

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 110300 «Агроинженерия»

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Проект участка восстановления деталей с разработкой технологии и устройства по восстановлению зубчатых колес»

Шифр ВКР ВЗК.35.16.000.00.00ПЗ

Дипломник студент _____ Брюхов М.Е.

Руководитель профессор _____ Адигамов Н.Р.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 2016)

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

Казань – 2017 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Технический сервис»

Профиль «Технический сервис в АПК»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____ / _____ /

«_____» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Брюхову М.Е.

Тема проекта «Проект участка восстановления деталей с разработкой технологии и устройства по восстановлению зубчатых колес» утверждена приказом по вузу от «_____» _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____ 2017

3. Исходные данные к проекту Нормативно справочная литература, технологические карты, материалы курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин».

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке 1. Анализ технологий восстановления деталей методом приварки. Определить какой из методов подходит; 2. Описать устройство, проанализировать работу и определить причину потерь работоспособности зубчатых колес; 3. Разработать технологический процесс, выбрать рациональный способ восстановления дефектов; 4. Разработать конструкцию устройства восстановления зубчатых колес. Проанализировать и рассчитать устройство; 5 Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку ВКР.

5. Перечень графических материалов Лист 1–Способы восстановления зубчатых колес. Лист 2–Ремонтный чертеж блока шестерен. Лист 3–Технологические карты. Лист 4–Планировка участка. Лист 5–Общий вид устройства. Лист 6– Сборочный чертеж. Лист 7– Рабочие чертежи детали.

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

Раздел	Консультант

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	10.01.2017	
2	2 раздел выпускной работы	15.01.2017	
3	3 раздел выпускной работы	20.01.2017	
4	4 раздел выпускной работы	25.01.2017	
5	5 раздел выпускной работы	31.01.2017	
6	6 раздел выпускной работы	05.02.2017	

Студент-дипломник _____ (_____)

Руководитель проекта _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из 59 страниц расчетно-пояснительной записки, 7 листов графической части, выполненной на формате А1, списка литературы из 20 наименований.

В первом разделе ВКР проведен анализ технологических процессов восстановления шлицев и шестерен.

В ходе выполнения ВКР, проанализирован технологический процесс ремонта шлицев и шестерен. Произведен выбор рационального способа восстановления шлицев и шестерен.

Обоснована последовательность технологических операций при ремонте шлицев и шестерен.

Спроектирован участок восстановления изношенных деталей с подбором и обоснований необходимого технологического оборудования.

Разработан технологический процесс восстановления шлицев и шестерен методом электроконтактной приварки. Произведены все необходимые расчеты режимов восстановления и мехобработки.

Разработана конструкция устройства по восстановлению зубчатых колес.

В ВКР имеются разделы по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, по обоснованию технико-экономической эффективности ВКР.

В ВКР были использованы материалы нормативно-технической документации и справочные литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
1.1 Организация и технология ремонта машин в мастерской.....	
1.2 Обоснование внедрения способа для восстановления шлицевых валов и шестерен.....	
1.3 Обоснование и выбор рационального способа восстановления.....	
1.4. Организация технического контроля.....	
1.5 Обоснование темы ВКР.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	
2.1 Расчет программы восстановления.....	
2.2 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ.....	
3.1 Обоснование и выбор рационального способа восстановления.....	
3.2 Маршрутная технология восстановления шлицевого вала.....	
3.2.1 Технология восстановления шлицев электроконтактной приваркой металлической ленты.....	
3.2.2 Выбор режимов и оборудования для электроконтактной приварки металлической ленты.....	
3.2.3 Расчёт режимов и норм времени на электроконтактную приварку металлической ленты.....	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ.....	
4.1 Анализ существующих конструкций.....	
4.2 Общее устройство.....	
4.3 Конструктивные расчеты.....	
4.3.1 Расчет крепления зажима сварочного ролика.....	

4.3.2	Расчет упорной балки на прочность.....
4.3.3	Расчет затяжки болтов зажима сварочных роликов.....
4.3.4	Расчет сварного таврового соединения.....
4.3.5	Подбор и выбор пневмоцилиндра.....
5	ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....
5.1.	Организация безопасности жизнедеятельности.....
5.2	Мероприятия по охране окружающей среды.....
6	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....
6.1	База сравнения.....
6.2	Расчет себестоимости восстановления.....
6.3	Расчет стоимости изготовления узла подачи сварочных роликов.....
6.4	Абсолютные технико-экономические показатели производственного участка.....
6.5	Удельные технико-экономические показатели производственного участка.....
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....
	ЛИТЕРАТУРА.....
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличивать темпы технического переоборудования сельского хозяйства, перерабатывающих и других отраслей АПК. В связи с этим важное значение имеет повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию и проектирование ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости сельскохозяйственной техники существенно увеличиваются затраты на ремонт. Следовательно встает задача снижения этих затрат за счет:

- повышения качества и надежности изготовления и капитального ремонта машин;
- предотвращения износов и отказов машин на основе использования методов диагностирования и технического обслуживания непосредственно в местах эксплуатации машин;
- увеличение производительности труда и ресурсосбережения при техническом обслуживании и ремонте машин на всех уровнях ремонтно-обслуживающего производства.

В хозяйствах АПК после капитального ремонта эксплуатируются более 60% тракторов и 90% двигателей, что вызывает высокую потребность в ремонтно-обслуживающем производстве.

Хорошо оснащенные ремонтным оборудованием предприятия, обеспеченные квалифицированными кадрами рабочих ремонтных специальностей создают благоприятные условия для качественного ремонта машин и соответственно бесперебойную работу машин в хозяйствах. Поскольку стоимость ремонта машинно-тракторного парка входит в стоимость ремонта машинно-тракторного парка входит в стоимость сельскохозяйственной продукции, существенное значение имеют экономические показатели ремонтного предприятия.

1. АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1 Организация и технология ремонта машин в мастерской

В ремонтной мастерской применяется бригадно-узловой метод ремонта.

В слесарно-механическом и сварочно-наплавочном участках имеются токарные, строгальные, фрезерные, шлифовальные и наплавочные станки, на которых выполняются работы как по восстановлению деталей, так и по изготовлению новых.

Показатели производства ремонта машин такие как такт, продолжительность и фронт ремонта не определяются, так как РТП работает не ритмично. Дороговизна ремонта вынуждает сельскохозяйственные предприятия проводить ремонт своими силами. Они приобретают запасные части и узлы у посредников, зачастую очень низкого качества, что сказывается на качестве ремонта, а в следствии обходится дороже.

1.2 Обоснование внедрения способа для восстановления шлицевых валов и шестерен

При ремонте машин в сельском хозяйстве затрачиваются значительные средства на приобретение запасных частей. Поэтому одно из главных условий снижения стоимости ремонтных работ - сокращение расхода новых деталей за счет рациональной организации экономически выгодного восстановления изношенных деталей.

Восстановление деталей в широких масштабах способствует лучшему обеспечению машинно-тракторного парка разными деталями высокого качества, что обуславливает снижение простоев машин на ремонте и при эксплуатации.

Практически в абсолютном большинстве случаев экономическая эффективность восстановления деталей обуславливается использованием их остаточной годности: заготовки детали и большого числа поверхностей, которые за

срок службы не требуют каких-либо значительных ремонтных воздействий для восстановления их работоспособности. Как правило, вследствие неравноизносостойкости конструкции деталей восстанавливают их работоспособность по отдельным наиболее изнашиваемым рабочим поверхностям.

Особое внимание хотелось бы уделить восстановлению шлицевых валов. Основными дефектами шлицевых валов являются износ опорных шеек, износ и разрушение шлицев, деформация вала, износ резьбовых участков.

Износ шеек под шарикоподшипники не превышает 0,3 мм. Износ шеек, сопрягаемых с сальниками и втулками, может достигнуть 0,6...0,9 мм. Шлицы изнашиваются преимущественно в верхней части боковой поверхности. Около 90 % шлицев с/х машин имеют износ 0,4...0,6 мм, а остальные 10 % - не более 1-го мм.

Шлицевые валы, центрируемые по наружному диаметру, изнашиваются по этому диаметру и соответственно требуют восстановления данной поверхности. Валы, центрируемые по боковой поверхности шлицев, износа по наружному диаметру обычно не имеют, однако в процессе работы деформируются.

Шлицы валов изнашиваются по ширине преимущественно до 1...2 мм. Износ по центрирующему диаметру не превышает 0,1...0,2 мм.

При восстановлении изношенных боковых участков шлицев можно применить электродуговую наплавку. Для валов с мелкими шлицами, впадины между последними полностью заправляют. Для того чтобы уменьшить деформацию вала, наплавляют поочередно шлицы на диаметрально противоположных его сторонах. Наплавку ведут электродами ОЗН-300, ОЗН-350 диаметром 4...5 мм, на обратной полярности, при силе тока 200...250 А.

Кольцевую наплавку по спирали применяют и для валов с крупными высокими шлицами, однако их предварительно обрабатывают (обтачивают или обдирают крупнозернистым кругом), уменьшая высоту шлицев до 6...8 мм.

Это усложняет восстановительный процесс и он становится дороже. Общим недостатком всех способов наплавки шлицев по спирали с заправлением впадин является то, что при этом в 2...3 раза увеличивается расход электродно-

го материала и электроэнергии, соответственно повышается трудоемкость наплавочных работ и последующей механической обработки.

Существенно возрастает также деформации деталей и, кроме того, вследствие большого нагрева нарушается термическая обработка практически всех участков детали.

Значительно более экономична продольная наплавка боковых поверхностей шлицев на 1,2...2,0 мм. Это позволяет в дальнейшем обеспечивать нормальный размер вала по центрирующему диаметру. Наплавленный вал отжигают на высокочастотной установке, что облегчает механическую обработку. Обтачивают вал резцом с твердосплавной пластиной Т15К6 при частоте вращения 400 об/мин.

Для валов с крупными шлицами применим способ восстановления шлицев контактной сваркой и давлением. При этом способе к вершинам шлицев контактной сваркой приваривают присадочный материал (полосу или проволоку) с одновременной осадкой и раздачей шлицев по ширине. Присадочный материал может подаваться из кассеты, находящейся на сварочной машине, или подготавливаться в виде отрезков необходимой длины с предварительной прихваткой их к шлицам в одной или нескольких точках. Осадка и раздача шлицев при сварке компенсирует износ и обеспечивает припуск на последующую обработку.

Шлицевой вал с присадочным материалом закрепляют в установочном приспособлении и пневмоцилиндром прижимают к сварочным роликам. После включения сварочного тока одному из роликов сообщают колебательное движение посредством профильного кулачка.

При сближении роликов происходит осадка нагретых до температуры сварки участков шлицев, контактирующих с роликами, а при разведении роликов на некоторую величину – перемещение вала на 10...15 мм и нагрев следующих участков. Таким образом, происходит наплавка и осадка одновременно двух шлицев по всей их длине. Скорость наплавки двух шлицев на оптимальных режимах составляет 30-50 м/ч.

При небольшом износе шлицев восстановить их можно методом пластического деформирования роликовыми раскатными головками.

Способ основан на раздаче шлицев по ширине, преимущественно в верхней его части, вдавливанием ролика. При этом удается компенсировать износ шлицев на величину до 2 мм.

Шлицеремонтную головку монтируют на прессе. Шлицевой участок нагревают до температуры 800°C с помощью индукционной высокочастотной установки. Необходимое усилие для раскатки около 25 т.с. Припуск на последующую обработку необходимо давать 0,2...0,25 мм, что позволяет применять точное шлицефрезерование, получить высокую точность обработки и шероховатость поверхности в пределах 6...7. Но необходимость на предприятии восстанавливать шлицевые валы различных размеров, с износом, который может достигать до величины 3...4 мм делает применение этого вида нецелесообразным. Самым оптимальным по экономическим и технологическим критериям, является метод электроконтактной приварки металлической ленты.

Все вышеизложенные методы восстановления шлицевых валов наглядно показаны на 2-ом листе графического материала.

1 3 Обоснование и выбор рационального способа восстановления

На участке восстановления могут восстанавливаться многие детали вращения цилиндрических форм. Выбор оптимального способа восстановления деталей представляет достаточно сложную задачу, успешное решение которой возможно только при системном и всестороннем анализе целого ряда факторов применительно к конкретным условиям ремонтного производства.

Оптимальным является такой способ восстановления детали, который позволяет устранить ее дефект при наименьших материальных, трудовых затратах и восстанавливать ее работоспособность до уровня не ниже 80% от установленного для новой детали.

Рациональный способ восстановления деталей определяют пользуясь критериями технологическим (применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления, исходя из конструктивно-технических особенностей детали или определенных групп деталей. Изношенные поверхности шлицевых валов можно восстановить несколькими способами, как было указано выше, в том числе и электроконтактной приваркой металлической ленты.

Технический критерий оценивает каждый способ устранения дефектов детали с точки зрения восстановления свойств поверхности, то есть обеспечения работоспособности за счет достаточности твердости, износостойкости, сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Технологический критерий выражается через коэффициент долговечности, под которым понимается отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали.

Коэффициент долговечности K_D определяется как функция:

$$K_D = f(K_U; K_B; K_{CC}; K_{II}), \quad (1.1)$$

где K_U – коэффициент износостойкости;

K_B – коэффициент выносливости;

K_{CC} – коэффициент сцепляемости;

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

$$K_{II} = 0,8 \dots 0,9.$$

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_D \rightarrow \max$. При восстановлении изношенных деталей электроконтактной приваркой металлической ленты $K_D=0,9$. По этому критерию этот способ уступает только электроконтактной приварке порошково-полимерной ленты. Но для случая восстановления шлицевых валов

приварка порошково-полимерной ленты не подходит по критерию применимости.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности способа восстановления детали можно оценить по формуле профессора В.А. Шадричева

$$K_T = \frac{C_B}{K_D} \quad (1.2)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

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

Эффективным считается способ, у которого $K_T \rightarrow \min$.

Себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности при приварке стальной ленты составляет 24 условных единиц (У.е.). С учетом этого:

$$K_T = \frac{24}{0,9} = 26,6 \text{ у.е.}$$

По технико-экономическому критерию этот способ оказался также одним из самых дешевых. К тому же при восстановлении электроконтактной приваркой металлической ленты почти, что не выделяются вредные для окружающей среды газы и пыль.

1.4. Организация технического контроля

Контроль качества ремонта машин, восстановление и изготовление деталей агрегатов и узлов в ремонтной мастерской возлагается на заведующего мастерской, главного технолога и мастеров участка.

Контролю подвергаются как новые запасные части, так и изготовленные и восстановленные в РТП детали. Из-за того, что не всегда соблюдается технология ремонта, встречаются случаи брака. Причина тому – низкая квалификация рабочих, устаревшее оборудование отсутствие современных измеритель-

ных приборов и приборов контроля, незаинтересованность рабочих в повышении качества ремонта.

Основными документами, применяемыми при контроле качества ремонтируемых объектов являются: ведомость дефектов, наряд на выполнения работ, журнал испытания и контрольного осмотра двигателя, паспорт на капитально отремонтированный двигатель, приемно-сдаточный акт, гарантийный талон.

1.5 Обоснование темы ВКР

Исходя из вышеизложенного, можно выделить следующие задачи ВКР:

- уменьшить себестоимость ремонта на предприятие;
- разработать проект участка восстановления изношенных деталей;
- внедрить на предприятие восстановление шлицевых валов способом электродуговой наплавки;
- принять меры по улучшению условий труда рабочих на предприятии;
- экономически обосновать цель внедрения восстановления изношенных шлицевых соединений.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для улучшения технико-экономических показателей предприятия необходимо уменьшать себестоимость ремонта. Одним из основных составляющих себестоимости ремонта на предприятии является стоимость запасных частей и ремонтного материала. Это связано с тем, что цены на новые запасные части с каждым годом увеличиваются. По этому на предприятие целесообразно применение восстановления изношенных деталей.

Объектом проектирования является участок восстановлению деталей наплавкой под слоем флюса. В связи с тем, что установка находится в не пригодном состоянии и восстанавливать оборудование не целесообразно, выбираем наилучший способ восстановления и проектируем участок восстановления.

При выборе способа восстановления необходимо учитывать качество восстановления, то есть ресурс восстановленной детали не должен быть менее 80 % ресурса новой. Так же необходимо учесть себестоимость восстановления.

2.1 Расчет программы восстановления

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

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

где N – количество ремонтируемых объектов, шт;

n – количество одинаковых деталей на данном объекте, шт;

K_B – коэффициент восстановления.

Коэффициент восстановления показывает, какая часть деталей данного наименования требует восстановления:

$$K_B = \frac{\Pi_{Вос}}{\Pi_0}, \quad (2.2)$$

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

P_0 – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию.

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

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

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

l – длина восстанавливаемой поверхности, мм.

n – количество восстанавливаемых поверхностей.

Таблица 2.1 Номенклатурный перечень деталей подлежащих восстановлению электроконтактной приваркой металлической ленты

Наименование деталей	Количество ремонтируемых объектов N, шт	Количество деталей на объекте n, шт	Коэффициент восстановления $K_{\text{в}}$	Общая площадь восстановления $\Sigma S, \text{мм}^2$	Годовая программа восстановления $N_i, \text{шт}$
1	2	3	4	5	6
1 Комбайны					
1.1 Кормоуборочные КСК-100					
Вал вариатора барабана	22	1	0,2	352685	4,4
Вал гидромотора	22	1	0,1	156749	2,2
Ступица ведущих колес	22	2	0,3	519258	13,2
Ведущий вал насоса	22	1	0,1	143686	2,2
Ведомый вал насоса	22	1	0,1	143686	2,2
Вал соломотряса	22	2	0,3	356480	13,2
Вал измельчающего аппарата	22	2	0,2	385843	8,8
1.2 Зерноуборочные Дон - 1500					
Вал вариатора барабана	5	1	0,2	209250	1
Вал муфты сцепления	5	1	0,1	190212	0,5
Ступица ведущих колес	5	2	0,3	807106	3

1	2	3	4	5	6
Ведущий вал насоса	5	1	0,1	76333	0,5
Ведомый вал насоса	5	1	0,1	76333	0,5
Вал соломотряса	5	2	0,3	792693	3
Вал измельчающего аппарата	5	2	0,2	204979	2
Двигатели СМД-60,62,64					
Вал распределительный	23	1	0,3	20762	6,9
Толкатель клапана	23	12	0,05	13565	9,2
Ось коромысел	23	2	0,05	3699	1,15
Ступица шкива	23	2	0,05	4490	2,3
Валик масляного насоса	23	1	0,05	2077	1,15
Палец ведомой шестерни	23	1	0,1	4051	2,3
Вал редуктора	23	1	0,3	19187	6,9
Вал регулятора	23	1	0,3	18934	6,9
Валик рукоятки	23	1	0,05	2656	1,15
Ролик	23	1	0,05	3219	1,15
Коленчатый вал	23	1	0,1	18840	2,3
Двигатели СМД-19,20					
Вал распределительный	16	1	0,1	10042	1,6
Толкатель клапана	16	8	0,05	8177	6,4
Ось коромысел	16	1	0,3	45216	4,8
Ступица шкива	16	2	0,1	12050	3,2
Валик масляного насоса	16	1	0,1	8773	1,6
Палец ведомой шестерни	16	1	0,2	65081	3,2
Вал редуктора	16	1	0,5	31915	8
Вал регулятора	16	1	0,2	58700	3,2
Валик рукоятки	16	1	0,05	3165	0,8
Ролик	16	1	0,3	36527	4,8
Коленчатый вал	16	1	0,3	34002	4,8
Двигатели СМД-23,21					
Вал распределительный	16	1	0,1	16142	1,6
Толкатель клапана	16	8	0,05	10603	6,4
Ось коромысел	16	1	0,3	62285	4,8
Ступица шкива	16	2	0,1	54862	3,2

1	2	3	4	5	6
Валик масляного насоса	16	1	0,1	14695	1,6
Палец ведомой шестерни	16	1	0,1	12894	1,6
Вал редуктора	16	1	0,05	5104	0,8
Вал регулятора	16	1	0,3	71215	4,8
Валик рукоятки	16	1	0,3	54259	4,8
Ролик	16	1	0,3	57560	4,8
Коленчатый вал	16	1	0,05	7065	0,8
Двигатели СМД-72					
Вал распределительный	18	1	0,1	61544	1,8
Толкатель клапана	18	8	0,05	35796	7,2
Ось коромысел	18	1	0,3	180864	5,4
Ступица шкива	18	2	0,1	117562	3,6
Валик масляного насоса	18	1	0,1	40820	1,8
Палец ведомой шестерни	18	1	0,1	46535	1,8
Вал редуктора	18	1	0,2	284107	3,6
Вал регулятора	18	1	0,5	158256	9
Валик рукоятки	18	1	0,2	249517	3,6
Ролик	18	1	0,05	16155	0,9
Коленчатый вал	18	1	0,3	219674	5,4
Сумма				651793510	219,8

2.2 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты

Общая площадь восстановления всех деталей составляет $\Sigma S = 651793510 \text{ мм}^2$.

Средняя производительность восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты $360000 \text{ мм}^2/\text{ч}$.

Определим годовой фонд времени работы.

Номинальный годовой фонд времени рабочего при пятидневной рабочей неделе определяется по формуле:

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

где d_K – число календарных дней;

d_B – число выходных дней;

d_{II} – число праздничных дней;

t_{CM} – продолжительность смены, ч;

d_{III} – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{HP} = (365 - 105 - 17) \cdot 8 - 8 = 1936, \text{ ч}$$

Номинальный годовой фонд времени оборудования:

$$\Phi_{HO} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{CM} \cdot n, \quad (2.5)$$

где n – число смен.

$$\Phi_{HO} = (365 - 105 - 17) \cdot 8 \cdot 1 = 1944 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего и оборудования соответственно:

$$\Phi_{DP} = (d_K - d_B - d_{II} - d_O) \cdot t_{CM} \cdot \eta_P - d_{III} \cdot \eta_P \quad (2.6)$$

где d_O – число отпускных дней в планируемом году;

η_P – коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительным причинам ($\eta_P = 0,96$).

$$\Phi_{DP} = (365 - 105 - 17 - 24) \cdot 8 \cdot 0,96 - 8 \cdot 0,96 = 1674, \text{ ч}$$

$$\Phi_{DO} = \Phi_{HO} \cdot \eta_O, \quad (2.7)$$

где η_O – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте и техническом обслуживании ($\eta_O = 0,97$).

$$\Phi_{DO} = 1944 \cdot 0,97 = 1886 \text{ ч}$$

Определим количество станков необходимых для выполнения производственной программы:

$$N_{CT} = \frac{\sum S}{P \cdot \Phi_{HO}}, \quad (2.8)$$

где P – производительность восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты.

$$N_{CT} = \frac{651793510}{360000 \cdot 1944} = 0,93 \text{ шт.}$$

Принимаем один наплавочный станок.

Общую трудоемкость по восстановлению шлицевых валов рассчитываем по формуле:

$$T_{OB} = \sum T_M \cdot n \quad (2.9)$$

где $\sum T_M$ – сумма штучного времени всех операций по восстановлению вала зерноуборочного комбайна «Дон-1500», $\sum T_M = 3,4$ чел.-ч.

n – количество приведенных к валу восстановлений определим по формуле:

$$n = \frac{\sum S}{\sum S_{GM}} \quad (2.10)$$

где $\sum S_{GM}$ – площадь восстановления вала.

$$n = \frac{65179351}{190202} = 342,6 \text{ шт.}$$

$$T_{OB} = 3,4 \cdot 342,6 = 1164,8 \text{ чел.-ч.}$$

Число производственных рабочих рассчитывается следующим образом:

$$P_P = \frac{T_{OB}}{\Phi_{DP} \cdot k_S} \quad (2.11)$$

где k_S – число станков, одновременно обслуживаемых одним рабочим.

$$P_P = \frac{1164,8}{1674 \cdot 1} = 0,69 \text{ чел}$$

Площадь участка рассчитаем по площади, занимаемой оборудованием, с учетом переходного коэффициента

$$F_{yч} = F_O \cdot \delta \quad (2.12)$$

где F_O – площадь занимаемая оборудованием;

δ – переходной коэффициент, $K=5,5 \dots 6,5$

Таблица 2.2 Перечень оборудования проектируемого участка восстановления

Наименование оборудования	Габаритные размеры оборудования, мм	Количество, шт	Занимаемая площадь, м2
1	2	3	4
Установка для электроконтактной приварки металлической ленты 011-1-10	2550×940×1250	2	4,79

1	2	3	4
Установка для наплавки под слоем флюса	2522×1181	1	2,98
Стеллаж для деталей СО-3603	1400×1000×1200	3	4,20
Стол для электродуговой сварки ОКС-7523	1395×645×625	1	0,89
Сварочный выпрямитель ВКС-300	953×630×785	1	0,60
Стол для газосварочных работ	1395×645×645	1	0,89
Тележка перевозки деталей	1700×665×900	1	1,13
Поворотный консольный кран	870×650	1	0,56
Стеллаж для инструмента РО-2804	2340×1400×500	1	3,20
Сварочный трансформатор ТС-300	760 × 570	1	0,43
Ацетиленовый генератор ГНВ-1,25	d-478	1	0,18
Кислородный баллон А-50	d-219	1	0,04
Рессивер	d-400	1	0,12
Ящик для песка ОРГ-1468-03-320	500×500	4	1,00
Итого			22,21

$$F_{\text{уч}} = 22,21 \cdot 6,0 = 133,3 \text{ м}^2$$

С учетом того, что габаритные размеры участка должны быть кратными 6, площадь участка принимаем равной 144м². Планировка участка восстановления приведена на 3 листе графического материала.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ

3.1 Обоснование и выбор рационального способа восстановления

На участке восстановления могут восстанавливаться многие детали вращения цилиндрических форм. Выбор оптимального способа восстановления деталей представляет достаточно сложную задачу, успешное решение которой возможно только при системном и всестороннем анализе целого ряда факторов применительно к конкретным условиям ремонтного производства.

Оптимальным является такой способ восстановления детали, который позволяет устранить ее дефект при наименьших материальных, трудовых затратах и восстанавливать ее работоспособность до уровня не ниже 80% от установленного для новой детали.

Рациональный способ восстановления деталей определяют пользуясь критериями технологическим (применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления, исходя из конструктивно-технических особенностей детали или определенных групп деталей. Изношенные поверхности шлицевых валов можно восстановить несколькими способами, как было указано выше, в том числе и электроконтактной приваркой металлической ленты.

Технический критерий оценивает каждый способ устранения дефектов детали с точки зрения восстановления свойств поверхности, то есть обеспечения работоспособности за счет достаточности твердости, износостойкости, сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Технологический критерий выражается через коэффициент долговечности, под которым понимается отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали.

Коэффициент долговечности K_D определяется как функция:

$$K_D = f(K_U; K_B; K_{CC}; K_{II}), \quad (3.1)$$

где K_U – коэффициент износостойкости;

K_B – коэффициент выносливости;

K_{CC} – коэффициент сцепляемости;

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

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_D \rightarrow \max$. При восстановлении изношенных деталей электроконтактной приваркой металлической ленты $K_D = 0,9$. По этому критерию этот способ уступает только электроконтактной приварке порошково-полимерной ленты. Но для случая восстановления шлицевых валов приварка порошково-полимерной ленты не подходит по критерию применимости.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности способа восстановления детали можно оценить по формуле профессора В.А. Шадричева

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

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м^2 изношенной поверхности детали, руб/ м^2 .

Эффективным считается способ, у которого $K_T \rightarrow \min$.

Себестоимость восстановления 1 м^2 изношенной поверхности при приварке стальной ленты составляет 24 условных единиц (У.е.). С учетом этого:

$$K_T = \frac{24}{0,9} = 26,6 \text{ у.е.}$$

По технико-экономическому критерию этот способ оказался также одним из самых дешевых. К тому же при восстановлении электроконтактной приваркой металлической ленты почти, что не выделяются вредные для окружающей среды газы и пыль.

3.2 Маршрутная технология восстановления шлицевого вала

3.2.1 Технология восстановления шлицев электроконтактной приваркой металлической ленты

Сущность способа заключается в том, что к вершинам шлицев контактной сваркой приваривают присадочный материал (стальную полосу) с одновременной осадкой и раздачей шлицев по ширине.

Предварительно восстанавливаемые детали проходят моечную операцию в моечной машине ОМ-867. Эту операцию проводит один рабочий-мойщик третьего разряда. Далее на участке дефектации с помощью специальных измерительных инструментов проводят дефектацию деталей по величине износа шлицев, цапф, торцов, венца, согласно ТУ. Перед началом операции приварки правят на токарно-винторезном станке 16К20 поверхности фасок и центровые отверстия, а на круглошлифовальном станке 3Б12 шлифуют поверхности под приварку для более тесного прилегания присадочного материала. Отрезки присадочного материала заданных размеров предварительно прихватывают сваркой в одной или нескольких точках. При сварке на установке 011-1-10 для электроконтактной приварки металлической ленты осадка и раздача шлицев компенсируют износ по ширине, высоте и обеспечивают припуск на последующую механическую обработку.

Принципиальная схема приварки следующая. Шлицевой вал с присадочным материалом закрепляют в установочном приспособлении и при помощи пневмоцилиндра поджимают к нему сварочные ролики. Включают сварочный

ток и продольную подачу сварочных роликов. В результате происходит осадка нагретых до температуры сварки контактирующих с роликами участков шлицев и осадка одновременно противоположных шлицев по всей их длине. После наплавки одной пары шлицев ролики разводят, и вал поворачивается на соответствующий угол для наплавки следующей пары шлицев. В качестве окончательной механической обработки применяют шлифование поверхностей после приварки на крулошлифовальном станке 3Б12 и боковые поверхности шлицев на шлицешлифовальном станке 3451. Для получения соответствующей твердости обработку ведут с охлаждением. В окончании процесса восстановления вала муфты сцепления является контрольная операция. При этом проверяют соответствие истинных размеров и шероховатостей деталей, номинальным по ТУ.

3.2.2 Выбор режимов и оборудования для электроконтактной приварки металлической ленты

Для электроконтактной приварки металлической ленты на наружные цилиндрические поверхности применяют установку 011-1-10. Требуемая твердость поверхности шлица по Роквеллу составляет HRC 40...45. Эту твердость обеспечивают применением в качестве присадочного материала ленты марки Сталь 40, толщиной 3 мм и шириной 8мм.

Перед приваркой металлической ленты, восстанавливаемую поверхность очищают от масла, следов коррозии и заранее подготавливают присадочный материал под размер шлицев по толщине и высоте. Сначала ленту приваривают к поверхности шлица в нескольких точках, затем включив продольную подачу суппорта производят сплошную приварку вдоль шлицев.

Ориентировочный режим приварки ленты толщиной 3,0 мм электродами с шириной рабочей части 7...8 мм на деталь диаметром 56 мм /6/:

- сила сварочного тока - 20 кА;
- продолжительность импульсов тока – 0,08 с;
- продолжительность пауз – 0,10 с;

-усилие сжатия роликовых электродов – 5000...6000 Н;

-расход охлаждающей жидкости – 1,5 – 2,0 л/мин.

Поверхность детали после приварки шлифуется на номинальный размер на шлифовальном станке 3Б12, а шлицы по толщине шлифуются на шлицешлифовальном станке 3451.

3.2.3 Расчёт режимов и норм времени на электроконтактную приварку металлической ленты.

Норму времени на электроконтактную приварку металлической ленты рассчитываем по формуле:

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

где T_o – основное время приварки, мин;

T_B – вспомогательное время приварки, мин;

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

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

n – количество деталей в партии, шт.

Принимаем $n = 12$ шт.

Вспомогательное время $T_B = 2...4$ мин, принимаем равным 4 мин,

Основное время приварки для поверхности шлиц рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot Z / 2}{V_n} \cdot n, \quad (3.4)$$

где L – длина поверхности приварки, м;

S_n – минутная подача, м/мин;

Z – количество наплавляемых шлицев, шт;

А для поверхности под подшипник по формуле:

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

где d – диаметр деталей, м;

V_n – скорость приварки, м/мин;

l – ширина поверхности приварки, м;

S – шаг приварки, мм, Принимаем $S = 4$ мм;

n – количество поверхностей приварки на одной детали.

Минутную подачу и скорость приварки вычисляем, исходя из аналогичного режима приварки ленты по винтовой линии, для которого известны средние обороты шпинделя, по формуле:

$$V_n(S_{II}) = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{ш}}{1000}, \quad (3.6)$$

где $n_{ш}$ – обороты шпинделя станка, $n = 5$ об/мин;

d – диаметр детали, мм.

Минутная подача сварочных роликов при восстановлении поверхности шлицев:

$$S_{II} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 5}{1000} = 0,88 \text{ м/мин}$$

Скорость приварки поверхности под подшипник:

$$V = \frac{3,14 \cdot 34,6 \cdot 5}{1000} = 0,54 \text{ м/мин}$$

Для поверхности шлицев:

$$T_o = \left(\frac{0,095 \cdot 10}{0,88} \right) = 0,53 \text{ мин}$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 0,035 \cdot 0,030}{0,54 \cdot 0,004} = 1,53 \text{ мин}$$

Дополнительное время приварки определяется по формуле:

$$T_{доп} = \frac{T_o + T_B}{100} \cdot K \quad (3.7)$$

где $K = 8 \dots 10$ % - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного

Для поверхности шлицев:

$$T_{доп} = \frac{0,53 + 4}{100} \cdot 10 = 0,45 \text{ мин}$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{доп} = \frac{(0.53 + 4) \cdot 10}{100} = 0.55 \text{ мин}$$

Для работ средней сложности принимаем $T_{ПЗ} = 20$ мин.

$$T_{оп} = T_o + T_b, \text{ мин} \quad (3.8)$$

Для поверхности шлицев:

$$T_{оп} = 0.53 + 4 = 4.53 \text{ мин}$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{оп} = 1.53 + 4 = 5.53 \text{ мин}$$

Штучное время вычисляем по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}, \quad (3.9)$$

Для поверхности шлицев:

$$T_{шт} = 4.53 + 0.45 = 4.98 \text{ мин}$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{шт} = 5.53 + 0.55 = 6.08 \text{ мин}$$

Полное время на приварку поверхности шлицев и поверхности под подшипник соответственно равняется

$$T_{п} = 4.98 + \frac{20}{12} = 6,6 \text{ мин}$$

$$T_{п} = 6,08 + \frac{20}{12} = 7,7 \text{ мин}$$

Производим шлифование поверхности цапфы под подшипник диаметром 35 мм.

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

Частоту вращения детали определяем по формуле:

$$n = \frac{V_o}{\pi \cdot D}, \quad (3.10)$$

где D – диаметр цапфы, м

$$n = \frac{20}{3,14 \cdot 0,035} = 181,9 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 182 \text{ мин}^{-1}$

Число проходов для снятия припуска находим по формуле:

$$i = \frac{z}{t}, \quad (3.11)$$

где z – припуск на шлифование, мм

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

Принимаем $i = 7$.

Основное время определяем по формуле:

$$T_0' = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{np}} K_3, \quad (3.12)$$

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

$$T_0' = \frac{30 \cdot 7}{182 \cdot 20} \cdot 1,5 = 0,08 \text{ мин.}$$

Полное основное время:

$$T_{01}^1 = 2T_0' = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время берем из:

$$T_{в} = 1,6 \text{ мин.}$$

Дополнительное время на шлифование равняется

$$T_{доп} = (T_{вс} + T_0^1) \cdot 0,07 \text{ мин.} \quad (3.13)$$

$$T_{доп} = (1,6 + 0,16) \cdot 0,07 = 0,12$$

Подготовительно заключительное время $T_{пз} = 18 \text{ мин}$

$$T_0 = 0,16 + 1,6 + 0,12 + \frac{18}{12} = 3,38 \text{ мин.}$$

Шлицешлифовальная операция проходит при следующих режимах обработки: поперечная подача $t = 0,025 \text{ мм}$.

Число проходов для снятия припуска находим по формуле. Припуск на шлифование, для которого

$$z = \frac{(h - h^1)}{2} \quad (3.14)$$

где h – толщина зуба до прохода, мм;

h^1 – толщина зуба после прохода, мм.

$$z = \frac{(8,2 - 8,0)}{2} = 0,1$$

$$i = \frac{0,1}{0,025} = 4$$

Продольная подача определяем по формуле

$$S = (0.6...0.7) \cdot B_K \quad (3.15)$$

где B_K – ширина шлифовального хода, мм; Принимаем $B_K = 8$ мм.

$$S = (0.6...0.7) \cdot 8 = 4,8 \text{ мм.}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 150 \text{ мин}^{-1}$.

Скорость продольного перемещения стола V_{CT} :

$$V_{CT} = \frac{S \cdot n_D}{1000} \quad (3.16)$$

$$V_{CT} = \frac{4,8 \cdot 150}{1000} = 0,72 \text{ м/мин.}$$

Нормы времени определяем по формулам.

$$T_0 = \frac{95 \cdot 7}{150 \cdot 4,8} \cdot 1,5 = 0,92 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T_v = 0,43$ мин.

Дополнительное время на шлифование равняется

$$T_{доп} = (T_{вс} + T_0) \cdot 0,07 = (0,43 + 0,92) \cdot 0,07 = 0,09 \text{ мин.}$$

Подготовительно заключительное время $T_{ПЗ} = 18$ мин.

$$T_0 = 0,92 + 0,43 + 0,09 + \frac{18}{12} = 2,94 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ

4.1 Анализ существующих конструкций

Существует несколько основных методов восстановления шлицевых валов, как было рассмотрено во второй части ВКР. Самым оптимальным оказался способ восстановления шлицев контактной сваркой и давлением.

При этом способе к вершинам шлицев контактной сваркой приваривают присадочный материал (полосу или проволоку) с одновременной осадкой и раздачей шлицев по ширине. Присадочный материал может подаваться из кассеты, находящейся на сварочной машине, или подготавливаться в виде отрезков необходимой длины с предварительной прихваткой их к шлицам в одной или нескольких точках. Осадка и раздача шлицев при сварке компенсирует износ и обеспечивает припуск на последующую обработку.

Шлицевой вал с присадочным материалом закрепляют в установочном приспособлении и пневмоцилиндром прижимают к сварочным роликам. После включения сварочного тока одному из роликов сообщают колебательное движение посредством профильного кулачка.

При сближении роликов происходит осадка нагретых до температуры сварки участков шлицев, контактирующих с роликами, а при разведение роликов на некоторую величину – перемещение вала на 10...15 мм и нагрев следующих участков. Таким образом, происходит наплавка и осадка одновременно двух шлицев по всей их длине. Скорость наплавки двух шлицев на оптимальных режимах составляет 30-50 м/ч. Однако такая установка относительно дорогая, и в настоящее время невыпускается. В ВКР предложено модернизация имеющейся на предприятии установки для электроконтактной приварки метал

					<i>ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Устройство по восстановлению зубчатых колес</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Брюхов М.Е.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Марданов Р.Х.</i>				<i>Казанский ГАУ каф.ТС</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						

Сварочные ролики прижимают с усилием 1,6 кН присадочный материал, находящийся на поверхности шлица. К сварочным роликам подается ток и включается продольная подача суппорта. Шлицы вала наплавляются с диаметрально противоположных сторон. Отключается подача суппорта, сварочные ролики отжимаются и вал поворачивается на определенный угол. Процесс повторяется для следующей пары шлицев.

4.3 Конструктивные расчеты

4.3.1 Расчет крепления зажима сварочного ролика

Крепление зажима сварочного ролика к ползуну осуществляется посредством хомутка через болтовое соединение. Причем болты в соединение поставлены с зазором и на них кроме напряжения растяжения действует изгибающий момент рисунок 4.1.

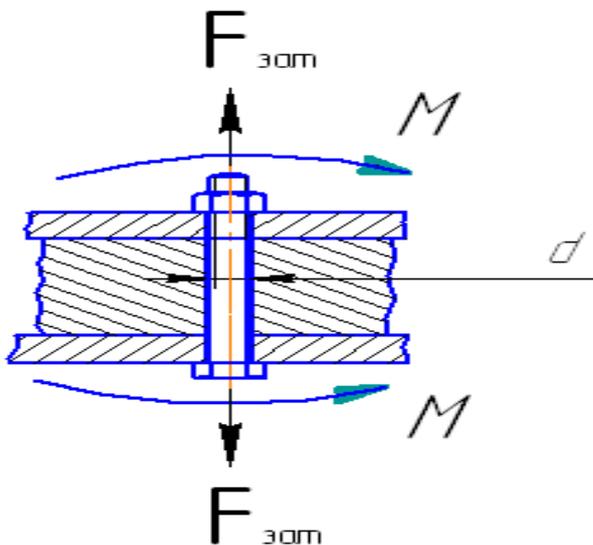


Рисунок 4.1 Расчетная схема резьбового соединения на прочность

Напряжение растяжения в стержне будет следующим:

$$\delta_p = \frac{F_{зат}}{\left(\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}\right)}, \text{ Па} \quad (4.1)$$

где $F_{зат}$ - усилие затяжки болта, $F_{зат} = 3000 \text{ Н}$;

d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

Напряжение изгиба определяем по формуле:

$$\delta_{II} = \frac{M}{W_{II}}, \text{ Па} \quad (4.2)$$

где M – изгибающий момент, действующий на болт, Н·м;

$$M = F_p \cdot l, \text{ Н·м} \quad (4.3)$$

F_p – усилие зажима сварочного ролика, $F_p=800$ Н;

l – плечо, через которое создается изгибающий момент, $l = 65$ мм.

$$M = 800 \cdot 0,065 = 52 \text{ Н·м};$$

W_{II} – момент сопротивления сечения при изгибе, м^3 .

Момент сопротивления для круглого сечения определяем из выражения:

$$W_{II} = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} = 0,1 \cdot d_1^3, \text{ м}^3 \quad (4.4)$$

Уравнение (4.2) принимает вид:

$$\delta_{II} = \frac{M}{\left(\frac{\pi}{4} \cdot d_1^3\right)}, \text{ Па} \quad (4.5)$$

$$\delta_{II} = \frac{52}{\left(\frac{3,14}{4} \cdot 0,008^3\right)} = 101,9 \text{ МПа};$$

$$\delta_p = \frac{3000}{\left(\frac{3,14}{4} \cdot 0,008^2\right)} = 59,7 \text{ МПа};$$

Значение суммарного напряжения определяем по выражению:

$$\delta_{max} = \delta_p + \delta_{II} \leq \sigma_{\text{т}} \quad (4.6)$$

$$\delta_{max} = 101,3 + 59,7 = 161 \text{ МПа};$$

Для стали 45 предел прочности $[\delta] = 610$ МПа. Условие прочности болтов выполняется. Болты выдерживают нагрузку с четырех кратным запасом.

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

4.3.2 Расчет упорной балки на прочность

На упорную балку со стороны штока гидроцилиндра действует усилие, которое создает изгибающий момент. Схематично действующие на балку силы можно показать следующим образом (рисунок 4.2).

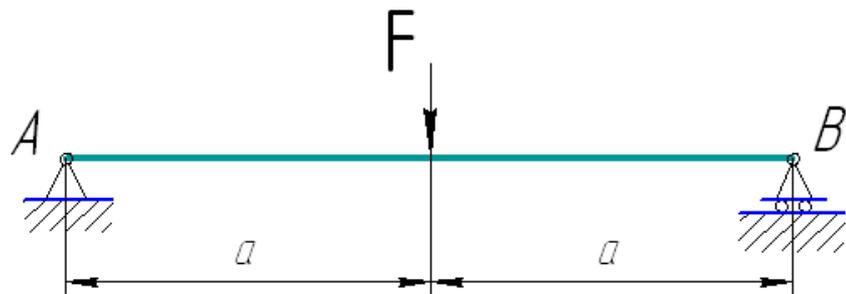


Рисунок 4.2 Схема нагружения балки

Анализ внутренних сил начинаем с определения полной системы внешних сил. В нашем случае необходимо определить реакции опор. Из условия равновесия, рисунок 4.3, определяем реакции. Опоры A и B воспринимают вертикальные нагрузки.

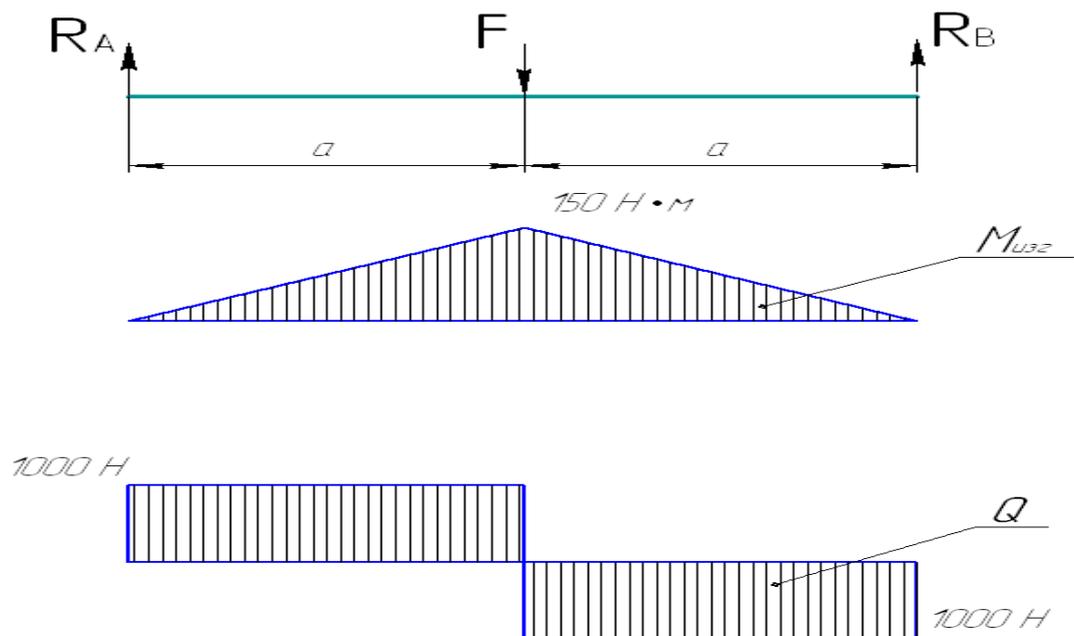


Рисунок 4.3 Эпюры сил действующих на балку

растягивается осевой силой $F_{зат}$, возникающим от затяжки болта, и закручивается моментом сил трения в резьбе T_p .

Напряжение растяжение от силы $F_{зат}$

$$\delta_p = \frac{F_{зат}}{\left(\frac{\pi}{4} \cdot d_1^2\right)} \quad (4.11)$$

Напряжение кручения от момента T_p

$$\tau = \frac{0,5 \cdot F_{зат} \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi)}{(0,2 \cdot d_1^3)} \quad (4.12)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы, $d_2 = 7,3$ мм;

ψ – угол подъема резьбы;

$$\psi = \frac{P}{(\pi \cdot d_2)} \quad (4.13)$$

где P – шаг резьбы, $P = 1,25$ мм.

$$\psi = \frac{1,25}{(3,14 \cdot 7,3)} = 3,12^\circ$$

φ – угол трения в резьбе;

$$\psi = \operatorname{arctg}(1,15 \cdot f) \quad (4.14)$$

где f – коэффициент трения, для стандартной метрической резьбы $f = 0,15$.

$$\psi = \operatorname{arctg}(1,15 \cdot 0,15) = 9,7^\circ$$

Требуемое значение силы затяжки принимаем $F_{зат} = 3000$ Н.

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

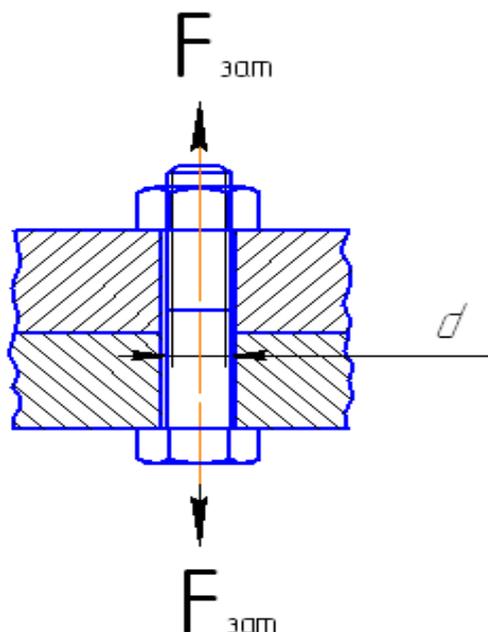


Рисунок 4.4 Расчетная схема резьбового соединения на прочность, без внешней нагрузки

$$\delta_p = \frac{3000}{\left(\frac{3,14}{4} \cdot 0,008^2\right)} = 59,7 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{0,5 \cdot 3000 \cdot 0,0073 \cdot \text{tg}(3,12 + 9,7)}{(0,2 \cdot 0,008^3)} = 24,3 \text{ МПа};$$

Прочность болта определяем по эквивалентному напряжению

$$\delta_{\text{эк}} = \sqrt{\delta_p^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \delta_{\text{т}} \quad (4.15)$$

$$\delta_{\text{эк}} = \sqrt{59,7^2 + 3 \cdot 24,3^2} = 73 \text{ МПа};$$

Предел текучести для Сталь 45 $\delta_{\text{т}} = 610 \text{ МПа}$, болт выдерживает нагрузку с девяти кратным запасом.

4.3.4 Расчет сварного таврового соединения

Хомутик крепления зажима сварочного ролика приварен к ползуну, так что они находятся во взаимно перпендикулярных плоскостях. Это соединение

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

выполнено угловым швом без разделки кромок. Соединение нагружено изгибающим M и крутящим T моментами, рисунок 4.5. Напряжения от момента τ_M распределяются по длине шва аналогично напряжениям δ_M в поперечном сечении балки. Определим изгибающий и крутящие моменты

$$T = F \cdot l_1, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.16)$$

$$M = F \cdot l_2, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.17)$$

где F – усилие зажима сварочного ролика, $F = 1600 \text{ Н}$;

l_1 – плечо через которое создается крутящий момент, $l_1 = 65 \text{ мм}$;

l_2 – плечо через которое создается изгибающий момент, $l_2 = 162 \text{ мм}$.

$$T = 1600 \cdot 0,065 = 104 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M = 1600 \cdot 0,162 = 259,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

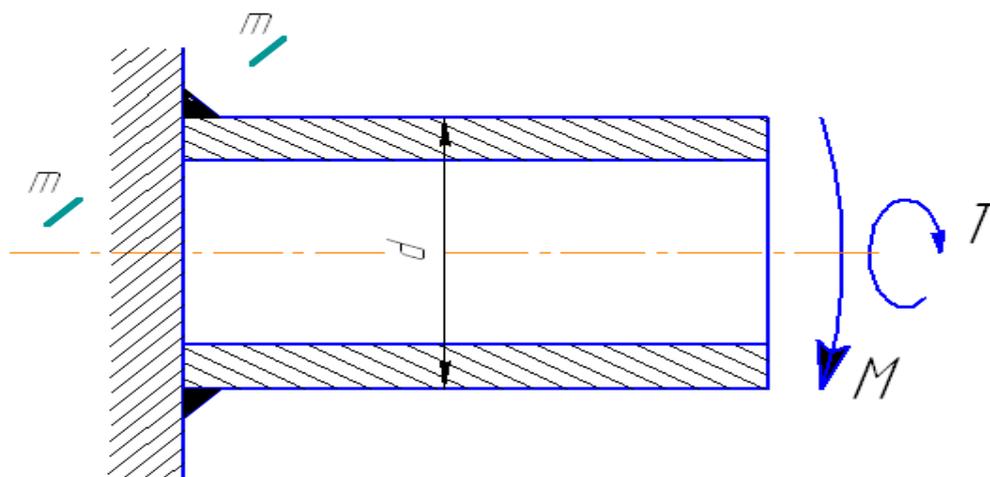


Рисунок 4.5 Схема сварного соединения хомутика с действующими нагрузками

Напряжение от момента τ_M распределяются по длине шва аналогично напряжениям δ в поперечном сечении балки. За расчетное сечение принимаем сечение по биссектрисе $m - m$. Напряжение в шве от крутящего момента

$$\tau_T = \frac{2 \cdot T}{0,7 \cdot k \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ МПа} \quad (4.18)$$

где k – катет сварного шва, мм;

d – диаметр по которому распределен сварной шов, $d = 50 \text{ мм}$.

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

Катет k шва мал в сравнении с d . При этом можно считать, что напряжения τ_T распределены равномерно по кольцевой площадке разрушения шва, равной $0,7k \pi d_{cp}$, а средний диаметр этой площадки

$$d_{cp} = d + 0,7 \cdot k \approx d, \text{ мм} \quad (4.19)$$

$$\tau_T = \frac{2 \cdot 104}{0,7 \cdot 0,008 \cdot 3,14 \cdot 0,050^2} = 4,7 \text{ МПа};$$

Напряжение в шве от изгибающего момента

$$\tau_M = \frac{4 \cdot M}{0,7 \cdot k \cdot \pi \cdot d^2} \quad (4.20)$$

Здесь учтено что для такого сечения момент сопротивления в два раза меньше.

$$\tau_M = \frac{4 \cdot 259,2}{0,7 \cdot 0,008 \cdot 3,14 \cdot 0,050^2} = 23,6 \text{ МПа};$$

Напряжения τ_T и τ_M в сечении $m - m$ взаимно перпендикулярны. Поэтому суммарное напряжение

$$\tau = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_M^2} \leq [\tau], \text{ МПа} \quad (4.21)$$

$$\tau = \sqrt{4,7^2 + 23,6^2} = 24,06 \text{ МПа};$$

Так как нагрузка переменная допускаемые напряжения понижаем умножением на соответствующий коэффициент. Допускаемое напряжение в швах при срезе

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\delta]_p, \text{ МПа} \quad (4.22)$$

где $[\delta]_p$ – допускаемое напряжение на растяжение для материала соединяемых деталей при статических нагрузках;

$$[\delta]_p = \frac{\delta_T}{s}, \text{ МПа} \quad (4.23)$$

где δ_T – предел текучести материала, для стали Ст 3 $\delta_T = 200$ МПа;

s – запас прочности, для металлических конструкций $s = 1,4 \dots 1,6$,

принимаем для расчетов равным 1,5.

$$[\delta]_p = \frac{200}{1,5} = 133,3 \text{ МПа};$$

$$[\tau] = 0,6 \cdot 133,3 = 80 \text{ МПа};$$

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

Условие прочности выполняется, сварной шов выдерживает нагрузку с более чем трех кратным запасом прочности.

4.3.5 Подбор и выбор пневмоцилиндра

Пневмоцилиндр выбираем из условия необходимого усилия на штоке пневмоцилиндра и его габаритных размеров, точнее диаметра цилиндра.

Усилие на штоке определяется с учетом усилия прижатия сварочных электродов необходимого по технологии электроконтактной приварки металлической ленты и силы тяжести, которое необходимо преодолеть для сообщения сварочным роликам движущую силу.

Усилие прижатия сварочных электродов приняли 1600Н.

Сила тяжести узла сварочной головки определяем по формуле:

$$F_{\Sigma} = m_{\Sigma} \cdot g \text{ Н}; \quad (4.24)$$

где m_{Σ} - масса сварочной головки, $m_{\Sigma} = 21,2$ кг;

g – ускорение свободного падения, $g = 9.81$ м/с².

$$F_{\Sigma} = 21,2 \cdot 9,81 = 208 \text{ Н};$$

С учетом силы тяжести узла сварочных роликов и усилия прижатия сварочных роликов определяем усилие на штоке пневмоцилиндра.

$$F_{шт} = (1600 + 208) \cdot 1,1 = 2000 \text{ Н};$$

где 1,1 – коэффициент запаса.

По полученному усилию на штоке пневмоцилиндра, выбираем по справочнику конструктора-машиностроителя пневмоцилиндр марки 7020-0266, первого исполнения, с диаметром цилиндра 125 мм, при усиллии на штоке 2,4 кН.

					ВКР ВЗК.35.16.000.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

5 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Организация безопасности жизнедеятельности

На предприятии должны соблюдаться правила безопасности жизнедеятельности, для этого предусмотрена должность инженера по технике безопасности и отдельный кабинет, где содержится необходимая литература и плакаты. В целом по предприятию предусмотрены следующие мероприятия обеспечивающие безопасность жизнедеятельности: большинство движущихся частей станков и оборудования ограждены специальными кожухами или щитками, станки и оборудование работающие на электричестве – заземлены, все электрические проводки надежно изолированы, доступ к электрическим щиткам имеет только электрик, на комбайнах установлена системы предупреждения сигналом перед пуском двигателя и при заднем ходе, въезд на территорию предприятия постороннего автотранспорта строго запрещен. Освещенность в ремонтной мастерской хорошая но вентиляция на предприятии недостаточная. Необходима реконструкция вентиляционных сетей.

По противопожарным мероприятиям можно сказать следующее: На всех объектах предприятия установлены пенные огнетушители, вся техника также оснащена пенными огнетушителями, очень строго контролирует наличие огнетушителя на комбайнах, между зданиями соблюдаются противопожарные разрывы, на территории предприятия имеется цистерна с водой и артезианская скважина. Вокруг территории предприятия посажены деревья

5.2 Мероприятия по охране окружающей среды

В результате хозяйственной деятельности человека происходит множество негативных процессов, приводящих к загрязнению окружающей среды, истощению природных ресурсов и их разрушению.

Основными источниками загрязнений окружающей среды на предприятии являются:

- выхлопные газы автотранспортных двигателей;
- вещества, выбрасываемые при сварочных, наплавочных и кузнечных работах;
- отработавшие газы котельной установки;
- промышленные отходы;
- горюче-смазочные материалы, сливаемые из систем тракторов и автомобилей.

Для улучшения экологической обстановки необходимо провести следующие мероприятия:

- озеленить территорию, оборудовать газоны, в результате чего, за счет поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет частично компенсироваться вред, нанесенный выхлопными газами;
- установить над наплавочными станками, сварочными постами и пылегазоулавливающие фильтры;
- соорудить очистные сооружения очистки использованной технологической воды и использовать ее повторно; для этих целей необходимо установить грязесборники, отстойники-нейтрализаторы и резервуары оборотной воды;
- отработанные горюче-смазочные материалы нужно собирать в специальные баки емкостью 200 л и затем отправить на переработку, предварительно заключив договор с нефтеперерабатывающими организациями;
- производственные и бытовые отходы собирать в специальных металлических контейнерах и отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья или на свалку.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

6.1 База сравнения

В настоящее время на предприятии шлицевые валы не восстанавливаются из-за непригодности оборудования. В результате внедрения разработанных технических рекомендаций, ожидается что, ресурс восстановленных деталей будет отличаться от ресурса новых не более чем на 20% . Восстановленные детали будут устанавливаться вместо новых. Поэтому за базу сравнения, при подсчете экономической эффективности участка восстановления, принимаем новые детали.

6.2 Расчет себестоимости восстановления

Так как номенклатура восстанавливаемых деталей весьма обширна, то рассчитывать подробно себестоимость восстановления каждой детали номенклатуры не представляется возможным. Поэтому себестоимость восстановленных деталей подсчитываем упрощенным методом. Для этого рассчитаем себестоимость восстановления одной средней сложности деталь, а затем умножим его на годовую программу восстановления всех деталей требующих восстановления.

Рассчитаем себестоимость восстановления зубчатых колес.

Полную себестоимость восстановления детали рассчитываем по формуле, руб.:

$$C_n = C_{пр.н} + C_{р.м} + C_{он} + C_{ох} + C_{вн} , \quad (6.1)$$

где $C_{пр.н}$ - заработная плата производственных рабочих с начислениями, руб.;

$C_{р.м}$ - стоимость ремонтных материалов, руб.;

C_{on}, C_{ox} и C_{en} - соответственно стоимость общепроизводственных, общехозяйственных, и внепроизводственных расходов, руб.

Заработная плата $C_{пр.н}$ складывается из основной $C_{пр}$, дополнительной $C_{доп}$ и начислений по соцстраху $C_{соц}$, т. е., (руб.)

$$C_{пр.н} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (6.2)$$

Основная заработная плата, руб.

$$C_{пр} = T_{шт.к.} \cdot C_ч \cdot K_g, \quad (6.3)$$

где $T_{шт.к.}$ - штучно-калькуляционное время, ч.;

$C_ч$ - ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду (устанавливаем по маршрутной карте), руб./ч.;

K_g - коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате, равный 1,025...1,03.

Значение $T_{шт.к.}$ находим по формуле, мин.

$$T_{шт.к.} = \Sigma T_{н.з} / n + \Sigma T_{шт}, \quad (6.4)$$

где $T_{н.з}$ - подготовительно-заключительное время, определяется суммированием $t_{н.з}$ по всем операциям маршрутной карты, ч.;

$T_{шт}$ - штучное время, то есть полное время для выполнения всех операций техпроцесса (устанавливаем по маршрутной карте), ч.;

n - число деталей в партии.

$$T_{шт.к.} = \frac{1,6}{121} + 1,12 = 1,25 \text{ ч}$$

$C_ч = 35 \text{ руб/ч}$, принимаем по 5 разряду тарифной сетки, установленной на предприятии /3/.

$$C_{пр} = 1,25 \cdot 35 \cdot 1,03 = 45 \text{ руб}$$

Дополнительная заработная плата, руб.

$$C_{дон} = \frac{12C_{np}}{100}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$C_{дон} = \frac{12 \cdot 45}{100} = 5,4 \text{ руб.}$$

Начисление по социальному страхованию, руб.

$$C_{соц} = \frac{R_{соц}(C_{np} + C_{дон})}{100} \quad (6.6)$$

Заработная плата по восстановлению деталей, руб.

$$C_{np.n} = 45 + 5,4 + 13,6 = 64$$

Стоимость ремонтных материалов определяем исходя из доли заработной плате $Kc_{np.n}$ и доли стоимости материалов K_m (руб.):

$$C_{p.m.} = \frac{Kc_{p.m.}}{Kc_{np.n}} \cdot C_{np.n}, \quad (6.7)$$

где $Kc_{p.m.} = 0,25 - 0,35$; $Kc_{np.n} = 0,65 - 0,75$

$$C_{p.m.} = \frac{0,7}{0,3} \cdot 64 = 149,3 \text{ руб.}$$

Зная процент общепроизводственных $R_{он=} = 110\%$, общехозяйственных $R_{ох} = 50\%$ и внепроизводственных накладных расходов $R_{ен} = 7\%$, устанавливаем их стоимость, руб.

$$C_{он} = C_{np} R_{он} / 100 = 45 \cdot 110 / 100 = 49,5, \quad (6.8)$$

$$C_{ох} = C_{np} R_{ох} / 100 = 45 \cdot 50 / 100 = 22,5, \quad (6.9)$$

$$C_{ен} = C_{np} R_{ен} / 100 = 45 \cdot 7 / 100 = 3,15, \quad (6.10)$$

Полная себестоимость восстановления детали:

$$C_n = 64 + 149,3 + 49,5 + 22,5 + 3,15 = 288,5 \text{ руб.}$$

6.3 Расчет стоимости изготовления узла подачи сварочных роликов

Цеховые затраты на изготовление конструкции узла подачи сварочных роликов (руб.) подсчитаем по формуле:

$$C_{ц.кон} = C_{о.д.} + C_{н.д.} + C_{сб.н} + C_{он} \quad , \quad (6.11)$$

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

$C_{н.д.}$ - цены покупных деталей, изделий, агрегатов, руб;

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

$C_{он}$ - общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление или модернизацию конструкции, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.

$$C_{о.д.} = C_{нр.н} + C_{м} \quad , \quad (6.12)$$

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

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

Полная заработная плата, руб.:

$$C_{нр.н} = C_{нр} + C_{д} + C_{соц.} \quad , \quad (6.13)$$

где $C_{нр}$ и $C_{д}$ - основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$C_{соц.}$ - начисления по социальному страхованию.

Основная заработная плата производственных рабочих, руб.

$$C_{нр} = t_{ср} \cdot C_{ч} \cdot K_{д} \quad (6.14)$$

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

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

K_{∂} - коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, равный 1,025...1,030.

Средняя трудоемкость изготовления отдельных оригинальных деталей (зажим сварочного ролика, ось крепления, ползун и балка упорная), выбираем

$$t_{cp} = 4 + 4 + 4 + 4,8 = 18,4 \text{ чел./ч.}$$

тогда $C_{np} = 18,4 \cdot 35 \cdot 1,030 = 663,3$ руб.

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\partial} = \frac{12C_{np}}{100} = \frac{12 \cdot 663,3}{100} = 79,6 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию, руб.:

$$C_{соц} = R_{соц} (C_{np} + C_{\partial}) / 100 \quad (6.15)$$

$$R_{соц} = 27 \% \quad C_{соц} = \frac{27(663,3 + 79,6)}{100} = 200,6 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

$$C_{м.з.} = C_3 \cdot Q_3 \quad (6.16)$$

где C_3 - цена килограмма материала заготовки, руб.;

Q_3 - масса заготовки, кг.

$$C_{м.з.} = (120 \cdot 12,5) + (14 \cdot 21,2) + (14 \cdot 1,2) + (14 \cdot 5,6) = 1952,6 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата, руб.:

$$C_{np.n} = 663,3 + 79,6 + 200,6 = 943,5 \text{ руб}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.:

$$C_{o.g} = 943,5 + 1952,6 = 2896,1 \text{ руб}$$

Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, составит (руб.):

$$C_{сб.н.} = C_{сб} + C_{\partial.сб} + C_{соц.сб} \quad (6.17)$$

где $C_{сб}$ и $C_{\partial.сб}$ - основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке;

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

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, рассчитываем по формуле (руб.):

$$C_{сб} = T_{сб} C_{ч} K_g, \quad (6.18)$$

где $T_{сб}$ - нормативная трудоемкость сборки конструкции, чел./ч., которую находим по выражению:

Трудоемкость сборки конструкции принимаем 8 ч, равным продолжительности одной рабочей смены. Тогда:

$$C_{сб} = 8 \cdot 35 \cdot 1,030 = 288,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата, руб.:

$$C_{г.сб} = \frac{12C_{сб}}{100} = \frac{12 \cdot 288,4}{100} = 34.$$

Начисления по соцстраху, руб.:

$$C_{соц.сб} = R_{соц} (C_{сб} + C_{г.сб}) / 100, \quad (6.19)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{27(288,4 + 34)}{100} = 87 \text{ руб}$$

Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.:

$$C_{сб.н} = 288 + 34 + 87 = 409 \text{ руб}$$

Общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

$$C_{он} = C_{нр}^1 R_{он} / 100, \quad (6.20)$$

где $C_{нр}^1$ - основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$$C_{нр}^1 = C_{нр} + C_{сб}, \quad (6.21)$$

$R_{он}$ - процент общепроизводственных расходов.

$$C_{нр} = 663,3 + 288 = 951,3 \text{ руб}$$

$$C_{он} = \frac{951,3 \cdot 110}{100} = 1046,4 \text{ руб}$$

Стоимость покупных деталей состоит из цены пневмоцилиндров, и крепежных элементов:

$$C_{п.д.} = 1600 + 500 = 2100 \text{ руб}$$

Цеховые затраты на изготовление конструкции, руб.:

$$C_{ц.кон} = 2896,1 + 409 + 1046,4 + 2100 = 6451,5 \text{ руб.}$$

Таким образом, себестоимость изготовления узла подачи сварочных роликов составит ориентировочно 6451,5 руб.

6.4 Абсолютные технико-экономические показатели производственного участка

Стоимость основных производственных фондов нового участка, руб.:

$$C_o = C_{зд} + C_{об} + C_{н.и} , \quad (6.22)$$

где $C_{зд}$ и $C_{об}$ - стоимость производственного здания и установленного оборудования, руб.;

$C_{н.и}$ - стоимость приборов, приспособлений, инструментов, инвентаря, штучная (оптовая) цена которых превышает 100 руб. и без ограничения срока службы.

Стоимость производственного здания, руб.:

$$C_{зд} = C_{зд}^1 \cdot F_n , \quad (6.23)$$

где $C_{зд}^1$ - остаточная стоимость 1 м^2 производственной площади ремонтного предприятия (руб./ м^2), определяем из анализа производственной деятельности предприятия;

F_n - производственная площадь, м^2

$$C_{зд}^1 = 5598 \text{ руб./}\text{м}^2$$

$$C_{з\delta} = 5598 \cdot 144 = 806112 \text{ руб.}$$

Стоимость установленного оборудования, руб.

$$C_{об} = 6451,5 \text{ руб.}$$

Стоимость приборов, приспособлений, инструмента и инвентаря, руб.

$$C_{n.u} = C_{n.u}^1 \cdot F_n, \quad (6.24)$$

где $C_{n.u}^1$ - удельная стоимость приборов, приспособлений, инструмента, руб./м².

$$C_{n.u}^1 = 180,$$

$$C_{n.u}^1 = 180 \cdot 144 = 25920 \text{ руб.}$$

$$C_o = 806112 + 6451,5 + 25920 = 838493,5 \text{ руб.}$$

Валовая (товарная) продукция, руб.:

$$B_n = N_{np} \cdot C_{o.ц}, \quad (6.25)$$

где N_{np} - годовая производственная программа проектируемого ремонтного участка в приведенных единицах, шт.;

$$N_{np} = 363 \text{ приведенных деталей}$$

$C_{o.ц}$ - отпускная цена изделия, руб.

Отпускную цену изделия принимаем в размере 70% от стоимости новой детали. Стоимость нового вала муфты сцепления СМД-31 составляет 1550 руб, тогда:

$$C_{o.ц} = 0,7 \cdot 1550 = 1085 \text{ руб}$$

$$B_n = 363 \cdot 1085 = 393855 \text{ руб.}$$

Плановая прибыль предприятия, руб.:

$$П_{\delta} = (C_{o.ц} - C_{II}) \cdot N_{np} \quad (6.26)$$

$$П_{\delta} = (1085 - 288,5) \cdot 363 = 289129 \text{ руб.}$$

6.5 Удельные технико-экономические показатели производственного участка

Уровень рентабельности продукции определяем по формуле:

$$П_T = \frac{C_{o.ч} - C_{п.}}{C_{п.}} \cdot 100 \quad (6.27)$$

$$П_T = \frac{1085 - 288.5}{288.5} \cdot 100 = 276 \%$$

Эффективность использования живого труда устанавливают расчетом производительности труда на одного рабочего, руб./раб:

$$П_T = \frac{B_{п.}}{P_{cp}}, \text{руб} \quad (6.28)$$

$$П_T = \frac{393855}{4} = 98463,7 \text{ руб}$$

где P_{cp} - среднесписочное число работающих, чел.:

Использование производственных площадей или выпуск продукции с единицы площади, руб./м²:

$$K_h = \frac{B_n}{F_n} \quad (6.29)$$

$$K_h = \frac{B_n}{F_n} = \frac{393855}{144} = 2735,1$$

Фондовооруженность – степень оснащенности труда персонала предприятия, руб./раб:

$$K_B = \frac{C_o}{R_{cp}} \quad (6.30)$$

$$K_B = \frac{838493,5}{4} = 209623$$

Фондоотдача – выпуск валовой продукции на 1 руб. основных производственных фондов, руб./руб.

$$K_{\phi} = \frac{B_n}{C_o} \quad (6.31)$$

$$K_{\phi} = \frac{393855}{838493,5} = 0,47$$

Срок окупаемости капитальных вложений, лет.

$$Q_z = \frac{K}{\Pi_0} \quad (6.32)$$

$$Q_z = \frac{838493,5}{289129} = 2,9$$

где K - капитальные вложения или стоимость основных производственных фондов, руб.;

Таким образом, срок окупаемости капитальных вложений на организацию участка восстановления деталей составит 2,9 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основную долю себестоимости производства, составляет расходы на новые запасные части и узлы. По этому организация восстановления изношенных деталей позволяет существенно снизить затраты на ремонт, значительно уменьшить дефицит новых запасных частей.

Расчеты показали, что организовать участок восстановления изношенных деталей приваркой композиционных материалов, экономически целесообразно, но все-таки наблюдается недогруженность оборудования, поэтому есть смысл восстанавливать на участке для других хозяйств и предприятий в небольшом объеме.

Применяемые способы восстановления деталей машин являются современными и прогрессивными. Внедрение восстановления зубчатых шестерен позволяет получить существенную прибыль в размере 289 тыс.руб. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Певзнер Я. Д. Организация ремонта машин в сельском хозяйстве. –Л.: «Колос», 1970. 400 стр. с илл.
2. Курчаткин В. В., Тельнов Н. Ф., Ачкасов К.А., и др.; Под ред. Курчаткина В. В.. Надежность и ремонт машин –М.:Колос, 200. -776с.:ил.
3. Серый И.С. Смелов А.П. и др. Курсовое дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184с.
4. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий.2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 352с.
5. Черноиванов В. И., Бледных В.В., Северный А. Э. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / Под ред. В.И. Черноиванова.– Москва -Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. 992 с.
6. Воловик Е. Л. Справочник по восстановлению деталей.– М.: Колос, 1981. -351 с., ил.
7. Кондратьев Е. Т., Кондратьев В. Е. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин.- М.: Агропромиздат, 1989.- 95 с.: ил.
8. Молоков Б. М. Организация восстановления деталей машин в сельском хозяйстве.- М.: Колос, 1979.- 192с.,
9. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Ред. совет: Б. Н. Вардашкин (пред.) и др. –М.: Машиностроение, 1984-Т. 1 / Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Ред. совет: Вардашкин Б. Н. (пред.) и др. –М.: Машиностроение, 1984-Т. 2 / Под ред. Вардашкина Б. Н., Данилевского В. В. 1984. 656 с., ил.

11. Авдеев М.В. и др. Технология ремонта машин и оборудования / Авдеев М.В., Воловик Е.Л., Ульман И.Е.. – М.: Агропромиздат, 1986.-247 с.:ил.
12. Левитский И.С. Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных ремонтных предприятий. – М.: Колос, 1977. – 158с.
13. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей. М., Россельхозиздат, 1978. 269 с., ил.
14. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники. Справочник. С. С Черепанов, А.А. Афанасев, И. И. Мочалов и др.; под ред. Д-ра техн. Наук С. С. Черепанова.- М.: Колос, 1981, 256 с. ил.
15. Солуянов П. В. И др. Охрана труда. М.: Колос, 1977. -336 с., ил.
16. Луковников А. В., Шкрабак В. С. Охрана труда: Учебник для вузов.- 6-е изд., перераб. И доп.- М.: Агропромиздат. 1991.-319 с.: ил.
17. Зотов Б. И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.- М.: Колос, 2000.- 424 с.: ил.
18. Некрасов С.С. Обработка металлов резанием.- М.: Колос, 1997.- 320 с.: ил.
19. Чернилевский Д.В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2001. – 560 с.
20. Иванов М.Н. Детали машин: Учебное пособие для студентов вузов – 6-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 1998. – 383с.
21. Типовые нормы времени на восстановление изношенных деталей. – М.: ГОСНИТИ, 1984. – 234 с.
22. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учеб. для немаш. спец. вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш.шк., 1998. – 365 с.: ил.
23. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных учебных заведений. – 2-е изд., доп. И перераб. – М.: Машиностроение, 1981. – 303 с.

24. 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.

25. Адигамов Н. Р., Гималтдинов И. Х. Методическое указание по выполнению ВКР. Профиль «Технический сервис в АПК». – Казань: Издательство КГАУ, 2016.

ПРИЛОЖЕНИЯ