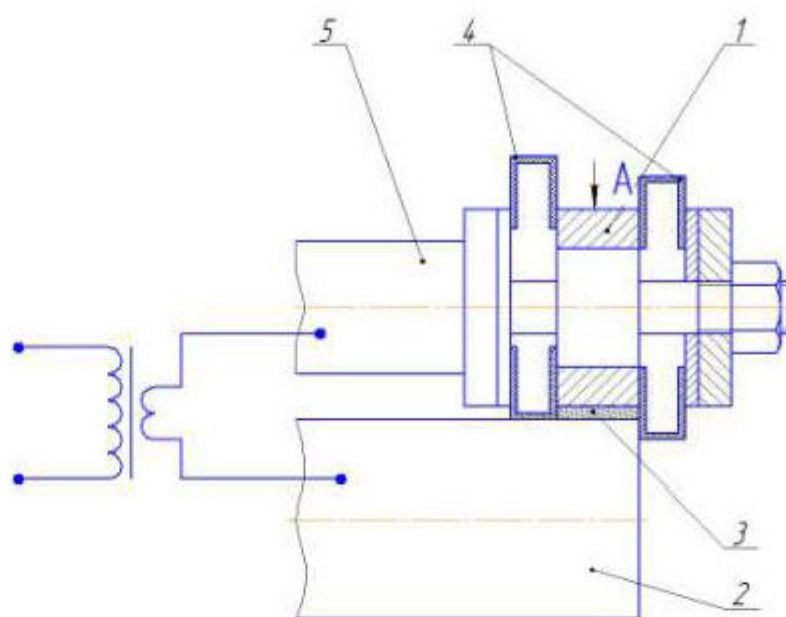
1.1 Существующие методы электроконтактной приварки металлического порошка

Использование порошковых композиций при восстановлении изношенных деталей машин позволяет получать покрытия с разнообразными свойствами: твердые, фрикционные, антифрикционные, коррозионностойкие, жаростойкие и др.

Существует несколько способов подачи и формирования порошка для приварки: способ свободной подачи порошка, подача порошка в оболочке, приварка заранее сформированных лент – спеченных или порошкополимерных лент (ППЛ), формирование слоя порошка на поверхности детали с помощью какого-либо связующего, с последующей приваркой. Наиболее перспективными из перечисленных способов является формирование ППЛ или слоя порошка на поверхности детали, при этом в обоих случаях требуется дополнительный связующий компонент для предварительного формирования ленты или слоя из порошковой композиции.

Существует несколько основных методов электроконтактной приварки металлического порошка:

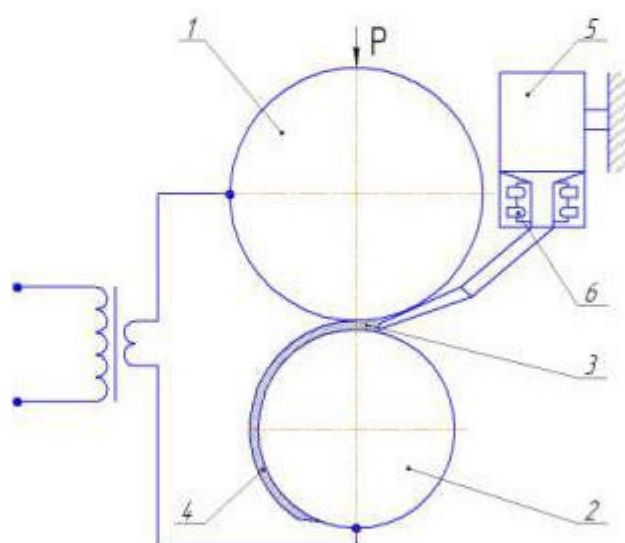
- приварка металлического порошка в замкнутом пространстве;



1 - ролик электрод; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - привариваемый порошок;
4 - диск ограничитель; 5 - ось;

Рисунок 1.1 - Приварка порошка в замкнутом пространстве.

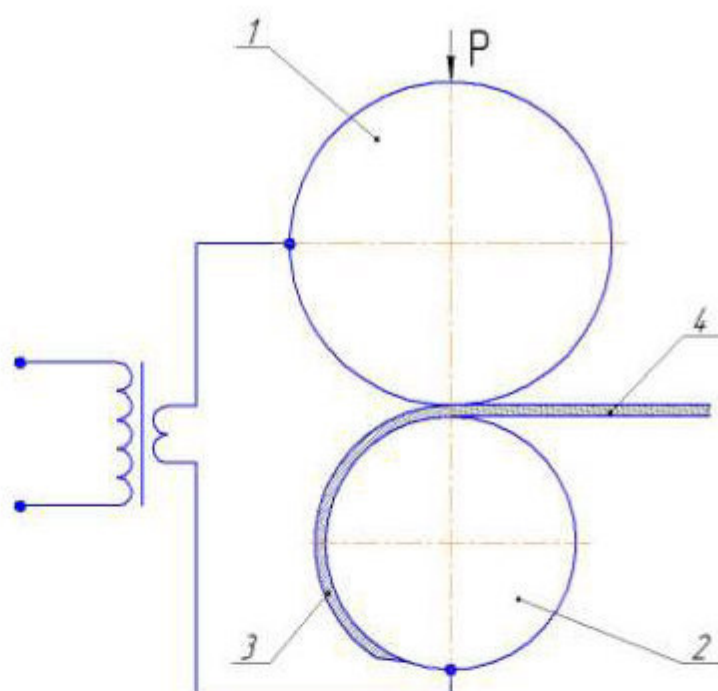
- приварка металлического порошка при его подаче бункером дозатором:



1 - ролик электрод; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - привариваемый порошок;
4 - приваренный слой; 5 - бункер; 6 - электромагнитный дозатор;

Рисунок 1.2 - Приварка металлического порошка при его подаче бункером дозатором.

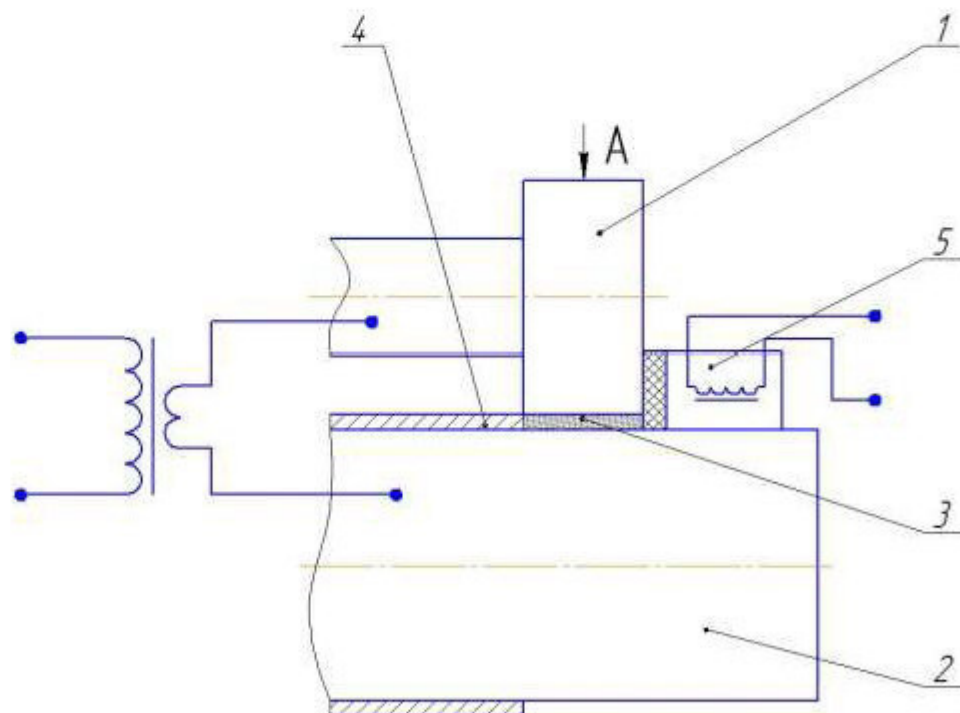
- приварка металлического порошка удерживанием его на поверхности детали при помощи электромагнита;



1 - ролик электрод; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - приваренный слой; 4 - порошковая лента.

Рисунок 1.3 - Приварка порошка заранее сформированного ленту.

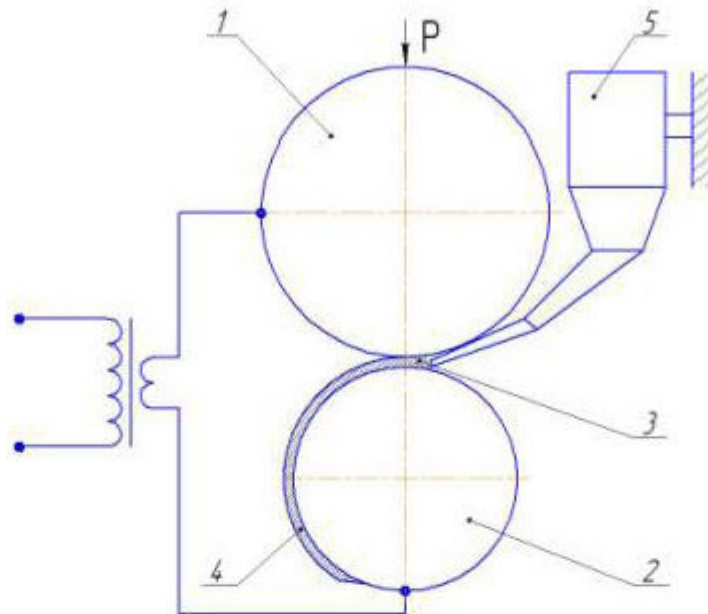
- приварка металлического порошка заранее сформированного в ленту:



1 - ролик электрод; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - привариваемый порошок; 4 - приваренный слой; 5 - электромагнит.

Рисунок 1.4 - Приварка порошка удерживанием на поверхности детали при помощи электромагнита.

- приварка металлического порошка при его свободной подаче:



1 - ролик электрод; 2 - восстанавливаемая деталь; 3 - привариваемый порошок; 4 - приваренный слой; 5 - бункер.

Рисунок 1.4 - Приварка порошка при его свободной подаче.

Рассмотрим эти методы.

Электроконтактная приварка металлического порошка при его свободной подаче.

Порошок с бункера 5 свободно (самотеком) попадает в зону электроконтактной приварки: между электродом и деталью. Недостатками данного метода являются: большие потери на осыпание, трудность регулирования толщины привариваемого слоя, а также трудность применения охлаждающей жидкости. Преимущество этого метода в том, что конструкция достаточно проста.

Электроконтактная приварка металлического порошка при его подаче бункером дозатором.

Металлический порошок из бункера поступает в электромагнитный дозатор, после чего подается в зону электроконтактной приварки.

Недостатками данного метода являются: невозможность использования ферромагнитных порошков, невозможность охлаждения зоны приварки.

Электроконтактная приварка металлического порошка удерживанием на поверхности детали при помощи электромагнита.

На деталь устанавливается электромагнитный индуктор. Подается порошок на поверхность детали. Порошок притягивается к поверхности детали, а затем приваривается при помощи электрода. Недостатком данного метода является невозможность использования ферромагнитных порошков.

Электроконтактная приварка металлического порошка в замкнутом пространстве.

Порошок находится между двумя ограничительными дисками, расположенными по торцам электрода. При этом способе невозможно использовать охлаждающую жидкость.

Электроконтактная приварка металлического порошка, заранее сформированного в ленту.

Металлический порошок заранее формируют в ленту при помощи связующего вещества. В данном методе необходимо применение специальных связующих веществ, при которых лента получается достаточно пластичной.

Нами предлагается формировать порошковую ленту непосредственно на поверхности детали. По результатам исследований в качестве связующего вещества используем раствор канифоли с растворителем. Порошковая шихта получается липкой и достаточно хорошо удерживается на поверхности детали. После подсыхания и затвердевания, слой приваривается на установке.

Для реализации предложенного метода разработан подающий бункер, при помощи которого порошковая шихта подпрессовывается и подается на восстанавливаемую поверхность детали.

Известно, что около 90 % деталей современных тракторов и автомобилей становятся непригодными для дальнейшей эксплуатации при износе до 0,3 мм. Поэтому на сегодняшний день особое внимание уделяется разработке способов восстановления, позволяющих получить толщину наращиваемого слоя менее 1

мм. Такими методами является автоматическая наплавка в среде углекислого газа, вибродуговая наплавка, индукционная наплавка, а так же плазменная наплавка. Но все эти методы не позволяют изменять свойства наращиваемого слоя, и технологическое оборудование для всех перечисленных выше типов наплавки дорогостоящее. Одним из методов восстановления позволяющих получить толщину наращиваемого слоя до 1 мм является и электроконтактная приварка. Использование порошковых материалов в этом методе восстановления позволяет получать покрытия с разнообразными свойствами (твердые, фрикционные, антифрикционные и др.), за счет изменения состава порошка, а так же режимов приварки.

Электроконтактной приваркой можно восстанавливать детали с незначительными износами (зубья шестерни, шлицы, опорные шейки распределительных валов, шейки коленчатых валов, шпоночные пазы, резьбы и т.п.).

Так же одним из достоинств метода электроконтактной приварки является влияние на сцепление наращиваемого слоя с основным металлом путем изменения скорости приварки. При невысоких скоростях, в пределах 2...3 мм/с, слой получается весьма плотным (пористостью не более 6...8%), но с пониженным значением сцепления. Повышение скорости приварки (до 4 мм/с) улучшается сцепление, вызывая одновременно повышение пористости слоя (до 10...12%).

Данный способ обеспечивает высокую износостойкость нанесенного слоя, при незначительном уровне термического влияния на деталь. Его применение эффективно для наращивания наружных цилиндрических поверхностей.

1.2 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности шестеренчатого насоса высокого давления

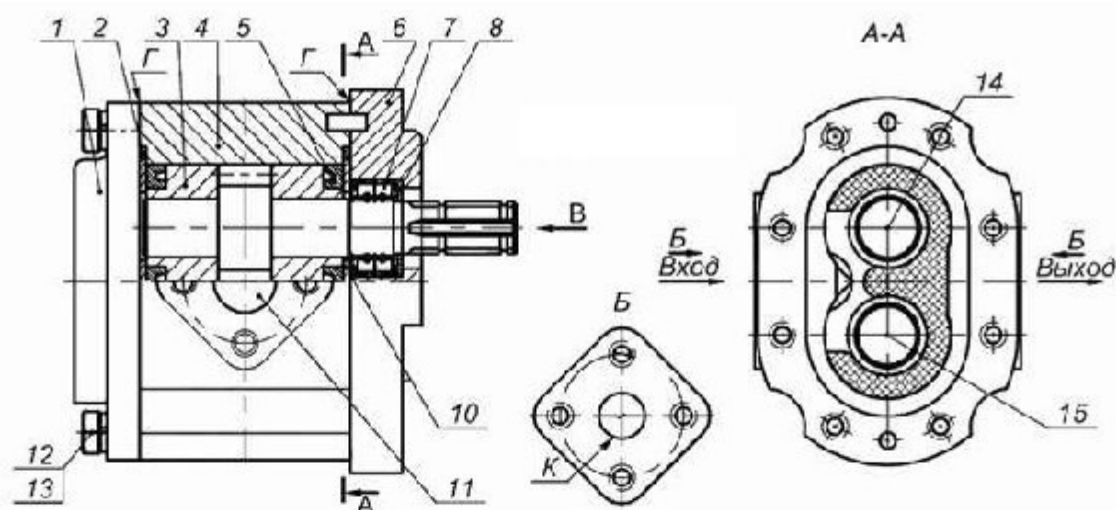
Шестеренчатый насос высокого давления МТЗ-80 и МТЗ-82 белорусского производителя включены в стандартную комплектацию. Они также оснащены современными моделями сельскохозяйственной и дорожной, строительной и рабочей городской техники. Основной функцией насоса НШ является нагнетание жидкости при запуске гидравлической системы.

Гидравлический шестеренчатый насос может иметь различные характеристики в зависимости от используемого навесного оборудования.

НШ-32 подходит для техники с навесным оборудованием для работы в вертикальной плоскости. Это могут быть бульдозеры, отвалы или грейдеры, допустимы также ковшовые навесы. Привод захватов и стрел считается наиболее востребованным действием для данного типа оборудования.

Все системы марок НШ функционируют в соответствии с едиными принципами и могут быть представлены только конструктивными элементами и видами техники, входящими в их комплектацию. В целом шестеренчатый насос представлен в виде агрегата, который передает жидкость к гидравлической системе. Ведомый и ведущий роторы посредством вращения концентрируют со стороны входа разрежение, после чего пустоты и пазы под давлением заполняются жидкостью.

Схематично устройство достаточно примитивное, а эксплуатация не представляет никаких сложностей, но каждый моторист или владелец трактора должны иметь базовые знания о тонкостях выбора насоса в зависимости от эксплуатируемой техники.



1 - крышка задняя, 2 - кольцо уплотнительное, втулка опорная, 4 - корпус насоса, 5 - манжета резиновая, 6 - крышка передняя, 7 - манжета армированная, 8 - кольцо, 10 - пластина, 11 - фланец, 12 - болт, 13 - шайба, 14 - ротор ведущий, 15 - ротор ведомый.

Рисунок 1.6 - Шестеренчатый насос высокого давления.

Маркировку можно найти на корпусе каждого насоса: буква А свидетельствует о круглом насосе, а буквы УК, У, УФ и М о плоской модели. Первые принято использовать в условиях повышенной гидравлической нагрузки, их ценовая политика несколько выше, как и эксплуатационные характеристики.

Не менее важный фактор – типовое соединение с приводом, которое зависит от конструкции вала – шпоночная или шприцевая.

Характерные неисправности насосов НШ-32

И процессе эксплуатации у насосов НШ могут возникать следующие характерные неисправности. Проседание втулок и шестерен в колодцах корпуса из-за износа торцовых сопрягающихся поверхностей шестерен и втулок. В результате этого осевой зазор между передними втулками и крышкой увеличивается насколько, что выбирается весь натяг уплотнительного кольца, охватывающего разгрузочную пластину, и это приводит к циркуляции масла внутри насоса, снижению его объемного к. п. д. и к прекращению подачи масла.

Перекося качающего узла (т. е. комплекта шестерен и втулок) в вертикальной плоскости вследствие неравномерного износа втулок на стороне всасывания.

Таблица 1.1 - Технические характеристики НШ-32.

Характеристика	НШ32-4	НШ32-4Л	НШ32А-3	НШ32А-3Л
			НШ 32В-3	НШ 32В-3(Л)
Рабочий объём (возможное отклонение ± 3%), см³	32			
Вращение вала	правое	левое	правое	левое
Давление на выходе, МПа	20		16	
Частота вращения вала, об/с	40			
Объёмная подача, л/мин	68,6			
Давление на входе минимальное / максимальное, МПа	0,018 / 0,15			
Минимальный коэффициент подачи	0,94			
КПД, не менее	0,83			
Мощность, кВт	33,2		26,6	
Рабочая температура окружающей среды, °С	-50...+60			
Допустимая кинематическая вязкость жидкости, мм²/с	30...40		55...70	
Масса, кг	7			

Причины неисправностей

1. Если в гидравлическую систему поступает недостаточно нагнетаемого масла или не поступает вовсе, причиной может быть износ насоса по ресурсу, повреждение привода или утечка.

2. При нагнетании воздуха в гидросистему или наличии пены в гидробаке проверьте герметичность трубопровода, уровень износа манжеты привода, а также температуру масла.

3. Если работа насоса сопровождается вибрациями и гулом, причина может заключаться в вибрации запорных клапанов, износе муфты привода, а также недостаточно надежной фиксации трубопровода или других системных узлов.

4. При отсутствии необходимого давления при работе обратить внимание на уровень общего износа насоса, положение регулировки клапана, а также чистоту золотника.

5. Если насос периодически перегревается, уровень масла в гидробаке может быть слишком низким, также возможно засорение фильтра или слишком интенсивная эксплуатация.

Рекомендации к эксплуатации

Обязательно придерживаться лимитированного времени, чтобы обеспечить длительную и эффективную эксплуатацию:

- Не более 3000 часов для строительной и промышленной техники.
- Не более 1000 часов для городской техники.
- Не более 4000 часов для сельскохозяйственной техники.

Менять фильтр при каждой замене насоса, так можно снизить простоявание техники и сократить расходы на текущий ремонт. Допустимо использование только оригинальных деталей и запчастей, в противном случае преждевременный износ рабочего узла будет неизбежен.

Из вышеуказанного возникает необходимость разработки участка восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники и бункера для подачи порошковой шихты при электроконтактной приварки металлического порошка.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

2.1 Расчет программы восстановления

Годовая программа восстановления определяется исходя из количества ремонтируемых объектов на данном предприятии, количества одинаковых деталей на данном объекте и коэффициента восстанавливаемости по формуле:

$$N_i = N \cdot n \cdot K_B, \quad (2.1)$$

где N – количество ремонтируемых объектов, шт;

n – количество одинаковых деталей на данном объекте, шт;

K_B – коэффициент восстановления.

Коэффициент восстановления показывает какая часть деталей данного наименования требует восстановления:

$$K_B = \frac{\Pi_{\text{вос}}}{\Pi_O}, \quad (2.2)$$

где $\Pi_{\text{вос}}$ – количество деталей, требующих восстановления, шт;

Π_O – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию.

Для определения годовой площади восстановления необходимо определить площадь восстановления поверхности деталей. По каталогу определяем диаметр и длину восстанавливаемой поверхности каждой детали и определяем площадь поверхности деталей по формуле:

$$S = \pi \cdot d \cdot l \cdot n, [\text{мм}^2] \quad (2.3)$$

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

l – длина восстанавливаемой поверхности, мм.

n – количество восстанавливаемых поверхностей.

Перечень деталей техники подлежащих восстановлению и данные расчетов приводим в виде таблицы 2.1

Таблица 2.1 - Номенклатурный перечень деталей машинно-тракторного парка предприятия подлежащих восстановлению электроконтактной приваркой.

Наименование детали	Количество ремонтируемых объектов N, шт.	Количество деталей на объекте n, шт.	Коэффициент восстановляемости Кв	Общая площадь восстановления ΣS , мм ²	Годовая программа восстановления N _г , шт.
1	2	3	4	5	6
1 Комбайны					
1.1 Зерноуборочные					
Кейс 525					
Вал вариатора барабана	32	1	0,2	352685	6,4
Вал молотильного барабана	32	1	0,2	1004800	6,4
Вал вариатора вентилятора	32	1	0,2	313498	6,4
Вал гидромотора	32	1	0,1	156749	3,2
Ступица ведущих колес	32	2	0,3	1519258	19,2
Эксцентричный вал жатки	32	1	0,4	1044992	12,8
Палец шнека жатки	32	16	0,3	4220160	153,6
Ведущий вал насоса	32	1	0,1	143686	3,2
Ведомый вал насоса	32	1	0,1	143686	3,2
Вал соломотряса	32	2	0,3	1356480	19,2
Вал измельчающего аппарата	32	2	0,2	385843	12,8
Вал привода колосового шнека	32	1	0,3	422016	9,6
Вал привода выгрузного шнека	32	1	0,3	437088	9,6
Двигатель Кейс 525					
Опора шестерни	32	1	0,1	113040	3,2
Ось коромысел	32	1	0,05	105504	1,6
Вал распределительный	32	1	0,3	723456	9,6
Коленчатый вал	32	1	0,1	452160	3,2
Толкатель	32	12	0,05	705370	19,2
Валик водяного насоса	32	1	0,1	138662	3,2
Ось натяжного ролика	32	1	0,1	129870	3,2
Зубчатое колесо ведущее	32	2	0,2	944512	12,8
Клапан редукционный	32	1	0,5	395640	16
Зубчатое колесо ведомое	32	1	0,2	850061	6,4
Клапан предохранительный	32	1	0,05	39564	1,6
Вал главного сцепления	32	1	0,3	626995	9,6
Вал регулятора	32	1	0,3	482304	9,6
Вал редуктора	32	1	0,3	633024	9,6

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Ролик	32	1	0,05	143686	1,6
Кейс 527					
Вал вариатора барабана	17	1	0,2	209250	3,4
Вал молотильного барабана	17	1	0,2	704616	3,4
Вал вариатора вентилятора	17	1	0,2	166546	3,4
Вал гидромотора	17	1	0,1	90212	1,7
Ступица ведущих колес	17	2	0,3	807106	10,2
Эксцентричный вал жатки	17	1	0,4	555152	6,8
Палец шнека жатки	17	16	0,3	2241960	81,6
Ведущий вал насоса	17	1	0,1	76333	1,7
Ведомый вал насоса	17	1	0,1	76333	1,7
Вал соломотряса	17	2	0,3	792693	10,2
Вал измельчающего аппарата	17	2	0,2	204979	6,8
Вал привода колосового шнека	17	1	0,3	224196	5,1
Вал привода выгрузного шнека	17	1	0,3	232203	5,1
Двигатель Кейс 527					
Опора шестерни	17	1	0,1	78068	1,7
Ось коромысел	17	1	0,05	56049	0,85
Вал распределительный	17	1	0,3	432378	5,1
Коленчатый вал	17	1	0,1	352308	1,7
Толкатель	17	12	0,05	384336	10,2
Валик водяного насоса	17	1	0,1	49110	1,7
Ось натяжного ролика	17	1	0,1	62722	1,7
Зубчатое колесо ведущее	17	2	0,2	501772	6,8
Клапан редукционный	17	1	0,5	210184	8,5
Зубчатое колесо ведомое	17	1	0,2	451595	3,4
Клапан предохранительный	17	1	0,05	21018	0,85
Вал главного сцепления	17	1	0,3	333091	5,1
Вал регулятора	17	1	0,3	281846	5,1
Вал редуктора	17	1	0,3	288252	5,1
Ролик	17	1	0,05	79269	0,85
Нью Холанд TX-65, CS-640					
Вал вариатора ротора	18	1	0,2	205733	3,6
Вал ротора	18	1	0,2	768672	3,6
Вал вариатора вентилятора	18	1	0,2	167864	3,6
Вал гидромотора	18	1	0,1	94049	1,8
Ступица ведущих колес	18	2	0,3	967170	10,8
Эксцентричный вал жатки	18	1	0,4	651110	7,2
Палец шнека жатки	18	16	0,3	3255552	86,4
Ведущий вал насоса	18	1	0,1	95038	1,8
Ведомый вал насоса	18	1	0,1	90206	1,8

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал соломотряса	18	2	0,3	1322568	10,8
Вал измельчающего аппарата	18	2	0,2	282600	7,2
Вал привода колосового шнека	18	1	0,3	303089	5,4
Вал привода выгрузного шнека	18	1	0,3	266718	5,4
Двигатель Нью Холанд ТХ-65, СS-640					
Вал распределительный	18	1	0,3	383714	5,4
Коленчатый вал	18	1	0,1	300686	1,8
Толкатель клапана	18	6	0,05	208762	5,4
Валик коромысла	18	1	0,05	44312	0,9
Шкив коленчатого вала	18	1	0,05	67118	0,9
Валик водяного насоса	18	1	0,05	37981	0,9
Ступица шкива	18	2	0,05	96084	1,8
Валик масляного насоса	18	1	0,05	55390	0,9
Палец ведомой шестерни	18	1	0,1	79331	1,8
Вал редуктора	18	1	0,3	360315	5,4
Полуось коленчатого вала	18	1	0,05	69802	0,9
Вал регулятора	18	1	0,3	264514	5,4
Валик рукоятки	18	1	0,05	46686	0,9
Ролик	18	1	0,05	54259	0,9
1.2 Кормоуборочные					
УЭС-2-280А "Полесье"					
Двигатель УЭС-2-280А "Полесье"					
Вал распределительный	1	1	0,3	20762	0,3
Толкатель клапана	1	8	0,05	13565	0,4
Валик коромысла	1	1	0,05	3699	0,05
Ступица шкива	1	2	0,05	4490	0,1
Валик масляного насоса	1	1	0,05	2077	0,05
Палец ведомой шестерни	1	1	0,1	4051	0,1
Вал редуктора	1	1	0,3	19187	0,3
Вал регулятора	1	1	0,3	18934	0,3
Валик рукоятки	1	1	0,05	2656	0,05
Ролик	1	1	0,05	3219	0,05
Коленчатый вал	1	1	0,1	18840	0,1
Шасси УЭС-2-280А "Полесье"					
Вал силовой передачи	2	1	0,3	34726	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	40996	0,6
Вал промежуточный	2	1	0,3	43558	0,6
Вал внутренний	2	1	0,3	33407	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	31516	0,6
Ось сателлитов	2	1	0,1	8164	0,2
Шестерня коронная	2	1	0,2	31400	0,4

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Полуось левая	2	1	0,4	74456	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	74456	0,8
Вал первичный	2	1	0,3	37793	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	20165	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	46723	0,8
1.3 Самоходные косилки					
Кейс Е-304					
Вал вариатора	10	1	0,3	253869	3
Ступица ведущих колес	10	2	0,2	401920	4
Вал привода жатки	10	1	0,3	217790	3
Вал привода ведущих колес	10	2	0,3	494362	6
Двигатель Кейс Е-304					
Опора шестерни	10	1	0,1	61544	1
Ось коромысел	10	1	0,05	35796	0,5
Вал распределительный	10	1	0,3	180864	3
Коленчатый вал	10	1	0,1	117562	1
Валик водяного насоса	10	1	0,1	40820	1
Ось натяжного ролика	10	1	0,1	46535	1
Зубчатое колесо ведущее	10	2	0,2	284107	4
Клапан редукционный	10	1	0,5	158256	5
Зубчатое колесо ведомое	10	1	0,2	249517	2
Клапан предохранительный	10	1	0,05	16155	0,5
Вал главного сцепления	10	1	0,3	219674	3
Вал регулятора	10	1	0,3	158256	3
Вал редуктора	10	1	0,3	185762	3
Ролик	10	1	0,05	31400	0,5
Мак Дон					
Вал вариатора	3	1	0,3	63302	0,9
Ступица ведущих колес	3	2	0,2	118127	1,2
Вал гидромотора	3	1	0,1	19330	0,3
Ведущий вал насоса	3	2	0,1	37152	0,6
Двигатель Мак Дон					
Опора шестерни	3	1	0,1	14469	0,3
Ось коромысел	3	1	0,05	10908	0,15
Вал распределительный	3	1	0,3	62737	0,9
Коленчатый вал	3	1	0,1	48042	0,3
Валик водяного насоса	3	1	0,1	13226	0,3
Вал главного сцепления	3	1	0,3	54960	0,9
Вал регулятора	3	1	0,3	48353	0,9

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
2 Трактора					
ЛТЗ-155-3У					
Двигатель ЛТЗ-155-3У					
Опора шестерни	3	1	0,1	16142	0,3
Ось коромысел	3	1	0,05	10603	0,15
Вал распределительный	3	1	0,3	62285	0,9
Коленчатый вал	3	1	0,1	54862	0,3
Валик водяного насоса	3	1	0,1	14695	0,3
Ось натяжного ролика	3	1	0,1	12894	0,3
Клапан предохранительный	3	1	0,05	5104	0,15
Вал главного сцепления	3	1	0,3	71215	0,9
Вал регулятора	3	1	0,3	54259	0,9
Вал редуктора	3	1	0,3	57560	0,9
Ролик	3	1	0,05	7065	0,15
Шасси ЛТЗ-155-3У					
Вал ведомый привода ВОМ	3	1	0,3	70085	0,9
Вал ведущий привод ВОМ	3	1	0,3	69056	0,9
Вал вилок включения	3	1	0,3	30340	0,9
Ось промежуточной шестерни	3	1	0,1	17985	0,3
Вал силовой передачи	3	1	0,3	83084	0,9
Вал первичный	3	1	0,3	60589	0,9
Вал промежуточный	3	1	0,3	65812	0,9
Вал внутренний	3	1	0,3	58634	0,9
Вал вторичный	3	1	0,3	56520	0,9
Ось сателлитов	3	1	0,1	13471	0,3
Шестерня ведущая					
- правая	3	1	0,2	33641	0,6
- левая	3	1	0,2	33641	0,6
Водило заднего вала ВОМ	3	1	0,3	72063	0,9
Шестерня коронная	3	1	0,2	50642	0,6
Валик управления	3	1	0,5	101548	1,5
Вал передний	3	1	0,3	51433	0,9
Полуось левая	3	1	0,4	96649	1,2
Полуось правая	3	1	0,4	96649	1,2
Ось рычага с фланцем	3	1	0,15	33064	0,45
Вал ведущий привода ВОМ	3	1	0,3	65563	0,9
Валик редуктора ВОМ	3	1	0,3	57933	0,9
Вал первичный	3	1	0,3	51433	0,9
Вал вилок включения тормоза	3	1	0,3	42927	0,9
Ось шестерни	3	1	0,2	39881	0,6
Ось винта	3	1	0,2	30385	0,6

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал раздаточной коробки	3	1	0,4	66618	1,2
Шестерня полуосевая	3	1	0,2	41116	0,6
Фланец диска	3	2	0,15	91517	0,9
ЛТЗ-60 АВ					
Двигатель ЛТЗ-60 АВ					
Опора шестерни	2	1	0,1	10042	0,2
Ось коромысел	2	1	0,05	8177	0,1
Вал распределительный	2	1	0,3	45216	0,6
Валик водяного насоса	2	1	0,1	12050	0,2
Ось натяжного ролика	2	1	0,1	8773	0,2
Зубчатое колесо ведущее	2	2	0,2	65081	0,8
Клапан редукционный	2	1	0,5	31915	1
Зубчатое колесо ведомое	2	1	0,2	58700	0,4
Клапан предохранительный	2	1	0,05	3165	0,1
Вал главного сцепления	2	1	0,3	36527	0,6
Вал регулятора	2	1	0,3	34002	0,6
Вал редуктора	2	1	0,3	30464	0,6
Ролик	2	1	0,05	6230	0,1
Коленчатый вал	2	1	0,1	23110	0,2
Шасси ЛТЗ-60 АВ					
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	49074	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	44933	0,6
Вал вилок включения	2	1	0,3	25502	0,6
Ось промежуточной шестерни	2	1	0,1	12083	0,2
Вал силовой передачи	2	1	0,3	35510	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	33098	0,6
Вал промежуточный	2	1	0,3	37586	0,6
Вал внутренний	2	1	0,3	34044	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	33565	0,6
Ось сателлитов	2	1	0,1	9224	0,2
Шестерня ведущая					
- правая	2	1	0,2	32656	0,4
- левая	2	1	0,2	32656	0,4
Водило заднего вала ВОМ	2	1	0,3	41900	0,6
Шестерня коронная	2	1	0,2	32219	0,4
Валик управления	2	1	0,5	34967	1
Вал передний	2	1	0,3	47085	0,6
Полуось левая	2	1	0,4	59575	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	59575	0,8
Ось рычага с фланцем	2	1	0,15	18041	0,3
Валик редуктора ВОМ	2	1	0,3	43679	0,6

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал первичный	2	1	0,3	38754	0,6
Вал вилок включения тормоза	2	1	0,3	25962	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	18689	0,4
Ось винта	2	1	0,2	22216	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	63001	0,8
Шестерня полуосевая	2	1	0,2	45367	0,4
Фланец диска	2	2	0,15	55254	0,6
Нью Холанд ТМ-165					
Двигатель Нью Холанд ТМ-165					
Вал распределительный	1	1	0,3	24115	0,3
Валик коромысла	1	1	0,05	2539	0,05
Ступица шкива	1	2	0,05	7240	0,1
Валик масляного насоса	1	1	0,05	2216	0,05
Палец ведомой шестерни	1	1	0,1	5381	0,1
Вал редуктора	1	1	0,3	23569	0,3
Вал регулятора	1	1	0,3	15795	0,3
Валик рукоятки	1	1	0,05	2453	0,05
Ролик	1	1	0,05	3140	0,05
Коленчатый вал	1	1	0,1	15600	0,1
Шасси Нью Холанд ТМ-165					
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	47160	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	48607	0,6
Вал силовой передачи	2	1	0,3	40152	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	35871	0,6
Вал промежуточный	2	1	0,3	37710	0,6
Вал внутренний	2	1	0,3	36399	0,6
Вал вторичный	2	1	0,3	32081	0,6
Ось сателлитов	2	1	0,1	9144	0,2
Водило заднего вала ВОМ	2	1	0,3	34854	0,6
Шестерня коронная	2	1	0,2	33234	0,4
Полуось левая	2	1	0,4	65412	0,8
Полуось правая	2	1	0,4	65412	0,8
Валик редуктора ВОМ	2	1	0,3	43566	0,6
Вал первичный	2	1	0,3	35540	0,6
Ось шестерни	2	1	0,2	22377	0,4
Вал раздаточной коробки	2	1	0,4	43608	0,8
Джон Дир 82-40					
Двигатель Джон Дир 82-40					
Вал распределительный	2	1	0,3	57198	0,6
Ступица шкива	2	2	0,05	19217	0,2
Валик масляного насоса	2	1	0,05	5159	0,1

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
Вал регулятора	2	1	0,3	31033	0,6
Ролик	2	1	0,05	6752	0,1
Коленчатый вал	2	1	0,1	43106	0,2
Шасси Джон Дир 82-40					
Вал ведомый привода ВОМ	2	1	0,3	37228	0,6
Вал ведущий привод ВОМ	2	1	0,3	36354	0,6
Автомобили					
КамАЗ 55102С, 53215					
Двигатель КамАЗ 55102С, 53215					
Опора шестерни	7	1	0,1	41463	0,7
Ось коромысел	7	1	0,05	29981	0,35
Вал распределительный	7	1	0,3	189907	2,1
Коленчатый вал	7	1	0,1	131396	0,7
Толкатель	7	16	0,05	187094	5,6
Валик водяного насоса	7	1	0,1	44663	0,7
Зубчатое колесо ведущее	7	2	0,2	165852	2,8
Зубчатое колесо ведомое	7	1	0,2	140514	1,4
Вал регулятора	7	1	0,3	136733	2,1
Ролик	7	1	0,05	22169	0,35
Шасси КамАЗ 55102С, 53215					
Вал вилки включения	7	2	0,3	198875	4,2
Ось промежуточной шестерни	7	1	0,1	38298	0,7
Вал первичный	7	1	0,3	139002	2,1
Вал промежуточный	7	1	0,3	137089	2,1
Вал раздаточной коробки	7	1	0,4	183577	2,8
Сумма				48785790	910

2.2 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой

Общая площадь восстановления всех деталей составляет $\Sigma S = 48785790 \text{ мм}^2$.

Средняя производительность восстановления электроконтактной приваркой составляет $28000 \text{ мм}^2/\text{ч}$ [].

Определим годовой фонд времени работы.

Годовой фонд времени работы одной установки при односменной работе и пятидневной рабочей неделе определяется по формуле []:

$$\Phi_{HO} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{CM} - d_{III}, \quad (2.4)$$

где d_K – число календарных дней;

d_B – число выходных дней;

d_{II} – число праздничных дней;

t_{CM} – продолжительность смены, ч;

d_{III} – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{HO} = (365 - 105 - 20) \cdot 8 - 5 = 1915, \text{ ч}$$

Определим количество станков необходимых для выполнения производственной программы:

$$N_{CT} = \frac{\sum S}{P \cdot \Phi_{HO}}, \quad (2.5)$$

где P – производительность восстановления электроконтактной приваркой порошковых материалов.

$$N_{CT} = \frac{48785790}{28000 \cdot 1915} = 0,91 \text{ шт.}$$

Принимаем 1 станок.

В соответствии с проведенными расчетами на участке восстановления, предусматриваем 1 установку электроконтактной приварки для восстановления наружных цилиндрических поверхностей.

Планировка участка восстановления приведена на 1 листе графического материала.

Очень важную роль играет выбор режимов восстановления. При правильной работе технологии восстановления в процессе восстановления восстановительная часть должна составлять не менее 80% от нового ресурса. С применением композиционных материалов в электроконтактной приварке можно увеличить ресурс восстановленной детали до ресурса новой.

2.3 Разработка технологии восстановления деталей машин композиционными материалами

2.3.1 Маршрутная технология восстановления шестерни насоса НШ

Выбор режимов и оборудования для электроконтактной приварки порошковых материалов.

Для электроконтактной приварки порошковых материалов на наружные цилиндрические поверхности применяют разрабатываемую установку. Требуемая твёрдость поверхности цапфы под втулку шестерни по Роквеллу составляет HRC 48...50. Марку и смесь порошка принимаем ПЖОМ1 + канифоль (15%). Перед приваркой порошка, восстанавливаемую поверхность очищают от масла, следов коррозии и заранее изготавливают порошковую шихту для восстановления приваркой определённого количества ведущих шестерен НШ. Приварка порошка происходит в два перехода: вначале шихту предварительно наносят на поверхность детали, через некоторое время затвердевает слой покрытия, затем включив продольную подачу суппорта производят сплошную приварку по винтовой линии.

Ориентировочный режим приварки шихты толщиной 1 мм электродами с широкой рабочей части 4...5 мм на деталь диаметром 25,70 мм [1]:

- частота вращения детали – $4 \dots 5 \text{ мин}^{-1}$;
- ток-5 кА;
- продолжительность импульсов тока – 0,06 с;
- продолжительность пауз – 0,10 с;
- усилие сжатия роликовых электродов – 2000...3000 Н;
- расход охлаждающей жидкости – 1,5 – 2,0 л/мин.

Поверхность детали после приварки шлифуется на номинальный размер на шлифовальном станке 3Б12.

2.3.2 Расчёт норм времени на электроконтактную приварку порошковой шихты

Норму времени на электроконтактную приварку порошковой шихты рассчитываем по формуле [3]:

$$T_n = T_o + T_B + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.3)$$

где T_o – основное время приварки, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин;

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

n – количество деталей в партии, шт.

Принимаем $n = 6$ шт.

$T_B = 2 \dots 4$ мин

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{V_n \cdot S} \cdot n, \quad (3.4)$$

где d – диаметр деталей, м;

V_n – скорость приварки, м/мин;

l – ширина поверхности приварки, м;

S – шаг приварки, м, $S = 0,004$ м;

n – количество поверхностей приварки на одной детали;

Скорость приварки вычисляем по формуле:

$$V_n = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (3.5)$$

где n – обороты шпинделя станка, $n = 5 \text{ мин}^{-1}$.

Скорость приварки цапфы под втулку:

$$V'_n = \frac{3,14 \cdot 25,7 \cdot 5}{1000} = 0,403 \text{ м/мин.}$$

Скорость приварки шестерни по вершинам зубьев:

$$V'' = \frac{3,14 \cdot 54,6 \cdot 5}{1000} = 0,85 \text{ м/мин.}$$

Для цапф под втулку:

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 0,0257 \cdot 0,041}{0,403 \cdot 0,004} \cdot 6 = 12,30 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 0,0546 \cdot 0,121}{0,85 \cdot 0,004} \cdot 6 = 12,30 \text{ мин.}$$

$$T_{доп} = \frac{(T_o + T_v) \cdot K}{100} \quad (3.6)$$

$$K = 8 \dots 10 \%$$

Для цапфы под втулку:

$$T_{доп} = \frac{(12,30 + 4) \cdot 10}{100} = 1,63 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{доп} = \frac{(6,10 + 4) \cdot 10}{100} = 1,01 \text{ мин.}$$

Для работ средней сложности:

$$T_{ПЗ} = 20 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_o + T_v, \text{ мин.} \quad (3.7)$$

Для цапфы под втулку:

$$T_{оп} = 12,30 + 4 = 16,30 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{оп} = 6,10 + 4 = 10,10 \text{ мин.}$$

Штучное время вычисляем по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}, \quad (3.8)$$

Для цапфы под втулку:

$$T_{шт} = 16,30 + 1,63 = 17,93 \text{ мин.}$$

Для шестерни по вершинам зубьев:

$$T_{шт} = 10,10 + 1,01 = 11,11 \text{ мин.}$$

$$T_{л} = 12,30 + 6,1 + 4 + 1,01 + \frac{20}{2} = 35,04 \text{ мин.}$$

Производим шлифование поверхности цапфы под втулку шестерни НШ диаметром 26 мм.

Установим режим обработки: поперечная подача $t = 0,030$ мм/ход; продольная подача $S_{пр} = 20$ мм/об; окружная скорость вращения детали $V_o = 20$ м/мин.

Частоту вращения детали определяем по формуле:

$$n = \frac{V_0}{\pi \cdot D}, \quad (3.9)$$

где D – диаметр цапфы, м

$$n = \frac{20}{3,14 \cdot 0,026} = 244,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 245 \text{ мин}^{-1}$.

Число проходов для снятия припуска находим по формуле:

$$i = \frac{n}{t}, \quad (3.10)$$

где n – припуск на шлифование, мм.

$$i = \frac{0,2}{0,03} = 6,6$$

Принимаем $i = 7$.

Основное время определяем по формуле:

$$T'_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{шп}}} K_3, \quad (3.11)$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3 = 1,5$

$$T'_0 = \frac{136 \cdot 7}{245 \cdot 20} \cdot 1,5 = 0,29 \text{ мин.}$$

Полное основное время:

$$T_{01} = 2T'_0 = 2 \cdot 0,29 = 0,58 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время берем из []:

$$T_{\text{в}} = 1,6 \text{ мин.}$$

2.4 Обеспечение безопасности труда

Профилактика травматизма и снижение влияния вредных факторов – основное направление развития безопасности жизнедеятельности человека. Основной причиной, определяющей постоянную необходимость совершенствования системы по обеспечению безопасности жизнедеятельности на производстве, является изменение условий труда.

Охрана труда находит и изучает возможные причины, разрабатывает систему предотвращения производственных аварий, профессиональных заболеваний, взрывов, пожаров и мероприятий с целью устранения этих причин и создания для человека безопасных и благоприятных условий труда.

Для решения задач по охране труда требуется применение достижений из множества научных дисциплин, связанных с обеспечением здоровья и безопасности человека на производстве.

Анализ вредных производственных факторов

Проанализируем возможные факторы на производстве:

а) поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей, содержащих в составе твердой фазы оксиды различных металлов (марганца, хрома, никеля, железа) и токсичные газы (углекислый газ, озон, фтороводород, окись азота).

В результате горения сварочной дуги воздух рабочей зоны загрязняется оксидами испарившихся металлов и различными вредными газами. Содержание в воздухе вредных веществ не должно превышать предельно допустимой концентрации. Для этого должен проводиться анализ газовоздушной среды с периодичностью не реже чем раз в час, а так же по первому требованию рабочих.

б) повышенная температура поверхностей деталей, оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне.

Возникает при сварке дуговыми способами, а особенно при термообработке. Вызывает ожоги, покраснения кожи, поднятие температуры тела у персонала, непосредственно имеющие прямой контакт с горячими объектами;

в) высокая яркость сварочной дуги

г) повышенный уровень шума

Это совокупность шумов, возникающих при работе станков и оборудования и от технологического процесса резки и обработки. Шумом является всякий нежелательный для человека звук.

Для защиты от шума применяют звукопоглощающие конструкции вблизи источника шума, средства индивидуальной защиты – вкладыши в уши (снижение шума на 5-20 дБ), наушники (снижение шума 5 – 48 дБ), шлемы (при воздействии шумов с высоким уровнем – более 120 дБ)

- д) повышенный уровень вибрации
- е) недостаток естественного освещения

Для зрительной работы IV разряда освещенность должна составлять $E_{\text{н}}=E_{\text{общ}}=300$ лк (табл.1 СНиП 23-05-95), чего невозможно достичь, используя только естественное освещение.

Анализ опасных производственных факторов

Опасными производственными факторами называются факторы производства, которые могут вызвать травмирование рабочего персонала.

К таким факторам можно отнести:

- подвижные части производственного оборудования.
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.
- опасность возникновения взрыва. Взрывы возможны при неправильной транспортировке, хранении и использовании баллонов со сжатыми газами.
- опасность поражения электрическим током.

Мероприятия по уменьшению влияния вредных и опасных факторов

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности работников на участке сборки и сварки следует поддерживать оптимальные параметры микроклимата согласно СанПин 2.2.4.548 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Для обеспечения микроклимата используются вытяжки, вентиляция, отопление, кондиционирование.

Для защиты от излучения, возникающего в процессе сварки, применяются защитные экраны, специальная одежда – сварочная роба, средства индивидуальной защиты – сварочные маски с затемненными стеклами (ГОСТ

12.4.080-79 "ССБТ. Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве").

Производственная атмосфера должна соответствовать условиям:

- относительная влажность 30-60%;
- температура воздуха для холодного периода не менее минус 13-18°C;
- температура воздуха для теплого периода не более плюс 20-25°C;
- скорость движения воздуха не более 0,3 м/с

Для поддержания уровня освещенности применяются комбинированное освещение участка сборки и сварки, включающее в себя общее и местное освещение.

Огневые работы можно производить только после выполнения всех подготовительных мероприятий, обеспечивающих полную безопасность работ.

При проведении огневых работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты. При проведении огневых работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения, информационные щитки и указатели.

2.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве является важным фактором ускорения научно – технического прогресса и производительности труда. Основным средством физического воспитания являются физические упражнения, направленные на совершенствование наиболее важных сторон личности, способствуя развитию ее двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью для развития физических способностей используются следующие способы и методы:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- разработка вращательного движения пальцев рук;

- развитие статической и динамической устойчивости пальцев и ладоней;
- развитие ручек, кожи и мышечно-мышечной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости мышц спины, живота и спины;
- развитие точности движений мышц плечевого пояса.

Занятия физической культурой должны включать в себя различные виды спорта, благодаря которым они сохраняются для здоровья человека, его психического благополучия и улучшаются личные способности. В этих условиях творческое использование физкультурно-спортивной деятельности направлено на достижение жизненно важных и профессиональных целей человека.

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БУНКЕРА ДЛЯ ПОДАЧИ ПОРОШКОВОЙ ШИХТЫ

3.1 Устройство бункера для подачи порошковой шихты

Бункер для подачи порошковой шихты представляет собой конструкцию из двух валов: ведущего 5 и ведомого 4, в зазор между ними подается порошковая шихта, которая подпрессовывается и подается на поверхность детали.

Подающий бункер состоит из корпуса 3 и крышки корпуса 1, в разьемах которых установлены по два ползуна 6 с втулками 17 поджатых к друг другу пружинами 10. На втулки 17 посажены валы ведущий 5 и ведомый 4. На валах установлены эксцентричные втулки: подвижные 12 и неподвижные 11, на которых шлицевыми соединениями закреплены зубчатые венцы 14. Зубчатые венцы 14 входят в зацепление со звездочкой внутреннего зацепления 13. Звездочка внутреннего зацепления с наружной цилиндрической поверхностью установлена в отверстие корпуса. Между цилиндрическими отверстиями корпуса 3 и крышки корпуса 1 располагается бункер 2. На торцах валов, со стороны корпуса, расположена зубчатая передача для передачи вращения с ведущего вала на ведомый с возможностью смещения валов. Зубчатая передача представляет собой четыре зубчатых колеса находящихся в последовательном зацеплении. Промежуточные зубчатые колеса установлены на осях 38 которые являются шарнирами трапециндального механизма состоящего из четырех плеч 28 и двух пластин 27. Зубчатая передача закрывается цилиндрической крышкой 9. С другого торца ведущего вала находится привод.

Привод состоит из червячного редуктора и электродвигателя постоянного тока. Ведущий вал подающего бункера соединяется с выходным валом редуктора при помощи зубчатой муфты, а вал электродвигателя с ведущим валом редуктора при помощи упруго-втулочной муфты. Подающий бункер, редуктор и электродвигатель установлены на стойке, которая закреплена на установке для электроконтактной приварки 011-01-02.

3.2 Принцип работы бункера для подачи порошковой шихты

Электродвигателем через редуктор приводится во вращение ведущий вал, а так же через зубчатую передачу ведомый вал. С бункера поступает самотеком порошковая шихта в зазор между валами. Порошковая шихта подпрессовывается и наносится на восстанавливаемую поверхность детали. Для изменения толщины наносимого слоя необходимо повернуть звездочку внутреннего зацепления рукояткой, в результате чего проворачиваются эксцентричные втулки тем самым, меняя зазор между валами. Для изменения ширины наносимого слоя необходимо рукояткой переместить вдоль оси подвижные эксцентричные втулки по валам, тем самым, ограничивая попадание порошковой шихты в зазор между валами по ширине.

3.3 Конструктивные расчеты

3.3.1 Расчет привода бункера для подачи порошковой шихты

Валы нагружаются от силы сопротивления прессованию порошковой шихты. Определим касательную силу и момент сопротивления на валах.

Силу сопротивления прессованию находим из графика зависимости давления прессования от плотности железного порошка ПЖОМ1 рисунок 3.1. Влияние раствора канифоли на силу прессования не учитываем, так как она незначительна в связи с тем, что она находится в полужидком состоянии, и излишки вытесняются.

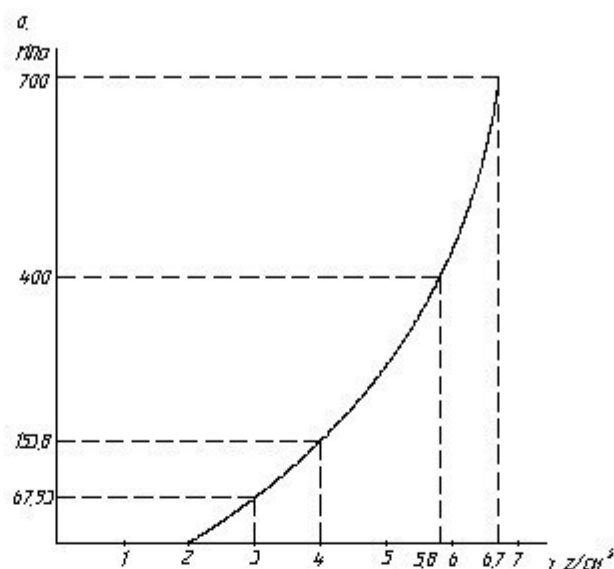


Рисунок 3.1 - График зависимости давления прессования от плотности железного порошка ПЖОМ1.

Величина прессования должна быть достаточной, для того чтобы в зазорах металлического порошка находился раствор канифоли, и не было воздуха. Также величина подпрессовывания не должна быть больше той, при которой порошок без примесей сохраняет форму, в противном случае получаемая лента будет хрупкой и не примет форму детали.

Порошок сохраняет форму в интервале плотности $\rho=3,9 \dots 7,2 \text{ г/см}^3$ [], свободная насыпная плотность порошка $\rho_k=2,0 \dots 2,2 \text{ г/см}^3$. Принимаем максимально возможную величину плотности $\rho=3,9 \approx 4 \text{ г/см}^3$. Из графика $\sigma=153,8 \text{ МПа}$.

Величина прессования:

$$\lambda = \frac{\rho}{\rho_k} = \frac{4,0}{2,0} = 2. \quad (3.1)$$

Найдем угол прессования α .

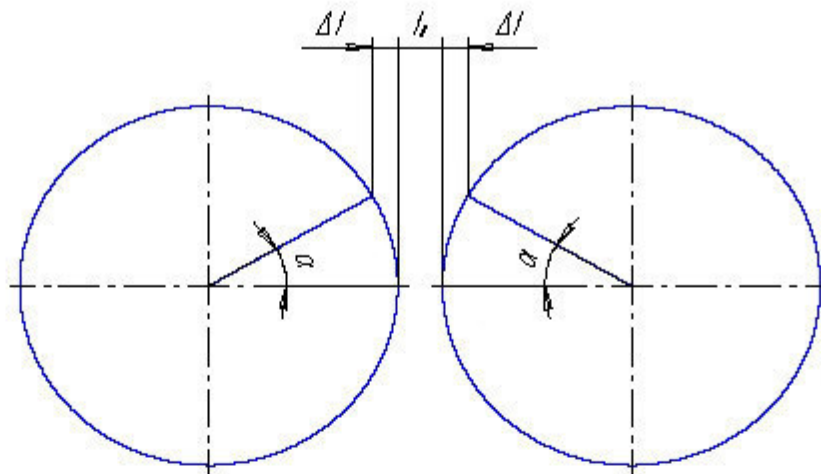


Рисунок 3.2 - Расчетная схема угла α .

Величина деформации порошка при прессовании Δt :

$$\lambda = \frac{t_0 + 2 \cdot \Delta t}{t_0}, \quad (3.2)$$

где t_0 – толщина порошковой ленты, мм;

Из формулы (3.2) выведем Δt :

$$\Delta t = \frac{t_0(\lambda - 1)}{2}, \text{ мм} \quad (3.3)$$

Из расчетной схемы рисунок 4.2 можно выразить Δt :

$$\Delta t = R(1 - \cos \alpha), \text{ мм} \quad (3.4)$$

Откуда выводим угол прессования α :

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{\Delta t}{R}\right), \text{ град} \quad (3.5)$$

где R - радиус вала, мм.

Максимальная сила прессования действующая на валы будет при максимальном значении угла α , так как с увеличением угла α увеличивается площадь прессования. Из формулы (3.5) видно что угол α будет наибольшим при максимальном значении деформации прессования Δt . Значение деформации будет максимальна при наибольших значениях величины прессования λ и толщины ленты t_0 . Величина прессования остается

неизменной, а толщина ленты меняется в пределах $t_0=1...5$ мм. Для расчетов принимаем максимальное значение $t_0=5$ мм.

$$\Delta t = \frac{5(2-1)}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

$$\alpha = \arccos\left(1 - \frac{2,5}{37,75}\right) = 20,96^\circ \approx 21^\circ$$

Рассчитаем суммарную силу прессования $F_{\Sigma \text{прес}}$:

$$F_{\Sigma \text{прес}} = S \cdot \sigma, \text{ Н} \quad (3.6)$$

где S – площадь прессования, мм^2 .

$$S = \frac{\pi \cdot R}{180} \cdot \alpha \cdot h, \text{ мм}^2 \quad (3.7)$$

где h – ширина ленты, мм.

Ширина ленты изменяется в пределах $h=0...50$ мм, принимаем максимальное значение $h=50$ мм, так как при этом значении суммарная сила прессования будет максимальна.

$$S = \frac{3,14 \cdot 37,75}{180} \cdot 21 \cdot 50 = 691,8 \text{ мм}^2$$

$$F_{\Sigma \text{прес}} = 691,8 \cdot 153,8 = 106399 \text{ Н.}$$

Сила прессования действующая на вал:

$$F_{\text{прес}} = \frac{F_{\Sigma \text{прес}}}{2} = \frac{106,4}{2} = 53,2 \text{ кН}; \quad (3.8)$$

Найдем угол β действия силы $F_{\text{прес}}$ на вал.

Построим развернутую эпюру распределенной нагрузки на вал. Силы на валу распределяются в зависимости от скорости прессования, т.е. чем быстрее порошок прессуется тем больше нагрузка, но суммарная сила будет постоянной и равной $F_{\text{прес}}$.

Скорость прессования:

$$V_{\text{прес}}(\alpha) = (R(1 - \cos \alpha))' = R \cdot \sin \alpha, \quad (3.9)$$

По полученной зависимости построим эпюру сил действующих на вал.

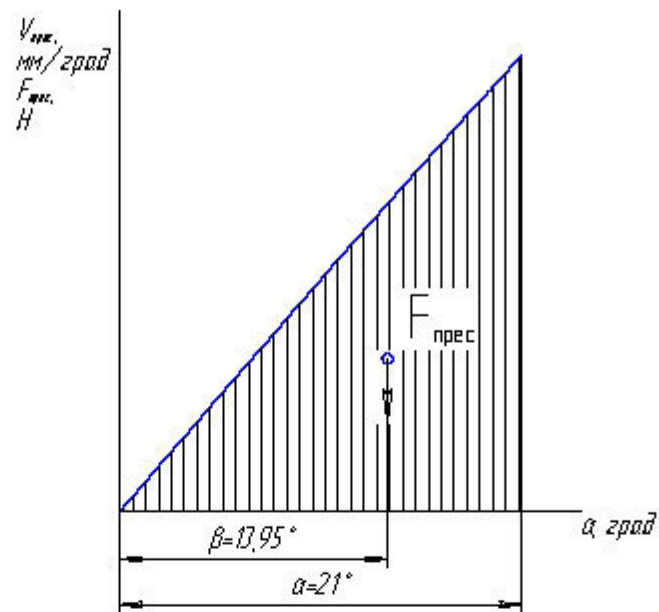


Рисунок 3.3 - Эпюра сил действующих на вал.

Площадь фигуры равна силе $F_{прес}$, а результирующая сила действует в точке центра тяжести эпюры

Рассчитаем касательные и радиальные силы действующие на вал.

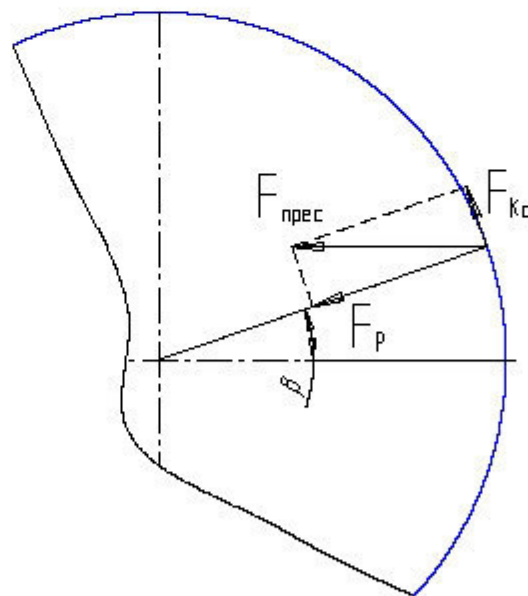


Рисунок 3.4 - Схема действия сил на вал.

Касательная сила сопротивления F_{Kc} действующая на вал:

$$F_{Kc} = F_{прес} \cdot \sin \beta = 53,2 \cdot \sin 14^\circ = 12,87 \text{ кН} \quad (3.10)$$

Радиальная сила F_R действующая на вал:

$$F_R = F_{прес} \cdot \cos \beta = 53,2 \cdot \cos 14^\circ = 51,62 \text{ кН} \quad (3.11)$$

Момент сопротивления M_c на валу:

$$M_c = R \cdot F_{kc} = 0,03775 \cdot 12870 = 486 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.12)$$

Мощность сопротивления P_c на валу:

$$P_c = M_c \cdot \omega = M_c \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} = 486 \cdot \frac{3,14 \cdot 10}{30} = 508,68 \text{ Вт}, \quad (3.13)$$

где ω - угловая скорость вала, с^{-1} ;

n – частота вращения вала, мин^{-1} .

Частота вращения вала изменяется в пределах $n=2\ldots 10 \text{ мин}^{-1}$, принимаем максимальное значение $n=10 \text{ мин}^{-1}$.

Потребная мощность подающего бункера.

Потребная мощность $P_{\text{потр}}$ складывается из мощностей сопротивления на валах и потери мощности на подшипниках и зубчатых передачах [1].

$$P_{\text{потр}} = \frac{P_c^1}{\eta_n^a} + \frac{P_c^2}{\eta_n^b \cdot \eta_z^c}, \text{ Вт} \quad (3.14)$$

где P_c^1 - мощность сопротивления на ведущем валу, Вт;

P_c^2 - мощность сопротивления на ведомом валу, Вт;

η_n, η_z - коэффициенты полезного действия соответственно подшипников скольжения и зубчатой передачи;

a, b, c – количество соответственно подшипников скольжения на ведущем валу, на ведомом валу и количество зубчатых передач.

$$P_{\text{потр}} = \frac{508,68}{0,95^2} + \frac{508,68}{0,95^2 \cdot 0,97^2} = 1162,66 \text{ Вт}.$$

Мощность электродвигателя

$$P_{\text{эл}} = \frac{P_{\text{потр}}}{\eta_{\text{ч}} \cdot \eta_{\text{м}}^d}, \text{ Вт} \quad (3.15)$$

где $\eta_{\text{ч}}, \eta_{\text{м}}$ – КПД соответственно червячного редуктора и муфты;

d – количество муфт.

$$P_{\text{эл}} = \frac{1162,66}{0,9 \cdot 0,98^2} = 1494,56 \text{ Вт}.$$

Выбираем электродвигатель постоянного тока, для возможности управления частотой вращения. Марка электродвигателя 4ПНМ132М 04,

мощность 1,6 кВт, частота вращения 710 мин^{-1} , 220 В, ПМВЗ, ТУ 16-88 (Конструкторская библиотека программы «Компас 3D V16»).

Подбираем стандартный червячный редуктор. Передаточное число редуктора:

$$u = \frac{n_3}{n_{ПБ}} = \frac{710}{10} = 7,1 \quad (3.16)$$

где n_3 – частота вращения электродвигателя, мин^{-1} ;

$n_{ПБ}$ – частота вращения ведущего вала подающего бункера, мин^{-1} .

Выбираем червячный редуктор Ч-125 передаточным числом $u=80$, передаваемой мощностью $P=1,5 \text{ кВт}$.

Подбор муфт.

Вал подающего бункера смещается при регулировании толщины привариваемого слоя. С учетом вышесказанного для соединения приводного вала подающего бункера и ведомого вала редуктора необходима муфта, которая может компенсировать радиальное смещение валов. Радиальное смещение вала составляет $e = \pm 1 \text{ мм}$. Так же на валу относительно большой крутящий момент:

$$M_B = 2 \cdot M_C = 2 \cdot 486 = 972 \text{ Н·м}. \quad (3.17)$$

Подбираем компенсирующую зубчатую муфту по ГОСТ 5006-83 с номинальным крутящим моментом 1000 Н·м [].

Для соединения вала электродвигателя и ведущего вала редуктора применяем упругую втулочно-пальцевую муфту по ГОСТ 21424-93.

Крутящий момент на валу электродвигателя

$$M_3 = \frac{M_B}{u} = \frac{972}{80} = 12,5 \text{ Н·м}. \quad (3.18)$$

Выбираем муфту с номинальным вращающим моментом $31,5 \text{ Н·м}$.

3.3.2 Расчет зубчатой передачи привода ведомого вала в программе «ТММ»

По конструктивным соображениям задаемся межосевым расстоянием исходя из того, что бы зубчатые колеса на валах не наезжали друг на друга, а так же не увеличивали бы размеры конструкции.

Межосевое расстояние $a_w=50$ мм.

Ориентировочно принимаем делительные диаметры:

$d_1=60$ мм, $d_2=40$ мм.

Ориентировочное передаточное число []:

$$u = \frac{d_1}{d_2} = \frac{60}{40} = 1,5 \quad (3.19)$$

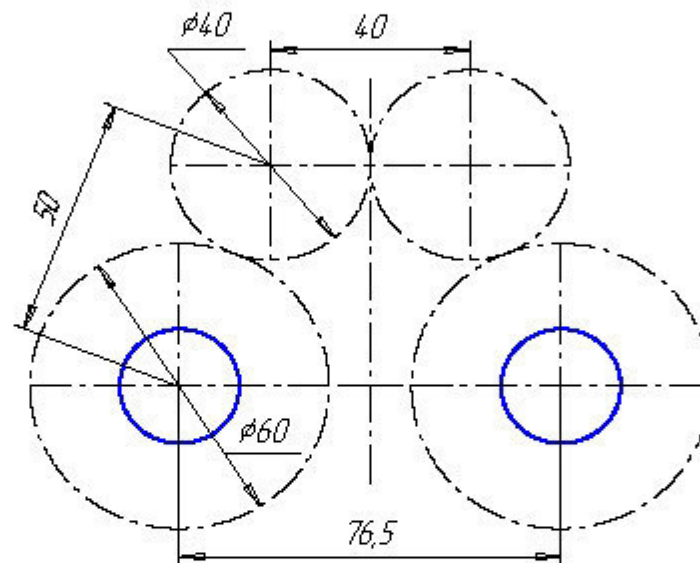


Рисунок 3.5 - Схема расположения зубчатых колес.

Рассчитаем модуль:

$$m = K_m \frac{M_c \cdot 10^3 \cdot (u+1)}{u \cdot a_w \cdot b_2 \cdot \sigma_{FP2}}, \text{ мм} \quad (3.20)$$

где K_m – вспомогательный коэффициент, для прямозубых колес $K_m=6,6$;

b_2 – ширина венца, принимаем 30 мм исходя из возможности установки стандартной шпонки;

σ_{FP2} – допускаемое напряжение изгиба.

$$\sigma_{FP2} = K_{FL} \cdot \sigma_{TO}, \text{ МПа} \quad (3.21)$$

где K_{FL} – коэффициент долговечности, $K_{FL}=2,08$;

σ_{TO} – допускаемое напряжение изгиба после термообработки, для стали 45, после нормализации $\sigma_{TO}=235$ МПа.

$$\sigma_{FP2} = 2,08 \cdot 242 = 503,36 \text{ МПа}$$

$$m = 6,6 \frac{486 \cdot 10^3 \cdot (1,5 + 1)}{1,5 \cdot 50 \cdot 30 \cdot 503} = 1,07 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартный модуль по ГОСТ 9563-60 $m=1$.

Все геометрические параметры и размеры зубчатых колес рассчитываем в программе «ТММ» разработанной на кафедре ТПМ.

Вводимые значения $A=50$; $M=1$; $U=1,5$.

Результаты расчета программы.

A=50
M=1
U=1.5

A	i	Z1	Z2	U	dU	dW
50.0	1.0	39	59	1.51	0.8	22.942
50.0	1.0	39	60	1.54	2.5	21.519
50.0	1.0	39	61	1.56	4.1	20.000
50.0	1.0	40	59	1.48	-1.7	21.519
50.0	1.0	40	60	1.50	0.0	20.000

Выберите передачу и введите Z1 и Z2 40 60
a=50.0; m=1.0; Z1=40; Z2=60; u=1.50;
Сумма смещений X1+X2=0.000000
Введите X1 0
X2=0.000000

Параметры	колесо	
	первое	второе
Диаметры начальный	40.000	60.000
делительный	40.000	60.000
основной	37.588	56.382
впадин	37.500	57.500
вершин	42.000	62.000
Толщина зуба по дуге делительной окружности	1.571	1.571
Толщина зуба по дуге окружности вершин	0.761	0.786
Шаг зацепления		3.142
Основной шаг		2.952
Коэффициент перекрытия		1.749
Число зубьев в длинах общих нормалей	5	8
Длины общих нормалей	13.845	22.981
Угол профиля на окружности вершин	26.499	24.580
Угол профиля в нижней граничной точке	11.772	14.588
Угол профиля в нижней точке активного участка	12.615	15.336
Исходные данные для построения бокового профиля зуба		
Шаблон первого колеса		
угол профиля	диаметр	центр. угол(рад) высота толщина

26.499	42.000	0.018111	0.003	0.761
23.553	41.004	0.029338	0.507	1.203
20.608	40.157	0.037817	0.936	1.518
17.663	39.447	0.044023	1.295	1.736
14.717	38.863	0.048372	1.591	1.879
11.772	38.395	0.051233	1.828	1.966

Шаблон второго колеса

24.580	62.000	0.012672	0.002	0.786
22.582	61.063	0.019324	0.474	1.180
20.583	60.226	0.024788	0.896	1.493
18.585	59.483	0.029208	1.271	1.737
16.586	58.829	0.032717	1.601	1.924
14.588	58.260	0.035436	1.888	2.064

Силы, действующие в зацеплении.

Окружная сила:

$$F_t = \frac{2M_c}{d_1} = \frac{2 \cdot 486}{60} = 16,2 \text{ кН}; \quad (3.22)$$

Радиальная сила:

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha = 16,2 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 5,9 \text{ кН}. \quad (3.23)$$

3.4 Проверочный расчет вала

Рассчитываем наиболее нагруженный вал, таким является ведущий вал.

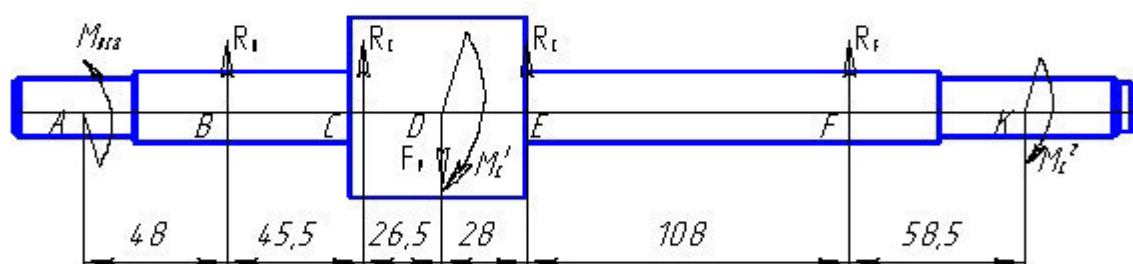


Рисунок 3.6 - Схема нагружения вала.

Действующие силы на вал:

F_r – радиальная составляющая силы прессования;

M_c^1 – момент сопротивления ведущего вала;

M_c^2 – момент сопротивления ведомого вала;

$M_{вед}$ – ведущий момент;

R_B, R_C, R_E, R_F – реакции соответствующих опор.

Опоры В и С воспринимают вертикальные нагрузки, так как они подвижны в горизонтальном направлении. Силой пружины действующей на вал в горизонтальном направлении пренебрежем, так как ее усилие маленькое по сравнению с действующими на вал нагрузками.

Рассчитаем реакции опор и построим эпюры изгибающих моментов.

Горизонтальная плоскость.

Рассчитаем реакции опор R_C и R_E .

$$\begin{cases} \Sigma X = R_C + R_E - F_p^x = 0 \end{cases} \quad (3.24)$$

$$\begin{cases} \Sigma m_C = F_p^x \cdot 26,5 - R_E \cdot (26,5 + 28) = 0 \end{cases} \quad (3.25)$$

где F_p^x – горизонтальная составляющая радиальной нагрузки на вал.

$$F_p^x = F_p \cdot \cos \beta, \quad (3.26)$$

где β – угол наклона силы F_p к горизонтальной плоскости.

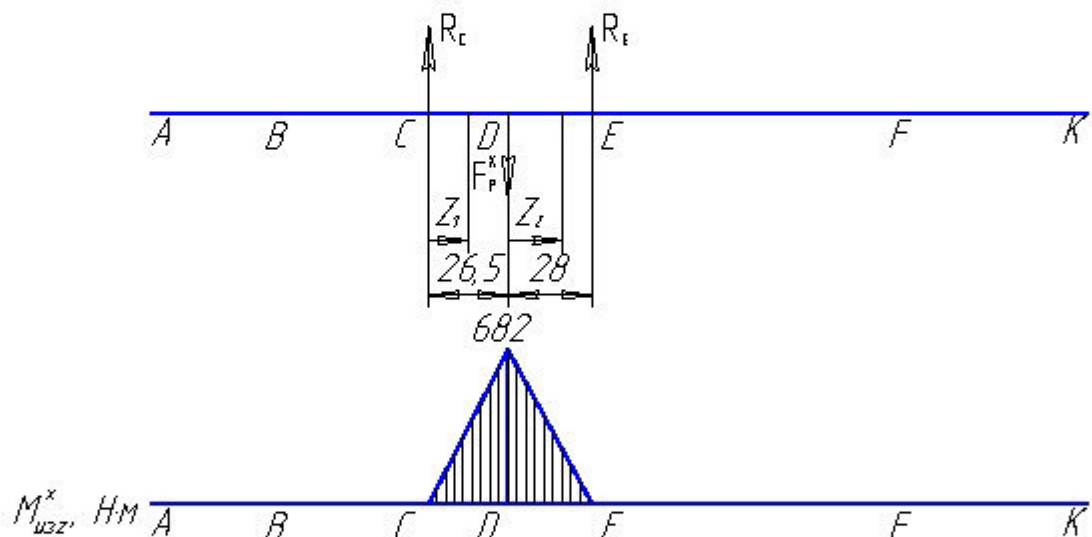


Рисунок 3.7 - Эпюра изгибающих моментов в горизонтальной плоскости.

Из формулы (3.25) подставляя формулу (3.26) найдем реакцию R_E :

$$R_E = F_p^x \cdot \frac{26,5}{26,5 + 28} = 51,62 \cdot \cos 14^\circ \cdot \frac{26,5}{26,5 + 28} = 24,35 \text{ кН}, \quad (3.27)$$

Из формулы (3.24) вычислим реакцию R_C :

$$R_C = F_p^x - R_E = 51,62 \cdot \cos 14^\circ - 24,35 = 25,74 \text{ кН}, \quad (3.28)$$

Построим эпюру:

Участок С-D:

$$\begin{aligned} 0 \leq Z_1 &\leq 0,0265 \\ M_{xz}^x &= R_c \cdot Z_1 \\ M_{xz}^{xc} &= 0 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{xz}^{xD} &= 682 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.29)$$

Участок D-E:

$$\begin{aligned} 0 \leq Z_2 &\leq 0,028 \\ M_{xz}^x &= R_c \cdot (0,0265 + Z_1) - F_p^x \cdot Z_2 \\ M_{xz}^{xc} &= 682 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{xz}^{xE} &= 0 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.30)$$

Вертикальная плоскость.

Рассчитаем реакции опор R_B и R_F .

$$\begin{cases} \sum y = R_B + R_F - F_p^y = 0 \\ \sum m_B = F_p^y \cdot 72 - R_F \cdot (72 + 136) = 0 \end{cases} \quad (3.31)$$

$$\sum m_B = F_p^y \cdot 72 - R_F \cdot (72 + 136) = 0 \quad (3.32)$$

где F_p^y – вертикальная составляющая радиальной нагрузки на вал.

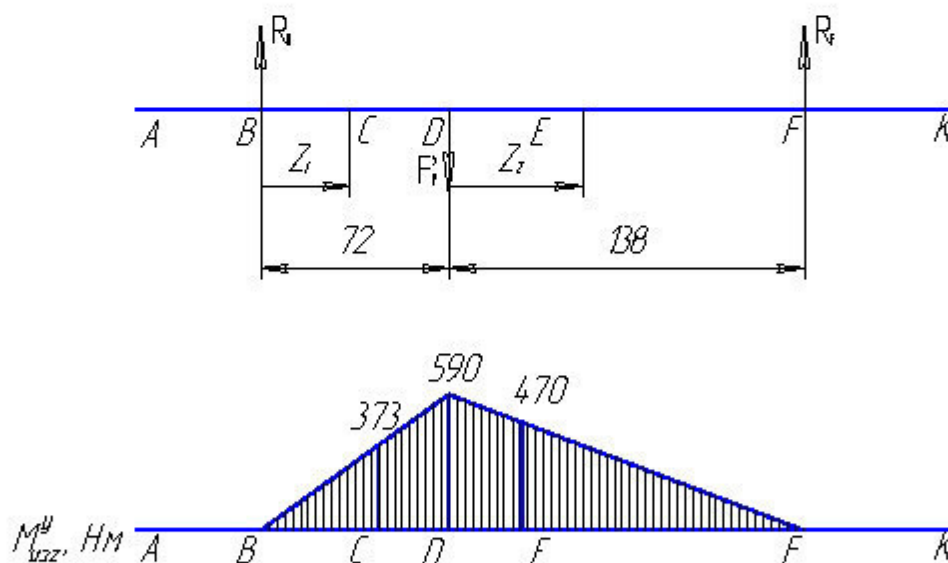


Рисунок 3.8 - Эпюра изгибающих моментов в вертикальной плоскости.

$$F_p^y = F_p \cdot \sin \beta, \quad (3.33)$$

Из формулы (3.32) подставляя формулу (3.33) найдем реакцию R_F :

$$R_F = F_p^y \cdot \frac{72}{72 + 136} = 51,62 \cdot \sin 14^\circ \cdot \frac{72}{72 + 136} = 4,3 \text{ кН}, \quad (3.34)$$

Из формулы (3.31) вычислим реакцию R_B :

$$R_B = F_p^y - R_F = 51,62 \cdot \sin 14^\circ - 4,3 = 8,2 \text{ кН}, \quad (3.35)$$

Построим эпюру:

Участок В-D:

$$\begin{aligned} 0 \leq Z_1 &\leq 0,072 \\ M_{\text{изг}}^y &= R_B \cdot Z_1 \\ M_{\text{изг}}^{yB} &= 0 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{\text{изг}}^{yD} &= 590 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.36)$$

Участок D-F:

$$\begin{aligned} 0 \leq Z_2 &\leq 0,136 \\ M_{\text{изг}}^y &= R_C \cdot (0,0265 + Z_1) - F_p^x \cdot Z_2 \\ M_{\text{изг}}^{yD} &= 590 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{\text{изг}}^{yF} &= 0 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.37)$$

Построим эпюру суммарных сил.

$$M_\Sigma = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (3.38)$$

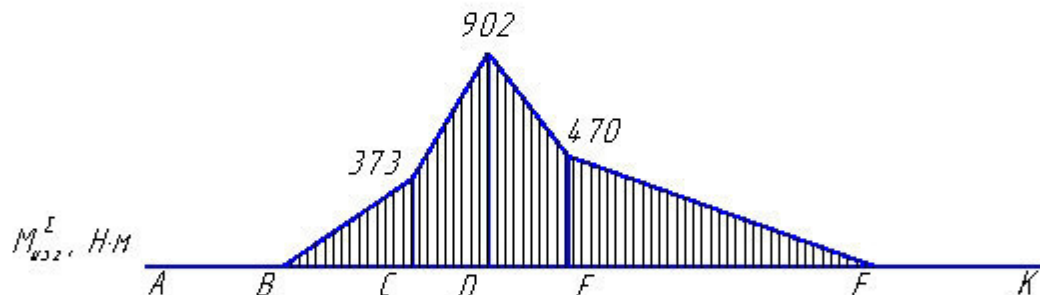


Рисунок 3.9 - Суммарная эпюра изгибающих моментов

Построим эпюру крутящих моментов.

$$\Sigma M_{\text{кр}} = M_{\text{вд}} - M_C^1 - M_C^2 = 972 - 486 - 486 = 0 \quad (3.39)$$

Участок А-D: $M_{\text{кр}} = M_{\text{вд}} = 972 \text{ Н} \cdot \text{м}$,

Участок D-K: $M_{\text{кр}} = M_{\text{вд}} - M_C^1 = 972 - 486 = 486 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Расчет ведем по опасным сечениям. В сечении D действуют максимальные изгибающие и крутящие моменты, но диаметр на этом участке наибольший. Рассчитываем сечения С, D и А.

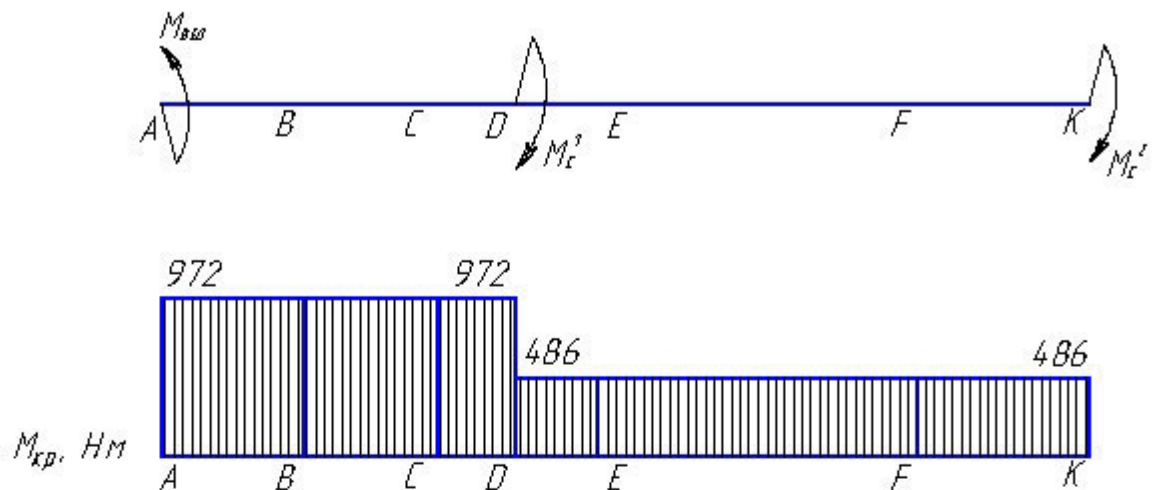


Рисунок 3.10 - Эпюра крутящих моментов.

Сечение D.

Эквивалентный момент:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + M_{\text{кр}}^2} = \sqrt{902^2 + 972^2} = 1326 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.40)$$

Напряжение в сечении:

$$\sigma = \frac{M_{\text{ЭКВ}}}{0,1 \cdot d^3} = \frac{1326}{0,1 \cdot 0,0755^3} = 30,8 \cdot 10^6 \text{ Па}, \quad (3.41)$$

Напряжение в сечении не должно превышать допустимого:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (3.42)$$

Для стали 45 $[\sigma] = 610 \text{ МПа}$.

Напряжение в сечении не превышает допустимого.

Сечение C.

Эквивалентный момент:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{373^2 + 972^2} = 1041 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Напряжение в сечении:

$$\sigma = \frac{1041}{0,1 \cdot 0,03^3} = 385,5 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

Напряжение в сечении не превышает допустимого.

Сечение A.

Напряжение в сечении:

$$\sigma = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d^3} = \frac{972}{0,2 \cdot 0,024^3} = 352 \cdot 10^6 \text{ Па.} \quad (3.43)$$

Напряжение в сечении не превышает допустимого.

Все сечения удовлетворяют требованиям прочности.

При проектировании бункера использовалась программа «Компас 3D V16», в которой была спроектирована трехмерная модель подающего бункера. При помощи этой модели были определены массы детали и сборочной единицы.

Так же была использована конструкторская библиотека программы «Компас 3D V16» в которой подбирались все необходимые стандартные изделия.

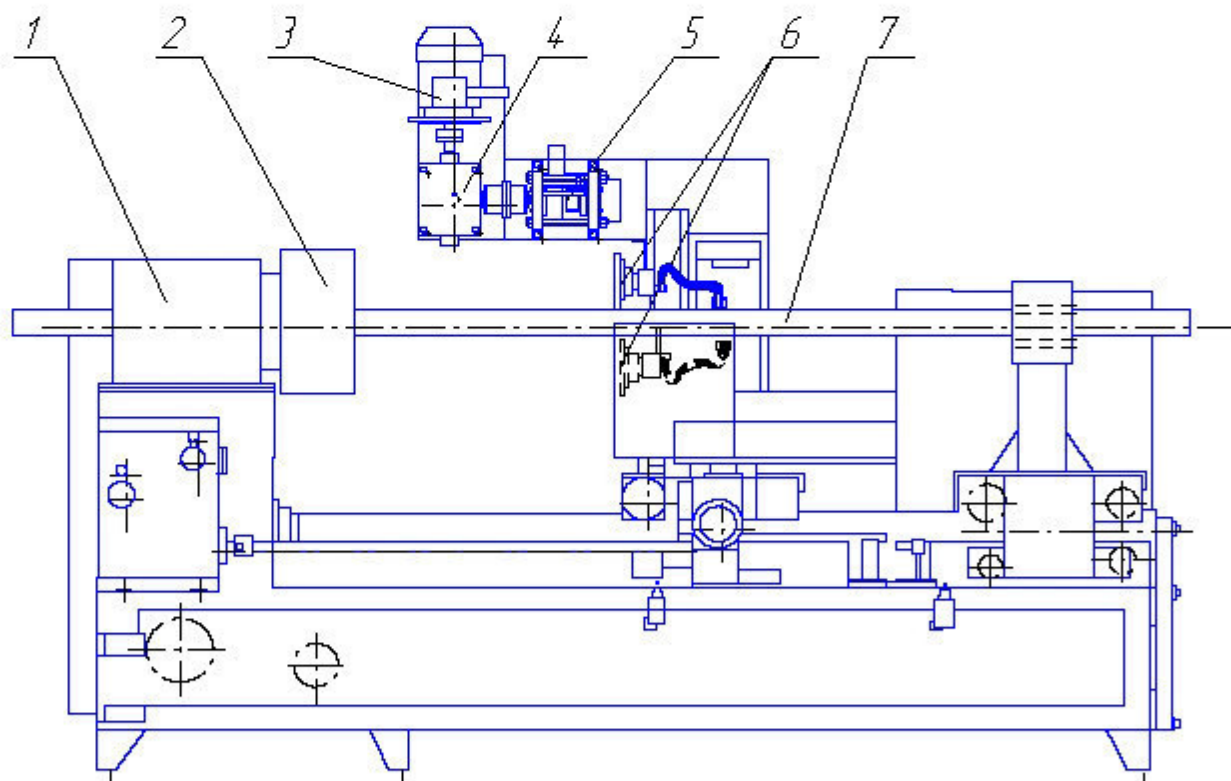


Рисунок 3.11 - Установка 011-1-02 для электроконтактной приварки порошковой шихты с установленным подающим бункером.

1 – установка 011-01-02 для электроконтактной приварки, 2 – шпиндель, 3 – Электродвигатель привода подающего бункера, 4 – редуктор привода подающего бункера, 5 – подающий бункер, 6 – дисковые электроды, 7 – восстанавливаемая деталь.

3.5 Экономическое обоснование конструкции

Экономическое обоснование разрабатываемого стенда для разборки ведущего вала приведена в приложении 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основную долю себестоимости производства составляют расходы на новые запасные части и узлы. Это позволит значительно снизить дефицит новых запасных частей, существенно снизить стоимость ремонта, организовать восстановление изношенных деталей.

Одним из важных факторов, определяющих эффективную работу сельхозпредприятия, является уровень готовности автотракторной техники.

Поэтому в этой выпускной квалификационной работе поставлена задача повышения уровня готовности машинно-тракторного парка с предоставлением технологии ремонта путем восстановления изношенных деталей.

Главной целью любого производства является получение прибыли. Поэтому при оценке эффективности внедрения новых проектов и конструкций, используют прибыль.

В выпускной работе приведены необходимые расчеты и экономическое обоснование разрабатываемой конструкции бункера для подачи порошковой шихты. При сравнении с показателями исходной конструкции, проектируемый является предпочтительнее, поэтому рекомендуется использовать проектируемые мероприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015. -60с.
2. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009. - С 616.
5. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.
6. Варнаков В.В.Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков.// М.: Колос, 2000. - С 256.
7. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.
8. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев //2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
9. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девисилов -4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. - С 496.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.