

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации ремонта сельскохозяйственной техники с разработкой приспособления для фиксации крестовины при наплавке

Шифр ВКР 35.03.06.577.18 ФК.00.00.000.ПЗ

Студент группы 242

Хайбрахманов И.И.

Ф.И.О.

Руководитель к.т.н. ст. преподаватель

ученое звание

Ахметзянов Р.Р.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 2018)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор

ученое звание

Адигамов Н. Р.

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра: Эксплуатация и ремонт машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

Адигамов Н.Р. / _____ /

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Хайбрахманову И.И.

Тема: Проект организации ремонта сельскохозяйственной техники с разработкой приспособления для фиксации крестовины при наплавке
утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к выпускной работе: Нормативно справочная литература, технологические карты, материалы курсовых проектов по дисциплине «Ремонт машин».

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы; 2. Разработать план проектируемой ремонтно – обслуживающей базы; 3. Разработать технологический процесс восстановления; 4. Разработать конструкцию приспособления для фиксации крестовин; 5. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности. 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции;

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Проектируемая ремонтная мастерская. Лист 2 – Ремонтный чертеж крестовины карданного вала. Лист 3 – Технологические карты на восстановление. Лист 4 – Конструкция приспособления. Лист 5,6 – Рабочие чертежи деталей.

6. Консультанты по выпускной работе с указанием соответствующих разделов

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной работы	Срок выполнения	Примечание
	1 раздел выпускной работы		
	2 раздел выпускной работы		
	3 раздел выпускной работы		
	4 раздел выпускной работы		
	5 раздел выпускной работы		
	6 раздел выпускной работы		

Студент Хайбрахманов И.И. (_____)

Руководитель работы Ахметзянов Р.Р. (_____)

АННОТАЦИЯ

Цель выпускной работы – совершенствование организации и технологии ремонта машинно-тракторного парка в рядовых хозяйствах РТ

Произведен расчет общей трудоемкости ремонта, подбор основного технологического оборудования.

Разработана конструкция стенда для фиксации крестовин при наплавке, рассмотрена безопасность жизнедеятельности, экология и защита окружающей среды.

Рассчитаны технико-экономические показатели по внедрению проекта и разрабатываемого приспособления.

При выполнении выпускной работы были использованы материалы кафедры Технического сервиса, документация и отчеты кафедры, учебная и прочая литература.

Выпускная работа состоит из ___ листов графического материала и ___ листов расчетно-пояснительной записки, включающей в себя: введение, шесть разделов, выводы, список литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ	
1.1 Основные дефекты и характеристика причин потерь работоспособности карданного вала	
1.2 Способы повышения срока службы карданных валов	
1.3 Разработка структурной схемы сборки карданного вала	
2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ	
2.1 Обоснование необходимости реконструкции ремонтной мастерской	
2.2 Определение годовой программы по техническому обслуживанию и ремонту	
2.3 Расчет трудоемкостей, составление графиков проведения ремонтно-обслуживающих работ	
2.4 Определение состава участков мастерской	
2.5 Определение режима работы и фондов времени	
2.6 Расчет числа производственных рабочих мастерской	
2.7 Расчет и подбор оборудования в мастерской	
2.8 Расчет площадей мастерской и участков	
2.9 Расчет и проектирование объектов РОБ	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ И МАРШРУТНОЙ КАРТЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ	
3.1 Выбор оптимального способа и маршрута восстановления	
3.2 Разработка схемы технологического процесса восстановления детали	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФИКСАЦИИ КРЕСТОВИНЫ ПРИ НАПЛАВКЕ	
4.1 Анализ существующих конструкций	

4.3 Кинематический расчёт вращателя	
4.4 Прочностной расчёт пружины сжатия.....	
4.5 Прочностной расчёт штока поджимного устройства.....	
4.6 Прочностной расчёт сварного соединения.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА	
5.1 Общие положения охраны труда	
5.2 Предлагаемые мероприятия по улучшению условий и повышению безопасности труда рабочих	
5.4 Система природоохранных мероприятий.....	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
6.1 Экономическое обоснование приспособления для фиксации крестовины при наплавке	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство нашей страны в настоящее время находится в трудном положении. Сельскохозяйственные товаропроизводители оказались в плохом финансовом состоянии. Постоянный спрос на сельскохозяйственную продукцию требует от товаропроизводителей бесперебойного производства сельскохозяйственной продукции.

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственных товаропроизводителей сильно устарел и изношен. В этих условиях производителям сельскохозяйственной продукции не по силам приобретение новой техники.

В решении вышесказанных задач большую роль призвана сыграть ремонтная база сельского хозяйства. В ремонтные мастерские необходимо внедрять эффективные методы ремонта машин, совершенствовать организацию производства, труда, что обеспечит повышение качества и снижение стоимости ремонта.

Недостатки в технологии ремонта техники в ряде мастерских создает впечатление, что отремонтированная техника работает хуже, чем новая. Но это далеко не всегда так. Машина может работать после ремонта почти столько же, сколько она работала после выпуска заводом-изготовителем, если все ее износившиеся сопряжения и другие конструктивные параметры будут восстановлены с тем же качеством и с той же степенью точности, как и у новой.

Значительного улучшения качества ремонта и снижения затрат можно добиться путем реконструкции ремонтных мастерских для работы с рациональными объемами работ.

Анализируя вышесказанное, целью данной выпускной работы является совершенствование технологии и организации ремонта машин в МТП сельскохозяйственных предприятий.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Основные дефекты и характеристика причин потерь работоспособности карданного вала

В течение нескольких десятилетий конструкция карданного вала почти не изменяется, меняются лишь отдельные детали, и повышается уровень качества используемых материалов.

Карданные передачи используются в трансмиссиях для силовой связи механизмов, чьи валы - несоосные или располагаются под углом. К тому же, их общее положение может изменяться в процессе работы. На первый взгляд, карданная передача – проста.

Основные узлы карданной передачи:

- фланцы,
- три жестких шарнира (крестовины и игольчатые подшипники),
- труба,
- шлицевое соединение,
- промежуточная опора,
- пыльники,
- детали крепления.

Вес карданной передачи может достигать более 300 кг в зависимости от своего назначения.

Дефекты карданов

В процессе эксплуатации передачи портятся ее основные детали - карданные шарниры и шлицевые соединения, могут появиться механические дефекты карданов. Все это обычно приводит к расширению зазоров и дисбалансу. Особенность жесткого карданного шарнира (шарнира Гука) - неравномерная передача крутящего момента, поэтому возникают дополнительные пульсирующие нагрузки на валах. К тому же эта неравномерность усиливается, когда увеличиваются углы между валами. Отклонения жесткой крестовины колеблются в пределах 12–35 градусов.

Данное ограничение не следует игнорировать, необходимо оснастить свой транспорт более жесткими рессорами.

Признак появления дисбаланса – увеличенная вибрация, которая возникает на определенной скорости передвижения. Такой дефект карданного вала, как повышенная вибрация, приводит не только к быстрому саморазрушению, но и к понижению ресурса подшипников и уплотнений сопрягаемых узлов, ослабляется и отворачивается крепеж.

Дефекты крестовин

Превышение запаса прочности чаще всего отражается на крестовинах, ведь они чувствительны к дефектам, вызванным контактными напряжениями. Как правило, недостаточная твердость поверхности шипов крестовины приводит к бринеллированию - появлению вмятин от игл подшипника, что в будущем обычно выражается в нарушении параллельности опорных поверхностей карданного шарнира. Утерянная параллельность в элементах шип — игла — стакан быстро выводит шарнир из строя. Эти дефекты в итоге могут полностью разрушить крестовину и тогда аварийной ситуации не избежать. Если все неисправности вовремя не заметить, а вышедшие из строя детали и узлы не заменить - карданная передача может разрушиться.

Замена крестовин

Компенсация неравномерной передачи угловой скорости, сочетание высокой частоты вращения и большой массы самого длинного компонента трансмиссии определяют особые требования при сборке. Для хорошего ремонта нужны специальные приспособления и строгое соблюдение технологий. Например, нарушение центровки крестовины при ее замене относительно оси вала - самая распространенная причина дисбаланса. Смещение на 0,2–0,3 мм при весе кардана в 30 кг приводит к дисбалансу в примерно 40 граммов. Этого хватит, чтобы вышли из строя хвостовики КП и главной передачи. Подшипники карданного шарнира крепятся в вилках специальными стопорными кольцами. Когда происходит селективная сборка,

такие кольца сортируют по толщине, что помогает ограничивать смещение деталей, если сравнивать с закреплением подшипников крышками. Но в «домашних» условиях при замене вряд ли будут что-либо подбирать - поставят то, что под рукой.

Еще один метод крепления крестовин - зачеканка. Этот метод встречается на малотоннажных автомобилях Ford Transit, Mercedes-Benz Sprinter, Volkswagen Transporter, и спецоборудование при сборке гарантирует центровку крестовины по отношению к оси карданного вала. При этом методе не нужно дополнительно обрабатывать боковые поверхности «ушей» фланца и вилки. Однако для ремонтников это проблема, т.к. завод-изготовитель не предусматривает замену таких крестовин.

Стоит отметить, что одной из самых простых технологий замены крестовин является технология, используемая для некоторых грузовых автомобилей (тягачей) производства США. Суть технологии в том, что пара подшипников прессуется в вилку карданного вала, а другая пара с крышками особой формы закрепляется болтами на ответном фланце агрегата. В итоге общее количество деталей карданной передачи уменьшается. Данный метод применяется в продукции компаний Dana Spicer и ArvinMeritor.

1.2 Способы повышения срока службы карданных валов

Когда речь заходит о ремонте карданных передач, чаще всего проблема рассматривается с позиции применяемых технологий: как и каким образом, устраняются те или иные неисправности карданных передач. Выяснению же причин возникновения неисправностей и, тем более, их предупреждению не всегда уделяется должное внимание.

Срок службы карданных передач в значительной мере зависит от того, насколько строго соблюдаются правила их технической эксплуатации, которыми предусматривается регулярный контроль технического состояния

всех элементов карданных передач, их своевременное и качественное обслуживание.

Периодичность и объем проверки технического состояния и обслуживания карданных передач регламентируются как производителями автомобилей, так и непосредственными производителями карданных передач. Рекомендации одного из ведущих предприятий в сфере производства карданных передач - компании DANA Spicer представлены в таблице.

В соответствии с этими рекомендациями в зависимости от типа и целей использования транспортного средства, его пробега и срока эксплуатации установлена периодичность так называемых «малой проверки» и «большой проверки» технического состояния карданных передач.

Таблица 1.1. – Интервалы проверки технического состояния карданных передач

Использование транспортных средств	Интервалы проверки	
	«Малая проверка»	«Большая проверка»
Грузовые автомобили для перевозок на дальние расстояния или транспорт, используемый подобным образом	Каждые 100 000 км или после года эксплуатации.	Каждые 500 000 км или после 5 лет эксплуатации.
Грузовые автомобили при городском или загородном использовании или транспорт, используемый подобным образом	Каждые 50 000 км или после года эксплуатации.	Каждые 300 000 км или после 5 лет эксплуатации.
Автобусы дальнего следования	Каждые 100 000 км или после года эксплуатации.	Каждые 300 000 км или после 3 лет эксплуатации.
Городские автобусы	Каждые 50 000 км или после полугода эксплуатации.	Каждые 200 000 км или после 2 лет эксплуатации.
Грузовые автомобили, используемые в строительстве,	Каждые 25 000 км или после	Каждые 100 000 км или после 2

строительная техника, автокраны, транспорт коммунального хоз-ва, тракторы лесного и сельского хозяйства, военный транспорт, а также транспорт, используемый подобным образом.	полугод эксплуатации.	лет эксплуатации.
---	--------------------------	----------------------

Приведенные ниже материалы, включающие перечень и порядок выполнения работ в рамках «малой» и «большой» проверок, ориентированы, прежде всего, на специалистов предприятий, осуществляющих техническое обслуживание транспортных средств и спецтехники. Наряду с этим некоторые контрольные операции, включенные в состав этих проверок, могут быть использованы и при ремонте карданных валов на специализированных предприятиях.

В рамках «малой проверки» производится оценка технического состояния карданных валов, установленных на транспортных средствах. При этом следует:

- проверить неподвижность болтов фланцевых соединений и центрального болта соединения вала-фланца с промежуточным валом (например, по целостности лакокрасочного покрытия);
- при необходимости затянуть соединение регламентированным моментом согласно ТУ производителя транспортного средства;
- убедиться, что все стаканы подшипников зафиксированы стопорными кольцами, отсутствует изменение цвета или формы днищ стаканов подшипников вследствие недопустимо высокого нагрева, отсутствуют повреждения уплотнений стаканов подшипников;
- убедиться в исправности маслёнок для смазки крестовин (за исключением крестовин, не требующих периодической смазки);
- проверить наличие и надежность крепления балансировочных пластин;
- убедиться в отсутствии:
 - повреждений лакокрасочного покрытия.
 - повреждений или следов износа полимерного покрытия шлицевой втулки;

- повреждений подвесного подшипника;
- вмятин и деформации труб, трещин на деталях и трубах;
- смещения защитного кожуха шлицевого соединения;
- видимых или ощутимых люфтов в шарнирах вала посредством вращения фланцев и вала в разных направлениях.

Если в результате проведённого осмотра выявляются какие-либо неисправности, то карданный вал должен быть демонтирован с автомобиля и направлен в ремонт на специализированное предприятие.

Кроме того, в случае обнаружения необычных шумов, вибраций или иного ненормального поведения транспортного средства его эксплуатация должна быть немедленно приостановлена. Перед возобновлением эксплуатации необходимо произвести осмотр карданного вала в рамках «малой проверки».

Для выполнения «большой проверки» карданный вал снимается с транспортного средства. Каждая «большая проверка» включает все контрольные операции, осуществляемые при «малой проверке», а также детальную оценку технического состояния отдельных элементов карданного вала – карданных шарниров, шлицевого подвижного соединения, подвесного подшипника.

Проверка карданных шарниров.

Карданные шарниры проверяются на наличие ощутимых люфтов, «перекатывания» или ощутимого сопротивления перемещению путем отклонений вручную фланцев-вилок (поворотом туда-обратно) в вертикальном и горизонтальном направлениях.

При отсутствии ощутимых люфтов, «перекатывания» или затрудненного сопротивления перемещению в подшипники крестовин нагнетается смазка до появления ее из-под уплотнений (за исключением шарниров с крестовинами, не требующими обслуживания). В случае если в одном или нескольких подшипниках появление смазки не наблюдается, либо

смазка появляется вместе с водой, ржавчиной или грязью, то такой карданный вал подлежит ремонту.

Проверка подвижного шлицевого соединения.

Шлицевые подвижные соединения, применяемые в карданных передачах, - соединения эвольвентного типа с центрированием по наружному диаметру. Применительно к таким соединениям компанией SPICER в качестве контролируемого параметра регламентируется величина допустимого относительного радиального перемещения шлицевой втулки и вала, равная 0,17 мм. Контроль радиального перемещения втулки и вала производится по схеме, приведенной на рисунке.

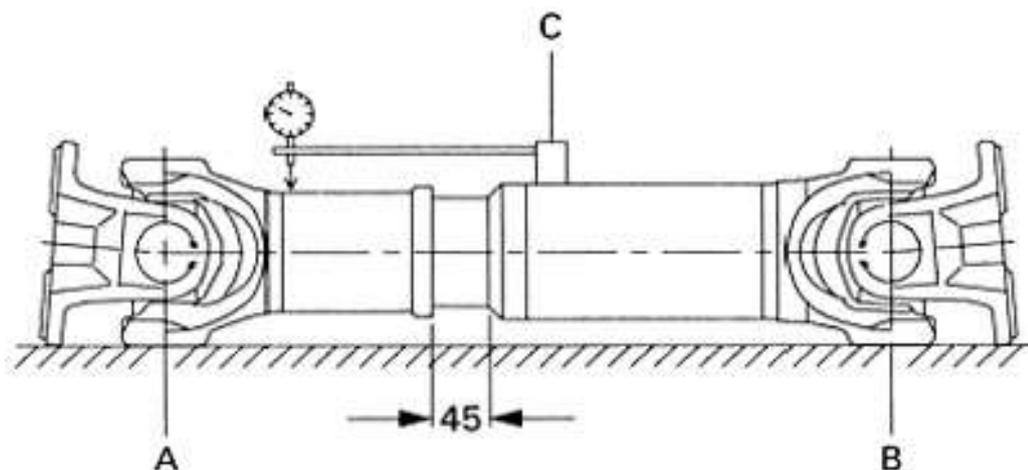


Рисунок 1.1 - Схема измерения радиального перемещения шлицевого соединения

Проверка подвижного шлицевого соединения производится также внешним осмотром, при котором соединение разбирается и оценивается состояние шлицевых поверхностей втулки и вала на предмет наличия повреждений. На наличие повреждений проверяются также защитный кожух и уплотнение.

В случае если радиальное перемещение в шлицевом соединении превышает допустимое значение или выявлены повреждения шлицевых поверхностей втулки и (или) вала, защитного кожуха или уплотнения, такой карданный вал подлежит ремонту.

Проверка узла подшипника промежуточного вала.

При оценке технического состояния подшипника промежуточного вала:

- проверяется плавность хода подшипника и отсутствие шума при вращении;
- проверяется прочность посадки подшипника в резиновом элементе;
- производится осмотр резинового элемента на наличие повреждений;
- регламентированным моментом проверяется прочность затяжки центрального болта (гайки); в случае если при сборке соединения использовался резьбовой герметик, после проверки необходимо повторное склеивание;

При выявлении каких-либо повреждений узла подшипника промежуточного вала карданный вал следует ремонтировать.

Необходимость ремонта карданного вала возникает также в случае выявления деформации (изгиба или скрученности) трубы карданного вала.

Рекомендации по техническому обслуживанию и эксплуатации карданных передач, хотя и менее подробные, приводятся в руководствах по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Но, как показывает анализ характера повреждений поступающих в ремонт карданных валов, эти рекомендации не редко нарушаются и карданные передачи эксплуатируются, что называется, «до победного конца» либо вовсе без обслуживания, либо если и обслуживаются, то не всегда качественно.

Примеры некоторых характерных и достаточно распространенных повреждений карданных валов, обусловленных нарушением правил технической эксплуатации, приведены ниже.



Рисунок 1.2 - Износ шипов крестовин и разрушение стакана подшипника.

Несвоевременная замена (пополнение) смазки в подшипниках крестовин, отсутствие контроля технического состояния карданных шарниров приводят к разрушению игольчатых подшипников, катастрофическому износу шипов крестовин, посадочных отверстий под подшипники в вилках и, как следствие, к разрушению карданного шарнира.

Следствием отсутствия контроля и своевременной подтяжки резьбового соединения является возникновение перемещений, а затем и интенсивный износ деталей неподвижного шлицевого соединения.



Рисунок 1.3 - Износ деталей неподвижного шлицевого соединения.

Одна из причин разрушения фланцев - попадание посторонних предметов под зубчатую поверхность при установке карданного вала на автомобиль. Возникающая при этом деформация фланца «провоцирует» появление и развитие трещины, а затем и разрушение детали.



деформация зубьев



зона возникновения трещины



развитие трещины



разрушение фланца

Рисунок 1.4 - Разрушение фланца карданного вала вследствие неправильной установки

Деформация или даже разрушение трубы карданного вала могут наблюдаться в случае эксплуатации автомобиля с превышением допустимой нагрузки.



Рисунок 1.5 - Скручивание и разрушение трубы карданного вала

Приведенные отдельные примеры повреждения элементов карданных валов являются наглядной иллюстрацией того, к чему приводит пренебрежение правилами технической эксплуатации карданной передачи.

1.3 Разработка структурной схемы сборки карданного вала

Схему сборки строят так, чтобы соответствующие узлы и детали были расположены в том порядке, в каком их можно ставить при сборке. Прямоугольники разделяют на 3 части, где указывают наименование, номер по каталогу и число деталей или узлов.

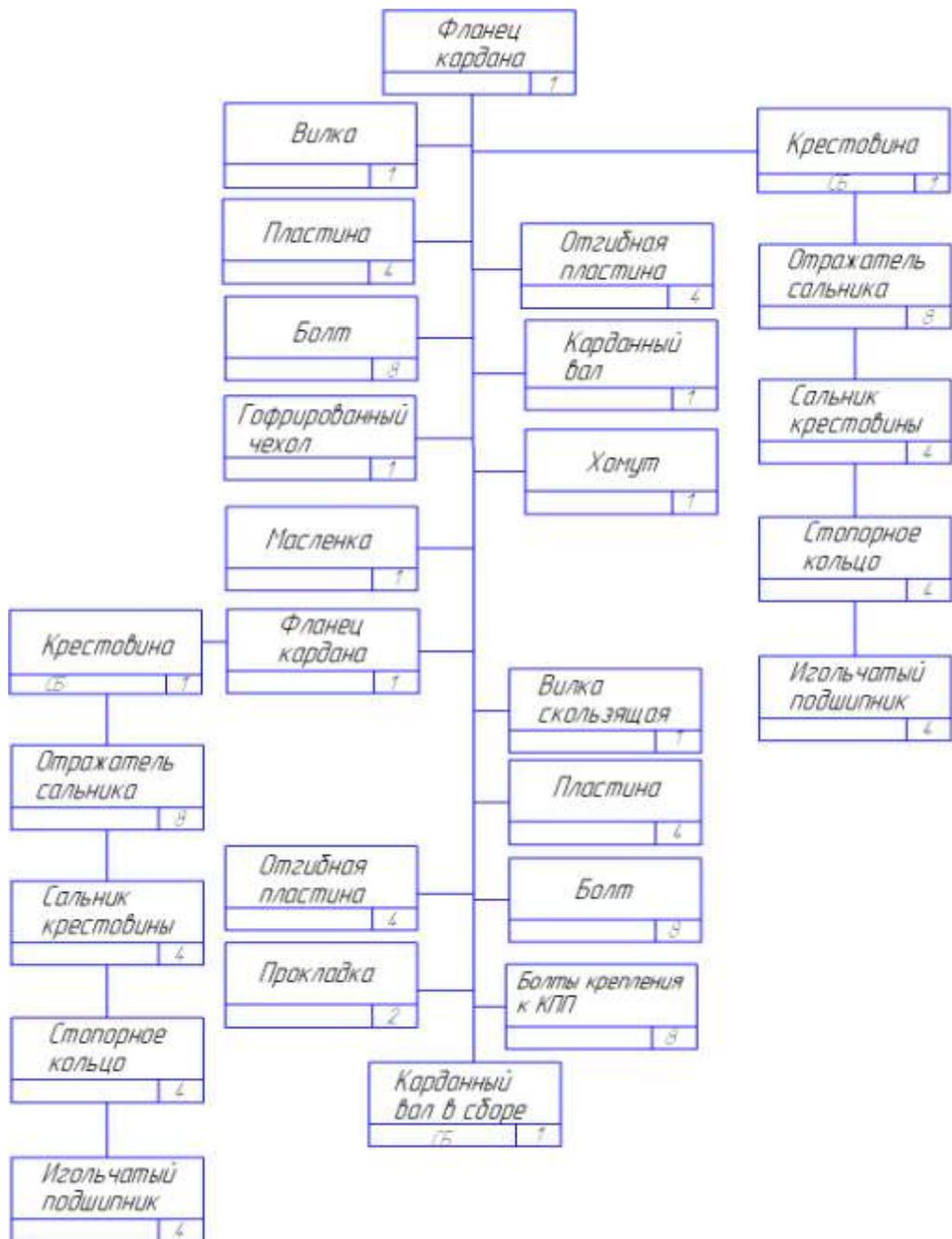


Рисунок 1.6 - Структурная схема сборки карданного вала.

2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

2.1 Обоснование необходимости реконструкции ремонтной мастерской

Ремонтная мастерская хозяйства строится обычно по типовому проекту и рассчитывается на 25 тракторов. В мастерской выполняется основная часть работ по ремонту и обслуживанию сельскохозяйственной техники. Всеми операциями, производящимися в ремонтной мастерской, руководит главный инженер. В состав рабочих мастерской так же входят: сварщик и токарь.

Наименование и назначение участков ремонтной мастерской (рисунок 2.1):

- складское помещение: вдоль стен этого участка установлены стеллажи (1) для хранения агрегатов и запасных частей сельскохозяйственной техники;

- аккумуляторный участок: ремонт и зарядка аккумуляторов. Здесь проводится хранение аккумуляторов, замена электролита, подзарядка;

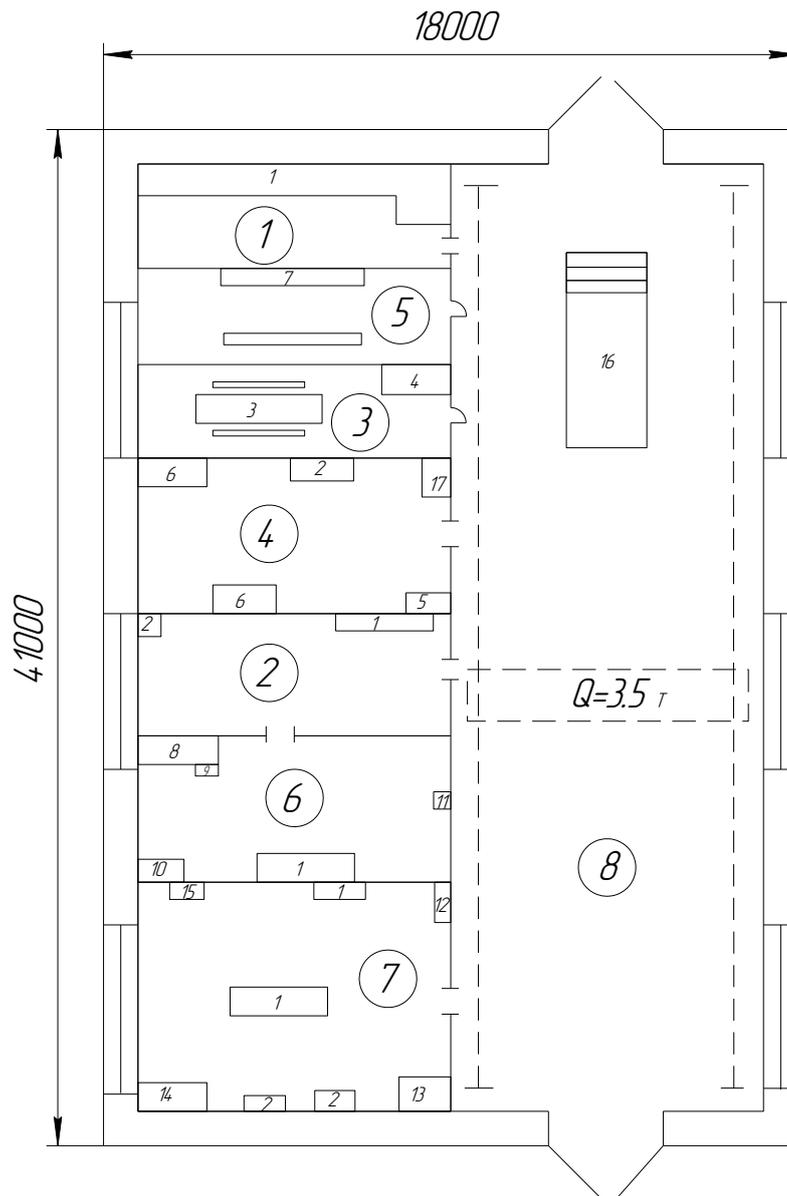
- комната отдыха: здесь отдыхают работники мастерской во время обеденных и других перерывов;

- ремонт топливной аппаратуры: здесь расположены стеллажи для хранения узлов и деталей топливной аппаратуры (6), стол для ремонта карбюраторов (5). В этом участке производится регулировка и ремонт топливной аппаратуры;

- раздевалка: здесь установлен шкаф для сменной одежды (7). В этом помещении работники переодеваются до и после работы;

- кузнечно-сварочный: здесь установлено оборудование для электродуговой сварки (8), стол для сварочных работ, слесарный верстак;

- слесарно-механический: здесь установлен токарный станок – 1К62 (13), точильно-шлифовальный станок – 36631А (14), сверлильный станок – 2Н125 (15), а также наковальня;



1 – складское помещение; 2 – аккумуляторный участок; 4 – участок ремонта топливной аппаратуры; 3 – комната отдыха; 5 – раздевалка; 6 – кузнечно-сварочный участок; 7 – слесарно-механический участок; 8- ремонтно-монтажный участок

Рисунок 2.1 - План привычной стандартной ЦРМ хозяйства.

- ремонтно-монтажный: установлена кран-балка грузоподъемностью четыре тонны, имеется смотровая яма (16).

Следует отметить, что большинство ремонтного оборудования морально и физически устарело, требует замены, поэтому часть его бездействует.

Технология выполнения ремонтных работ в ЦРМ хозяйства. До начала ремонтных работ производится мойка и очистка техники. После этого техника загоняется в ЦРМ, где в основном и производится ремонт. Прицепная и навесная техника ремонтируется на местах стоянки. Все ремонтные работы в хозяйстве выполняются силами механизаторов, которые совмещают должность трактористов с должностями слесаря, токаря и др. Сроки выполнения ремонтов строго не установлены, так как в ремонтном фонде хозяйства не всегда бывают в наличии запасные части и агрегаты.

2.2 Определение годовой программы по техническому обслуживанию и ремонту

В объем работ, выполняемых мастерской за год, включается техническое обслуживание всех видов для тракторов, автомобилей, комбайнов, текущие ремонты всей техники, включая сельскохозяйственные машины, ремонт и монтаж оборудования животноводческих ферм, технологического оборудования и инструмента мастерских, машинного двора, гаража, изготовления и восстановления деталей и прочие работы.

Количество ремонтов и ТО определяют по следующей методике, отдельно для каждого трактора и автомобиля. Расчеты начинаем с определения числа капитальных ремонтов на предстоящий год:

$$K_{кр} = \frac{B_{нк} + B_n}{B_{кр}}; \quad (2.1)$$

где $B_{нк}$ – наработка (пробег) с начала эксплуатации или последнего капитального ремонта;

B_n – планируемая наработка (пробег) на год;

$B_{кр}$ – межремонтная наработка (пробег) до капитального ремонта.

Число текущих ремонтов, технических обслуживаний:

$$K_{mp} = \frac{B_{нт} + B_n}{B_{mp}}; \quad (2.2)$$

где $B_{нт}$ – наработка на начало года от последнего текущего ремонта (начала эксплуатации);

B_{mp} – межремонтная наработка до текущего ремонта.

Количество ТО:

$$K_{ТО-3} = \frac{B_{НТО-3} + B_{п}}{B_{ТО-3}}; \quad (2.3)$$

$$K_{ТО-2} = \frac{B_{НТО-2} + B_{п}}{B_{ТО-2}}; \quad (2.4)$$

$$K_{ТО-1} = \frac{B_{НТО-1} + B_{п}}{B_{ТО-1}}; \quad (2.5)$$

где $B_{НТО-3}$, $B_{НТО-2}$, $B_{НТО-1}$ – наработки (пробег) от последних ТО-3, ТО-2, ТО-1 соответственно;

$B_{ТО-3}$, $B_{ТО-2}$, $B_{ТО-1}$ – периодичность технических обслуживаний 3, 2, 1.

Все расчеты отдельно по каждому трактору, автомобилю проведенные на персональном компьютере представлены в приложении А.

Зависимости 2.2, 2.4, 2.5 используются для нахождения числа технических обслуживаний и ремонта комбайнов. Планируемую наработку комбайнов принимаем по предполагаемым площадям посевов зерновых в следующем году.

Таблица 2.1 - Состав и наработка автотракторного парка

Марка машины	Год выпуска	Нарработка на начало года, га	Планируемая наработка, га
1	2	3	4
Тракторы			
ДТ-75М	1990	14570	500
ДТ-75М	1991	12361	500
ДТ-75М	1987	12360	500

ДТ-75М	1988	10772	500
ДТ-75М	1990	11191	500
ДТ-75М	1989	14843	500

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
ДТ-75М	1988	13976	500
МТЗ-80	1987	5846	800
МТЗ-80	1987	7650	800
МТЗ-80	1988	7300	800
МТЗ-80	1988	7567	800
МТЗ-80	1990	12170	800
Т-40	1994	3600	300
Т-40	1995	3540	300
Комбайны			
Енисей	1990	840	35
Енисей	1987	830	35
СК-5 «Нива»	1989	790	35
Автомобили			
ГАЗ-53	1998	173950	6
ГАЗ-53	1990	132490	6

Определяем количество ТО для комбайнов:

СК-5 «Нива»:

$$K_{кр} = \frac{790 + 35}{1350} = 0,61, \text{ принимаем } K_{кр} = 0;$$

$$K_{мр} = \frac{150 + 35}{330} = 0,56, \text{ принимаем } K_{мр} = 0;$$

$$K_{ТО-2} = \frac{100 + 35}{240} = 0,56, \text{ принимаем } K_{ТО-2} = 0;$$

$$K_{ТО-1} = \frac{50 + 35}{60} = 1,42, \text{ принимаем } K_{ТО-1} = 1.$$

Енисей №1 (1990): $K_{кр}=0$; $K_{мр}=0$; $K_{ТО-2}=0$; $K_{ТО-1}=1$.

Енисей №2 (1987): $K_{кр}=0$; $K_{мр}=0$; $K_{ТО-2}=0$; $K_{ТО-1}=1$.

Для остальной прицепной и навесной техники рассчитывается количество текущих ремонтов по приближенной формуле на основе коэффициента охвата ремонтом:

$$K_{ТР} = N_{\text{маш}} \cdot \eta; \quad (2.6)$$

где $N_{\text{маш}}$ – общее число машин данной марки;

η – коэффициент охвата ремонтом.

Таблица 2.2 - Количество текущих ремонтов сельскохозяйственной техники

Наименование машин	Марка машин	Количество машин, шт	Коэффициент охвата, ТР	Количество текущих ремонтов (принятое)
Сеялка	СЗУ-3,6	2	0,75	2
Плуг	ПЛН-4-35	4	0,80	3
Культиватор	КОН-2,8 ПМ	2	0,80	2
Борона	БЗСС-1,0	20	0,75	15
Косилка	КРН-2,1	1	0,75	1
Грабли	ГВК-6	1	0,75	1
Пресс-подборщик	ПРП-1,6	1	0,70	1
Разбрасыватель	1РМГ-4	5	0,75	4
Прицеп	2ПТС-4	7	0,60	4

Данные о составе МТП представлены в разделе «Анализ производственно-финансовой деятельности предприятия».

2.3 Расчет трудоемкостей, составление графиков проведения ремонтно-обслуживающих работ

Общая трудоемкость работ по техническому обслуживанию и ремонту определяется умножением найденного числа обслуживаний, ремонта на нормативную трудоемкость должного вида ТО, ремонта.

Трудоемкость текущего ремонта автомобилей на год рассчитывается, исходя из величины планируемого пробега и удельной трудоемкости по текущему ремонту на 1000 км пробега. При составлении графиков текущий ремонт автомобилей отдельно не планируется, а найденная его трудоемкость либо равномерно распределяется, либо сосредотачивается в марте, апреле – месяцах весенней распутицы.

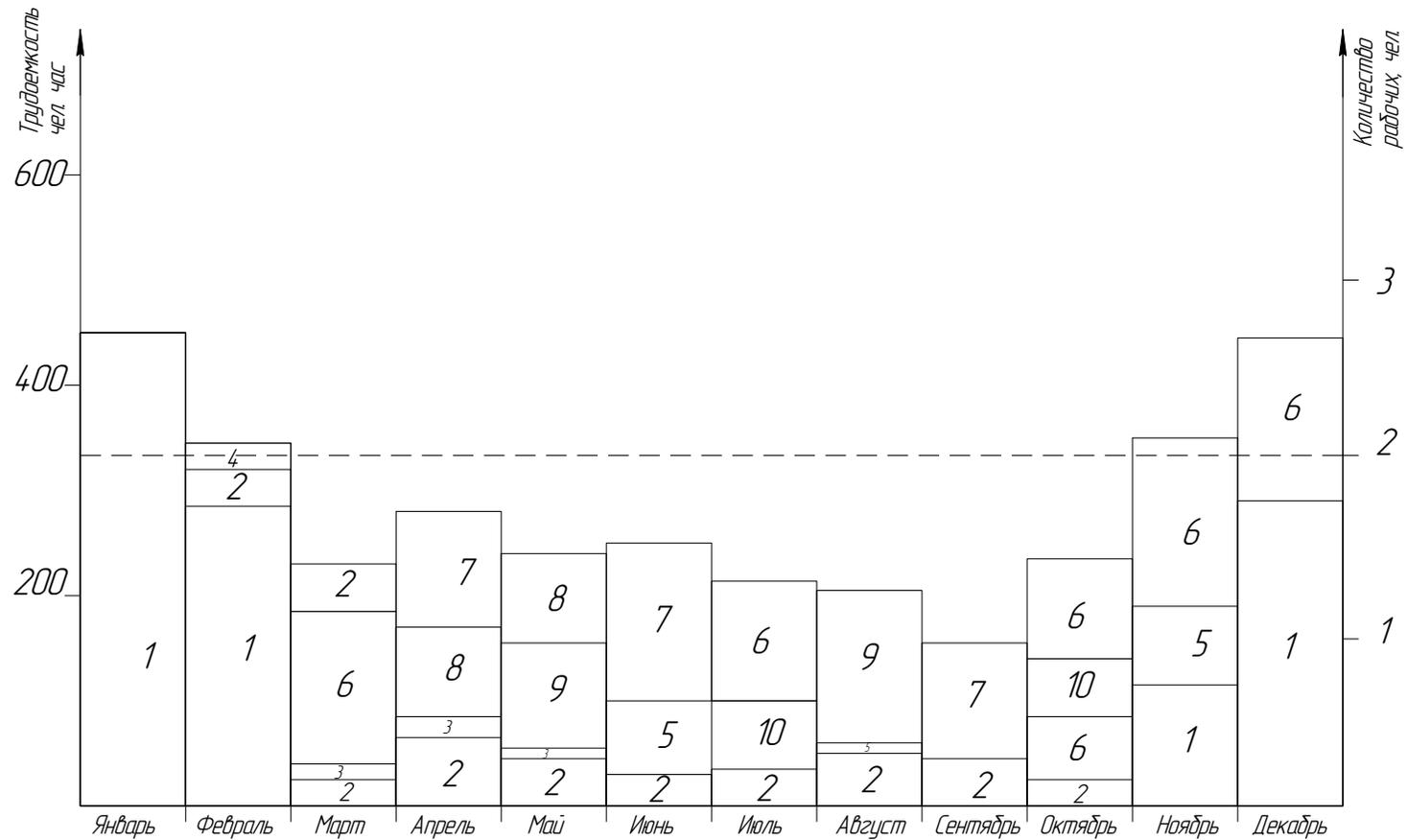
В расчетах не учитывается трудоемкость ежедневного технического обслуживания.

Таким образом, рассчитываются трудоемкости работ по плановым обслуживаниям, ремонтам всей техники в мастерской сельскохозяйственного предприятия. Кроме этого предусматриваются следующие работы, объем которых планируется в процентах от суммарной трудоемкости плановых работ:

- ремонт технологического оборудования, инструмента мастерской, гаража, машинного двора – 8%;
- восстановление и изготовление деталей – 5%;
- эксплуатационный (неплановый) ремонт – 15%;

Годовой план-график проведения всех видов работ в мастерской представлен в приложении Б. Весь объем работ в нем распределяется по месяцам так, чтобы в течение первого и четвертого кварталов выполнялось до 90% текущего ремонта всей техники. Для выполнения этих работ привлекаются механизаторы хозяйства. Число ТО-1 тракторов, проводимых в мастерской, может быть уменьшено на 30-40% в связи с тем, что они ведутся летом в полевых условиях. Текущие ремонты автомобилей отдельно не планируется, а трудоемкости годовых затрат на текущий ремонт либо добавляются к трудоемкостям ТО-2, либо могут контролироваться в начале II квартала, или равномерно распределяться в течение года.

График загрузки мастерской строится по видам работ и по видам машин на основе данных, сведенных в Приложении: по оси абсцисс откладываются месяцы, а по оси ординат, в масштабе, трудоемкости работ за месяц с разбивкой их по видам работ. Рядом с осью трудоемкостей работ отмечают число производственных рабочих.



Условные обозначения:

- 1 Текущий ремонт тракторов;
- 2 Техническое обслуживание тракторов;
- 3 Техническое обслуживание автомобилей;
- 4 Текущий ремонт автомобилей;
- 5 Техническое обслуживание, постановка и снятие с хранения комбайнов;

6 Текущий ремонт сельскохозяйственной техники;

- 7 Эксплуатационный ремонт техники;
- 8 Ремонт оборудования мастерской;
- 9 Ремонт, монтаж МЖФ;
- 10 Восстановление, изготовление деталей.

Рисунок 2.3 – График загрузки мастерской

Таблица 2.3 - Распределение объемов ремонтно-обслуживающих работ.

Виды работ	Общая трудоемкость работ, чел.ч.	Распределение общей трудоемкости по месяцам, чел.ч.											
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Текущий ремонт тракторов	1130	450	280									120	280
Техническое обслуживание тракторов	376,2	41,2	41,2	21,4	70,2	48,5	29,1	33,4	49,9	44	21,4		
Текущий ремонт автомобилей	25,2		25,2										
Техническое обслуживание автомобилей	21			14	2,9	2,9							
ТО, постановка и снятие с хранения комбайнов	93,6						71,1		16,1			71,1	
Текущий ремонт с/х машин	737	94	118	147							60	158	160
Эксплуатационный ремонт техники	357,2				100					107			
Ремонт оборудования МЖФ	283,1					100	150		138,1				
Ремонт оборудования мастерской	190,5				100	90,5							
Восстановление и изготовление деталей	119,1							69,1			50		
Итого	3285,9	585,2	464,4	182,4	273,1	241,9	250,2	102,5	204,1	151	131,4	349,1	440

2.4 Определение состава участков мастерской

При реконструкции имеющейся мастерской необходимо определить и обосновать перечень участков, необходимых для проведения технологического процесса ремонта и обслуживания техники. При этом исходим из перечня участков в имеющейся мастерской, перечня участков по типовым проектам, объемов планируемых работ, технологии ремонта и обслуживания. Рекомендуется следующая примерная технология ремонта машин. Наружная мойка и очистка машин перед ремонтом проводится вне мастерской, после чего машина диагностируется на участке ТО и диагностики, определяются подлежащие ремонту узлы и агрегаты. Затем трактор, автомобиль, комбайн поступает на ремонтно-монтажный участок, где с него снимают агрегаты и узлы, подлежащие ремонту, проводят необходимые разборочные, моечные, дефектовочные работы. Агрегаты, детали поступают для ремонта на соответствующие участки: слесарно-механический, кузнечно-сварочный, ремонта топливной аппаратуры, шиномонтажный и другие. После ремонта вместе с необходимыми запасными частями, узлами, агрегатами, капитально отремонтированными, все сборочные единицы ставятся на машину. Обкатка, ходовые испытания отремонтированной машины проводят вне мастерской.

Для реконструированной мастерской предлагаем следующий перечень участков и помещений:

- ремонтно-монтажный;
- зарядка и хранение аккумуляторов;
- слесарно-механический;
- кузнечно-сварочный;
- шиномонтажный;
- технического обслуживания и диагностики;
- служебные, бытовые, складские помещения.

Из предлагаемого перечня участков планируется создать заново: шиномонтажный, участок технического обслуживания и диагностики.

Участок технического обслуживания и диагностирования позволит проводить более качественное диагностирование неисправностей и своевременное ТО. Это увеличит ресурс машин и качество ремонтов.

Создание шиномонтажного участка приведет к сокращению затрат труда, сократит время выполнения шиномонтажных работ.

2.5 Определение режима работы и фондов времени

Режим работы ремонтной мастерской хозяйства характеризуется количеством рабочих дней в году, числом смен и длительностью рабочей смены.

Обычно мастерские работают в одну смену по семь часов при шестидневной рабочей неделе.

Номинальный годовой фонд работы мастерской:

$$\Phi_n = (k_p \cdot t_{cm} + k_n \cdot t_c) \cdot n; \quad (2.7)$$

где k_p – число рабочих дней в году;

t_{cm} – производительность смены;

k_n – число праздничных дней в году;

t_c – время на которое сокращается смена;

n – число смен.

$$\Phi_n = (295 \cdot 7 + 56 \cdot 1) \cdot 1 = 2121 \text{ часов.}$$

Действительный годовой фонд времени работы производственных рабочих:

$$\Phi_{d.p.} = (\Phi_n - k_o \cdot t_{cm}) \cdot \eta_p; \quad (2.8)$$

где k_o – общее число рабочих дней отпуска в год;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_{d.p.} = (2121 - 24 \cdot 7) \cdot 0,95 = 1758 \text{ часа.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{d.o.} = \Phi_n \cdot k_{uc}; \quad (2.9)$$

где $k_{ис}$ – коэффициент использования рабочего времени.

$$\Phi_{д.о.} = 2121 \cdot 0,6 = 1273 \text{ час.}$$

2.6 Расчет числа производственных рабочих мастерской

Состав рабочих и служащих мастерской можно разбить на три группы:

- производственные и вспомогательные рабочие;
- инженерно-технические работники (ИТР);
- служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее число производственных рабочих в мастерской:

$$P_{сл} = \frac{\sum T_z}{\Phi_{д.р.}}; \quad (2.10)$$

где $P_{сл}$ – списочное число производственных рабочих;

$\sum T_z$ – суммарная годовая трудоемкость всех работ.

$$P_{сл} = \frac{3285,9}{1758} = 1,87 \approx 2 \text{ чел.}$$

Общее число явочных рабочих:

$$P_{яв} = \frac{\sum T_z}{\Phi_{н}}; \quad (2.11)$$

где $P_{яв}$ – явочный состав производственных рабочих.

$$P_{яв} = \frac{3285,9}{2121} = 1,55 \approx 2 \text{ чел.}$$

По явочному составу производственных рабочих ведем расчет числа рабочих мест, площадей участков, а списочный состав используем при расчетах бытовых помещений.

Число производственных рабочих по профессиям (участкам):

$$P_{уч} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{др}}; \quad (2.12)$$

Число вспомогательных рабочих и младшего обслуживающего персонала принимается 8% от списочного состава производственных рабочих. К вспомогательным рабочим относятся: электрослесари,

кладовщики, а к младшему обслуживающему персоналу – уборщицы, нормировщики. численный состав ИТР мастерской по нормативам не более 14% от суммарного числа всех производственных и вспомогательных рабочих по списку, это заведующий мастерской, мастер-наладчик, инженер-контролер и др.

Трудоемкость и число работников участков мастерской:

- ремонтно-монтажный участок:

$$T=(0,065+0,026+0,021+0,012+0,26+0,024+0,03) \cdot 1130+(0,058+0,019+0,018+0,012+0,25+0,05+0,085) \cdot 25,2+(0,07+0,04+0,019+0,012+0,27) \cdot 0+(0,05+0,03+0,08+0,05+0,045) \cdot 376,2+(0,045+0,025+0,06+0,01+0,015) \cdot 190,5=633 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{cn}=\frac{633}{1758}=0,36 \text{ чел.}$$

- зарядка и хранение аккумуляторов:

$$T=109 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{cn}=\frac{109}{1758}=0,06 \text{ чел.}$$

- слесарно-механический:

$$T=0,65 \cdot 376,2+0,505 \cdot 21+0,6 \cdot 93,6+0,172 \cdot 1130+0,16 \cdot 21+0,125 \cdot 737+0,2 \cdot 190,5+0,48 \cdot 357,2=810 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{cn}=\frac{810}{1758}=0,46 \text{ чел.}$$

- кузнечно-сварочный:

$$T=0,075 \cdot 376,2+0,01 \cdot 25,2+0,08 \cdot 93,6+0,05 \cdot 1130+0,085 \cdot 21=94,2 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{cn}=\frac{94}{1758}=0,05 \text{ чел.}$$

- шиномонтажный:

$$T=0,01 \cdot 376,2+0,041 \cdot 25,2+0,05 \cdot 93,6+0,02 \cdot 1130+0,01 \cdot 21=32 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{cn}=\frac{32}{1758}=0,02 \text{ чел.}$$

- технического обслуживания и диагностики:

$$T=0,12 \cdot 376,2+0,075 \cdot 21+0,12 \cdot 93,6+0,135 \cdot 25,2=61,3 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{сн} = \frac{61}{1758} = 0,03 \text{ чел.}$$

- ремонта сельскохозяйственных машин:

$$T = (0,135 + 0,04 + 0,125 + 0,185 + 0,035 + 0,03) \cdot 737 = 405 \text{ чел.ч.}$$

$$P_{сн} = \frac{405}{1758} = 0,23 \text{ чел.}$$

Число вспомогательных рабочих:

$$P_{всп} = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ чел.}$$

Число младшего обслуживающего персонала:

$$P_{мон} = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ чел.}$$

Число инженерно-технических работников:

$$P_{итр} = 2 \cdot 0,14 = 0,28 \text{ чел.}$$

Таблица 2.4 - Состав рабочих и служащих мастерской

Наименование участков мастерской	Годовая трудоемкость, чел.ч.	Количество рабочих, служащих		
		Списочное		В т. ч. привлеченных механизаторов
		расчетное	принятое	
Ремонтно-монтажный	633	0,36	1	1
ТО и диагностики	61,3	0,03		
Слесарно-механический	810	0,46		
Кузнечно-сварочный	94,2	0,05		
Шиномонтажный	32	0,02		1
Зарядка и хранение аккумуляторов	109	0,06		
Всего производственных рабочих	2145	1,21	1	
Вспомогательные рабочие	8%	0,16		
Младший обслуживающий	8%	0,16		

персонал				
ИТР	14%	0,28		
Итого			2	

Анализируя данные таблицы можно сделать вывод о том, что объем работ выполняемых в мастерской незначителен. Поэтому один человек сможет обслуживать несколько участков, предлагается дополнительно привлекать механизаторов.

2.7 Расчет и подбор оборудования в мастерской

Общее число универсальных металлорежущих станков в мастерской определяется по годовой трудоемкости станочных работ:

$$N_{cm} = \frac{T_{cm}}{\Phi_{д.ст.} \cdot K_{cm}}; \quad (2.13)$$

где T_{cm} – общая годовая трудоемкость станочных работ;

$\Phi_{д.ст.}$ – действительный годовой фонд времени работы станка;

K_{cm} – коэффициент загрузки станка по времени.

$$N_{ст} = \frac{950}{1273 \cdot 0,6} = 1,2 \approx 1.$$

Найденное число станков распределяют по типам таким образом, чтобы обеспечить выполнение технологического процесса ремонта.

В связи с малым объемом работ, выполняемых в мастерской на станочном оборудовании, принимаем число металлорежущих станков исходя из минимально допустимого для типовых ремонтных мастерских:

Широкоуниверсальный токарно-винторезный станок 1К62;

Консольно-фрезерный станок 2А78Н;

В мастерской хозяйства имелось два станка: токарный и сверлильный. Необходимо приобрести недостающий консольно-фрезерный станок.

Расчет оборудования для сварочных и наплавочных работ.

Мастерская хозяйства должна располагать газосварочным и электросварочным аппаратами. Так как объем электросварочных работ вдвое больше чем газосварочных, то постов электросварки должно быть два.

Расчет числа единиц сварочного оборудования:

$$N_{св} = \frac{94,2}{1273 \cdot 0,8} = 0,09, \text{ принимаем один.}$$

Так как сварочные аппараты загружены по времени неравномерно, то число газосварочных аппаратов принимаем один, а электросварочных трансформаторов ГД300-2У2 – одну штуку.

Расчет прочих видов технологического оборудования и числа рабочих мест на участке ведут с учетом того, что в ремонтной мастерской хозяйства будет преобладать стационарная форма организации работ, когда на одном рабочем месте постоянно выполняются определенные операции ремонта или технического обслуживания.

В данном случае необходимое число стандов или другого стационарного оборудования находим из выражения:

$$N_{см} = \frac{\sum T_{см}}{\Phi_{до}}; \quad (2.14)$$

Необходимое количество стандов и оборудования участка технологического обслуживания и диагностики:

$$N_{об} = \frac{61,3}{1273 \cdot 0,6} = 0,08, \text{ принимаем один.}$$

Принимаем один комплект оснастки рабочего места мастера-наладчика ОРГ-4999А.

Количество стандов на участке зарядки и хранения аккумуляторов:

$$N_{см} = \frac{109}{1273} = 0,09, \text{ принимаем один.}$$

Принимаем на данном участке следующее оборудование:

Стенд универсальный контрольно-испытательный для проверки электрооборудования КИ-968.

Выпрямитель селеновый ВАКС 1-30, напряжение 380 В, $U_{в} = 30$ В.

На остальных участках выбор оборудования производим на основе минимальных норм необходимого оборудования по типовым проектам ремонтных мастерских, что связано с малым объемом работ, выполняемых в ремонтной мастерской хозяйства.

2.8 Расчет площадей мастерской и участков

Площади ремонтной мастерской можно подразделить на производственные и вспомогательные. К производственной площади относят площади производственных участков, где непосредственно размещено оборудование, объекты ремонта, вспомогательно-бытовые помещения, административные, склады и т.д.

Используется два метода расчета производственных площадей участков:

Первый метод – по числу производственных рабочих и удельной площади на одного рабочего определенной специальности:

$$F_{уч} = f'_{уд} \cdot P_{уч}; \quad (2.15)$$

где $F_{уч}$ – площадь производственного участка, м²;

$f'_{уд}$ – удельная площадь на одного производственного рабочего, м²;

$P_{уч}$ – число рабочих на участке, включая привлеченных.

Второй метод – по площади, занимаемой оборудованием, объектами ремонта с учетом рабочих зон, проходов, проездов.

$$F_{уч} = F_{об} \cdot k; \quad (2.16)$$

где $F_{об}$ – площадь пола, занятая оборудованием, объектами ремонта.

k – переходной коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проезды, проходы.

Ремонтно-монтажный участок:

первый метод: $F_{уч} = 40 \cdot 1 = 40 \text{ м}^2$

второй метод: $F_{об} = [1,45 \cdot 0,84 + (1,25 \cdot 0,75) \cdot 2 + (1,5 \cdot 0,6) \cdot 2 + 1,5 \cdot 0,43 + 0,9 \cdot 0,6 + 20 + 17] \cdot 4,5 = 169,3 \text{ м}^2$

Участок ТО и диагностики:

$$\text{первый метод: } F_{уч} = 40 \cdot 3 = 120 \text{ м}^2.$$

$$\text{второй метод: } F_{об} = F_{стел} + F_{ст} + F_{ящ} = 1,95 + 1,69 + 1,16 + 0,25 = 5,05 \text{ м}^2.$$

$$F_{уч} = (5,05 + 7,5) \cdot 5 = 62,75 \text{ м}^2.$$

Слесарно-механический участок:

$$\text{первый метод: } F_{уч} = 16 \cdot 1 = 16 \text{ м}^2.$$

$$\text{второй метод: } F_{уч} = 5,03 \cdot 3,5 = 17,6 \text{ м}^2.$$

$$F_{об} = F_{вер} + F_{ст} + F_{тум} = 0,94 + 0,67 + 3,18 + 0,24 = 5,03 \text{ м}^2.$$

Кузнечно-сварочный участок:

$$\text{первый метод: } F_{уч} = 25 \cdot 1 = 25 \text{ м}^2.$$

$$\text{второй метод: } F_{уч} = 5,83 \cdot 5,5 = 32,1 \text{ м}^2.$$

$$F_{об} = F_{тр} + F_{ст} + F_{пр} + F_{пар.ч.} + F_{ван} + F_{гор}$$

$$F_{об} = 0,31 + 0,83 + 0,59 + 0,5 + 0,26 + 1,1 + 0,23 + 0,49 + 0,6 + 0,25 + 0,67 = 5,83 \text{ м}^2.$$

Шиномонтажный участок:

$$\text{первый метод: } F_{уч} = 14 \cdot 1 = 14 \text{ м}^2.$$

$$\text{второй метод: } F_{уч} = (3,06 + 6,28) \cdot 3,5 = 32,69 \text{ м}^2.$$

$$F_{об} = F_{стел} + F_{под} + F_{ком} = 1,95 + 1 + 0,91 = 3,86 \text{ м}^2.$$

Участок зарядки и хранения аккумуляторов:

$$\text{первый метод: } F_{уч} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ м}^2.$$

$$\text{второй метод: } F_{уч} = 2,28 \cdot 4,5 = 10,26 \text{ м}^2.$$

$$F_{об} = F_{стел} + F_{ав.дис.} + F_{шин} + F_{ван} + F_{шк} + F_{выпр}$$

$$F_{об} = 0,4 + 0,33 + 0,88 + 0,22 + 0,24 + 0,21 = 2,28 \text{ м}^2.$$

Служебные, бытовые помещения:

- гардеробы – 1,6 м²;

- умывальные – 1 м²;

- душевые – 2,5 м².

Результаты расчетов, данные по существующим площадям участков, и принимаемым для реконструирования мастерской сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Площади участков и помещений мастерской.

Участки и помещения мастерской	Имеющиеся площади, м ²	Расчетные		Принятые площади, м ²
		По 1-му способу	По 2-му способу	
1	2	3	4	5
ТО и диагностики	–	120	62,8	132
Топливной аппаратуры	70	–	–	–
Слесарно-механический	100	32	17,6	60
Кузнечно-сварочный	60	75	32,1	50
Шиномонтажный	–	42	32,7	50
Ремонтно-монтажный	345	40	169,3	345
Зарядки и хранения аккумуляторов	15	15	10,3	20
Складские помещения	50	–	–	–
Служебно-бытовые помещения (раздевалка, комната отдыха)	50	5,1	5,1	33
Общая площадь мастерской	690	330	330	690

По данным таблицы 2.5 имеющаяся площадь ремонтной мастерской больше, чем необходимо по расчетам. Следовательно, дополнительные площади не потребуются. Свободную площадь ремонтной мастерской можно использовать для организации новых участков или увеличения существующих.

Реконструкцию проводим следующим образом: на площадях, занимаемых слесарно-механическим и кузнечно-сварочным участком, устраиваем участок ТО и диагностики, при этом сносим разделяющую их стенку. На части площадей, оставшимися свободными после перепланировки кузнечно-сварочного участка и на месте аккумуляторного участка рекомендуем разместить слесарно-механический участок. Участок топливной аппаратуры заменяем шиномонтажным участком.

На площадях, занимаемых складскими помещениями, разместим кузнечно-сварочный участок.

Уменьшая площади раздевалок, устраиваем участок зарядки и хранения аккумуляторов. На месте раздевалки устраиваем служебно-бытовые помещения.

После завершения реконструкции необходимо организовать новый участок – шиномонтажный.

После уменьшения площадей слесарно-механического, кузнечно-сварочного, ремонтно-монтажного участка и участка зарядки и хранения аккумуляторов, а также вспомогательных помещений на освободившейся площади выделяем шиномонтажный участок, увеличиваем площадь участка ТО и диагностики.

2.9 Расчет и проектирование объектов РОБ

Кроме ремонтной мастерской необходимо создать или модернизировать ремонтно-обслуживающую базу. РОБ предназначена не только для выполнения текущего ремонта, технического обслуживания всей

техники, но и для ее хранения, межсменной стоянки, мойки, обеспечения топливо-смазочными материалами.

Ремонтно-обслуживающая база хозяйства содержит:

- проходная;
- склад для хранения запасных частей;
- площадки для хранения сельскохозяйственной техники;
- склад ТСМ;
- ЦРМ;
- котельная;
- гараж для тракторов и автомобилей;
- мойка.

В процессе реконструкции необходимо спроектировать навес для хранения техники, площадки для помарочного хранения СХМ.

Размеры площадок, проездов между ними рассчитываются на основе справочных таблиц.

Длина площадки для хранения техники:

$$L_n = n_1 \cdot B_1 + n_2 \cdot B_2 + \dots + n_n \cdot B_n + (n_1 + n_2 + \dots + n_{n+1}) \cdot 700; \quad (2.23)$$

где L_n – длина площадки в мм;

n_1, n_2, \dots, n_n – количество машин разных марок, стоящих на площадке;

B_1, B_2, \dots, B_n – ширина машин, расстояние между ними – 700 мм.

Ширина площадки определяется по длине наибольшего объекта:

$$B = L_{max} + 1000; \quad (2.24)$$

Навес для хранения 5 тракторов МТЗ-80:

$$L = 5 \cdot 1970 + 6 \cdot 1000 = 15850 \text{ мм.}$$

$$B = 4120 + 1000 = 5120 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры навеса: 16000×5200 мм.

Навес для хранения 7 тракторов ДТ-75:

$$L = 7 \cdot 1740 + 8 \cdot 3000 = 20180 \text{ мм.}$$

$$B = 4600 + 1000 = 5600 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры навеса: 20200×5600 мм.

Навес для хранения 2 тракторов Т-40А:

$$L=1600 \cdot 2 + 3 \cdot 1000 = 6200 \text{ мм.}$$

$$B=2500 + 1000 = 3500 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры навеса: 6200×3500 мм.

Навес для хранения 2 комбайнов «Енисей» и 1 комбайна СК-5 «Нива»:

$$L=3 \cdot 5300 + 4 \cdot 1000 = 19900 \text{ мм.}$$

$$B=12340 + 1000 = 13340 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры навеса: 20000×13400 мм.

Площадка межсменного хранения 5 тракторов МТЗ-80:

$$L=5 \cdot 1970 + 6 \cdot 700 = 14050 \text{ мм.}$$

$$B=4120 + 1000 = 5120 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки 14100×5200 мм.

Площадка межсменного хранения 7 тракторов ДТ-75:

$$L=7 \cdot 1740 + 8 \cdot 700 = 17780 \text{ мм.}$$

$$B=4600 + 1000 = 5600 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 17800×5600 мм.

Площадка межсменного хранения 2 тракторов Т-40А:

$$L=1600 \cdot 2 + 3 \cdot 700 = 5300 \text{ мм.}$$

$$B=2500 + 1000 = 3500 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 5300×3500 мм.

Площадка хранения 4 плугов ПЛН-4-35:

$$L=1800 \cdot 4 + 700 \cdot 5 = 10700 \text{ мм.}$$

$$B=3500 + 1000 = 4500 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 10700×4500 мм.

Площадка хранения 2 культиваторов КОН-2,8 ПМ:

$$L=3230 \cdot 2 + 3 \cdot 700 = 8560 \text{ мм.}$$

$$B=4200 + 1000 = 5200 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 8600×5200 мм.

Площадка для хранения 2 зерновых сеялок СЗУ-3,6:

$$L=4275 \cdot 2 + 3 \cdot 700 = 10650 \text{ мм.}$$

$$B=3530 + 1000 = 4530 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 10700×4550 мм.

Площадка для хранения 20 зубовых борон БЗСС-1,0

Предлагаю хранить бороны в штабелях по 5 борон в штабеле:

$$L=4 \cdot 2000+5 \cdot 700=11500 \text{ мм.}$$

$$B=2000+1000=3000 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 115000×3000 мм.

Площадка для хранения 1 косилки КРН-2,1:

$$L=1 \cdot 3550+2 \cdot 700=4950 \text{ мм.}$$

$$B=1580+1000=2580 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 5000×2600 мм.

Площадка для хранения пресс-подборщика ПРП-1,6:

2600 мм.

Площадка для хранения пресс-подборщика ПРП-1,6:

$$L=2800 \cdot 1+2 \cdot 700=4200 \text{ мм.}$$

$$B=4000+1000=5000 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры площадки: 4200×5000 мм.

Площадка для хранения 5 разбрасывателей 1РМГ-4:

$$L=2100 \cdot 5+6 \cdot 700=14700 \text{ мм.}$$

$$B=5650+1000=6650 \text{ мм.}$$

Принимаем размер площадки: 14700×6700 мм.

Площадка для хранения 7 тракторных прицепов 2 ПТС-4:

$$L=2350 \cdot 7+8 \cdot 700=22050 \text{ мм.}$$

$$B=5305+1000=6305 \text{ мм.}$$

Принимаем размер площадки: 22100×6400 мм.

Для хранения автомобилей ГАЗ-53 предлагаю построить гараж на 2

места:

$$L=2500 \cdot 2+3 \cdot 2000+3 \cdot 300=11900 \text{ мм}$$

$$B=6300+2000+600=8900 \text{ мм.}$$

Принимаем размеры гаража: 11900×8900 мм.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ И МАРШРУТНОЙ КАРТЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ

3.1 Выбор оптимального способа и маршрута восстановления

Возвращение детали утраченной работоспособности оптимальным способом, обеспечивающим наибольшую долговечность при наименьшей стоимости – вот конечная цель технологического процесса восстановления деталей.

Деталь – крестовина карданного вала трактора Т-150К. Износ поверхностей (деф. 1), износ цилиндрической поверхности под подшипник с $\varnothing 33,635$ до $\varnothing 32,835$. Схема износа представлена на рисунке 3.1.

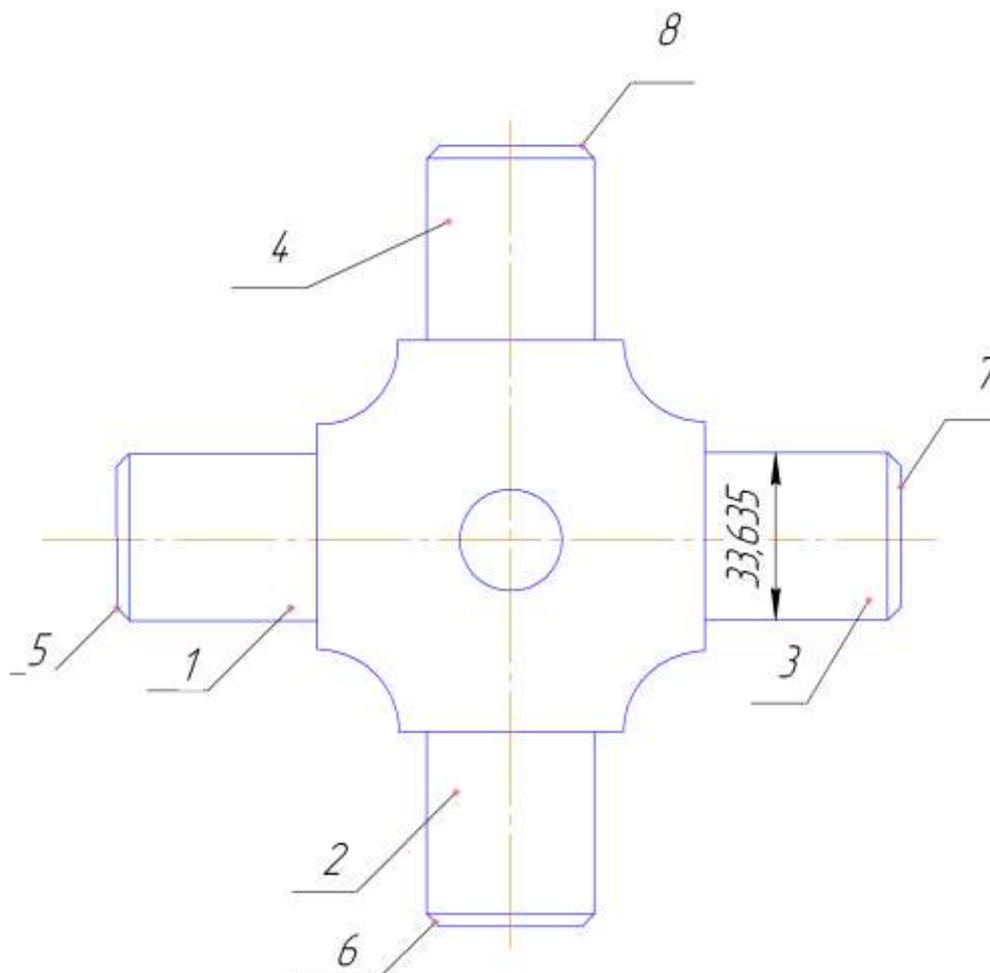


Рисунок 3.1 – Схема изношенных поверхностей крестовины карданного вала.

Для устранения группы одинаковых дефектов или каждого дефекта в отдельности должен быть выбран рациональный способ из числа технически

возможных, оптимальный по технологическим параметрам. В.А.Шадриев предложил применять при выборе способа восстановления последовательно три критерия: технологический, критерий долговечности и технико-экономический критерий.

По технологическому критерию выбираем следующие процессы восстановления: ручная электродуговая наплавка, вибродуговая наплавка и наплавка в среде углекислого газа.

Рассмотрим способы восстановления, опираясь на критерий долговечности K_g

$$K_g = K_u \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (3.1)$$

где K_u – коэффициент износостойкости;

K_B – коэффициент выносливости;

K_C – коэффициент сцепляемости;

K_{II} – поправочный коэффициент, учитывающий фактическое снижение ресурса восстанавливаемой детали в условиях реальной эксплуатации ($K_{II} = 0,8 \dots 0,9$).

Рациональным будет тот способ восстановления, который обладает максимальным K_g , то есть обеспечивает наибольший срок эксплуатации.

Наплавка в среде CO_2 – $K_g = 0,72 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,58$.

Вибродуговая наплавка – $K_g = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,56$.

Ручная электродуговая наплавка – $K_g = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,378$

Наиболее рациональными способами восстановления, судя по данному критерию, будут наплавка в среде CO_2 и вибродуговая наплавка.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали данным способом с её ресурсом после восстановления. Поэтому критерию оптимальным способом будет тот, который обладает минимальным значением коэффициента технико-экономической эффективности K_T .

$$K_T = \frac{C_B}{K_g}, \quad (3.2)$$

где C_B – себестоимость восстановления детали.

При наплавке в среде CO₂:

$$K_T = \frac{98,4}{0,56} = 166,2$$

При вибродуговой наплавке:

$$K_T = \frac{112}{0,56} = 200$$

Как видим, минимальным значением K_T обладает наплавка в среде CO₂. Следовательно, именно этот способ является оптимальным.

3.2 Разработка схемы технологического процесса восстановления детали

3.2.1 Схема технологического процесса восстановления в целом

Технологический процесс восстановления крестовины кардана будет включать в себя следующие операции:

- очистка и мойка;
- шлифование;
- дефектовочная;
- наплавка в среде CO₂ (все дефекты);
- механическая обработка (точение дефектов 1, 2, 3, 4, точение фасок 5, 6, 7, 8)
- термическая обработка (закалка, отпуск);
- чистовое шлифование (дефекты 1, 2, 3, 4);
- контрольная операция.

3.2.2 Операция очистки и мойки

Для очистки и мойки партии деталей выбираем погружную моечную машину ОМ-12190. В качестве моющего средства выбираем лабомид.

Концентрация раствора – 20...30 г/литр, температура подогрева – до 70...80⁰С.

Производительность машины ОМ-12190 – 0,1...0,2 т/час. Объём моющего средства – 0,5 м³.

Масса детали равна 2,09 кг. Следовательно за час будет вымыто 48 деталей.

Оперативное время найдём по формуле

$$T_{on} = T_o + T_B + T_d, \quad (3.3)$$

где T_o – основное время ($T_o = 15$ мин);

T_B – вспомогательное время ($T_B = 5$ мин);

T_d – дополнительное время.

$$T_{on} = 15 + 10 = 25 \text{ мин}$$

Для одной детали $T'_{оп}$ определяем как

$$T'_{on} = \frac{T_{on}}{m}, \quad (3.4)$$

где $T'_{оп}$ – оперативное время, мин;

m – количество деталей в час, шт.

$$T'_{on} = \frac{25}{24} = 1,04 \text{ мин}$$

Штучное время

$$T_{шт} = T'_{on} + T_{доп}, \quad (3.5)$$

где $T_{доп}$ – дополнительное время, мин.

Принимаем $T_{доп} = 5$ мин, тогда

$$T_{шт} = 1,04 + 5 = 6,04 \text{ мин}$$

Норматив подготовительно-заключительного времени $T_{пз} = 0,67$ ч.

Норма подготовительно-заключительного времени на одну деталь

$$\frac{T_{пз}}{n} = \frac{40}{24} = 1,66 \text{ мин/дет}$$

Тогда технически обоснованная норма времени на операцию очистки и мойки

$$T_H = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.6)$$

$$T_H = 6,04 + 1,66 = 7,89 \text{ мин}$$

3.2.3 Операция шлифования

Шлифование изношенной поверхности будем проводить до $\varnothing 32,5$ мм. На круглошлифовальном станке 3М156В так как ширина круга больше ширины шлифуемой поверхности, то шлифуем в упор, используя шлифовальный круг ПП 600х63х30515А1—ПС27К535.

Припуск при шлифовании на сторону:

$$Z = \frac{d_n - d_x}{2}, \quad (3.7)$$

$$Z = \frac{33,635 - 32,5}{2} = 0,56 \text{ мм}$$

Число проходов $I = 1$; подача $S = 2,18$ мм/об; скорость резания $V_p = 21$ м/мин.

Частота вращения шлифовального круга:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 2,1}{3,14 \cdot 33,615} = 198,84 \text{ мин}^{-1}$$

Основное время шлифования:

$$T_o = \frac{Z}{S}, \quad (3.8)$$

$$T_o = \frac{0,56}{2,18} = 0,25 \text{ мин}$$

Вспомогательное время $T_B = 0,43$ мин.

Оперативное время $T_{оп} = 0,43 + 0,43 = 0,86$ мин.

Дополнительное время $T_{доп} = T_{оп} \cdot 9\% = 0,07$ мин.

Подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 10$ мин.

Штучное время $T_{шт} = 0,86 + 0,07 = 0,93$ мин.

Норма времени на операцию:

$$T_n = 0,93 + \frac{10}{24} = 1,34 \text{ мин}$$

После обработки поверхностей (деф. 1).

$$T_{шт} = 0,93 \cdot 4 = 3,72 \text{ мин.}$$

$$T_n = 1,34 \cdot 4 = 5,36 \text{ мин.}$$

3.2.4 Дефектовочная операция

Поверхности (деф. 1) – микрометр МК 50-2.

$$T_{оп} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ мин.};$$

$$T_{пз} = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ мин.};$$

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 5\% = 0,16 \text{ мин.};$$

$$T_{шт} = 3,2 + 1,2 + 0,16 = 4,56 \text{ мин.}$$

3.2.5 Операция восстановления

Наплавку в среде углекислого газа проводим для поверхностей (деф. 1). Для наплавки выбираем наплавочную проволоку 1,2 Кп – 30 ЗГСА. Сила тока – 120 А, напряжение 20 В. Наплавку производим на установке УД 209 УХЛИ, которая предназначена для наплавки наружных цилиндрических поверхностей. Схема наплавки представлена на рисунке 3.2.

Рисунок 3.2 – Схема наложения валиков наплавленного металла на деталь.

Определяем скорость наплавки:

$$V_n = \frac{K_n \cdot R}{h \cdot S \cdot j}, \text{ м/час} \quad (3.9)$$

где K_n – коэффициент наплавки, г/А·час;

$K_n = 10 \dots 12$ г/А·час;

h – высота валика шва наплавки, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

j – плотность металла шва, г/см³ ($j = 7,8$ г/см³).

Шаг наплавки S определяем как:

$$S = (1,6 \dots 2,2) \cdot d, \text{ мм/об} \quad (3.10)$$

$S = 2,64$ мм/об.

Высота валика шва наплавки:

$$h = \frac{d_p - d_d}{2}, \text{ мм} \quad (3.11)$$

где d_p – расчётный диаметр детали после наплавки, мм;

d_d – диаметр изношенной детали, мм.

$$h = \frac{33,038 - 32,835}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

Тогда

$$V_n = \frac{10 \cdot 120}{1,1 \cdot 2,64 \cdot 7800} = 52 \text{ м/час}$$

Скорость подачи проволоки:

$$V_{np} = \frac{4 \cdot K_n \cdot R}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot j}, \text{ м/час} \quad (3.12)$$

$$V_{np} = \frac{4 \cdot 10 \cdot 120}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,8} = 136 \text{ м/час}$$

Площадь шва рассчитываем как:

$$F_{ш} = \frac{V_{np} \cdot \frac{\pi \cdot d}{4}}{V_n} \cdot \eta \cdot \varphi \quad (3.13)$$

где $\varphi = 0,8 \dots 0,9$ – коэффициент потерь.

$$F_{ш} = \frac{2,26 \cdot 1,2}{0,86} \cdot 0,8 = 0,63 \text{ мм}^2$$

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d_{np}}, \text{ мин}^{-1} \quad (3.14)$$

Вылет электрода – 10 мм. Используем выпрямитель ВС-200. В качестве наплавочной головки используем автомат АДПГ-500. Наплавку проводим на установке УД 209 УХЛИ.

Определяем основное технологическое время:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot l \cdot 60}{1000 \cdot V_n \cdot S}, \text{ мин} \quad (3.15)$$

где l – длина наплавляемой поверхности, мм;

d – диаметр детали, мм.

Основное технологическое время для восстановления поверхности (деф. 1):

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 32,8 \cdot 37 \cdot 60}{1000 \cdot 52 \cdot 2,64} = 1,64 \text{ мин}$$

Общее время для восстановления поверхностей (деф.

$$1): T_{общ} = 1,64 \cdot 4 = 6,64 \text{ мин}$$

Вспомогательное время $T_v = 1,2$ мин; для четырёх поверхностей $T_{в.общ} = 1,2 \cdot 4 = 4,8$ мин.

Дополнительное время $T_{доп} = T_o \cdot 15\% = 0,966$ мин.

Подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 15$ мин.

Штучное время $T_{шт} = 6,64 + 4,8 + 0,996 = 12,436$ мин.

Количество деталей в партии

$$n = \frac{T_{пз}}{\lambda \cdot T_{шт}}, \text{ шт} \quad (3.16)$$

$$n = \frac{15}{0,15 \cdot 12,436} = 8 \text{ шт}$$

Норма времени на всю операцию:

$$T_n = 12,438 + 1,875 = 14,311 \text{ мин}$$

3.2.6 Механическая обработка наплавленных поверхностей

Токарная обработка дефектов (деф. 1).

Определяем основное время при точении:

$$T_o = \frac{l}{n \cdot S} \cdot i, \text{мин} \quad (3.17)$$

где l – расчётная длина обработки, мм;

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

S – подача, мм/об.

$$l = l_1 + l_2 + l_3, \text{мм} \quad (3.18)$$

где l_1 – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_2 = 0,5$ мм – длина врезания инструмента;

$l_3 = 1..2$ мм – перебег резца.

$$l = 37 + 0,5 + 2 = 39,5 \text{ мм}$$

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \text{мин}^{-1} \quad (3.19)$$

где V – скорость резания ($V = 40$ м/мин);

d – диаметр заготовки ($d = 35$ мм).

Тогда

$$n = \frac{39,5}{400 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,33 \text{мин}^{-1}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_g = 0,33 + 0,22 = 0,55 \text{мин}$$

Дополнительное время $T_{доп} = T_{оп} \cdot 8\% = 0,044$ мин.

Штучное время $T_{шт} = T_{оп} + T_{доп} = 0,55 + 0,044 = 0,594$ мин.

Норма времени на всю партию:

$$T_n = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{мин} \quad (3.20)$$

$T_{пз} = 7...10$ мин.

$$T_n = 0,594 + \frac{7}{24} = 0,81 \text{мин}$$

При обработке поверхностей № 1,2,3,4

$$T_{шт} = 0,544 \cdot 4 = 2,176 \text{ мин};$$

$$T_n = 0,81 \cdot 4 = 3,24 \text{ мин.}$$

Токарная обработка фасок. Фаски обрабатываем одновременно с обработкой поверхностей (деф. 1).

Определяем основное время при точении по формуле 3.17.

$$l = l_1 + l_2 + l_3 = 2 + 2 + 2 = 6 \text{ мм}$$

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \text{ мин}^{-1} = \frac{100 \cdot 40}{3,14 \cdot 34} = 400 \text{ мин}^{-1}$$

Подача $S = 0,3$ мм/об. Тогда:

$$T_o = \frac{6}{400 \cdot 0,3} \cdot 1 = 0,05 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_v = 0,05 + 0,22 = 0,27 \text{ мин.}$$

$$\text{Штучное время } T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}$$

$$\text{Дополнительное время } T_{доп} = 0,0216 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 0,27 + 0,0216 = 0,291 \text{ мин}$$

При обработке фасок 5, 6, 7, 8

$$T_{шт} = 0,291 \cdot 4 = 1,164 \text{ мин.}$$

При обработке всех дефектов и фасок:

$$T_{шт} = 1,164 + 2,176 = 3,34 \text{ мин.}$$

Выбираем оборудование для выполнения токарной обработки крестовины – универсальный токарно-винторезный станок 1А62. Герц ВК-2 ТАКТ 2101-0055. Патрон трёхкулачковый 7100-000-II ГОСТ 2675-80.

3.2.7 Термическая обработка

Для закалки обработанных поверхностей используем высокочастотную установку ВЧП-3-160/0,066. Закалку обработанных поверхностей проводим при температуре 900...920⁰С. Время выдержки детали в печи составляет 10 мин при скорости нагрева 0,09 м/мин. Охлаждаем крестовину в воде при температуре 20...22⁰С.

Для снятия закалочных напряжений необходимо произвести низкотемпературный отпуск при температуре 150...200⁰С. Продолжительность нагрева 80 мин. Охлаждаем деталь на воздухе.

3.2.8 Шлифовальная операция

Шлифование производим с Ø 34 мм до Ø33,635 мм на шлифовальном станке 3М156В. Так как ширина шлифовального круга больше ширины шлифуемой поверхности, то шлифовать нужно в упор, используя шлифовальный круг ПП600х63х305 15А10-ПС27К535м/с А1кг.

Припуск на шлифование на сторону:

$$Z = \frac{d_n - d_k}{2}, \text{ мм} \quad (3.21)$$

где $d_n = 34$ мм – начальный диаметр обрабатываемой поверхности;

$d_k = 33,635$ мм – номинальный диаметр обрабатываемой поверхности.

Тогда,

$$Z = \frac{34 - 33,635}{2} = 0,182 \text{ мм}$$

Так как число проходов $I = 1$, $S = 2,18$ мм/об, $V_d = 21$ м/мин, то необходимая частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (3.22)$$

где V_d – окружная скорость детали, м/мин;

D – диаметр детали, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 34} = 200 \text{ об/мин}$$

Основное время при шлифовании:

$$T_o = \frac{Z}{S} = \frac{0,182}{2,18} = 0,08 \text{ мин}$$

Вспомогательное время $T_b = 0,43$ мин.

Оперативное время $T_{оп} = 0,08 + 0,43 = 0,51$ мин.

Дополнительное время $T_{доп} = T_{оп} \cdot 9\% = 0,04$ мин.

Подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 10$ мин.

Штучное время $T_{шт} = 0,51 + 0,04 = 0,55$ мин

Норма времени:

$$T_n = 0,55 + \frac{10}{24} = 0,86 \text{ мин}$$

После обработки поверхностей (деф. 1).

$$T_{шт} = 0,55 \cdot 4 = 2,2 \text{ мин}$$

$$T_n = 0,86 \cdot 4 = 3,45 \text{ мин}$$

3.2.9 Операция контроля

Поверхность (деф. 1) – микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507-60.

Для одной поверхности $T_{оп} = 0,8$ мин; $T_{пз} = 0,7$ мин; $T_{доп} = 0,064$ мин;

$$T_{шт} = 0,8 + 0,3 + 0,064 = 1,164 \text{ мин.}$$

Для поверхностей 1, 2, 3, 4 – $T_{шт} = 1,164 \cdot 4 = 4,566$ мин.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФИКСАЦИИ КРЕСТОВИНЫ ПРИ НАПЛАВКЕ

4.1 Анализ существующих конструкций

В соответствии с заданием на проектирование в качестве объекта конструкторской части предлагаем разработку приспособления для крепления и перемены положения крестовины карданного вала в процессе восстановления изношенных поверхностей.

По целевому назначению приспособления, применяемые в ремонтном производстве, делятся на пять групп:

- разборочно-сборочные – для соединения сопрягаемых деталей и сборочных единиц, крепления базовых деталей собираемых изделий, предварительного деформирования собираемых упругих элементов изделий, разъединения и соединения элементов изделий, требующих приложения больших усилий и др;

- станочные – для выполнения всех видов механической обработки на станках;

- для крепления рабочих инструментов;

- для захвата, изменения положения и перемещения восстанавливаемых деталей;

- контрольные – для проверки качества ремонта и технического состояния изделий.

По степени специализации различают приспособления:

- универсальные – для расширения технологических возможностей основного оборудования;

- специальные (одноцелевые) – для выполнения определённой операции технологического процесса ремонта машин.

В данном разделе дипломного проекта разрабатывается приспособление, которое служит для перемены положения восстанавливаемой детали, то есть оно является одноцелевым, так как служит для выполнения одной операции технологического процесса.

4.2 Устройство и принцип работы приспособления

Данное приспособление представляет собой устройство, способствующее повышению производительности труда за счёт уменьшения вспомогательного времени, которое затрачивается на переустановку крестовины для наплавки её поверхностей.

Приспособление состоит из следующих узлов (рис.4.1) – вал 1; скоба 2, согнутая из стальной полосы; поджимное устройство 3, состоящее из упорной шайбы 3, пружины 4, подвижного штока 5 и втулки 6, срезанной под углом 45° ; упорное устройство, состоящее из крестообразного фиксатора 7, центрирующего штока 8, контрогайки 9, винта 10.

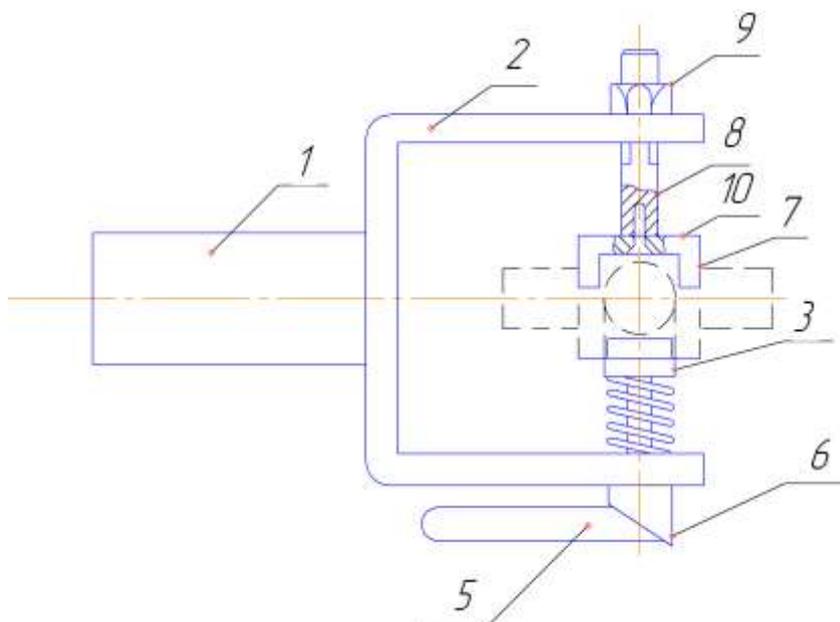


Рисунок 4.1 – Общий вид приспособления для фиксации крестовины

Приспособление зажимается в трёхкулачковый патрон установки УД 209 УХЛИ для дуговой наплавки в среде CO_2 за вал 1. Шток 5

поджимного устройства отводится в положение, при котором пружина 4 будет находиться в максимально сжатом положении (перпендикулярно патрону). Заготовка (крестовина) укладывается на упорное устройство, которое фиксирует её четырьмя концами фиксатора 7 в строго определённом положении. Шток поджимного устройства поворачивается на 180^0 и он упорным пятакм штока 5 за счёт силы сжатия пружины прижимает крестовину к упорному устройству с усилием 60 Н. После этого подводится пиноль, которая центрирует заготовку. Включается вращение шпинделя станка и проверяется, происходит ли биение крестовины. Если биение происходит, то с помощью штока 8 упорного устройства устраняется биение, удлиняя или укорачивая шток (вращая его) и фиксируется шток контрогайкой 9. Приспособление на биение заготовки регулируется только один раз, так как крестовины по ширине стандартные и большой регулировки не требуется. После регулировки можно приступить к процессу наплавки.

Наплавив поверхность 1, крестовина поворачивается в приспособлении на угол 90^0 , подводится пиноль и производится наплавки поверхности 2. Таким же образом наплавляются поверхности 3 и 4 крестовины.

4.3 Кинематический расчёт вращателя

Для того, чтобы двигатель вращал приспособление при заданных исходных данных определяем передаточное число вращателя станка.

Определяем передаточное отношение клиноремённой передачи

$$U = \frac{r_2}{r_1 \cdot Y}, \quad (4.1)$$

где $r_1 = 75$ мм – радиус ведущего шкива;

$r_2 = 31,5$ мм – радиус ведомого шкива;

$Y = 0,995$ – коэффициент скольжения ремня;

$$U = \frac{75}{31,5 \cdot 0,995} = 2,39$$

Передаточное отношение редуктора $U_2 = 7$. Находим передаточное отношение 5 – 7 шестерён

$$U = \frac{z_7}{z_5}, \quad (4.2)$$

где $z_7 = 57$ – число зубьев 7 шестерни;

$z_5 = 25$ – число зубьев 5 шестерни;

$$U = \frac{57}{25} = 2,28$$

Аналогичным образом находим передаточные отношения остальных шестерён ($z_7 = 57, z_8 = 25, z_9 = 25, z_{10} = 59, z_{11} = 32, z_{12} = 1, z_{13} = 50, z_{14} = 50, z_{15} = 50, z_{16} = 50, z_{17} = 50$)

$$U_4 = \frac{25}{57} = 0,43$$

$$U_5 = \frac{59}{25} = 2,36;$$

$$U_6 = \frac{32}{1} = 32$$

$$U_7 = 1$$

$$U_8 = 1;$$

$$U_9 = 7$$

Определяем общее передаточное отношение по формуле

$$U = U_1 \cdot U_2 \cdot U_5 \cdot U_7 \cdot U_8 \cdot U_9, \quad (4.3)$$

$$U = 2,39 \cdot 2,28 \cdot 0,43 \cdot 32 \cdot 1 \cdot 7 = 547,11$$

А при включении второй ступени 9-10 шестерней

$$U = 2,39 \cdot 2,28 \cdot 2,36 \cdot 32 \cdot 1 = 3000$$

Необходимые обороты электродвигателя находим по формуле

$$U = \frac{n_{об}}{n_{шп}}, \quad (4.4)$$

где U – общее передаточное число вращения;

$n = 3,8$ об/мин – число оборотов шпинделя.

$$\text{Тогда } n_{об} = 547,11 \cdot 3,8 = 2079 \text{ об / мин}$$

Из проведённых расчётов следует. Что для того чтобы получить число оборотов шпинделя 3,8 об/мин, необходимо установить число

оборотов двигателя $n_{дв} = 2079$ об/мин при включённой первой ступени редуктора, когда в зацеплении находятся 8-7 шестерни.

Для обеспечения движения наплавочной головки с заданной скоростью при подаче $S = 2,64$ мм/об необходимо подобрать шестерни с определённым числом зубьев. Для этого определяем скорость перемещения наплавочной головки

$$V = S \cdot n_{шп}, \quad (4.5)$$

где S – шаг наплавки, мм/об;

$n_{шп} = 3,8$ об/мин – число оборотов шпинделя при наплавке.

$$V = 2,64 \cdot 3,8 = 10,03 \text{ мм/мин}$$

Скорость перемещения наплавочной головки можно определить также по формуле

$$V = t_{хв} \cdot n_{хв}, \quad (4.6)$$

где $t_{хв} = 8$ мм – шаг нарезки ходового винта;

$n_{хв}$ – частота вращения ходового винта, об/мин.

Тогда

$$n_{хв} = \frac{V}{t_{хв}}, \text{ об/мин}$$

$$n_{хв} = \frac{10,03}{8} = 1,253 \text{ об/мин}$$

Воспользовавшись формулой 4.4, определим необходимое передаточное отношение вращателя

$$U = \frac{2079}{1,253} = 1659$$

Из формулы 4.3 следует, что

$$U = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot U_{10} \cdot U_{11} \cdot U_{a-6} \Rightarrow U_{a-6} = \frac{U}{U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot U_6 \cdot U_{10} \cdot U_{11}}$$

Тогда

$$U_{a-6} = \frac{1659}{2,39 \cdot 7 \cdot 2,28 \cdot 0,43 \cdot 32 \cdot 1,1} = 3$$

По таблице из паспорта станка подбираем сменные шестерни с числами зубьев $b=80$; $a=28$.

4.4 Прочностной расчёт пружины сжатия

Исходными данными для расчёта являются рабочий ход пружины $h = 15$ мм и сила сжатия пружины при предварительной деформации $F_2 = 240$ Н. Изготовление пружины предусматриваем из пружинной стальной проволоки ГОСТ 14959-79, полагая, что диаметр проволоки $\varnothing = 4 \dots 6$ мм. Предел прочности для проволоки $\varnothing = 4 \dots 6$ мм по рекомендации ГОСТ 13764-68 – $[\tau] = 705$ МПа. Расчётная схема приведена на рисунке 4.2.

Рисунок 4.2 – Схема расчёта пружины на прочность

Предположим, что сила сжатия пружины при максимальной деформации

$$F_3 = 1,3 \cdot F_2, \quad (4.7)$$

Тогда

$$F_3 = 1,3 \cdot 240 = 312 \text{ Н}$$

Примем индекс пружины $C = 10$. Из чего следует, что коэффициент влияния кривизны витка будет равен $k = 1,14$.

Найдём диаметр проволоки пружины по формуле

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot C \cdot F_3}{[\tau]}} \quad (4.8)$$

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{1,14 \cdot 10 \cdot 312}{705}} = 4 \text{ мм}$$

Средний диаметр пружины найдём по формуле

$$D = C \cdot d, \quad (4.9)$$

где C – индекс пружины ($C = 10$);

$d = 4$ мм – диаметр проволоки;

Тогда $D = 4 \cdot 10 = 40$ мм

Наружный диаметр пружины найдём по формуле

$$D_n = D + d, \quad (4.10)$$

Тогда $D_n = 40 + 4 = 44$ мм

По ГОСТ 14959-79 подойдёт пружина 1-го класса, 1-го разряда №34. Данные пружины №34: $F_3 = 335$ Н, $d = 4$ мм, $D_B = 32$ мм, $D_H = 40$ мм, $z = 54,87$ Н/мм – жёсткость одного витка, $\lambda_{\max} = 6,1$ мм – наибольший прогиб одного витка.

Уточним средний диаметр пружины

$$D = D_n - d, \quad (4.11)$$

Тогда

$$D = 40 - 4 = 36 \text{ мм}$$

Проверим выбранную пружину по z и λ_{\max}

$$Z_1 = 10^4 \cdot \frac{d}{C^3}, \quad (4.12)$$

Тогда $Z_1 = 10^4 \cdot \frac{4}{10^3} = 40$ Н, что приемлемо.

Жёсткость пружины найдём по формуле

$$Z = \frac{F_2 - F_1}{\lambda} h, \quad (4.13)$$

Тогда $Z = \frac{40 - 60}{15} = 12$ Н/мм

Число рабочих витков пружины находим по формуле

$$n = \frac{z_1}{z}, \quad (4.14)$$

Тогда $n = \frac{54,87}{12} = 4,5$ витка

Максимальная деформация пружины

$$\lambda_3 = \frac{F_3}{Z}, \quad (4.15)$$

Тогда $\lambda_3 = \frac{335}{12} = 28$ мм

$\lambda_{\max} = \frac{\lambda}{n} = \frac{28}{4,5} = 6,2$ что практически совпадает с λ_{\max} по ГОСТ.

Полное число витков пружины определяем по формуле

$$n_1 = n + n_2, \quad (4.16)$$

где n – число рабочих витков пружины;

n_2 – число заштифтованных витков ($n_2 = 1,5$).

Тогда $n_1 = 4,5 + 1,5 = 6$

Шаг пружины

$$t = \lambda_{\max} + 4, \quad (4.17)$$

Тогда $t = 6,1 + 4 = 10,1 \text{ мм}$

Высота пружины при максимальной деформации

$$L_3 = n_1 + 1 - n_2 \cdot \bar{d}, \quad (4.18)$$

$$L_3 = 6 + 1 - 1,5 \cdot 4 = 22 \text{ мм}$$

Высота пружины в свободном состоянии

$$L_0 = L_3 + \lambda_3, \quad (4.19)$$

$$L_0 = 22 + 28 = 50 \text{ мм}$$

4.5 Прочностной расчёт штока поджимного устройства

Поджимное устройство имеет шток, который нагружен силой $F_3 = 312 \text{ Н}$. Расчётная схема приведена на рисунке 4.4.

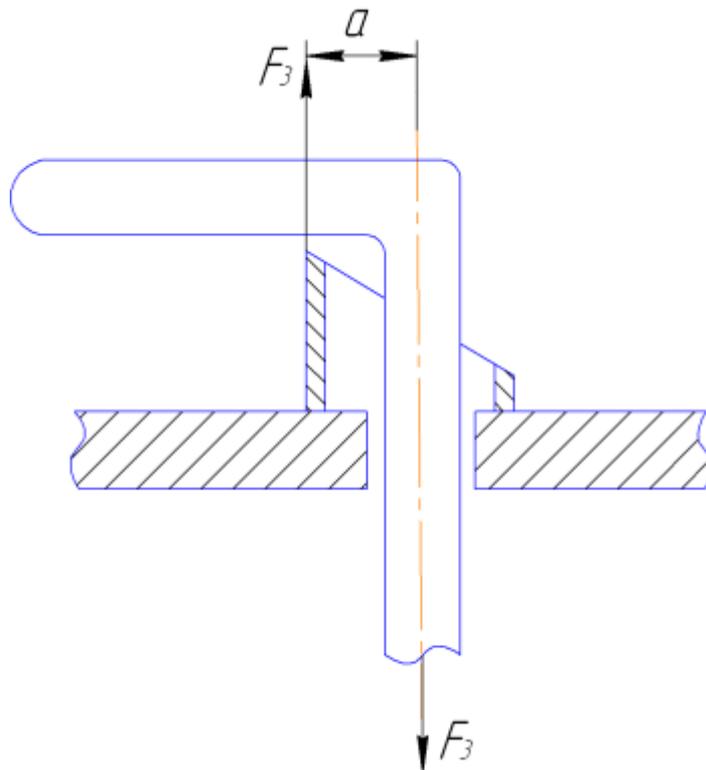


Рисунок 4.4 – Схема расчёта штока поджимного устройства

Шток рассчитываем на растяжение и изгиб, исходя из максимальной нагрузки F_3 по формуле

$$\delta_{\max} = \delta_p + \delta_n = F_p / \pi \cdot d_1^2 / 4 + F_p \cdot d / \pi \cdot d_1^3 / 32 \leq [\delta_p], \quad (4.20)$$

где δ_p – расчётное напряжение на растяжение, МПа;

δ_n – расчётное напряжение при изгибе, МПа;

δ_{\max} – наибольшее суммарное напряжение в штоке от растяжения и изгиба, МПа;

d – эксцентриситет нагрузки, мм;

F_p – расчётная сила, Н;

d_1 – диаметр штока, мм;

$[\delta_p]$ – допускаемое напряжение для данной марки стали, МПа.

Из формулы 4.20 следует, что с увеличением эксцентриситета диаметр штока возрастает. Проведём проверочный расчёт при следующих исходных данных: $d_1 = 10$ мм; $d_2 = 10$ мм; $F_p = 312$ Н. Для стали марки Ст.3 $[\delta_p] = 1600$ кг/см³.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \delta_{\max} &= 312 / \pi \cdot 10^2 / 4 + 312 \cdot 10 / \pi \cdot 10^3 / 32 \leq 1600 \text{ кг/см}^3 \\ \delta_{\max} &= 355 \leq 1600 \text{ кг/см}^3 \end{aligned}$$

Суммарное напряжение от растяжения и изгиба в штоке не превышает допустимого.

4.6 Прочностной расчёт сварного соединения

Расчёт прочности при проектировании сварных соединений производится по допустимым напряжениям. Выясним, какой максимальный момент выдерживает сварное соединение скоба-вал. Расчётная схема приведена на рисунке 4.5.

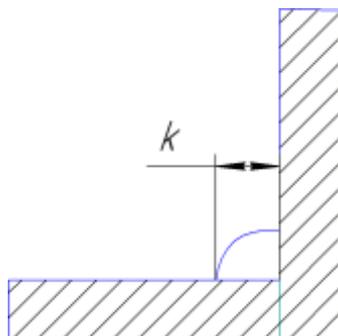


Рисунок 4.5 – Схема сварного соединения

Для данных условий допускаемое напряжение для шва на срез находится по формуле

$$\sigma_{\perp} = 0,6 \sigma_p \quad (4.21)$$

Так как шов в данном соединении выполнен электродами обычного качества (типа Э42, Э46), а такие швы относятся ко второй группе, то абсолютное значение допустимого напряжения при растяжении для стали Ст.3 будет равно $[\sigma_p] = 160$ МПа. Таким образом

$$\sigma_{\perp} = 0,6 \cdot 160 = 96 \text{ МПа}$$

Рассчитаем, какой изгибающий момент сможет выдержать сварной шов длиной 40 мм. Так как данное соединение может быть нагружено изгибающим моментом 1-й плотности приварки, то максимальный момент найдём по формуле

$$G \cdot M_{max} / 0,7 \cdot k \cdot l^2 \leq \sigma_{\perp} \quad (4.22)$$

$$M_{max} = \frac{\sigma_{\perp} \cdot 0,7 \cdot k \cdot l^2}{6}$$

где l – длина шва, см;

k – катет шва, см.

$$\text{Тогда } M_{max} = \frac{960 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 4^2}{6} = 7 \text{ кгс}$$

Данное соединение можно нагружать силой не более 7 кгс.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Общие положения охраны труда

В хозяйствах для обеспечения безопасности труда создана служба охраны труда, руководителем которой является инженер по охране труда и технике безопасности.

Анализ состояния охраны труда на предприятии проводится статистическим методом. Основными показателями травматизма являются: количество случаев, связанных с производством. Число дней временной нетрудоспособности, число случаев заболеваемости за учитываемый период.

При возникновении случая производственного травматизма, в результате которого рабочий потерял трудоспособность, проводится специальное расследование и в 3-х суточный срок составляется акт Н-1. Акт о несчастном случае передается главному инженеру хозяйства, который утверждает акт и записывает в него перечень мероприятий, предотвращающих повторение данного случая в дальнейшем.

Одним из тяжелых последствий нарушения правил охраны труда является производственный травматизм. К производственным травмам относится травма, полученная при выполнении производственного задания, перед началом работы (подготовка к работе), по окончании работы, а также при проведении работ в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни.

Противопожарный режим хозяйства установлен порядком безопасной в пожарном отношении эксплуатации, складов, зданий и сооружений, производственных установок, машин, приборов и агрегатов.

Ответственность за соблюдением требуемого противопожарного режима в хозяйстве, а также за своевременное выполнение противопожарных мероприятий возложена на председателя правления. Ответственность за противопожарное состояние отдельных цехов, складов и других объектов, а так же своевременное выполнение противопожарных мероприятий на них, возлагается персонально на начальников складов и мастерских.

5.2 Предлагаемые мероприятия по улучшению условий и повышению безопасности труда рабочих

В хозяйстве служба охраны труда выполняет работу должным образом, но для совершенствования работы службы охраны труда предложены следующие мероприятия: Инициировать создание рабочего комитета, который совместно со службой охраны труда будет разрабатывать соответствующие организационные мероприятия. Разработать и провести обучение работников по вопросам охраны труда и технике безопасности. Осуществлять систематический контроль своевременной выдачи спецодежды и индивидуальных средств защиты. Проводить работу по улучшению условий труда рабочих и ликвидации причин, порождающих производственный травматизм. Тщательно изучать причины каждого несчастного случая, с целью их дальнейшего предупреждения.

5.3 Инструкция по охране труда при работе на наплавочной установке

Общие положения:

- К работе допускается работник, прошедший инструктаж.
- Установка должна быть технически исправным и отвечать безопасности.
- Посторонним лицам запрещено находиться на рабочем месте.
- Рабочее место должно быть обеспечено аптечкой.

Требования безопасности перед началом работы:

- Слесарь должен явиться на работу согласно расписанию без опозданий.
- Слесарь должен носить специальную рабочую одежду.
- Необходимо перед работой проверить состояние установки на соответствие требованиям охраны труда.

Требования безопасности во время наплавки.

- Разрешается пользоваться только исправными инструментами при наладке установке.
- Запрещается проводить регулировки и наладку установки для наплавки в процессе наплавки

Требования по технике безопасности по окончанию работы.

- Собрать и почистить инструмент и приспособления:
- Выполнить требования личной гигиены.

Требования безопасности в аварийных случаях:

При получении травмы необходимо остановить агрегат, сообщить руководителю о случившемся. Оказать первую помощь и при необходимости отправить пострадавшего в больницу.

При возникновении пожара необходимо вызвать пожарных и по возможности попытаться самостоятельно претовратить пожар.

5.4 Система природоохранных мероприятий

На современном этапе развития Агропромышленного комплекса Татарстана необходимо большое внимание уделить производству экологически чистой продукции, а этого не возможно добиться без внедрения ряда мер по обеспечению экологии в кооперативе.

Одной из задач хозяйства является принятие мер для предотвращения пагубного воздействия на окружающую среду в результате производственной деятельности. Эти меры включают в себя следующее: сбор, очистку сточных вод; сбор и сдачу отработанных нефтепродуктов; хранение в специально отведённых местах бытового и производственного мусора; хранение техники на специальных площадках, павильонах; организация и контроль правильного технического обслуживания и ремонта тракторов, сельскохозяйственных машин и оборудования; озеленение территории; устройство объездов вокруг населённых пунктов. На ряду с этим государство должно осуществлять государственный контроль за состоянием атмосферы и воды.

Проводятся эти мероприятия в хозяйствах, но с моей точки зрения недостаточно хорошо проводится разъяснительная работа среди населения и работников сельскохозяйственных отраслей. Благодаря проведению этих мероприятий деятельность предприятия можно определить как удовлетворительную.

Для улучшения работы хозяйства по охране окружающей среды с относительно небольшими затратами я предлагаю назначить в каждом производственном отделении предприятия ответственные лица для сбора, хранения, транспортировки и учёта отработанных нефтепродуктов.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование приспособления для фиксации крестовины при наплавке

Затраты на изготовление приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д.} + C_{п.д.} \cdot K_{нац} + C_{сб.п.} + C_{оп} + C_{накл.}, \quad (6.1)$$

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 приспособления для фиксации, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления для фиксации, руб.;

$C_{накл.}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью приспособления для фиксации ($K_{нац}=1,4\dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_k = Q_{п.} \cdot Ц_{к.д.}, \quad (6.2)$$

где $Q_{п.}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей приспособления для фиксации, кг.;

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

$$C_k = 5 \cdot 34,50 = 172,5.$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{о.д.} = C_{зп.} + C_{м.}, \quad (6.3)$$

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

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (6.4)$$

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

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату рассчитываем по выражению:

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (6.5)$$

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, ($K_t=1,025\dots1,03$).

$$C_{пр} = 110 \cdot 4 \cdot 1,03 = 453,2 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату рассчитываем по выражению:

$$C_{доп} = \frac{5 \dots 12 \cdot C_{пр}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 453,2}{100} = 45,3 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию рассчитываем по выражению:

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot C_{пр} + C_d}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (453,2 + 45,3)}{100} = 22 \text{ руб.}$$

$$C_{зп} = 453,2 + 45,3 + 22 = 520 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок рассчитываем по выражению:

$$C_M = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (6.9)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{3}{0,7} = 4,3 \text{ кг.}$$

$$C_m = 34,8 \cdot 4,3 = 150 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 520 + 150 = 670 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.10)$$

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

Основную зарботную плату рабочих, занятых на сборке приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку приспособления для фиксации, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 1 \cdot 110 \cdot 1,03 = 113 \text{ руб.}$$

Дополнительную зарботную плату рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{5 \dots 12}{100} C_{\text{сб}}. \quad (6.12)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 113}{100} = 11,3 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4}{100} C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}}. \quad (6.13)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (113 + 11,3)}{100} = 5,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 113 + 11,3 + 5,5 = 130 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления для фиксации рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении приспособления для фиксации, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{453,2 \cdot 69,5}{100} = 315 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 172,5 + 670 + 500 \times 1,5 + 130 + 315 = 2007 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей приспособления для фиксации.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса приспособления для фиксации	кг	4,1	5,2
2	Балансовая стоимость	руб.	1560	2007
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	1	1
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка приспособления для фиксации	ч	100	100
9	Время 1 цикла	ч	0,36	0,24

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:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.15)$$

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \cdot 0,9}{21,6} = 2,5 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \cdot 0,9}{14,4} = 3,75 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса рассчитываем по выражению:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где G – масса приспособления для фиксации, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка приспособления для фиксации, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы приспособления для фиксации, лет.

$$M_{\text{е}0} = \frac{4,1}{2,5 \times 100 \times 5} = 0,0030 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{5,2}{3,75 \times 100 \times 5} = 0,0027 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса рассчитываем по выражению:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость приспособления для фиксации, руб.

$$F_{\text{е}0} = \frac{1560}{2,5 \times 100} = 6,24 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{\text{е}1} = \frac{2007}{3,75 \cdot 100} = 5,35 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_{\text{е}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_{\text{з}}}, \quad (6.18)$$

где $n_{\text{р}}$ – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{2,5} = 0,40 \text{ чел.ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{3,75} = 0,26 \text{ чел.ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{\text{ч}}}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

Себестоимость работы рассчитываем по выражению:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{зп0}} = 110 \times 0,40 = 44 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 110 \times 0,26 = 28,6 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $\text{Ц}_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{1560 \cdot 8}{100 \cdot 2,5 \cdot 100} = 0,50 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{2007 \cdot 8}{100 \cdot 3,75 \cdot 100} = 0,43 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции рассчитываем по выражению:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{1560 \times 13}{100 \times 2,5 \times 100} = 0,81 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{2007 \times 13}{100 \times 3,75 \times 100} = 0,69 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 44 + 0,50 + 0,81 = 45,31 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 28,6 + 0,43 + 0,69 = 29,72 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты рассчитываем по выражению:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.25)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 45,31 + 0,15 \times 6,24 = 46,24 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 29,72 + 0,15 \times 5,35 = 30,52 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по выражению:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (45,31 - 29,72) \times 3,75 \times 100 = 5846 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект рассчитываем по выражению:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (46,24 - 30,52) \times 3,75 \times 100 = 5895 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитываем по выражению:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{бл}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где $C_{\text{бл}}$ – балансовая стоимость спроектированной приспособления для фиксации, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{2007}{5846} = 0,34 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений рассчитываем по выражению:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\text{Э}_{\text{год}}}{C_6}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{5846}{2007} = 2,9.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности приспособления для фиксации.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	2,5	3,75
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	6,24	5,35
3	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,0030	0,0027
4	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	0,40	0,26
5	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	45,31	29,72
6	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	46,24	30,52
7	Годовая экономия, руб.	-	5846
8	Годовой экономический эффект, руб.	-	5895
9	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,34
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	2,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной работы произведено совершенствование работы ремонтно–обслуживающей базы на примере рядовых хозяйств, включающий в себя реорганизацию работы центральной ремонтной мастерской, сектора технического обслуживания и ремонта автомобилей и тракторов, а также машинного двора. С учетом результатов расчетов разработан план ремонтной мастерской.

Основываясь на типовой технологии, разработан технологический процесс восстановления крестовины карданного применительно к условиям данной ремонтной мастерской.

Предложена конструкция приспособления для наплавки крестовин карданного вала и проведен инженерный расчет ее элементов. Использование приспособления такого типа позволяет снизить трудоемкость выполнения этой операции и повысить ее безопасность, а, следовательно, увеличивает производительность работ.

В выпускной работе проведена технико–экономическая оценка проектируемого приспособления.

В процессе выполнения выпускной работы разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности при ремонтных работах и охране труда в хозяйстве. Даны рекомендации по поддержанию экологической безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. 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.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. 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.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелюфаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелюфаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Соппротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]/О.А.Леонов, В.В.Карпузов, Н. Ж. Шкаруба// - М.: Колос, 2009. –С.568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

21. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.

22. 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.

23. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. С 232.

24. 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.

25. 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.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девисилов - 4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа,2007. – С 335.

29. Хейфец А.Л. Инженерная 3Д-компьютерная графика [Текст] / А.Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева // учебное пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Изд-во Юрайт, 2011. – С 464.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Спецификации