

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06. Агроинженерия

Кафедра Эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА

Тема: «Разработка технологического процесса восстановления опорных катков гусеничных тракторов с разработкой устройства для наплавки»

Шифр 35.03.06.ВКР УН86.45.000.000ПЗ

Дипломник студент

Александров С.А.

Руководитель профессор

Адигамов Н.Р.

подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол №___ от _____2018)

Зав. кафедрой

ученое звание

подпись

Ф.И.О

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Эксплуатации и ремонта машин

Профиль «Технический сервис в АПК»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/

« ____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу
студенту Александрову С.А.

Тема ВКР «Разработка технологического процесса восстановления опорных катков гусеничных тракторов с разработкой устройства для наплавки» утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 20 ____ г. № ____

1. Срок сдачи студентом законченного проекта _____ 2018
2. Исходные данные к ВКР: Нормативно справочная литература, технологические карты, материалы курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин».
3. Перечень вопросов, подлежащих разработке 1. Провести анализ технологического процесса ремонта ходовой части гусеничных тракторов. Описать технологический процесс ремонта опорных катков гусеничных тракторов; 2. Спроектировать участок по восстановлению деталей гусеничных тракторов; 3. Разработать технологический процесс восстановления опорного катка трактора Т-70; 4. Разработать приспособление для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70. Проанализировать и рассчитать устройство; 5. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку ВКР.

4. Перечень графических материалов Лист 1–Планировка сварочно-наплавочного участка. Лист 2–Структурная схема разборки опорного катка трактора т-70. Лист 3–Ремонтный чертеж. Лист 4–Маршрутная карта восстановления опорного катка трактора Т-70. Лист 5–Общий вид установки. Лист 6– Сборочный чертеж. Лист 7– Рабочие чертежи детали.

5. Консультанты по выпускной квалификационной работе с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант

6. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	30.04.2018	
2	2 раздел выпускной работы	10.05.2018	
3	3 раздел выпускной работы	20.05.2018	
4	4 раздел выпускной работы	30.05.2018	
5	5 раздел выпускной работы	05.06.2018	
6	6 раздел выпускной работы	10.06.2018	

Студент-дипломник _____ (_____)

Руководитель проекта _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из 68 страниц расчетно-пояснительной записки, 6 листов графической части, выполненной на формате A1, списка литературы из 20 наименований.

Цель работы – разработка технологического процесса восстановления опорных катков гусеничных тракторов.

Проведён анализ производственного процесса ремонта гусеничных тракторов.

Спроектирован технологический процесс восстановления опорных катков гусеничных тракторов.

Спроектировано отделение сварки наплавки.

Приведены расчеты основных конструктивных и технико-экономических показателей устройства для наплавки торцевых поверхностей опорных катков гусеничных тракторов.

Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности проекта.

Произведена технико-экономическая оценка выпускной квалификационной работы.

ABSTRACT

The final qualifying work consists of 68 pages of the settlement and explanatory note, 6 sheets of the graphic part made on the A1 format, the list of references from 20 names.

The purpose of the work – the development of the technological process of restoration of track tractor support rollers.

The analysis of the production process of repair of caterpillar tractors.

The technological process of restoration of track tractor support rollers was designed.

Designed by the Department of welding welding.

The calculations of the main design and technical and economic parameters of the device for surfacing the end surfaces of the support rollers of caterpillar tractors are presented.

Measures to ensure the safety and environmental friendliness of the project have been developed.

The technical and economic assessment of the final qualifying work was made.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ.....	
1.1 Организация технологии ремонта гусеничных тракторов.....	
1.2 Описание технологического процесса ремонта опорных катков гу- сеничных тракторов.....	
1.3 Обоснование темы ВКР.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ.....	
2.1 Характеристика дефектов опорных катков и методов их устранения	
2.2 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени.....	
2.3 Расчет потребности штата участка.....	
2.4 Расчет основного производственного оборудования.....	
2.5 Расчет производственных площадей.....	
2.6 Общая компоновка участка.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕ- НИЯ ОПОРНОГО КАТКА ТРАКТОРА Т-70.....	
3.1 Технологический процесс разборки опорного катка трактора Т-70.....	
3.2 Определение дефектов детали и коэффициентов их повторяемости.....	
3.3 Маршруты восстановления детали.....	
3.4 Выбор рационального способа восстановления.....	
3.5 Расчет режимов предварительной механической обработки.....	
3.6 Расчет режимов наплавки в среде углекислого газа.....	
3.7 Выбор режимов резания при финишной токарной обработке.....	

3.8	Выбор режимов резания при финишной шлифовальной обработке.....
3.9	Восстановление внутренней резьбы.....
3.10	Физическая культура на производстве.....
4	РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАПЛАВКИ ТОР-ЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОПОРНЫХ КАТКОВ ТРАКТОРА Т-70.....
4.1	Описание и работа установки.....
4.2	Расчет конической передачи.....
4.3	Технические характеристики приспособления.....
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....
5.1	Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....
5.2	Мероприятия по охране окружающей среды.....
6	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВКР.....
6.1	Технико-экономическая оценка процесса восстановления опорного катка трактора Т-70.....
6.2	Себестоимость изготовления приспособления для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70.....
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей. В этих условиях необходимо развивать и изучать возможности как давно зарекомендовавших себя, так и новых ремонтных технологии.

Выпускная квалификационная работа направлена на расширение производственной деятельности. С этой целью рассмотрены вопросы организации сварочно-наплавочного участка восстановления, разработано устройство для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70, разработаны технологии восстановления, спроектирован технологический процесс восстановления опорных катков трактора Т-70, рассмотрены мероприятия по безопасности проекта, рассчитаны технико-экономические показатели ВКР.

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

1.1 Организация технологии ремонта гусеничных тракторов

Для реализации технологического процесса ремонта гусеничных тракторов необходимо спроектировать ряд участков, на которых будет реализовываться основные части производственного процесса.

Участок разборки гусеничных тракторов должен состоять из продолговатой площадки с рельсами. На этом участке должны находиться транспортирующий кран-балка, грузоподъемностью в 3,2 тонны и необходимое технологическое оборудование.

В механическом участке должно быть задействовано весь комплект необходимых металлорежущих станков, а также вся оснастка для осуществления слесарно-механических работ.

В кузнечном участке должно быть оборудование для осуществления работ, связанных с пластическим деформированием, а также оборудование для термической обработки деталей гусеничных тракторов. По мерам безопасности этот участок оснащается принудительной вытяжной вентиляцией.

В сварочном участке должно быть установлено рациональный комплект полуавтоматического и автоматического сварочного оборудования. На этом участке предполагается внедрить технологический процесс восстановления опорных катков гусеничных тракторов.

На сборочном участке необходимо обеспечить качественный процесс сборки как агрегатов, так и тракторов в целом. Для этого должен быть использован весь комплект подъемно-транспортного оборудования, а также универсальная и специализированная оснастка для проведения сборочных работ.

Технологический процесс ремонта – это часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния изделия.

Разборочные работы включают очистку. От общей трудоёмкости этих работ на долю разборочных работ приходится 40...55%.

В ремонтном производстве в основном применяются такие способы очистки, как, например, пневматический, струйный, вибрационный, выварка в ваннах, и т.д. Наружная очистка гусеничных тракторов производится на специальной территории предприятия, с помощью ручного шланга на асфальтированной площадке. Давление в шланге, приблизительно $7-8 \text{ кг/см}^2$, что не превышает рекомендуемых норм. В зимнее время подаётся горячая вода. В ЦРМе для мойки используют дизельное топливо.

Гусеничные трактора транспортируют на участок разборки трактора, разбирают на отдельные агрегаты и узлы только вручную. Для этого подготавливается специальная площадка, для работы ремонтника, чтобы было куда сложить демонтированные детали.

При разборке рабочие придерживаются следующих правил

- 1) во время разборки детали снимают аккуратно, без каких-либо перекосов;
- 2) при снятии чугунных деталей, закреплённых большим числом болтов, во избежание появления трещин сначала отпускают на пол-оборота все болты или гайки и только после этого их вывёртывают.
- 3) запрессованные детали снимают под прессом или с помощью съёмников и приспособлений.
- 4) при разборке на сопрягаемых деталях ставят метки кернением (на шлицах валов и пазах сопрягаемых шестерён, блоке цилиндров и крышках коренных подшипников, шатунах и их крышках, зубчатых пар в редукторной части трансмиссии и др.)
- 5) стараются не перегибать масляные шланги;
- 6) после откручивания масляных шлангов забивают их пробками.

Снятые узлы, после очистки и мойки устанавливают на ремонтный стол, затем производят оценку технического состояния: внимательно осматривают механизмы, сборочные единицы и детали, расположенные снаружи; затем выявляют причины и составляют список неисправностей. Механизатор сам даёт заключение по внешним проявлениям, по характеру работы двигателя.

Дефектация деталей в ЦРМ выполняется после промывки в дизельном топливе и протирания материей. После этого хорошо виден износ: трещины, царапины, сколы и т.д. Изношенные детали осматривают, затем проверяют форму и размеры необходимыми для этого измерительными инструментами, после чего определяют степень годности деталей к повторному использованию или восстановлению при помощи технологической карты на дефектацию. Если необходимо восстановление, то деталь отправляют в другое предприятие. Если же нет возможности отправить деталь на восстановление, то находят запасную деталь с меньшим износом, надеясь, что она прослужит в ближайшем будущем. Шестерни бракуют и заменяют новыми при износе зубьев по рабочему профилю и торцам, при обнаружении трещин, сколов; выкраиваний и разрушении одного или нескольких зубьев, смятии шлицев или поверхностей отверстий ступицы или деформации шпоночной канавки. На валах самые распространённые дефекты, это – изгиб, износ шлицев, резьб, шпоночных канавок и т.д. Болты заменяют только с трещинами, сорванные и с деформированной резьбой.

Восстановление деталей в ЦРМе производится, и составляет процентов 10 из общего списка существующих. Применяется правка наклёпом, правка коленвалов или распредвалов не осуществляется, так как нет специального оборудования. Постоянно применяются сварка, наплавка и газовая сварка.

Комплектование – это работа по контролю, подбору деталей, облегчающая подгонку сопряжений и быстрое выполнение сборочных работ в со-

ответствие с техническими требованиями на сборку. Такой работы в ЦРМе уже давно, к сожалению, не делается.

Обкатка и испытание отремонтированных гусеничных тракторов, с одной стороны, подготавливают к эксплуатации поверхности трения деталей, с другой – определяют показатели и характеристики работы гусеничных тракторов для объективной оценки качества ремонта.

При сборке различных частей агрегатов и машин, работники следуют установленным принципам. Перед сборкой промывают детали, рабочие поверхности протирают и смазывают маслом, различные каналы прочищают, и продувают. А перед тем как собрать проверяют статические и динамические балансировки деталей. Следят за зазорами, натягами, люфтом, соосностью и затяжкой резьб; за герметичностью сборки. Нераскомплектованные детали ставят парами по меткам, нанесённым при разборке.

Завершающей операцией, связывающей ремонт и эксплуатацию, является обкатка. В период обкатки происходит приработка деталей, в процессе этого изменяется величина и направленность микропрофиля, увеличиваются зазоры, ослабляются натяги, изменяется структура поверхностного слоя. Происходящая в процессе приработки пластическая деформация сопровождается упрочнением – повышением износостойкости поверхностей трения.

Обкатка машин в мастерской проходит в следующем порядке. Сначала проводят обкатку на холостом ходу на каждой из передач заднего и переднего хода, без нагрузки и с нагрузкой. Затем к трактору прицепляют груз и обкатывают на рабочих передачах вокруг мастерской.

Процесс окраски строится таким образом: сначала шкуркой очищается поверхность кабины и капота, далее, ликвидируются следы коррозии, окарины и наплывы от сварки. После чего производится обезжиривание поверхности и, непосредственно покраска, распылителем.

1.2 Описание технологического процесса ремонта опорных катков гусеничных тракторов

Опыт проведения разборочных работ позволяет сформировать некоторые общие рекомендации, которых следует придерживаться для оптимизации технологического процесса:

- при разборке резьбовых соединений необходимо приложение крутящего момента в 15...25 раз больше, чем был приложен момент при сборке этого же соединения в процессе изготовления машины;
- для разборки резьбовых соединений в целях повышенной производительности труда и уровня механизации производства необходимо применять инструмент, имеющий электро- и пневмопривод со специальными насадками (гайковерты, шпильковерты, и т.п., а также универсальные рожковые и накидные ключи);
- для обеспечения сохранности посадочных поверхностей деталей при разборке соединений с натягом применяют прессы;
- при разборке нельзя разукomплектовывать детали, конструктивно объединенные в один комплект, поскольку они в процессе производства проходят окончательную механическую обработку в собранном виде.

При ремонте дефектация деталей и сборочных единиц является одним из основных этапов процесса ремонта машин и имеет цель определить их техническое состояние на предмет оценки возможности их дальнейшего использования при ремонте.

В процессе дефектации производится сортировка деталей на годные и негодные и требующие ремонта. Годные к дальнейшей эксплуатации детали направляют в комплектовочные кладовые или склады, а оттуда на сборку. Негодные детали сдаются в металлолом. Детали, требующие ремонта, после определения последовательности восстановления передаются на соответствующие участки. Детали при дефектации помечают краской (на проверяемых

поверхностях): негодные – красной, годные – зеленой, требующие ремонта – желтой.

Результаты дефектации фиксируются в дефектовочных ведомостях, где указывается количество годных, требующих ремонта и негодных деталей и узлов. Эта ведомость, впоследствии, является основным для получения необходимых для ремонта машины или агрегата соответствующих материалов сборочных единиц. При капитальном ремонте на ответственные детали и узлы составляются паспорта замеров основных рабочих поверхностей. По этим данным в дальнейшем производится обработка поверхностей под ремонтные размеры, подбираются соответствующие сопряжения, а иногда комплектуются агрегаты и узлы.

Техническое состояние агрегатов и механизмов оценивается по картам дефектации. Задачей такой оценки является определение всех возможных дефектов на поверхностях деталей. Дефекты на деталях могут быть связанные с аварийными повреждениями, длительной эксплуатацией или хранением.

При дефектации деталь вначале подвергается внешнему осмотру с целью обнаружения явных дефектов (коррозия, трещины, вмятины, сколы, и т.д.), а также дефектов с признаками очевидного брака (пробоины, поломки и т.п.). Затем детали проверяют на специальных приспособлениях и приборах для выявления микротрещин, нарушения формы поверхностей и их взаимного расположения, измерения твердости, упругости и т.д.

Явные повреждения, а так же поломки обнаруживаются легко. Сравнительно просто оценить степень износа рабочих поверхностей после обмера деталей измерительным инструментом. Значительно сложнее определить степень взаимного смещения поверхностей, возникающего как при длительной эксплуатации, так и при других повреждениях. Особую сложность при дефектации представляет обнаружение микротрещин.

По результатам дефектации делается вывод о возможности восстановления детали.

Опорные катки собирают из отремонтированных сборочных единиц и комплектов.

Гайки при окончании сборки затягивают моментом 0,25...0,50 кНм. После сборки каток на валу должен проворачиваться от руки.

После сборки опорный каток по технологии необходимо смазать.

1.3 Обоснование темы ВКР

Анализ технологического процесса гусеничных тракторов показал, что при полнокомплектном капитальном ремонте гусеничных тракторов необходимо активно реализовывать технологии восстановления изношенных деталей, что в значительной мере позволит повысить эффективность ремонтных предприятий.

Исходя из вышесказанного в ВКР ставятся следующие задачи:

1. Изучить методы восстановления и разработать технологию восстановления опорных катков трактора Т-70 наплавкой;
2. Предложить конструкцию устройства для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70;
3. Разработать всю техническую документацию к проектным решениям;
4. Разработать мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
5. Рассчитать все решения с экономической стороны.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

2.1 Характеристика дефектов опорных катков и методов их устранения

Детали ходовой части гусеничных тракторов работают в условиях интенсивного абразивного изнашивания и ударных нагрузок. У опорных катков, поддерживающих роликов и направляющих колес в процессе эксплуатации возникают трещины, износ и обломы ободьев. При работе в холодных условиях, когда смазка становится густой, ролик забивается грязью и льдом, возникают износы аварийного характера. Ролик затормаживается, и беговая дорожка гусеницы скользит по поверхности обода, в результате чего происходит односторонний износ, сквозное протирание ступицы, поломка оси ролика и подшипников. Потери металла на одном опорном катке трактора Т-70 составляют до 5 кг. Значительные износы поверхности детали, трещины, изгиб, коробление и многие другие дефекты обычно определяют визуально. Ослабление креплений, мелкие трещины выявляются легким постукиванием. При этом раздается дребезжащий звук. Нагрев подшипников и смежных с ними узлов определяют на ощупь. В процессе ремонта для проверки размеров деталей, искажения их геометрической формы пользуются универсальными измерительными инструментами: штангенциркулями, индикаторными нутромерами, микрометрами и др. Износ наружного диаметра катка, его торцевых поверхностей обычно восстанавливается вибродуговой наплавкой, либо наплавкой под слоем флюса, износ поверхности под подшипник качения – осталиванием или так же вибродуговой наплавкой. Износ резьбы устраняют нарезанием резьбы увеличенного размера. Детали, не достигшие предельного износа, обычно оставляют для дальнейшей эксплуатации. Даже при соблюдении парности в сопряжении после сборки детали прирабатываются, и срок службы сокращается.

Долговечность деталей шасси трактора зависит от качества обслуживания, условий работы, технических и конструктивных особенностей.

2.2 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Режим работы ремонтного предприятия обуславливается продолжительностью рабочего дня в часах, устанавливаемой трудовым законодательством в зависимости от характера производства, условий работы и числа смен.

На ремонтном предприятии режим работы планируют по пятидневной рабочей неделе в одну смену. При пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями продолжительность смены 8 ч. Накануне праздничных дней смену сокращают на 1 ч.

Исходя из принятого режима работы, можно определить годовые и месячные фонды времени предприятия в целом, цеха, отделения, оборудования или рабочего [1].

Номинальный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{н.р.} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{см} - d_{III}, \quad (2.1)$$

где: d_K, d_B, d_{II} – соответственно число календарных, выходных и праздничных дней, $t_{см}$ – продолжительность смены, ч.; d_{III} – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{н.р.} = (65 - 106 - 14) \cdot 8 - 7 = 1953 \text{ ч.}$$

Номинальный фонд времени оборудования:

$$\Phi_{н.о.} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{см} \cdot n, \quad (2.2)$$

где: n – число смен.

$$\Phi_{н.о.} = (65 - 106 - 14) \cdot 8 \cdot 1 = 1960 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = \Phi_K - d_B - d_{II} - d_o \cdot t_{\text{см}} \cdot \eta_p - d_{III} \cdot \eta_p, \quad (2.3)$$

где: d_o – число отпускных дней в планируемом периоде; η_p – коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительным причинам ($\eta_p = 0,96$).

Для работников на участках $d_o = 28$, тогда:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = 665 - 106 - 14 - 28 \cdot 8 \cdot 0,96 - 7 \cdot 0,96 = 1660 \text{ ч.}$$

Исходя из режимов работы участка предприятия, подсчитывают фонды времени оборудования и производственных рабочих.

Различают номинальный и действительный годовые фонды времени работы оборудования [1].

Номинальным годовым фондом времени работы оборудования называют время, в течение которого оно может работать при заданном режиме работы:

$$\Phi_{\text{н.о.}} = \Phi_K - \Phi_B + d_{II} \cdot t_{\text{см}} - d_{III} \cdot n_c, \quad (2.4)$$

где n_c – число смен работы оборудования в сутки.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования представляет собой время, в течение которого оно может быть полностью загружено, т.е.

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н.о.}} \cdot \eta_o, \quad (2.5)$$

где η_o – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте и техническом обслуживании ($\eta_o = 0,95...0,98$).

$$\Phi_{\text{д.о.}} = 1979 \cdot 0,95 = 1880 \text{ ч.}$$

2.3 Расчет потребности штата участка

Определение числа производственных рабочих, их распределение по профессиям ведется в зависимости от объема и вида предстоящих работ.

При расчете числа рабочих какого-либо производственного подразделения различают списочный и явочный состав рабочих.

Списочный и явочный состав рабочих на участках определяем по формулам [1]:

$$P_{сп} = \frac{T_{г}}{\Phi_{др}} \quad (2.6)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{г}}{\Phi_{нр}} \quad (2.7)$$

где $\Phi_{др}$ – действительный фонд времени рабочего;

$\Phi_{нр}$ – номинальный фонд времени рабочего;

$T_{г}$ – годовая трудоёмкость работ на участке.

Списочный и явочный состав рабочих на сварочно-наплавочном участке:

$$P_{сп1} = \frac{6485}{1660} = 3,9 \text{ чел}; \quad P_{яв1} = \frac{6485}{1953} = 3,32 \text{ чел}.$$

Кроме производственных рабочих, непосредственно участвующих в операциях по выпуску основной продукции, имеются вспомогательные рабочие. К ним относятся рабочие основных производственных участков, занятых обслуживанием основного производства (рабочих по ремонту оборудования, транспортных рабочих, кладовщиков, уборщиков и разнорабочих).

Число вспомогательных рабочих $P_{всп}$ определяют в процентном отношении от числа производственных рабочих:

$$P_{всп} = 0,12 \dots 0,15 P_{сп}. \quad (2.8)$$

Потребность ИТР, МОП и служащих устанавливается в соответствии со штатным расписанием работников: для ИТР 13-15%, для младшего обслуживающего персонала 1-3% от числа производственных рабочих [].

Штат предприятия приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Штат предприятия

Количество обслуживающего персонала на участках		
Категория рабочих	Количество работающих	
	расчетное	принятое
Производственные рабочие	3,9	
Вспомогательные рабочие	0,47	0,59
ИТР	0,51	0,58
Счетно-конторский персонал	0,12	0,15
Контролеры	1,00	
МОП	0,04	0,11
Итого		
		6

2.4 Расчет основного производственного оборудования

Число постов газовой сварки находим по формуле:

$$N_{CB_{г}} = \frac{T_{г}}{\Phi_{д.о} \cdot \eta_{и} \cdot \eta_{см}}, \quad (2.9)$$

где $\eta_{см} = 1$ - коэффициент сменности;

$\eta_{и} = 0,8$ - коэффициент использования сварочного поста.

$$N_{CB_{г}} = \frac{6485}{1880 \cdot 1 \cdot 0,8} = 4,31.$$

Принимаем 4 поста газовой сварки.

Число постов электродуговой сварки находим по формуле:

$$N_{CB_{эл}} = \frac{T_{г}}{\Phi_{д.о} \cdot \eta_{и} \cdot \eta_{с}},$$

где $\eta_{и} = 0,8$ - коэффициент использования сварочного поста;

$\eta_{с} = 0,7$ - коэффициент загрузки сварочной установки по мощности.

$$N_{CB_{эл}} = \frac{6485}{1880 \cdot 0,8 \cdot 0,7} = 5,16.$$

Принимаем 5 постов ручной дуговой сварки.

Остальное необходимое оборудование и станки принимаем исходя из потребности предприятия.

Выбор основного технологического оборудования для производственных участков должен учитывать большую разномарочность машин и, следовательно, универсальность оборудования [].

Камера дробеструйная предназначена для очистки воздушно- дробеструйным способом внутренних и наружных поверхностей от старой краски, ржавчины окалины, различного рода загрязнений, а также для подготовки поверхности под покраску изделия.

2.5 Расчет производственных площадей

Площадь участков находим по формуле:

$$F_y = F_0 \cdot \delta, \quad (2.10)$$

где F_0 – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 ;

δ - переходной коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, $\delta = 4,5$.

Площадь сварочно-наплавочного участка:

$$F_{CB,y} = 21,38 \cdot 4,5 \approx 96,2 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка 96 м^2 .

2.6 Общая компоновка участка

Принимаем площадь специализированного участка $F_{yч} = 96 \text{ м}^2$ и габаритными размерами $6 \times 18 \text{ м}$. Форма участка вытянутая в направлении вдоль пролета.

Оборудование внутри проектируемого участка располагаем в порядке последовательности выполнения технологических операций: мойки, дефектации и при расположении оборудования предусматриваем возможность из-

менения планировки при использовании более прогрессивных методов восстановления или увеличение программы и объема работ.

Проходы, и расположение оборудования планируем с учетом возможного монтажа, демонтажа и ремонта оборудования, обеспечивающего удобство и подачу ремонтируемого объекта, инструмента, уборки отходов и безопасности работы.

Планировку участка выполняем в соответствии с компоновочным планом здания и условными обозначениями, а на плане указываем: наружные и внутренние стены, колонны здания, перегородки с проемами для ворот, дверей и окон, все технологическое, контрольно-испытательное и подъемно-транспортное оборудование – верстаки, стеллажи, стенды и т. п., места для складирования деталей, материалов, и т. п., все проходы и проезды.

Технологическое оборудование на плане изображают упрощенными контурами с учетом крайних положений перемещающихся частей, открывающихся дверей, откидных кожухов, а также с учетом крайних положений устанавливаемых на них объектов ремонта.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОПОРНОГО КАТКА ТРАКТОРА Т-70

3.1 Технологический процесс разборки опорного катка трактора Т-70

Проектирование технологического процесса разборки включает составление карты эскизов сборочной единицы (узла), разработку маршрутной карты разборки, карты типового технологического процесса очистки.

Разборка машины, а также отдельных её составных элементов – ответственный начальный этап технологического процесса ремонта. Правильная организация и последовательность выполнения разборочных работ оказывают значительное влияние на продолжительность и трудоёмкость разборки, сохранность деталей и, в конечном счёте, на качество и стоимость восстановления объектов.

Последовательность разборки изделия может быть отражена в технологических картах, а также структурных схемах разборки.

Схему разборки изделия строят так, чтобы из изделия выводились в первую очередь соединительные детали и сборочные единицы первого порядка, которые затем разбираются соответственно на соединительные детали и сборочные единицы второго следующих порядков. Разборка каждой сборочной единицы завершается выведением базовой детали.

Под деталью понимается составной элемент изделия, состоящий из однородного материала без применения сборочных операций.

Под сборочной единицей понимается элемент изделия, состоящий из двух и более деталей, соединённых между собой посредством сборочных операций.

Структурная схема разборки катка представлена на рисунке 3.1.

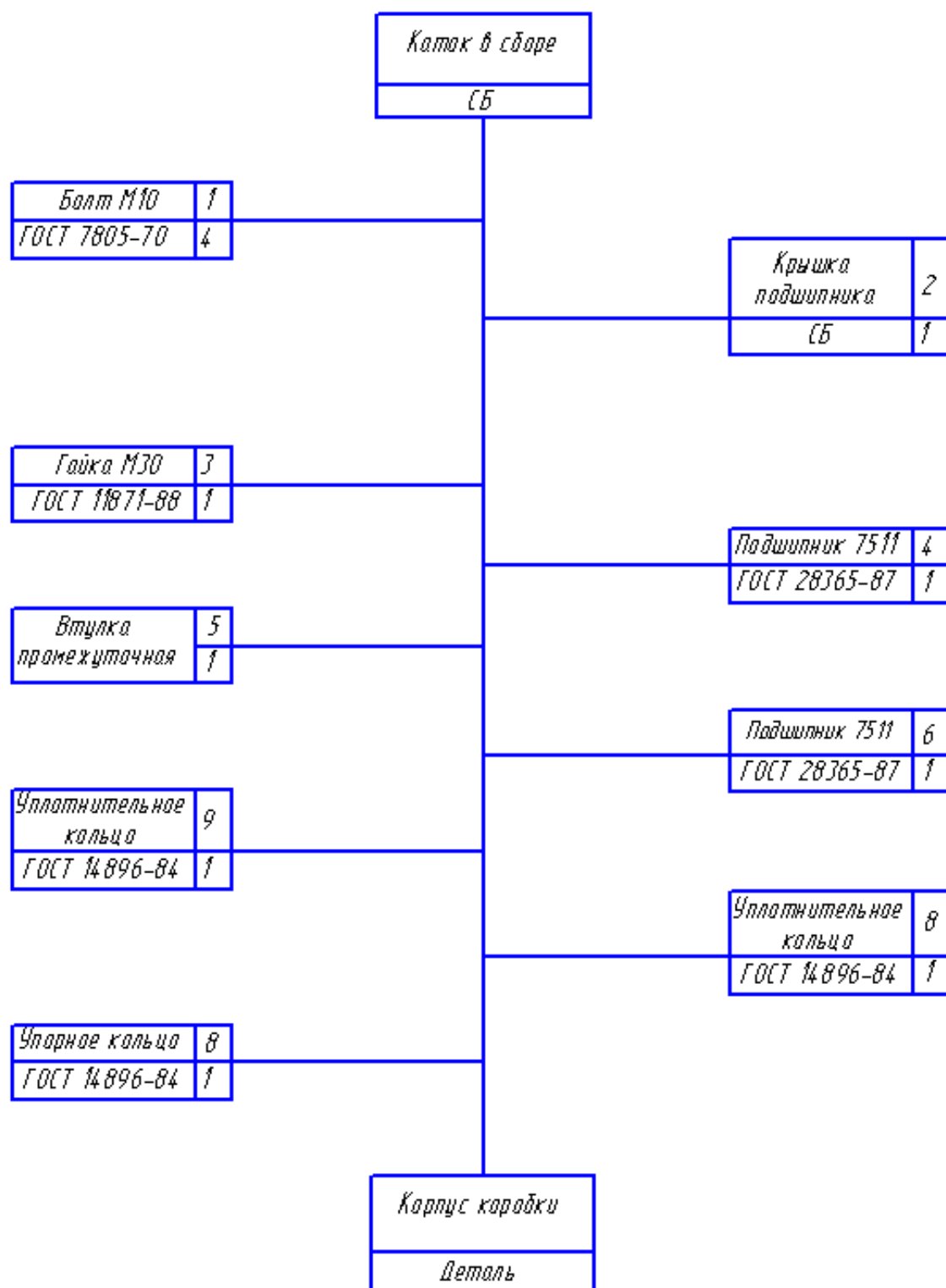


Рисунок 3.1 Структурная схема разборки опорного катка Т-70

3.2 Определение дефектов детали и коэффициентов их повторяемости

Каждая деталь имеет одну или несколько рабочих поверхностей. При этом условия работы каждой поверхности различны, а, следовательно, и скорости их изнашивания отличаются друг от друга. Таким образом, каждую деталь можно рассматривать как совокупность поверхностей, каждая из которых имеет свои дефекты. И хотя появление каждого дефекта можно рассматривать как случайное событие, при статической обработке значительного объёма информации об износах различных поверхностей деталей устанавливается достаточно стабильная величина повторяемости дефектов каждой поверхности.

В общем случае коэффициенты повторяемости дефектов определяются из выражений

$$K_1 = \frac{M_1}{N}; K_2 = \frac{M_2}{N}; \dots; K_n = \frac{M_n}{N}, \quad (3.1)$$

где: $K_1, K_2, \dots, K_n$ – вероятности появления или коэффициенты повторяемости первого, второго, ...

n -го дефектов;

$M_1, M_2, \dots, M_n$ – количество деталей, имеющих соответственно первый, второй, ...

n -й дефекты;

N – общее количество одноимённых деталей в анализируемой партии.

$$K_1 = \frac{40}{100} = 0,4; K_2 = \frac{100}{100} = 1,0; K_3 = \frac{100}{100} = 1,0; K_4 = \frac{70}{100} = 0,7$$

1) Износ резьбы М10 (Дефект 1) – $K_1 = 0,4$

2) Износ наружного диаметра катка (Дефект 2) – $K_2 = 1,0$

3) Износ торцев катка (Дефект 3) – $K_3 = 1,0$

4) Износ поверхности под подшипники (Дефект 4) – $K_4 = 0,7$

3. 3 Маршруты восстановления детали

В ремонтном производстве в зависимости от программы и вида ремонтных работ приняты следующие формы организации технологических процессов восстановления деталей: подефектная, маршрутная и групповая.

Подефектная технология используется при небольшой программе восстановления. Технологический процесс восстановления разрабатывается на каждый дефект в отдельности. Детали для восстановления комплектуют только по наименованиям, не учитывая имеющиеся в них сочетания дефектов.

Применение маршрутной технологии целесообразно при централизованном восстановлении деталей в крупных специализированных ремонтных предприятиях. Технологический процесс разрабатывают для устранения определенного сочетания дефектов, которые устраняют в последовательности, называемой маршрутом. Маршрутная технология предусматривает наиболее рациональную последовательность выполнения технологических операций и наименьшее перемещение деталей по рабочим местам. Количество маршрутов должно быть минимальным (2...3), так как в противном случае усложняются планирование, учет производства и технологическая документация, необходимо увеличение складских помещений.

Групповая технология предусматривает разбивку дефектных деталей на классы и группы и разработку типового технологического процесса восстановления для группы однотипных деталей определенного класса. Детали группируют по конструктивному подобию, массе, габаритам, материалу, виду термической обработки, общности способов восстановления, базированию на станках, типу оборудования для наращивания изношенных поверхностей и механической обработки, техническому контролю и последовательности выполнения операций. Групповая технология позволяет использовать групповые приспособления и настраивать оборудование для восстановления групп деталей, а также станков для последующей механической обработки.

При этом сокращается номенклатура и количество необходимой оснастки, снижается трудоемкость, благодаря сокращению вспомогательного и подготовительно – заключительного времени по каждому классу различных групп деталей.

В нашем случае применима подефектная технология из-за небольшой программы восстановления.

Сочетания дефектов в маршрутах восстановления катка тележки трактора Т-70 сводим в таблицу 3.1

Таблица 3.1 Сочетания дефектов в маршрутах (опорный каток тележки трактора Т-70)

Номер дефекта	Наименование дефекта	Номер маршрута и сочетание дефектов			
		I	II	III	IV
1	Износ резьбы М10	+	–	+	–
2	Износ наружного диаметра катка до диаметра 226 мм	+	+	+	+
3	Износ торцев катка И=3мм	+	+	+	+
4	Износ поверхности под подшипники до диаметра 99,4мм	+	+	–	–

«+» дефекты наблюдаются;

«–» дефекты не наблюдаются.

Восстановление будет проводиться по первому маршруту, когда наблюдается сочетание всех дефектов.

3.4 Выбор рационального способа восстановления

Выбор рационального способа восстановления зависит от конструктивно-технологических особенностей корпуса (формы и размера, материала и термообработки, поверхностной твёрдости и шероховатости), от условий её работы (характер нагрузки, род и вид трения) и величины износа, а также стоимости восстановления [].

Для устранения дефекта, группы или комплекса сходных дефектов выбирают рациональный способ восстановления деталей. Рациональный способ выбирают пользуясь тремя критериями: технологическим (применимости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления, в соответствии с конструктивно-техническими особенностями детали или группы деталей. Конструктивно-техническими особенностями являются: геометрическая форма, размеры, материал детали, вид поверхностной обработки, твердость, шероховатость поверхности и точность изготовления детали, характер нагрузки, вид трения и изнашивания, значения износа.

На основании технологических характеристик способов восстановления, устанавливаются возможные способы восстановления различных поверхностей детали по технологическому критерию.

Выберем способы восстановления детали «Опорный каток трактора Т-70» по технологическому критерию:

Дефект 1

- установка спиральной вставки
- установка специальной втулки-усилителя
- нарезание резьбы увеличенного (ремонтного) размера.

Дефект 2, 3

- наплавка в среде CO_2
- наплавка под слоем флюса
- вибродуговая наплавка

Дефект 4

- наплавка в среде CO_2
- вибродуговая наплавка
- остаивание

Технический критерий оценивает каждый способ, выбранный по технологическому критерию, с точки зрения восстановления (или улучшения)

свойств поверхностей детали. Выбранному способу дается комплексная оценка по коэффициенту долговечности K_d (учитываются износостойкость $K_{и}$, выносливость $K_{в}$, сцепляемость $K_{сц}$ и фактическая работоспособность $K_{п}$ покрытия восстановленной детали).

$$K_d = K_{и} K_{в} K_{сц} K_{п}, \quad (3.2)$$

где $K_{и}$ $K_{в}$ $K_{сц}$ – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

$K_{п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации,

$$K_{п} = 0,8 \dots 0,9.$$

Дефект 2, 3

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1) Наплавка в среде углекислого газа: | $K_o = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,93$ |
| 2) Вибродуговая наплавка: | $K_o = 1,0 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,59$ |
| 3) Наплавка под слоем флюса: | $K_o = 0,81 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,64$ |

Дефект 4

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1) Наплавка в среде углекислого газа: | $K_o = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,93$ |
| 2) Вибродуговая наплавка: | $K_o = 1,0 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,59$ |
| 3) Осталивание: | $K_o = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 0,50$ |

Выбирают тот способ восстановления у которого $K_d \rightarrow \max$.

Технико–экономический критерий K_t связывает стоимость восстановления детали и ее долговечность после устранения дефекта.

Критерий оценивают по формуле профессора В. А. Шадричева.

$$K_t = C_v / K_d, \quad (3.3)$$

где C_v – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб./ дм²

Дефект 2, 3

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1) Наплавка в среде углекислого газа: | $K_t = 7,0 / 0,93 = 7,5$ |
| 2) Вибродуговая наплавка: | $K_t = 10 / 0,59 = 16,95$ |
| 3) Наплавка под слоем флюса: | $K_t = 12 / 0,64 = 18,75$ |

Дефект 4

- 1) Наплавка в среде углекислого газа: $K_T = 7,0 / 0,93 = 7,5$
- 2) Вибродуговая наплавка: $K_T = 10 / 0,59 = 16,95$
- 3) Осталивание: $K_T = 6,0 / 0,5 = 12$

Рациональным считается способ восстановления у которого $K_T \rightarrow \min$.
Окончательно для дефектов 2, 3, 4 выбираем наплавку в среде CO_2 , для дефекта 1 – установка спиральной ставки.

Таблица 3.2 Техничко-экономические показатели восстановления изношенных поверхностей катка

№ дефекта	Способ восстановления	Коэффициент долговечности $K_{дв}$	Площадь восст. пов-ти, дм^2	Себестоимость восстановления, руб.	Отношение S_v к K_d
1	Установка спиральной вставки	1,0	-	-	-
2	Наплавка в среде углекислого газа	0,93	5,23	7,0	7,5
3	Наплавка в среде углекислого газа	0,93	4,89	7,0	7,5
4	Наплавка в среде углекислого газа	0,93	2,52	7,0	7,5

3.5 Расчет режимов предварительной механической обработки

Предварительная механическая обработка необходима для восстановления геометрии поверхности изношенных элементов деталей и устранения следов износа. Произведем черновое точение поверхностей 2, 3, 4. К основным элементам режима резания относятся: глубина резания h , мм; подача S , мм/об; частота вращения n , мин^{-1} , скорость резания V , м /мин.

При точении поверхностей 2, 3, 4 используют резцы с пластинками из сплавов ВК8.

Глубину резания t при черновом и чистовом точении принимают равной припуску z на механическую обработку.

В нашем случае $t_1 = 0,5\text{мм}$; $t_2 = 0,5\text{мм}$; $t_3 = 0,2\text{мм}$.

Скорость резания определяют по формуле []

$$V = C / t^x S^y T^m, \quad (3.4)$$

где C , x , y и m – коэффициенты;

S – подача, мм/об;

T – стойкость инструмента, мин.

Значения коэффициента C : для стальных деталей $C = 41,7$; для деталей из чугуна и медных сплавов $C = 24,0$.

Значения коэффициентов x и y : при обработке стали $x = 0,18$ и $y = 0,27$; при обработке чугуна $x = 0,15$ и $y = 0,30$.

Подача резца $S_1 = 1,4$ мм/об, $S_2 = 1,4$ мм/об, $S_3 = 1,0$ мм/об, коэффициент $m = 0,150$, стойкость инструмента $T = 90$ мин.

Дефект 2:
$$V_1 = \frac{41.7}{0,5^{0.18} \cdot 1,4^{0.27} \cdot 90^{0.125}} = 24,6 \text{ м / мин}$$

Дефект 3:
$$V_2 = \frac{41.7}{0,5^{0.18} \cdot 1,4^{0.27} \cdot 90^{0.125}} = 24,6 \text{ м / мин}$$

Дефект 4:
$$V_3 = \frac{41.7}{0,2^{0.18} \cdot 1,0^{0.27} \cdot 90^{0.125}} = 31,8 \text{ м / мин}$$

Частоту вращения детали можно определить по формуле

$$n = 1000 V_d / \pi D, \quad (3.5)$$

где D – диаметр детали, мм,

Дефект 2:
$$n_1 = \frac{1000 \cdot 24,6}{3.14 \cdot 238} = 32,92 \text{ мин}^{-1}$$

Дефект 3:
$$n_2 = \frac{1000 \cdot 24,6}{3.14 \cdot 238} = 32,92 \text{ мин}^{-1}$$

Дефект 4:
$$n_3 = \frac{1000 \cdot 31,8}{3.14 \cdot 100} = 101,27 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем по паспорту токарно-винторезного станка $n_1 = 50 \text{ мин}^{-1}$; $n_2 = 50 \text{ мин}^{-1}$; $n_3 = 100 \text{ мин}^{-1}$;

Фактическую скорость резания определяем по формуле:

$$v_{\phi} = \pi D n / 1000, \quad (3.6)$$

$$\text{Дефект 2:} \quad v_1 = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 30}{1000} = 22,42 \text{ м / мин}$$

$$\text{Дефект 3:} \quad v_2 = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 30}{1000} = 22,42 \text{ м / мин}$$

$$\text{Дефект 4:} \quad v_3 = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4 \text{ м / мин}$$

$$t_{\text{вс}} = 0,27 \text{ мин.}$$

Основное время определяют по формуле

$$t_o = L i / n S, \quad (3.7)$$

где L – расчетная длина обработки в направлении подачи, мм;

i – число проходов.

Расчетную длину обработки в направлении подачи рассчитывают по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (3.8)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, которая равна глубине резания h , мм;

l_2 – длина подхода и перебега инструмента, $l_2 = 2 - 5$ мм;

l_3 – длина проходов при взятии пробных стружек, $l_3 = 5 - 8$ мм.

$$\text{Дефект 2:} \quad L_1 = 70 + 0,1 + 2 + 5 = 77,1 \text{ мм,}$$

$$\text{Дефект 3:} \quad L_2 = 80 + 0,1 + 2 + 5 = 87,1 \text{ мм,}$$

$$\text{Дефект 4:} \quad L_3 = 82 + 0,1 + 2 + 5 = 89,1 \text{ мм,}$$

$$\text{Дефект 2:} \quad t_{01} = \frac{77,1 \cdot 1}{30 \cdot 1,4} = 1,8 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 3:} \quad t_{02} = \frac{87,1 \cdot 1}{30 \cdot 1,4} = 2,1 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 4:} \quad t_{03} = \frac{89,1 \cdot 1}{100 \cdot 1,0} = 0,9 \text{ мин}$$

Штучное время определяют как сумму основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времен. Подготовительно-заключительное время $t = 3$ мин для токарной обработки валов.

Дефект 2: $t_{шт} = 1,8 + 0,27 + 3 = 5,07 \text{ мин.}$

Дефект 3: $t_{шт} = 2,1 + 0,27 + 3 = 5,37 \text{ мин.}$

Дефект 4: $t_{шт} = 0,9 + 0,27 + 3 = 4,17 \text{ мин.}$

3.6 Расчет режимов наплавки в среде углекислого газа

Наплавка в среде углекислого газа получила большее применение, чем вибродуговая и успешно замещает в ряде случаев автоматическую наплавку под слоем флюса. Достоинства способа: меньшая по сравнению с флюсами стоимость углекислого газа, возможность наложения неудобных швов (вплоть до потолочных) сложной конфигурации, видимость сварочной ванны, более высокая производительность (на 25 – 30%), а также возможность, из – за малой зоны термического влияния, восстанавливать детали малого диаметра (начиная с 10 мм) и толщины (детали кабин и оперения тракторов и автомобилей).

Недостатком способа является склонность наплавленного слоя к образованию трещин и выгорание легирующих элементов. Причиной является разложение углекислого газа при высокой температуре на оксид углерода и атомарный кислород. Для предотвращения этого явления применяют электродную проволоку с повышенным содержанием марганца, кремния, хрома и других раскислителей: Св-08Г2С, Св-08ХГСА, Св-15Х12НМВФБ [19].

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистой проволокой марки Св-08Г2С, Св-12ГС составляет НВ 200-250, и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (30ХГСА и др.) после закалки достигает 50 HRC.

Наплавочное оборудование: установки для дуговой наплавки УД-209, УД-609-06 «Ремдеталь», 01.06-081 «Ремдеталь» (для цилиндрических поверхностей), УД-609-04 «Ремдеталь» (для плоских поверхностей); сварочные полуавтоматы – А-547У, А-547Р; А-929С и универсальные полуавтоматы А-715, А-765 и А—1197, которые могут быть использованы также при наплавке под слоем флюса.

Для восстановления детали выбираем проволоку наплавочную Св-08Г2С по ГОСТ 2246, ТУ 1227-058-27286438-2003 с содержанием углерода более 0,08%, установку для дуговой наплавки УД-209 «Ремдеталь».

Диаметр электродной проволоки, силу тока и напряжение наплавки выбирают в зависимости от диаметра детали.

Выбираем диаметр проволоки для дефектов 2 и 3 $d_{пр} = 2,5$ мм, ток наплавки $I = 400$ А, напряжение наплавки $U = 42$ В; для дефекта 4 - $d_{пр} = 1,8$ мм, ток наплавки $I = 200$ А, напряжение наплавки $U = 21$ В.

Наплавку валиков осуществляют с шагом 2,5... 3,5 мм. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий не менее чем на 1/3 его ширины.

Шаг наплавки рассчитывают по зависимости

$$S = (2 - 2,5) d_{пр}, \quad (3.9)$$

где S – шаг наплавки, мм/об.

$$S_{2,3} = (2 - 2,5) 2,5 = 5 - 6,25 \text{ мм/об. Принимаем } S = 6 \text{ мм/об.}$$

$$S_4 = (2 - 2,5) 1,8 = 3,6 - 4,5 \text{ мм/об. Принимаем } S = 4 \text{ мм/об.}$$

Скорость наплавки определяют по формуле

$$V_n = \alpha_n I / h S \gamma, \quad (3.10)$$

где V_n – скорость наплавки, м/ч;

α_n – коэффициент наплавки, ($\alpha_n = 11 - 14$ при наплавке постоянным током обратной полярности), г/А*ч;

I – сила тока, А;

h – толщина наплавленного слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм /об;

γ - плотность электродной проволоки ($\gamma = 7,85$), г/см³.

Выбираем минимальный припуск $z = 0,6$ мм на механическую обработку при различных способах восстановления деталей, от этого припуска зависит толщина наплавленного слоя h , мм.

Толщину покрытия, наплаваемого на наружные цилиндрические поверхности, определяют по формуле:

$$h = z_0 + И / 2 + z, \quad (3.11)$$

где h – толщина покрытия, мм;

z_0 – толщина слоя поверхности детали, снятого при предварительной механической обработке;

$И$ – диаметральный износ детали, мм;

z – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм.

Дефект 2:
$$h_1 = 0,5 + \frac{8}{2} + 0,6 = 5,1 \text{ мм}$$

Дефект 3:
$$h_2 = 0,5 + 3 + 0,6 = 4,1 \text{ мм}$$

Дефект 4:
$$h_3 = 0,2 + \frac{0,6}{2} + 0,6 = 1,1 \text{ мм}$$

Скорость наплавки:

Дефект 2:
$$V_{H1} = \frac{12 \cdot 400}{5,1 \cdot 6 \cdot 7,85} = 19,99 \text{ м / ч} = 0,33 \text{ м / мин}$$

Дефект 3:
$$V_{H2} = \frac{12 \cdot 400}{4,1 \cdot 6 \cdot 7,85} = 24,86 \text{ м / ч} = 0,41 \text{ м / мин}$$

Дефект 4:
$$V_{H3} = \frac{12 \cdot 200}{1,1 \cdot 4 \cdot 7,85} = 69,49 \text{ м / ч} = 1,16 \text{ м / мин}$$

Частоту вращения детали рассчитывают по формуле:

$$n = 1000 V_H / 60 \pi d, \quad (3.12)$$

где n – частота вращения, мин^{-1} ;

d – диаметр детали, мм.

Дефект 2:
$$n_1 = \frac{1000 \cdot 19,99}{60 \cdot 3,14 \cdot 238} = 0,45 \text{ мин}^{-1}$$

Дефект 3:
$$n_2 = \frac{1000 \cdot 24,86}{60 \cdot 3,14 \cdot 238} = 0,55 \text{ мин}^{-1}$$

Дефект 4:
$$n_3 = \frac{1000 \cdot 69,49}{60 \cdot 3,14 \cdot 100} = 3,69 \text{ мин}^{-1}$$

Скорость подачи проволоки определяют по формуле:

$$V_{\text{пр}} = 4 \alpha_H I / \pi d_{\text{пр}}^2 \gamma, \quad (3.13)$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость подачи проволоки, м/ч;

$d_{\text{пр}}$ – диаметр электродной проволоки

Дефект 2:
$$V_{\text{np1}} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 400}{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 7,85} = 125 \text{ м / ч}$$

Дефект 3:
$$V_{\text{np2}} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 400}{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 7,85} = 125 \text{ м / ч}$$

Дефект 4:
$$V_{\text{np3}} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 200}{3,14 \cdot 1,8^2 \cdot 7,85} = 120 \text{ м / ч}$$

Смещение электрода l (в миллиметрах) определяют по зависимости:

$$l = (0,05 - 0,07)d. \quad (3.14)$$

$$l_{2,3} = (0,05 - 0,07) \cdot 2,5 = 0,125 - 0,175$$

$$l_4 = (0,05 - 0,07) \cdot 1,8 = 0,09 - 0,126$$

$$\text{Принимаем } l_{2,3} = 0,15 \text{ мм}, l_{2,3} = 0,1 \text{ мм}.$$

Расход углекислого газа составляет $8 - 20 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Норму времени определяют по формуле:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{вс}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{пз}} / N,$$

где $T_{\text{о}}$, $T_{\text{вс}}$, $T_{\text{доп}}$ и $T_{\text{пз}}$ – соответственно основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно – заключительное время, мин;

N – количество восстанавливаемых деталей в партии, шт.

Основное время рассчитывают по зависимости:

$$T_{\text{о}} = \pi d L / 1000 V_{\text{н}} S, \quad (3.15)$$

где L – длина наплавляемого покрытия, мм.

Вспомогательное время $T_{\text{вс}}$ принимают равным $2 - 4$ мин.

Дополнительное время определяют по следующей формуле

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{вс}}) K, \quad (3.16)$$

где K – коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от суммы основного и вспомогательного ($K = 0,14$ для наплавки под слоем флюса, $K = 0,1$ для остальных видов наплавки).

Подготовительно – заключительное время составляет $16 - 20$ мин.

Основное время:

Дефект 2:
$$T_{\text{о}} = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 70}{1000 \cdot 0,33 \cdot 6} = 26,42 \text{ мин}$$

$$T_{\text{доп}} = (26,4 + 2) \cdot 0,1 = 2,84 \text{ мин}; \quad T_H = (26,42 + 2,84 + 2 + 16) / 1 = 47,26 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 3:} \quad T_O = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 80}{1000 \cdot 0,41 \cdot 6} = 24,3 \text{ мин}$$

$$T_{\text{доп}} = (24,3 + 2) \cdot 0,1 = 2,6 \text{ мин}; \quad T_H = (24,3 + 2,6 + 2 + 16) / 1 = 44,9 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 4:} \quad T_O = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 82}{1000 \cdot 1,16 \cdot 4} = 5,6 \text{ мин}$$

$$T_{\text{доп}} = (5,6 + 2) \cdot 0,1 = 0,8 \text{ мин}; \quad T_H = (5,6 + 0,8 + 2 + 16) / 1 = 24,4 \text{ мин}$$

3.7 Выбор режимов резания при финишной токарной обработке

При точении поверхностей 2, 3 используют резцы с пластинками из сплавов Т30.

Глубину резания t при черновом и чистовом точении принимают равной припуску z на механическую обработку.

В нашем случае при черновом точении $t_1 = 0,4 \text{ мм}$; $t_2 = 0,4 \text{ мм}$;

при чистовом точении $t_1 = 0,2 \text{ мм}$; $t_2 = 0,2 \text{ мм}$.

Скорость резания определяют по формуле 3.4

В нашем случае при черновом точении подача резца $S_1 = 1,4 \text{ мм/об}$, коэффициент $m = 0,150$, стойкость инструмента $T = 90 \text{ мин}$,

при чистовом точении подача резца $S_1 = 0,8 \text{ мм/об}$, коэффициент $m = 0,150$, стойкость инструмента $T = 90 \text{ мин}$,

$$\text{черновое:} \quad V_1 = \frac{41,7}{0,4^{0,18} \cdot 1,4^{0,27} \cdot 90^{0,125}} = 25,4 \text{ м / мин}$$

$$\text{чистовое:} \quad V_2 = \frac{41,7}{0,2^{0,18} \cdot 1,4^{0,27} \cdot 90^{0,125}} = 27,3 \text{ м / мин}$$

Частоту вращения детали можно определить по формуле 3.5

$$\text{черновое:} \quad n_1 = \frac{1000 \cdot 25,4}{3,14 \cdot 238} = 33,9 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{чистовое:} \quad n_2 = \frac{1000 \cdot 27,3}{3,14 \cdot 238} = 36,5 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем по паспорту токарно-винторезного станка $n_{1,2} = 50 \text{ мин}^{-1}$

Фактическую скорость резания определяем по формуле 3.6

$$\text{Дефект 3: } v_2 = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 50}{1000} = 37,4 \text{ м / мин}$$

$$\text{Дефект 4: } v_3 = \frac{3,14 \cdot 238 \cdot 50}{1000} = 37,4 \text{ м / мин}$$

$$T_{\text{вс}} = 0,27 \text{ мин.}$$

Расчетную длину обработки в направлении подачи рассчитывают по формуле 3.8

$$\text{Дефект 2: } L_1 = 70 + 0,1 + 2 + 5 = 77,1 \text{ мм,}$$

$$\text{Дефект 3: } L_2 = 80 + 0,1 + 2 + 5 = 87,1 \text{ мм,}$$

Основное время определяют по формуле 3.7

$$\text{Дефект 2 черновое: } T_{01} = \frac{77,1 \cdot 1}{50 \cdot 1,4} = 1,1 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 2 чистовое: } T_{01} = \frac{77,1 \cdot 1}{50 \cdot 0,8} = 1,93 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 3 черновое: } T_{02} = \frac{87,1 \cdot 1}{50 \cdot 1,4} = 1,24 \text{ мин}$$

$$\text{Дефект 3 черновое: } T_{02} = \frac{87,1 \cdot 1}{50 \cdot 0,8} = 2,18 \text{ мин}$$

Штучное время определяют как сумму основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времен. Подготовительно-заключительное время $t = 3$ мин для токарной обработки валов.

$$\text{Дефект 2: } T_{\text{шт}} = 1,1 + 1,93 + 0,27 + 3 = 6,3 \text{ мин.}$$

$$\text{Дефект 3: } T_{\text{шт}} = 1,24 + 2,18 + 0,27 + 3 = 6,7 \text{ мин.}$$

3.8 Выбор режимов резания при финишной шлифовальной обработке

В качестве финишной механической обработки посадочных мест под подшипники (дефект 4) применяется шлифование.

$$\text{Число проходов } i \text{ определяют по формуле } i = z / t, \quad (3.16)$$

$$\text{Черновое шлифование пов. 4: } i = 0,50 / 0,05 = 10,$$

Чистовое шлифование пов. 4: $i = 0,1 / 0,01 = 10$,

Продольную подачу рассчитывают по формуле

$$S_{\text{п}} = S_{\text{д}} \cdot B, \quad (3.17)$$

где $S_{\text{д}}$ – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;

B – ширина шлифовального круга, $B = 20 - 60$ мм.

Для деталей, изготовленных из любых материалов: при черновом шлифовании и диаметре до 20 мм, $S_{\text{д}} = 0,3 - 0,5$; при диаметре больше 20 мм, $S_{\text{д}} = 0,6 - 0,7$, при чистовом шлифовании независимо от ее диаметра $S_{\text{д}} = 0,2 - 0,3$.

Черновое шлифование: $S_{\text{п}} = 0,6 \cdot 20 = 12$ м/мин,

Чистовое шлифование: $S_{\text{п}} = 0,2 \cdot 20 = 4$ м/мин,

Частоту вращения детали можно определить по формуле:

$$n = 1000 V_{\text{д}} / \pi \cdot D, \quad (3.18)$$

где D – диаметр детали, мм.

Окружная скорость вращения детали составляет: для черного шлифования $V_{\text{д}} = 20 - 80$ м/мин; чистового шлифования $V_{\text{д}} = 2 - 5$ м/мин.

Черновое шлифование пов. 4: $n = 1000 \cdot 80 / 3,14 \cdot 100 = 255 \text{ мин}^{-1}$

Принимаем по паспорту станка $n = 250 \text{ мин}^{-1}$

Чистовое шлифование пов. 4: $n = 1000 \cdot 5 / 3,14 \cdot 100 = 16 \text{ мин}^{-1}$

Принимаем по паспорту станка $n = 20 \text{ мин}^{-1}$

Скорость продольного перемещения стола $V_{\text{ст}}$ определяют по формуле

$$V_{\text{ст}} = S_{\text{п}} \cdot n / 1000$$

черновое: $V_{\text{ст}} = 12 \cdot 250 / 1000 = 3$ м/мин

чистовое: $V_{\text{ст}} = 4 \cdot 20 / 1000 = 0,8$ м/мин

Оперативное время рассчитывают по формуле

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}, \quad (3.19)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин.

Основное время при шлифовании

$$T_o = L K i / n S, \quad (3.20)$$

где L – длина продольного хода стола, при шлифовании на проход

$L = l + (0,2 - 0,4) \cdot B$, при шлифовании в упор $L = l - (0,2 - 0,4) \cdot B$;

l – длина шлифуемой поверхности, мм;

K – коэффициент точности, при черновом шлифовании $K = 1,1$;

чистовом – $K = 1,4$.

В нашем случае длина продольного хода стола:

$$L = 82 + (0,2 - 0,4) \cdot 20 = 88 \text{ мм};$$

Основное время:

Черновое шлифование: $T_o = 88 \cdot 1,1 \cdot 10 / 250 \cdot 0,6 = 6,45 \text{ мин},$

Чистовое шлифование: $T_o = 88 \cdot 1,4 \cdot 10 / 20 \cdot 0,3 = 205 \text{ мин},$

Вспомогательное время t_b определяют при помощи таблицы 3.16 [10] $t_b=0,62$ мин.

Оперативное время:

Черновое шлифование: $T_{оп} = 6,45 + 0,62 = 7,07 \text{ мин}$

Чистовое шлифование: $T_{оп} = 205 + 0,62 = 205,62 \text{ мин}$

3.9 Восстановление внутренней резьбы

Резьбовые отверстия восстанавливают в основном тремя способами:

- 1) Установка спиральных вставок;
- 2) Установка специальной втулки-усилителя;
- 3) Нарезание резьбы увеличенного (ремонтного) размера.

Основными достоинствами применения спиральных вставок и втулок являются:

- точное восстановление первоначального состояния резьбы в ремонтируемой детали;
- незначительная обработка отверстия с изношенной резьбой и простота установки;
- надежность работы при высоких постоянных нагрузках;

– тонкостенность, обеспеченная синхронностью прохождения шага внутренней и внешней резьбы;

– непроницаемость для воды масла и других жидкостей, а также для сжатых газов.

Резьбовая спиральная вставка представляет собой по пружину, изготовленную из проволоки ромбического сечения, на одном конце которой имеется технологический поводок, посредством которого вставка ввертывается в резьбовое отверстие.

Технологический процесс восстановления резьбового отверстия с помощью спиральной вставки заключается в следующем:

- 1) выбрать резьбовую вставку необходимого диаметра;
- 2) рассверлить дефектное резьбовое отверстие сверлом до следующего размера основной или соответствующей мелкой резьбы, применяя при необходимости кондукторы.
- 3) нарезать метчиком резьбу в рассверленном отверстии на глубину не менее длины вставки L мм;
- 4) продуть сжатым воздухом нарезанное резьбовое отверстие для удаления стружки.
- 5) с помощью ключа ввертывать вставку в деталь до тех пор, пока последний виток не будет утопать от поверхности детали на глубину $0,5 \dots 1,0$ мм;
- 6) удалить технологический поводок вставки с помощью бородка.

Выбираем резьбовую вставку M10x1,25, сверло из стали P18, диаметром 8,7мм. Сверление будем проводить без охлаждения.

Расчетную длину обработки L определяют с учетом вида сверлильных работ (сверление, зенкерование, развертывание отверстий) и находят по выражению

$$L = l + y, \quad (3.21)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи инструмента по чертежу детали, мм;

u – величина врезания и перебега сверла (развертки, зенкера), мм, принимается в размере 0,3 от диаметра режущего инструмента (сверла, развертки, зенкера).

$$L = 20 + 0,3 \cdot 10,7 = 23,21 \text{ мм}$$

Подачу S выбирают с учетом материала обрабатываемой детали, материала режущей части инструмента и требуемой чистоты обработки.

Принимаем $S=0,35 \text{ мм/об}$.

Выбранное значение подачи сверяют с паспортными данными сверлильного станка и для дальнейших расчетов принимают наиболее близкое значение подачи S .

Выбираем значение рекомендуемой скорости резания $V_p^T = 16 \text{ (м/мин)}$, которую затем корректируем по формуле

$$V_p^K = V_p^T \cdot K_m \cdot K_{mp} \cdot K_{ox} \quad (3.22)$$

где K_m – коэффициент, учитывающий материал обрабатываемой поверхности;

K_{mp} – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента;

K_{ox} – коэффициент, учитывающий наличие охлаждения.

$$V_p^K = 16 \cdot 1,21 \cdot 1 \cdot 1 = 19,36 \text{ м / мин}$$

Частоту вращения шпинделя станка n (мин^{-1}) определяют по формуле

$$n = V_p^K \cdot 1000 / \pi D, \quad (3.23)$$

где D – диаметр инструмента, мм.

$$n = 19,36 \cdot \frac{1000}{3,14 \cdot 10,7} = 576 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимают фактическую частоту вращения шпинделя n_ϕ , наиболее близкую по значению к расчетной.

Принимаем $n_\phi = 500 \text{ мин}^{-1}$

Затем определяют фактическую скорость резания V_p^ϕ (м/мин) по формуле

$$V_p^\phi = \pi n_\phi D / 1000 \quad (3.24)$$

$$V_P^\phi = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 10,7}{1000} = 16,8 \text{ м / мин}$$

Основное время на сверлильную обработку рассчитывают по формуле

$$T_o = L \cdot i / n_\phi \cdot S, \quad (3.25)$$

где i - число проходов или количество одинаковых отверстий на детали;

$$T_o = \frac{23,21 \cdot 4}{500 \cdot 0,35} = 0,53 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время T_v определяют по формуле

$$T_v = T_{vy} + T_{vp} + T_{vi}, \quad (3.26)$$

$$T_v = 1,3 + 0,23 + 0,10 = 1,63 \text{ мин}$$

где T_{vy} – вспомогательное время на установку и снятие детали, которое

зависит от способа установки и крепления, мин;

T_{vp} – вспомогательное время на проход, мин;

T_{vi} – вспомогательное время на измерения, зависит от способа измерения и назначается при наличии перехода измерений, мин.

Оперативное время $T_{оп}$ определяют по формуле

$$T_{оп} = T_o + T_v \quad (3.27)$$

$$T_{оп} = 0,53 + 1,63 = 2,16 \text{ мин.}$$

Дополнительное время $T_{доп}$ рассчитывают по формуле

$$T_{доп} = K \cdot T_{оп} / 100, \quad (3.28)$$

$$T_{доп} = \frac{6 \cdot 2,16}{100} = 0,13 \text{ мин.}$$

где K – процент дополнительного времени (для сверлильных работ $K = 6 \%$).

Основное, вспомогательное и дополнительное время составляют штучное время $T_{шт}$ (мин):

$$T_{шт} = T_{доп} + T_o + T_v \quad (3.29)$$

$$T_{шт} = 0,13 + 0,53 + 1,63 = 2,29 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ устанавливается на партию деталей, зависит от вида обработки, способа установки детали.

Принимаем 3 минуты.

Норму времени T_n (мин) рассчитывают по формуле

$$T_n = T_o + T_{bc} + T_{доп} + T_{пз} / N, \quad (3.30)$$

N – количество восстанавливаемых деталей в партии, шт.

$$T_n = (0,53 + 1,63 + 0,13 + 3) / 1 = 5,29 \text{ мин.}$$

Затем нарезаем резьбу метчиком машинным из быстрорежущей стали M12x1,75 при скорости резания равной 6м/мин и вкручиваем спиральную вставку. Затем с помощью борodka удаляем технологический поводок.

3.10 Физическая культура на производстве

Специалисты работающие на ремонтно-обслуживающем производстве, должны обладать следующей компетенцией:

– способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры.

4 РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАПЛАВКИ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОПОРНЫХ КАТКОВ ТРАКТОРА Т-70

4.1 Описание и работа установки

В данном разделе ВКР рассматривается конструкция приспособления для установки и вращения опорных катков на токарный станок при восстановлении их торцовых поверхностей наплавкой.

Установка состоит из следующих основных узлов и деталей: конического редуктора, вала привода и фланца для установки восстанавливаемого катка. Ведущий вал редуктора получает вращательное движение через вал привода от шпинделя токарного станка. На ведомый вал редуктора крепится опорный фланец, к которому присоединяется восстанавливаемый каток. Горелка наплавочной установки подводится к катку фартуком станка и устанавливается в рабочее положение. Продольное перемещение горелки осуществляется при помощи движения подачи станка на необходимое расстояние.

Установка с опорным катком устанавливается плитой на салазки станка. Передвигая установку по салазкам станка, приводной вал вставляется в патрон станка и зажимается кулачками. Фиксируется установка на станине при помощи винтов на установочной плите. Таким образом, установка фиксируется на станине неподвижно.

4.2 Расчет конической передачи

Принцип действия зубчатой передачи основан на зацеплении пары зубчатых колес.

					<i>ВКР УН86.45.000.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Приспособление для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Александров</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>Казанский ГАУ каф.ТС</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						

Конические зубчатые колеса используются в передачах, у которых оси валов пересекаются под некоторым углом. Преимущественное распространение получили передачи с углом 90

Конические передачи сложнее цилиндрических в изготовлении и монтаже. Для нарезания конических колес требуются специальные станки и специальный инструмент. Кроме допусков на размеры зацепления здесь необходимо выдерживать допуски на углы зацепления, а при монтаже обеспечивать совпадение вершин конусов [].

Пересечение осей валов затрудняет размещение опор. Одно из конических колес, как правило, располагается консольно. При этом увеличивается неравномерность распределения нагрузки по длине зуба. В коническом зацеплении действуют осевые силы, наличие которых усложняет конструкцию опор. Все это приводит к тому, что по опытным данным нагрузочная способность конической передачи составляет лишь около 0,85 по сравнению с цилиндрической. Несмотря на отмеченные недостатки, конические передачи имеют широкое применение, поскольку условия размещения узлов машин часто вынуждают располагать валы под углом.

Практикой эксплуатации и специальными исследованиями установлено, что нагрузка, допускаемая по контактной прочности зубьев, определяется в основном твердостью материала. Наибольшую твердость и наименьшие габариты и вес передачи можно получить при изготовлении зубчатых колес из сталей, подвергнутых термообработке. С повышением твердости сталей возрастает также и ее прочность по напряжениям изгиба, износостойкость и противозадирные свойства.

Сталь является в настоящее время основным материалом для изготовления зубчатых колес и в особенности для зубчатых колес высоконагруженных передач.

Прямозубые конические передачи выполняют с осевой формой I с пропорционально понижающимися зубьями и постоянным радиальным зазором по ширине зубчатого венца.

					ВКР УН86.45.000.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

При обработке зубчатых колес зубострогальными резцами дно впадины имеет коническую форму, а при обработке парными зуборезными головками – вогнутую.

В качестве расчетного принимают внешний окружной модуль m_e , который устанавливают по ГОСТ 9563-60.

Редуктор служит для уменьшения частоты вращения и соответствующего увеличения вращающего момента. В корпусе редуктора размещена передача зацеплением с постоянным передаточным отношением (передаточным числом).

Необходимо рассчитать передаточное отношение редуктора из известной скорости вращения вторичного вала, которая была рассчитана в технологическом разделе.

Так как скорость вращения детали при наплавке равна 0,4 м/мин, а наименьшая скорость вращения шпинделя станка составляет 0,8 м/мин, то передаточное отношение редуктора определяем по формуле

$$i = \frac{V_{ведущ}}{V_{ведом}}; \quad (4.1)$$

$$i = \frac{0,8}{0,4} = 2.$$

В таблице 4.1 приведены исходные данные для расчета проектируемой конической зубчатой передачи.

Таблица 4.1 Исходные данные для расчета передачи

Параметры и обозначения		Расчетные формулы и указания	Численные значения
Исходные данные	Число зубьев Z_1 Z_2	По конструктивным соображениям	36 72
	Модуль	Принимаются при нарезании зубьев	3
	Межосевой угол передачи Внешний торцовый исходный контур	По конструктивным соображениям По ГОСТ 13854-81	90 --

Число зубьев плоского колеса определяется по формуле []:

$$Z_c = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}. \quad (4.2)$$

$$Z_c = \sqrt{36^2 + 72^2} = 80,498.$$

Внешнее конусное расстояние:

$$R_e = 0,5m_e \cdot Z_c. \quad (4.3)$$

$$R_e = 0,5 \cdot 3 \cdot 80,498 = 12,747.$$

Ширина зубчатого венца:

$$b \leq 0,3R_e; b \leq 10m_e. \quad (4.4)$$

$$b \leq 0,3 \cdot 120,747 = 36,2241; b \leq 10 \cdot 3 = 30.$$

Принимаем $b = 25$ мм.

Среднее конусное расстояние:

$$R_m = R_e - 0,5b. \quad (4.5)$$

$$R_m = 120,747 - 0,5 \cdot 25 = 108,247.$$

Средний окружной модуль:

$$m_m = m_e \frac{R_m}{R_e}. \quad (4.6)$$

$$m_m = 3 \cdot \frac{108,247}{120,747} = 2,69.$$

Средний делительный диаметр:

$$d_{m1} = m_m \cdot Z_1. \quad (4.7)$$

$$d_{m2} = m_m \cdot Z_2.$$

$$d_{m1} = 2,69 \cdot 36 = 96,82 \text{ мм.}$$

$$d_{m1} = 2,69 \cdot 72 = 193,64 \text{ мм.}$$

Угол делительного конуса:

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{Z_1}{Z_2}; \quad (4.8)$$

					ВКР УН86.45.000.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{36}{72} = 0,5$$

Отсюда: $\delta_1 = 36^\circ 26'$

$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 53^\circ 34' ;$$

$$\sin \delta_1 = \cos \delta_2 = 0.5934 ;$$

$$\sin \delta_2 = \cos \delta_1 = 0.8049 .$$

Передаточное число:

$$u = \frac{Z_2}{Z_1} ; \quad (4.9)$$

$$u = \frac{72}{36} = 2 .$$

При $u < 2.5$ не изменяется толщина зуба исходного контура.

Внешняя высота головки зуба $h_{ae}=2,5$ мм при $h^*=1$.

Внешняя высота ножки зуба:

$$h_{fe} = h_{ae} + 0,2m_e ; \quad (4.10)$$

$$h_{fe} = 2,5 + 0,2 \cdot 3 = 3,1 \text{ мм} .$$

Внешняя высота зуба:

$$h_e = h_{ae} + h_{fe} ; \quad (4.11)$$

$$h_e = 2,5 + 3,1 = 5,6 \text{ мм} .$$

Внешняя окружная толщина зуба:

$$s_e = 0,5 \cdot \pi \cdot m_e ; \quad (4.12)$$

$$s_e = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 3 = 4,71 \text{ мм} .$$

Угол ножки зуба:

$$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{h_f}{R_e} ; \quad (4.13)$$

$$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{3,1}{120,747} = 0,0257 .$$

					ВКР УН86.45.000.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

Отсюда $\theta_f = 1^\circ 25$

Угол головки зуба:

$$\theta_a = \theta_f = 1^\circ 25.$$

Угол конуса вершин:

$$\delta_{ai} = \delta_i + \theta_a; \quad (4.14)$$

$$\delta_{a1} = 36^\circ 26' + 1^\circ 25' = 37^\circ 51';$$

$$\delta_{a2} = 53^\circ 34' + 1^\circ 25' = 54^\circ 59'.$$

Угол конуса впадин:

$$\delta_{fi} = \delta_i - \theta_f; \quad (4.15)$$

$$\delta_{f1} = 36^\circ 26' - 1^\circ 25' = 35^\circ 01';$$

$$\delta_{f2} = 53^\circ 34' - 1^\circ 25' = 52^\circ 09'$$

Внешний делительный диаметр:

$$d_{ei} = m_e \cdot Z_i; \quad (4.16)$$

$$d_{e1} = 3 \cdot 36 = 108 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = 3 \cdot 72 = 216 \text{ мм};$$

Внешний диаметр вершин зубьев:

$$d_{aei} = d_{ei} + 2h_{ae} \cdot \cos \delta_i; \quad (4.17)$$

$$d_{ae1} = 108 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,8049 = 112,024 \text{ мм}.$$

$$d_{ae2} = 216 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,5934 = 219,967 \text{ мм}.$$

Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин
зубьев

Шестерни:

$$B_1 = 0,5 \cdot d_{e2} - h_{ae} \cdot \cos \delta_1; \quad (4.18)$$

$$B_1 = 0,5 \cdot 216 - 2,5 \cdot 0,8049 = 106 \text{ мм}$$

Колеса:

$$B_2 = 0,5 \cdot d_{e1} - h_{ae} \cdot \cos \delta_2 \quad (4.19)$$

$$B_2 = 0,5 \cdot 108 - 2,5 \cdot 0,5934 = 52,5 \text{ мм}$$

Внешняя постоянная хорда зуба:

$$s_{ce} = 0,833 \cdot s_e; \quad (4.20)$$

$$s_{ce} = 0,833 \cdot 4,71 = 3,923 \text{ мм}.$$

Высота до внешней постоянной хорды:

$$h_{ce} = h_{ae} - 0,1607 \cdot s_e; \quad (4.21)$$

$$h_{ce} = 2,5 - 0,1607 \cdot 4,71 = 1,743 \text{ мм}.$$

Половина внешней угловой толщины

$$\psi_{ei} = \frac{s_e \cdot \cos \delta_i}{d_{ei}}; \quad (4.22)$$

$$\psi_{e1} = \frac{s_e \cdot \cos \delta_1}{d_{e1}} = \frac{2,5 \cdot 0,8049}{108} = 0,02 \text{ рад};$$

$$\psi_{e2} = \frac{s_e \cdot \cos \delta_2}{d_{e2}} = \frac{2,5 \cdot 0,5934}{216} = 0,007 \text{ рад}.$$

Внешняя делительная толщина зуба по хорде:

$$S_{ei} = \frac{d_{ei}}{\cos \delta_i} \cdot \sin \psi_{ei}; \quad (4.23)$$

$$S_{e1} = \frac{d_{e1}}{\cos \delta_1} \cdot \sin \psi_{e1} = \frac{108}{0,8049} \cdot 0,0506 = 6,79 \text{ мм}.$$

$$S_{e2} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \cdot \sin \psi_{e2} = \frac{216}{0,5934} \cdot 0,0209 = 7,61 \text{ мм}.$$

Высота до внешней делительной хорды зуба:

$$H_{aei} = h_{ae} + 0,25 \cdot S_{ei} \cdot \psi_{ei}; \quad (4.24)$$

$$H_{ae1} = h_{ae} + 0,25 \cdot S_{e1} \cdot \psi_{e1} = 2,5 + 0,25 \cdot 6,79 \cdot 0,02 = 2,534 \text{ мм};$$

$$H_{ae2} = h_{ae} + 0,25 \cdot S_{e2} \cdot \psi_{e2} = 2,5 + 0,25 \cdot 7,61 \cdot 0,007 = 2,513 \text{ мм}.$$

4.3 Технические характеристики приспособления

Технические данные:

- источник питания напряжения переменного тока - 380В, 50 Гц.
- скорость вращения ведущего вала 0,8 м/мин
- редуктор конический 1ЦУ200
- передаточное число редуктора – 2
- скорость вращения ведомого вала редуктора – 0,4 м/мин
- габариты 500х375х610 мм

Остальные размеры деталей приспособления принимаются по конструкторским соображениям и по ГОСТ 12081-72; ГОСТ 12080-66; ГОСТ 26645-85; ГОСТ 24643-81; ГОСТ 25069-81; ОСТ 1.00022-80.

					ВКР УН86.45.000.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

В соответствие с Положением об организации работы по охране труда на предприятии общее руководство и ответственность за организацию работ по охране труда возлагается на директора. Ежегодно приказом директора ответственность за состояние охраны труда возлагается на главного инженера, на руководителей производственных участков.

На предприятии в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации установлена нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю. На работах с вредными условиями труда установлена сокращенная продолжительность - 36 часов в неделю. Ежегодные отпуска для работников представляются продолжительностью не менее 28 календарных дней.

Обучение работников охране труда осуществляется согласно Порядка обучения по охране труда и проверке знаний требования охраны труда работников организаций. На предприятии проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный, на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Вводный инструктаж проводится со всеми поступающими на работу, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на практику. Его проводит, специалист по охране труда. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой инструктажи проводят непосредственные руководители работ.

На работах с вредными условиями труда, проводимых в особых температурных условиях, а также связанных с загрязнениями, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются не в полном объеме и не соответствуют перечню, установленному типовыми отраслевыми нормами их бесплатной выдачи, что является нарушением статьи 221 Трудового кодекса Российской Федерации.

Все работники предприятия в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 августа 2004 г № 83 проходят предварительные и периодические медицинские осмотры в местной больнице.

Для улучшения работы по охране труда предлагаются следующие мероприятия:

- организовать на работах связанных с загрязнениями бесплатную выдачу молока по норме 0,5 л в смену согласно Постановлению Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 31 марта 2008 г. №13;
- выделить средства на приобретение спецодежды и спецобуви работникам в соответствии с типовыми отраслевыми нормами;
- необходимо улучшить санитарно-бытовое обеспечение на объектах предприятия, привести в рабочее состояние уборные, душевые комнаты, умывальники, организовать комнаты отдыха и пункты медицинского обслуживания;
- освободить пожарные проезды и проходы от мусора и металлолома, укомплектовать пожарные щиты, пожарные краны укомплектовать пожарными рукавами;
- оборудовать кабинет охраны труда современными техническими средствами обучения и справочно-нормативной литературой;
- привести освещение во всех производственных и вспомогательных помещениях в соответствие требованиям СНиП 23-05-95.

В разделе 2 ВКР выполнена планировка участка по восстановлению и упрочнения автотракторных деталей. В процессе проектирования площадь производственных участков рассчитывали по площади занимаемой технологическим оборудованием, производственным инвентарем, и коэффициентом плотности расстановки оборудования $K_{пл}$, учитывающий рабочие места перед оборудованием, проходы, проезды нормы расстояний между оборудованием и элементами здания.

Согласно ОНТП-01 – 86 при проектировании производственного корпуса в одноэтажных зданиях размеры пролетов (расстояние между продольными разбивочными осями здания) и шаг колон (расстояние между осями соседствующих колон в направлении пролета) кратны 6 м. Наружные стены спроектированы панельными и шаг наружных колон выполнен 6 м. Рекомендуемая толщина стен для средней полосы страны из панелей должна быть 20...25 см. Внутренние перегородки (стенки) спроектированы с применением панелей промышленного изготовления (железобетонные, гипсовые). Размеры крайних и средних колон в поперечном сечении при их шаге 6 м и высоте 7,2 м выполнены с размерами 400х400 мм.

При планировке оборудование расстановлено с учетом требований техники безопасности, удобства обслуживания и монтажа оборудования. Для обеспечения безопасности производственных рабочих при работе на станках на участке перед каждым станком предусмотрены деревянные подставки.

Вредные вещества влияют на организм человека через органы дыхания (до 95% всех отравлений), желудочно-кишечный тракт и кожу. Поэтому особое внимание необходимо предусмотреть по обеспечению на всех участках нормальных условий труда в соответствии с «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» №4088-86 и ГОСТ 12.1005-88 где установлены оптимальные возможности и допустимые нормы температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха с учетом тяжести выполняемой работы и периодов года.

В соответствии с этим для работ средней тяжести в летний период времени принимаем: температуру воздуха в помещении 20...22 °С, скорость движения воздуха 0,3 м/с, относительная влажность не более 70 % при 25 °С, а в зимний период времени температура должна составлять 17...19 °С, скорость движения 0,2 м/с.

В разделе 3 ВКР разработана конструкция устройства для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70. Установка состоит из

следующих основных узлов и деталей: конического редуктора, вала привода и фланца для установки восстанавливаемого катка. При работе необходимо надежно и жестко закреплять обрабатываемую деталь на станке. Отрегулировать местное освещение станка так, чтобы рабочая зона была достаточно освещена, и свет не слепил глаза. Протереть арматуру и светильник. Пользоваться местным освещением напряжением выше 36 В запрещается. Перед каждым включением станка убедиться, что пуск станка никому не угрожает опасностью. Проверить наличие и исправность: ограждений зубчатых колес, приводных ремней, валиков, приводов и пр., а также токоведущих частей электрической аппаратуры (пускателей, рубильников, трансформаторов, кнопок); заземляющих устройств; по окончании работы выключить станок и электродвигатель. После наплавки детали, во избежание получения ожогов, запрещается снимать нагретую деталь со станка не убедившись, что она охлаждена.

При включении станка возможен случай замыкания фазового провода на корпус электродвигателя. Для предотвращения поражения работников электрическим током применяется защитное зануление, т.е. преднамеренное электрическое соединение с нулевым проводом сети металлических нетоковедущих частей электродвигателя, которые могут оказаться под напряжением.

При появлении на корпусе опасного напряжения возникает однофазное короткое замыкание. Появляется ток большой силы, при котором быстро перегорают плавкие вставки предохранителей, что отключает поврежденную фазу. Защита будет эффективной только в том случае, если ток короткого замыкания расплавит плавкую вставку предохранителя. Для этого необходимо правильно рассчитать ток плавкой вставки предохранителей.

Пусковой ток I_n электродвигателя в амперах определяется по формуле:

$$I_n = K_n P_э 1000 / \sqrt{3} I_n \cos \varphi \eta_э, \quad (5.1)$$

где $P_э$ – мощность электродвигателя, кВт;

K_n – коэффициент кратности пускового тока;

$I_{\text{л}}$ – линейное напряжение электродвигателя, В;

$\cos\varphi$ – коэффициент мощности;

$\eta_{\text{э}}$ – к.п.д. электродвигателя.

По паспортным данным для электродвигателя АО2 с закрытым корпусом: $P_{\text{э}} = 5,5$ кВт; $\cos\varphi = 0,8$; $\eta_{\text{э}} = 0,8$.

При $I_{\text{л}} = 380$ В, $K_{\text{п}} = 6$.

$$I_{\text{н}} = 6 \cdot 5,5 \cdot 1000 / \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 78,4 \text{ А}$$

По пусковому току $I_{\text{н}}$ находим ток предохранителей $I_{\text{пр}}$ в амперах:

$$I_{\text{пр}} = I_{\text{н}} / 2,5 = 78,4 / 2,5 = 31,4 \text{ А} \quad (5.2)$$

Выбираем предохранитель Пр-2 с током плавкой вставки 35 А.

5.2 Мероприятия по охране окружающей среды

К источникам загрязнения окружающей среды относятся: отработанные газы автотракторных двигателей; сливные горюче-смазочные материалы, рабочие жидкости, применяемые в различных системах тракторов и автомобилей; сточные воды, использованные при мойке деталей, двигателей, тракторов и автомобилей; промышленные отходы. Сточные воды, выходящие из мастерской не очищаются и служат причиной загрязнения водоемов и почвы.

На автотранспорт приходится до 60% всей окиси углерода, поступающей в атмосферу. Количественный и качественный состав отработанных газов зависит от технического состояния машин, режима работы, качества топлива, износа деталей, узлов и агрегатов. Для уменьшения вредного воздействия газов, своевременно должны проводиться техническое обслуживание машин, технические осмотры, замена изношенных деталей и их восстановление, точные регулировки машин и агрегатов на стендах диагностирования, качественная обкатка двигателей.

Нарушение условия хранения и использования горюче-смазочных материалов вызывает вредное воздействие на окружающую природу - в зоне хранения горюче-смазочных материалов наблюдаются вредные запахи из-за утечки паров ГСМ, на земле наблюдаются пятна и лужи от пролитых горюче-смазочных материалов.

Для предотвращения вреда, который могут нанести окружающей среде вышеназванные факторы, предлагаются следующие мероприятия

- установить фильтры-очистители и дымоуловители в системе вентиляции и на трубе котельной;
- установить на территории контейнеры для мусора;
- производственные отходы нужно отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья или на свалку, расположенную за пределами города;
- озеленение территории хозяйства проводить путем посадки деревьев лиственных пород, кустарников и оборудования газонов. При этом за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет компенсироваться вред, наносимый выхлопными газами;
- отработанные смазочные материалы и рабочие жидкости нужно собирать в емкости 200 л, а затем отправлять на переработку;
- для очистки сточной использованной воды нужно установить грязесборники и отстойники, откуда можно удалить осадки при помощи погрузчиков и автомашин. Дополнительно нужно предусмотреть очистку сточных вод при помощи специальных растворов.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВКР

6.1 Техничко-экономическая оценка процесса восстановления опорного катка трактора Т-70

Затраты на восстановление детали рассчитываются по формуле

$$C_{\Pi} = C_{\Pi P_{\Pi}} + C_{PM} + C_{OP} + C_{OX}, \quad (6.1)$$

где $C_{\Pi P_{\Pi}}$ – заработная плата производственных рабочих с начислениями, руб;

C_{PM} – стоимость ремонтных материалов, руб.;

C_{OP} , C_{OX} – общепроизводственные и общехозяйственные расходы, руб.;

Заработная плата производственных рабочих с начислениями определяются из выражения:

$$C_{\Pi P_{\Pi}} = K \cdot C_{\Pi P}, \quad (6.2)$$

где $C_{\Pi P}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб;

K – коэффициент, учитывающий начисления к основной зарплате ($K=1,39$).

Основную заработную плату рассчитывают по формуле

$$C_{\Pi P} = T_{\Pi K} \cdot C_{\Pi} \cdot K_{\Pi}, \quad (6.3)$$

где $T_{\Pi K}$ – штучно – калькуляционное время, ч;

C_{Π} – часовая тарифная ставка по среднему разряду, руб./ч.; $C_{\Pi} = 75$ руб./ч.

K_{Π} – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате ($K_{\Pi} = 1,025 \dots 1,03$).

$$T_{\Pi K} = T_{\Pi K_i}, \quad (6.4)$$

где $T_{\Pi K_i}$ – сумма штучно-калькуляционного времени по операциям.

$$T_{\Pi K} = 351,62 \text{ мин} \approx 5,86 \text{ часов}$$

Основная заработная плата

$$C_{\Pi P} = 5,86 \times 75 \times 1,03 = 452,68 \text{ руб.};$$

Заработная плата производственных рабочих с начислениями

$$C_{\text{прн}} = 1,39 \times 452,68 = 629,22 \text{ руб.};$$

Затраты на материалы $C_{\text{рм}}$ принимаем 520 руб.

Затраты на восстановление детали

$$C_{\text{п}} = 629,22 + 520 + 377,5 + 63 = 1589,7 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{оп}} = R_{\text{оп}} \times C_{\text{пр}} / 100 = 60 \times 629,22 / 100 = 377,5 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ох}} = R_{\text{ох}} \times C_{\text{пр}} / 100 = 10 \times 629,22 / 100 = 63 \text{ руб.};$$

где $R_{\text{оп}}$, $R_{\text{ох}}$ – процент общепроизводственных и общехозяйственных расходов по данным предприятия БГАУ $R_{\text{оп}} = 60\%$, $R_{\text{ох}} = 10\%$.

Выручка от реализации выпускаемой продукции определяется:

$$B = C \times N_{\text{г}} \quad (6.5)$$

где C – цена реализации единицы продукции;

$N_{\text{г}}$ - годовая программа ремонтного производства.

Годовая программа ремонтного производства принимается из расчетов предыдущих разделов дипломного проекта.

Цена реализации единицы продукции определяется по формуле:

$$C = C_{\text{без НДС}} \times 18\%, \text{ руб.} \quad (6.6)$$

где $C_{\text{без НДС}}$ – цена реализации без налога на добавленную стоимость, которая складывается из полной себестоимости и нормы прибыли.

Норма прибыли принимается 10 – 12 % от себестоимости.

$$C_{\text{без НДС}} = 1589,7 + 0,12 \times 1589,7 = 1780,5 \text{ руб.};$$

$$C = 1780,5 + 0,18 \times 1780,5 = 2101 \text{ руб.}$$

Уровень рентабельности восстановленной детали определяется по формуле

$$P_{\text{п}} = (C_{\text{оц}} - C_{\text{п}}) \times 100 / C_{\text{п}} = (2700 - 2101) \times 100 / 2101 = 28,5 \%;$$

где $C_{\text{оц}}$ - отпускная цена детали, руб., цена новой детали составляет 2700 рублей;

6.2 Себестоимость изготовления приспособления для наплавки торцевых поверхностей опорных катков трактора Т-70

Затраты на изготовление конструкции (руб.) подсчитываем по формуле:

$$C_{ц.кон} = C_{к.д} + C_{о.д} + C_{п.д} + C_{сб.н} + C_{оп} , \quad (6.7)$$

где $C_{к.д}$ - стоимость изготовления корпусных деталей, рам, каркасов;

$C_{о.д}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей (валы, втулки и др.);

$C_{п.д}$ - цена покупных деталей, изделий, агрегатов;

$C_{сб.н}$ - полная заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции;

$C_{оп}$ - общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление конструкции.

Корпусные детали не изготавливаются.

Затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$C_{о.д} = C_{пр.н} + C_{м} , \quad (6.8)$$

где $C_{пр.н}$ - заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей;

$C_{м}$ - стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей.

Полная заработная плата

$$C_{пр.н} = C_{пр} + C_{д} + C_{соц} , \quad (6.9)$$

где $C_{пр}$ и $C_{д}$ - основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих;

$C_{соц}$ - начисления по страхованию.

Основная заработная плата производственных рабочих

$$C_{пр} = t_{ср} c_{ч} K_{д} , \quad (6.10)$$

где $t_{ср}$ - средняя трудоемкость изготовления отдельных оригинальных деталей, чел.-ч;

$s_{\text{ч}}$ - часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду $s_{\text{ч}} = 75$ руб./ч.

$k_{\text{д}}$ - коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, равный 1,025... 1,030.

$$C_{\text{пр}} = 8,4 \cdot 75 \cdot 1,03 = 648,9 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{д}} = (5 \dots 12) C_{\text{пр}} / 100; \quad (6.11)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot 648,9 / 100 = 64,89 \text{ руб.}$$

Страховые взносы на заработную плату:

$$C_{\text{соц}} = R_{\text{соц}} (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}) / 100; \quad (6.12)$$

$$C_{\text{соц}} = 26,2 \cdot (648,9 + 64,89) / 100 = 187,73 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр.н}} = 648,9 + 64,89 + 187,73 = 901,52 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей

$$C_{\text{м}} = C_3 Q_3, \quad (6.13)$$

где C_3 - цена килограмма материала заготовки (по прайс-листу). руб.;

Q_3 - масса заготовки, кг.

При $C_3 = 25$ руб, $Q_3 = 4,8$ кг:

$$C_{\text{м}} = 25 \cdot 4,8 = 120 \text{ руб.}$$

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей

$$C_{\text{о.д}} = 901,52 + 120 = 1021,52 \text{ руб.}$$

Цена покупных деталей, изделий, агрегатов $C_{\text{п.д}}$ берется по прайс-листу.

Таблица 6.1 Расчет стоимости покупных изделий

№ позиции	Наименование единицы	Цена единицы продукции	Кол-во, шт.	Масса, кг, длина, м	Стоимость руб.
1	2	3	4	5	6
1	Круг сталь 20 Ø30	75 руб./кг.	-	1,2	90
2	Круг сталь 20 Ø165	87 руб./кг.	-	2,9	252,3
3	Лист s70 сталь 35	102 руб./кг.	-	2,3	234,6
4	Круг сталь 20 Ø80	82 руб./кг.	-	1,8	147,6

5	Круг сталь 20 Ø65	137 руб./кг.	-	0,95	130,2
6	Редуктор 1ЦУ200	2270 руб./шт.	1	-	2270
7	Болт М8	12 руб./шт.	5	-	60
8	Болт М12	15 руб./шт.	5	-	75
1	2	3	4	5	6
9	Болт М16	20 руб./шт.	2	-	40
10	Болт М22	25 руб./шт.	1	-	25
1	2	3	4	5	6
11	Шайба 8	2 руб./шт.	4	-	8
12	Шайба 22	5 руб./шт.	1	-	5
Итого	-	-	-	-	3337,7

Стоимость изделий $C_{п.д} = 3337,7$ руб.

Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, составит:

$$C_{сб.н} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб} , \quad (6.14)$$

где $C_{сб}$ и $C_{д.сб}$ – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке;

$C_{соц.сб}$ – начисления по страхованию на заработную плату этих рабочих.

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитывают по формуле

$$C_{сб} = t_{сб} c_{ч} k_{д} , \quad (6.15)$$

где $t_{сб}$ - нормативная трудоемкость сборки конструкции, чел.-ч;

$$t_{сб} = k_c \Sigma t_{сб}, \quad (6.16)$$

где k_c - коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки и равный 1,08;

$\Sigma t_{сб}$ - суммарная трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

$$(t_{сб} = 1,08 \cdot 5 = 5,4 \text{ чел.-ч.});$$

$c_{ч}$ - часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду, руб.;

$k_{д}$ - коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, равный 1,025...1,030.

$$C_{сб} = 5,4 \cdot 75 \cdot 1,03 = 417,15 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{д.сб}} = (5...12)C_{\text{сб}}/100; \quad (6.17)$$

$$C_{\text{д.сб}} = 10 \cdot 417,15 / 100 = 41,72 \text{ руб.}$$

Страховые взносы на заработную плату

$$C_{\text{соц.сб}} = R_{\text{соц}} (C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}}) / 100; \quad (6.18)$$

$$C_{\text{соц}} = 26,2 \cdot (417,15 + 41,72) / 100 = 120,68 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{сб.н}} = 417,15 + 41,72 + 120,68 = 579,55 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление конструкции

$$C_{\text{оп}} = C'_{\text{пр}} R'_{\text{оп}} / 100, \quad (6.19)$$

где $C'_{\text{пр}}$ - основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб. ,

$$C'_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{сб}} , \quad (6.20)$$

$$C'_{\text{пр}} = 648,9 + 417,15 = 1066,05 \text{ руб.};$$

где $R'_{\text{оп}}$ - процент общепроизводственных расходов по отношению к заработной плате, $R'_{\text{оп}} = R_{\text{оп}} / R_{\text{зп}} = 300\%$ (по структуре затрат в анализе производственной деятельности).

$$C_{\text{оп}} = 1066,05 \cdot 300 / 100 = 3198,15 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ц.кон}} = 0 + 1021,52 + 3337,7 + 579,55 + 3198,15 = 8136,92 \text{ руб.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации сварочно-наплавочного участка.

Разработанная технология восстановления опорных катков позволяет снизить себестоимость ремонта и увеличить срок службы восстановленной детали. Этому способствует также разработанная конструкция устройства для наплавки торцевых поверхностей опорных катков. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и экологичности производства способствуют улучшению работы производственных рабочих.

Технико-экономические расчеты показали целесообразность разрабатываемых мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н. Р., Кочадамов А. В., Гималтдинов И. Х. Методическое пособие к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»/под общ. ред. Адигамова Н. Р. – Казань: Издательство КГАУ, 2007, – 77с.
2. Адигамов Н. Р., Гималтдинов И. Х. Методическое указание по выполнению ВКР. Профиль «Технический сервис в АПК». – Казань: Издательство КГАУ, 2016.2. Серый И.С., Смелов А.П. и др., Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.: ил.
3. Курчаткин В.В., Тельнов К.А. и др., Надежность и ремонт машин – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
4. Комплексная система технического обслуживания в сельском хозяйстве. М.: ГОСНИТИ 1989 г.
5. Воловик Е. Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с., ил.
6. Филоленко С.Н. Резание металлов. – издательство «Высшая школа», 1969, 260 стр.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации. – М. : Юрайт – М. 2002. – 108 с.
8. Шакиров Ф.К. Организация сельскохозяйственного производства - М: «Колос» 2001 – 503с.
9. Анурьев В.И., Жесткова И.Н. - Справочник конструктора машиностроителя – М.: Машиностроение.-2001.
10. Иванов М.Н. Детали машин.– М.: Высшая школа, 1967. – 431 с.
11. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: КолосС, 2003. – 432 с., ил.
12. Шкрабак В.С., Козлаускас Г. К. Охрана труда. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с., ил.

13. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды.- М.: Колос – 1999 – 304 с., ил.
14. Микотин В.Я. Технология ремонта сельскохозяйственных машин и оборудования. – М.: Колос, 1997. – 367 с., ил.
15. Самохвалов Я.А., Григораш В. Д Справочник техника-конструктора.. – Киев, Техника, 1978. – 562 с.
16. Артемов М.Е., Ковалевский Г.Г. Контроль качества ремонта сельскохозяйственных машин: Справочник – М.: Агропромиздат, 1985. – 324с.
17. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники – М.: Колос, 1984. – 271с.
18. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1991. – 253с.
19. Богданов В.Н. Малежик И.Ф. и др. Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1989. – 648с.
20. Боголюбов С.К. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 2000. – 352с.

ПРИЛОЖЕНИЯ