

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

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

Тема: Проект цеха по ремонту ходовой части с разработкой дозатора для наплавки под слоем флюса.

Шифр ВКР 35.03.06.258.17.ДДН.00.00.00.ПЗ

Студент _____ Леонов А.А.
подпись _____ Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____ Вагизов Т.Н.
подпись _____ Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 2017 г.)

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

Казань – 2017 г.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Леонова А. А. на тему «Проект цеха по ремонту ходовой части с разработкой дозатора для наплавки под слоем флюса».

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

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает __ рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит __ наименований.

В первом разделе дан анализ работы ходовой части тракторов ДТ - 75М и анализ существующих конструкций дозатора для наплавки под слоем флюса .

Во втором разделе разработан цех по ремонту ходовой части тракторов.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления опорного катка трактора ДТ-75М, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления опорного катка.

В четвертом разделе разработан дозатор для наплавки под слоем флюса.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитаны экономическое обоснование дозатора.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ТРАКТОРОВ ДТ - 75М И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДОЗАТОРА ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА.....	
1.1 Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы.....	
1.2 Разработка структурной схемы разборки и сборки кареток	
1.3 Анализ конструкций дозатора для наплавки под слоем флюса.....	
1.3.1 Обоснование необходимости разработки конструкции	
1.4 Анализ существующих конструкций.....	
2 ПРОЕКТ ЦЕХА ПО РЕМОНТУ ХОДОВОЙ ЧАСТИ	
2.1 Обоснование производственной программы мастерской по ремонту ходовой части	
2.2 Выбор режима работы и расчет фондов времени участка	
2.3 Организация ремонта ходовой части.....	
2.4 Определение численности рабочих	
2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования.....	
2.6 Расчет производственных площадей	
2.7 Общая компоновка участка.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОПОРНОГО КАТКА ТРАКТОРА ДТ- 75М.....	
3.1 Возможные дефекты ходовой части гусеничных тракторов.....	
3.2 Выбор рационального способа восстановления опорных катков.....	
3.2.1 Анализ способов восстановления опорных катков по различным критериям.....	
3.3 Разработка маршрутной карты восстановления опорных катков ДТ- 75М	
3.4 Разработка операционной технологии.....	

3.4.1 Расчет режимов на автоматическую наплавку при восстановлении опорного катка.....	
3.4.2 Расчет режимов на точение при восстановлении опорного катка...	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДОЗАТОРА ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА	
4.1 Устройство и принцип работы установки для наплавки под слоем флюса.....	
4.2 Конструктивные расчеты установки для наплавки под слоем флюса.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....	
5.2 Расчет заземления	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
6.1 Экономическое обоснование дозатора для наплавки под слоем флюса.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

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.

На производительность труда значительное влияние оказывают: объём производства, расширение номенклатуры, концентрация ремонта в наиболее оснащённых цехах, применение новой техники и прогрессивных методов ремонта, внедрение новейших методов планирования и управления, научная организации труда, материальное и моральное стимулирование работников, совмещение профессий, повышение специальной и общеобразовательной подготовки кадров.

Для рациональной организации труда существует техническое нормирование. Технически обоснованные нормы способствуют росту производительности труда, вызывают стремление к более высоким результатам.

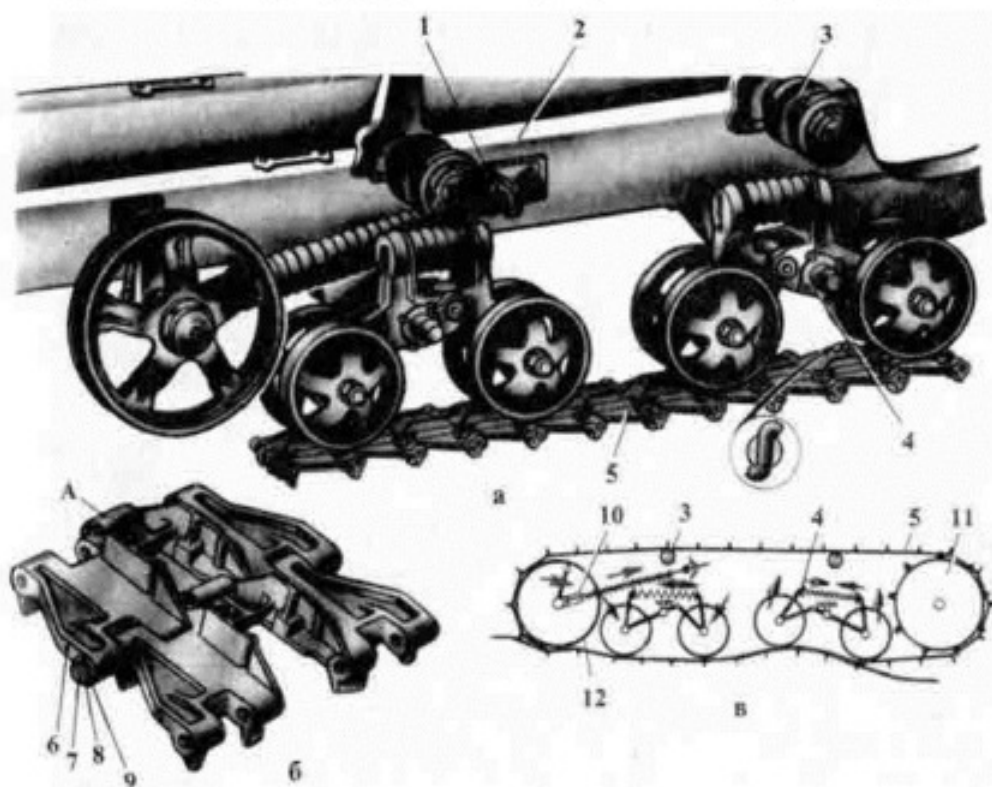
В ВКР освещены мероприятия по обеспечению безопасности проекта, а также определены технико-экономические показатели.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ТРАКТОРОВ ДТ - 75М И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДОЗАТОРА ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

1.1 Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы

Ходовая часть трактора ДТ-75 служит для преобразования вращательного движения зубчатого ведущего колеса конечной передачи в поступательное движение трактора. Вместе с тем она является опорой для корпуса трактора и обеспечивает необходимое сцепление его с почвой.

Ходовая часть трактора ДТ-75 состоит из подвески, направляющих колес с пружинными амортизаторами, поддерживающих роликов и гусениц ДТ-75.



а — устройство; б — звенья гусеницы; в — схема; 1 — регулировочная гайка натяжного механизма; 2 — рама; 3 — поддерживающий ролик; 4 — балансир; 5 — гусеничная цепь; 6 — звено; 7 — палец; 8 — шайба; 9 — шплинт; 10 — натяжной механизм; 11 — ведущая звездочка; 12 — направляющее колесо;

Рисунок 1.1 - Общая схема ходовой ДТ-75.

Каретка ДТ-75 представляет собой тележку, состоящую из двух балансиров, внешнего и внутреннего. Балансиры шарнирно соединяются друг с другом при помощи оси качания. На нижних концах балансиров укреплены попарно опорные катки. А сверху балансиры распираются цилиндрической пружиной-рессорой.

Внешний балансир ДТ-75 свободно насаживает на цапфу поперечного бруса рамы. Каретка подвески ДТ-75 удерживается от смещения во внешнюю сторону трактора на цапфе.

От перемещения по цапфе внутрь трактора каретка ДТ-75 удерживается крышкой, прикрепленной к внешнему балансиру. Для предотвращения вытекания смазки и ее загрязнения к внешнему балансиру крепится корпус уплотнения.

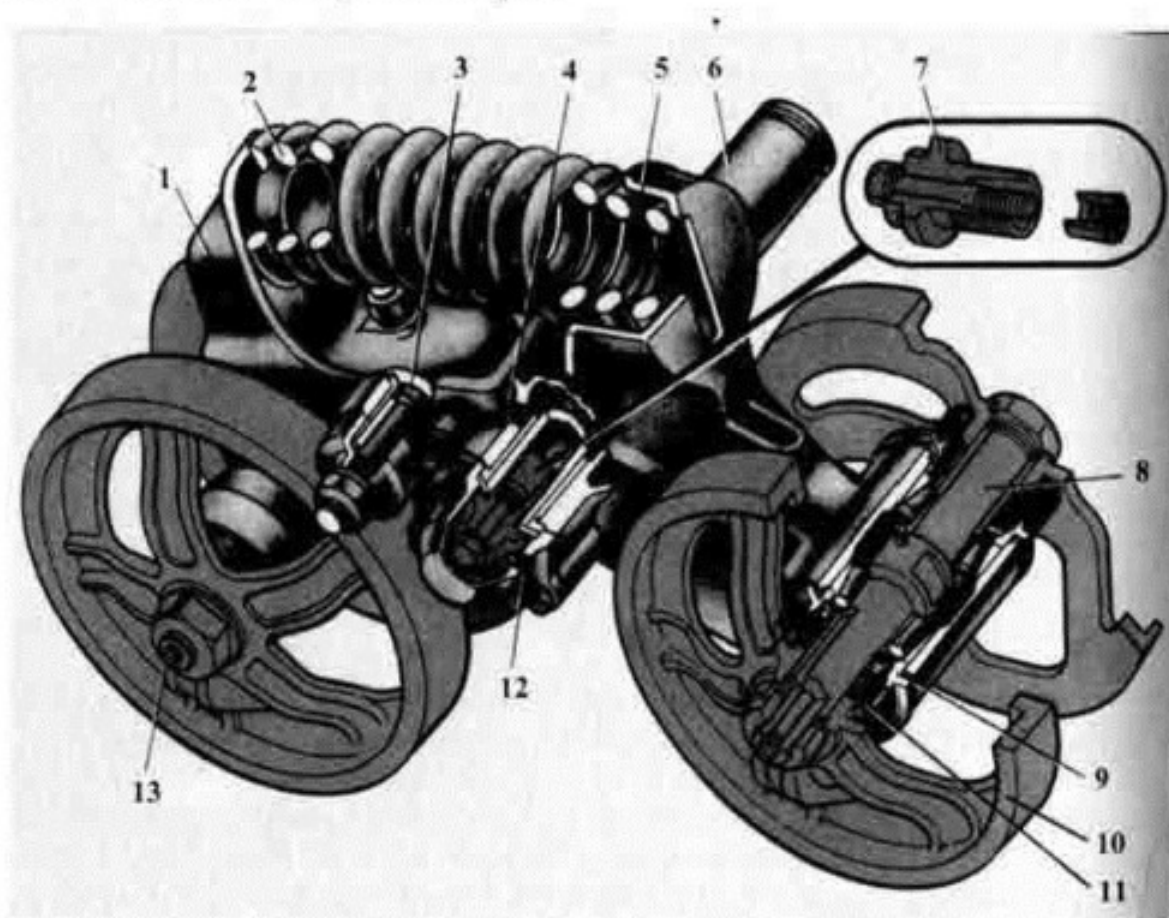
Неподвижность соединения оси качания с внутренним балансиром обеспечивается сборным клином, состоящим из разрезной втулки, круглого конического клина с резьбовым хвостовиком и глухой гайкой.

В нижней части балансиры имеют головку, в расточку которой на роликовых конических подшипниках устанавливается ось катков. На оси напрессовываются стальные опорные катки, закрепленные на оси гайкой и призматической шпонкой. Вытекание смазки и попадание в нее посторонних примесей предотвращается уплотнением на ступице опорного катка. Для защиты от грязи узел защищен дополнительным лабиринтом.

Детали ходовой части тракторов ДТ- 75М работают в абразивной среде при сухом трении и воспринимают значительные динамические нагрузки, их износ часто составляет десятки миллиметров. Повышенное абразивное изнашивание имеет место при контакте рабочих органов непосредственно с почвой, с остатками растительной массы в неподвижных сопряжениях и при контакте поверхностей подвижных сопряжений с мельчайшими частицами органического и неорганического происхождения. Так же агрессивная абразивная среда влияет на характер износа и его интенсивность. Каретки подвески трактора ДТ- 75 состоят из двух одинаковых балансиров, установленных на цапфах.

В отверстие балансиров запрессованы стальные втулки, от осевого перемещения балансир удерживается шайбой, закреплённой на торце цапфы,

которая входит в кольцевой паз, образованный внешним торцом балансира и крышкой. Трущиеся поверхности цапф смазываются маслом, заливаемым через отверстие в крышке, для предотвращения вытекания смазки с внутренней стороны каретки установлено торцевое уплотнение, унифицированное с уплотнением опорных катков. В ступице балансиров на двух конических подшипниках вращается ось опорных катков, катки закреплены на оси шпонками и гайками. Необходимо своевременно проверять уровень масла в каретке подвески и в полостях цапф балансиров.



1,5- внутренний и внешний балансиры; 2 - пружина; 3,8- оси балансиров и катков; 4, 12 - пробки маслозаливного и контрольного отверстий; 6 - цапфа; 7 - цанговая гайка; 9 - регулировочные прокладки; 10 - каток; 11 - уплотнительное устройство; 13 - пробка

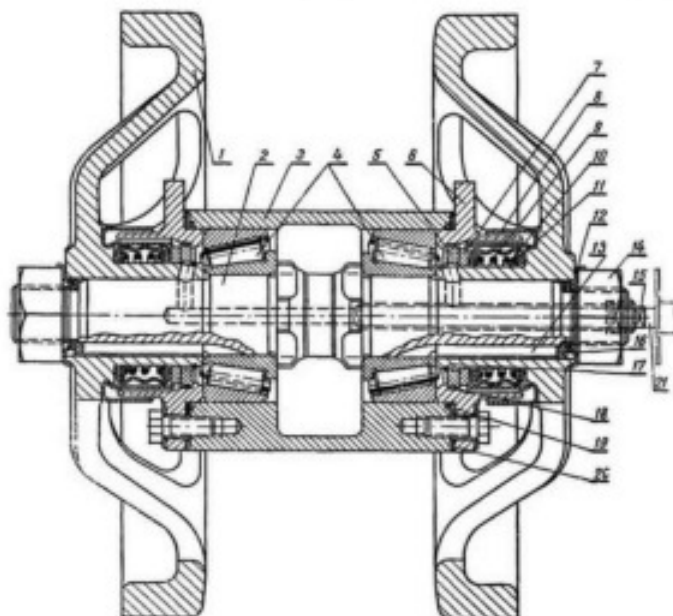
Рисунок 1.2 - Каретка трактора ДТ-75М.

Масло заправляется нагнетателем до полного выхода воздуха из внутренних полостей и появления его из зазора между наконечником маслонагнетателя и стенкой канала. Материал опорного катка Сталь 45Л-1 твёрдость поверхностей

НВ 444. Опорный каток выбраковывают при изломе более двух спиц, одновременном износе обода до толщины менее 10,0 мм и поверхности отверстия под ось до диаметра более 42,10 мм, а так же при наличии двух трещин на ободе, трещины на двух спицах или одной трещине на ободе и на одной спице.

1.2 Разработка структурной схемы разборки и сборки кареток

Каретки тракторов ДТ-75 устанавливают в удобное положение и начинают разборку со сжатия и снятия рессорных пружин, используя приспособления. Затем снимают катки и остальные детали, применяя съёмники, прессы и прочее.



1- стальные опорные катки, 2- ось катков, 3 - цапфа, 4 - конические подшипники 5 - металлическое круглое кольцо, 6 - корпус, 7 - малое металлическое кольцо уплотнения, 8 - двустенный колпак, 9 - пружина, 10 - чехол, 11 - нажимные металлические шайбы, 12 - отгибная шайба, 13- призматическая шпонка, 14- гайка оси катка, 15 - пробка, 16 - уплотнительное кольцо, 17 - стопорное кольцо, 18 - резиновое кольцо, 19 - резиновые кольца, 20 - прокладка.

Рисунок 1.3 - Опорный каток ДТ-75М в сборе.

При сборке опорных катков, поддерживающих роликов и направляющих колёс регулируют их продольный разбег на оси либо зазор в конических роликовых подшипниках. Для регулировки ставят прокладку (направляющее

колесо и опорный каток трактора ДТ-75) либо вращают регулировочную гайку на оси (направляющее колесо ДТ-75).

В нижней части балансиры имеют развитую головку, в расточку которой на роликовых конических подшипниках установлена ось катков. Она удерживается внутри балансиров от осевого смещения коническими подшипниками, нижние кольца которых упираются в бурты, штампованные в средней части оси.

Наружные кольца подшипников поджимаются корпусами уплотнений, привернутыми четырьмя болтами в балансирах.

Уменьшать или увеличивать количество регулировочных прокладок необходимо одновременно и равномерно с обеих сторон головки балансира.

Для удобства сборки и устранения заворачивания концов резинового чехла его собирают с пружиной уплотнения и шайбами отдельно до установки в каток. Пружину уплотнения предварительно сжимают до высоты 27,5 мм и связывают в двух местах нитками.

При сборке и установке опорных катков ДТ-75 нужно тщательно следить за тем, чтобы поверхности колец были чистыми и покрыты тонким слоем смазки, так как даже мелкие частицы пыли способствуют неплотному прилеганию колец и появлению на них задиров, что вызывает течь масла.

Два отверстия в оси и отверстия в ступицах опорных катков соединяют центральный канал через сепараторы конических подшипников с внутренней полостью головки балансира.

Масло подается нагнетателем, наконечник которого вставляется в центральный канал до упора в уступ, расположенный за первым радиальным отверстием. Под давлением масло поступает по центральному каналу до второго радиального отверстия и через него во внутреннюю полость головки балансира. Вытесняемый воздух и старая смазка выходят наружу через первое радиальное отверстие и зазор между наконечником нагнетателя и внутренними стенками центрального канала.

Детали конических роликовых подшипников воспринимают большую нагрузку, поэтому неправильная или несвоевременная их регулировка, а также

недостаточное количество смазки или плохое ее качество могут снизить работоспособность и долговечность узла.

Для разборки и сборки применяются оборудования и инструменты: гайковерты; динамометрический ключ, съемник подшипника.

1.3 Анализ конструкций дозатора для наплавки под слоем флюса

1.3.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

В процессе эксплуатации гусеничных тракторов из всего многообразия возможных дефектов в большинстве случаев определяющим ресурс ходовой части является износ опорных катков. Опорные катки и их подшипники изнашиваются вследствие воздействия на них физических, химических и других факторов.

В ЦРМ опорные катки ремонтируют заменой на новые. Существенный недостаток этого метода является то, что после износа опорного катка их выбраковывают. Но их ресурс еще неисчерпан и можно его восстановить.

В 3 разделе дипломного проекта мы установили, что наиболее рациональным способом восстановления опорных катков является автоматическая наплавка под слоем флюса.

Преимуществом способа наплавки в среде под слоем флюса является высокая производительность, не уступающая сварке или наплавке под слоем шлака; наплавку можно вести в любом пространственном положении; отсутствие флюса после его уборки со шва упрощает ведение процесса; можно получать наплавленный слой наибольшей толщины.

Поэтому целесообразно разработать установку для наплавки в среде под слоем флюса на базе существующего в ЦРМ станков. В данном случае это наплавочная головка А-580 и токарный станок 1К62.

1.4 Анализ существующих конструкций

На чертеже приведены конструкции существующих флюсовых аппаратов.

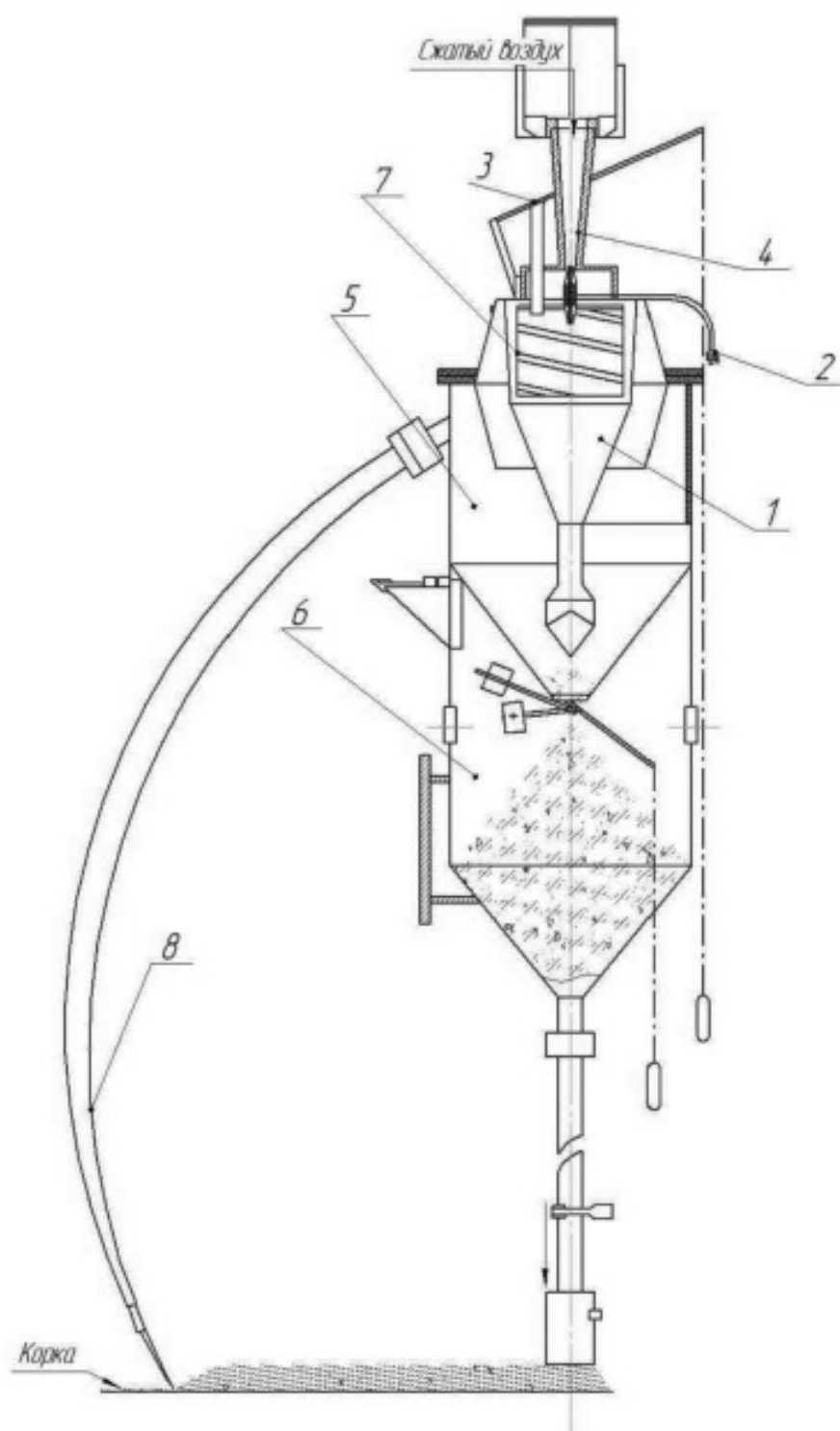
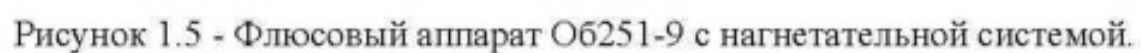
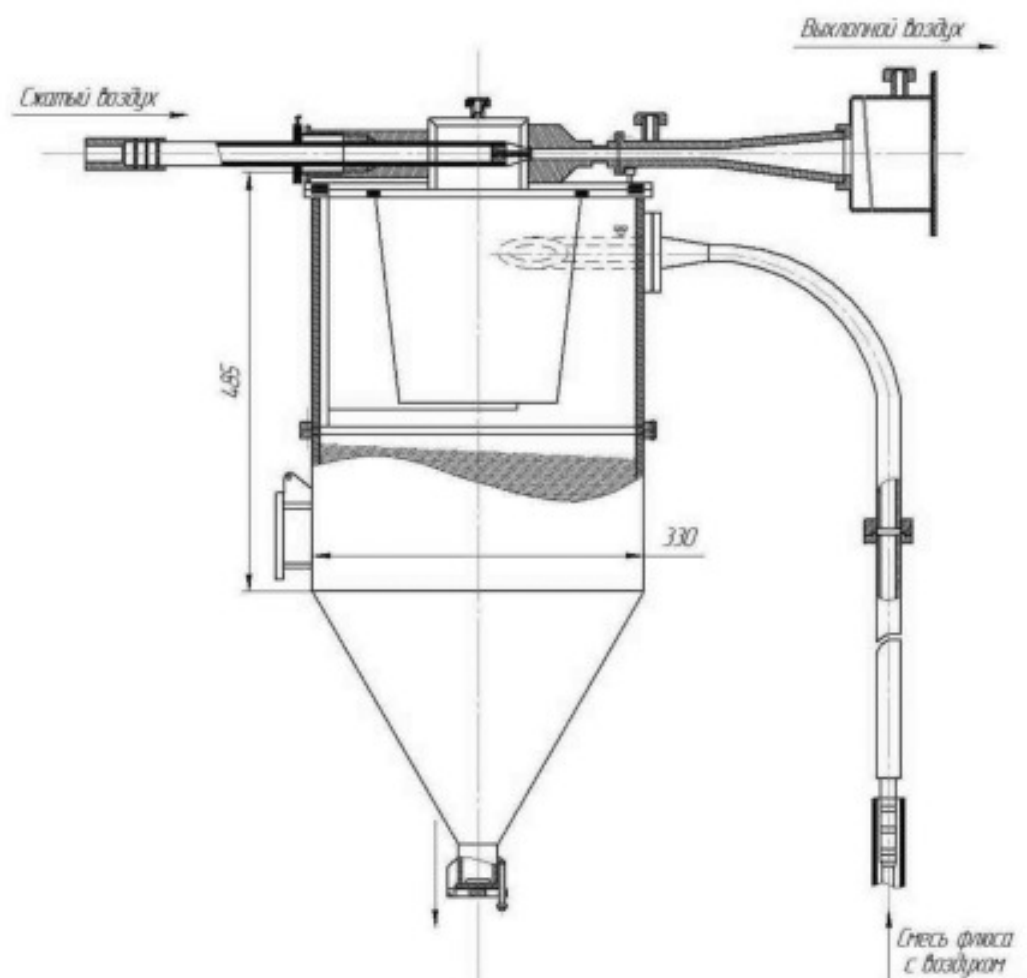


Рисунок 1.4 - Флюсовый аппарат всасывающей системы с горизонтально расположенным эжектором.





1 - пылеотделитель, 2, 3 - встряхивающее устройство, 4 - эжектор, 5 - верхняя камера, 6 - нижняя камера, 7 - фильтр, 8 - всасывающая труба.

Рисунок 1.6 - Флюсовый аппарат А 361 смешанной системы.

Одним из существенных недостатков этих флюсовых аппаратов заключается в том, что нельзя было дозировать подачу флюса. А это создает излишний расход флюса из-за этого происходят большие потери.

В условиях ЦРМ целесообразно изготовить дозатор, состоящее из задвижки, ручки, пружины и винта. Это устройство проста в применении и значительно сокращает время для фиксации и дозировки при подачи флюса. А также установить всасывающую систему в новый модернизированный бункер с дозатором.

2 ПРОЕКТ ЦЕХА ПО РЕМОНТУ ХОДОВОЙ ЧАСТИ

2.1 Обоснование производственной программы мастерской по ремонту ходовой части

Количество тракторов и автомобилей, подлежащих капитальному ремонту вычисляем по формуле:

$$N_{\text{КР}} = W_{\Gamma} * n / M_{\text{КР}}, \text{ шт.} \quad (2.1)$$

где W_{Γ} – среднегодовая плановая наработка для машин данной марки, у. э. га., тыс. км. пробега;

n – число машин данной марки, шт;

$M_{\text{КР}}$ – периодичность капитальных ремонтов, у. э. га., тыс. км. пробега.

$$N_{\text{КР Т-150}} = 6450 * 3 / 9430 = 2,05 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР Т-150}} = 2 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР ДТ-75}} = 4550 * 3 / 5800 = 2,35 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР ДТ-75}} = 2 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР Т-4А}} = 3400 * 2 / 6690 = 1,01 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР Т-4А}} = 1 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР МТЗ-80/82}} = 3240 * 4 / 4480 = 2,9 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР МТЗ-80/82}} = 3 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР Т-70С}} = 2200 * 2 / 4520 = 0,97 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР Т-70С}} = 1 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР КамАЗ}} = 70 * 3 / 200 = 1,05 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР КамАЗ}} = 1 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР ЗИЛ}} = 65 * 3 / 180 = 1,08 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР ЗИЛ}} = 1 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{КР ГАЗ-53}} = 45 * 2 / 130 = 0,69 \text{ шт.} \quad \text{Принимаем } N_{\text{КР ГАЗ-53}} = 0 \text{ шт.}$$

Рассчитываем общее годовое количество ремонта ходовых частей:

$$N_{\text{ГОД I}} = N_{\text{КР I}} + N_{\text{ХД. пр I}}, \text{ шт.} \quad (2.2)$$

где $N_{\text{ХД. пр I}}$ – количество ходовых частей, прибывших на КР из других близлежащих хозяйств.

$$N_{\text{ГОД МТЗ-80/82}} = 3 + 7 = 10 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД ДТ-75}} = 2 + 10 = 12 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД Т-4А}} = 1 + 9 = 10 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД Т-70С}} = 1 + 5 = 6 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД Т-150К}} = 2 + 6 = 8 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД ГАЗ-53}}=0+7=7 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД ЗИЛ}}=1+6=7 \text{ шт.}$$

$$N_{\text{ГОД КамАЗ}}=1+8=9 \text{ шт.}$$

Годовая трудоемкость капитального ремонта ходовой части рассчитываем по формуле:

$$T_{\text{ГОД I}}=T_I+N_{\text{ГОД I}}, \text{ шт.} \quad (2.3)$$

где T_I - трудоемкость ремонта одной ходовой части, чел-ч.

Числовые значения $N_{\text{ГОД I}}$, T_I и результаты расчета годовой трудоемкости ходовой части $T_{\text{ХД}}$ приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Трудоемкость капитального ремонта ходовой части, чел-ч.

Марки автомобилей и тракторов	Количество капитальных ремонтов, $N_{\text{ГОД}}$, шт.	Трудоемкость ремонта 1 ходовой части, чел-ч	Общая трудоемкость капитального ремонта, чел-ч
1	2	3	4
МТЗ-80/82	10	50	500
ДТ-75	20	39,8	796
Т-4А	10	89,3	893
Т-70С	6	84,9	509,4
Т-150К	8	36,2	289,6
ГАЗ-53	7	35,32	247,2
ЗИЛ-130	7	42,2	295,7
КамАЗ	9	54,3	488,7
Итого:	69	-	3700

Количество приведенных ремонтов:

$$N_{\text{ПР}}=T_{\text{оф}}/N_{\text{ДТ-75}}, \text{ усл. ремонтов.} \quad (2.4)$$

где $N_{\text{ДТ-75}}$ -трудоемкость ремонта одного ходовой части ДТ-75.

$$N_{\text{ПР}}=3700/160=23 \text{ усл. ремонтов.}$$

2.2 Выбор режима работы и расчет фондов времени участка

Участок работает в одну смену при шестидневной рабочей недели

Номинальный фонд времени определяем по формуле:

$$\Phi_{\text{нр}} = [(D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) * T_{\text{см}} - (D_{\text{пв}} + D_{\text{пп}})] * n, \text{ ч} \quad (2.5)$$

где, $D_{\text{к}}, D_{\text{в}}, D_{\text{п}}$ – соответственно число календарных выходных и праздничных дней;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч.;

$D_{\text{пв}}, D_{\text{пп}}$ – число предвыходных и предпраздничных дней, продолжительность смены которых сокращается на 1 ч;

n – количество смен.

$$\Phi_{\text{нр}} = [(365 - 52 - 14) * 7 - (14 + 52)] * 1 = 2027 \text{ ч}$$

Действительный фонд времени рабочего

$$\Phi_{\text{др}} = [(D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}} - D_{\text{о}}) * T_{\text{см}} * \eta_{\text{р}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{пп}})], \text{ ч} \quad (2.6)$$

где, $D_{\text{о}}$ – число дней отпусков в планированном периоде;

$\eta_{\text{р}}$ – коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительным причинам, $\eta_{\text{р}} = 0,96$;

$D_{\text{о св}} = 24$ – число дней отпусков в планированном периоде для кузнецов, перешлапчиков, электросварщиков, газосварщиков и слесарей;

$D_{\text{о м}} = 18$ – число дней отпусков в планированном периоде для мойщиков;

$D_{\text{о раб}} = 15$ – число дней отпусков в планированном периоде для рабочих других специальностей;

$$\Phi_{\text{др св}} = (365 - 52 - 14 - 24) * 7 * 0,96 - (14 + 52) = 1782 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{\text{др м}} = (365 - 52 - 14 - 18) * 7 * 0,96 - (14 + 52) = 1822 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{\text{др раб}} = (365 - 52 - 14 - 15) * 7 * 0,96 - (14 + 52) = 1842 \text{ ч.}$$

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования

$$\Phi_{\text{но}} = [(D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) * T_{\text{см}} - (D_{\text{пв}} + D_{\text{пп}})] * n_{\text{см}}, \text{ ч} \quad (2.7)$$

где, $n_{\text{см}}$ – число смен работы оборудования в сутки, (18)

$$\Phi_{\text{но}} = 2027 \text{ ч}$$

Действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} * \eta_{\text{о}}, \text{ ч} \quad (2.8)$$

где, η_o – коэффициент использования оборудования, учитывающий простой в ремонте и техническом обслуживании.

$$\eta_o = 0,95 - 0,98$$

$$\Phi_{до} = 0,95 * 2027 = 1925,7 \text{ ч}$$

Общий такт ремонта рассчитываем по формуле

$$\tau = \Phi_{пр} / N_{пр} = 2027 / 23 = 88 \text{ ч} \quad (2.9)$$

2.3 Организация ремонта ходовой части

При потере машиной работоспособности ее ремонт производится заменой отдельных неисправных агрегатов и узлов отремонтированными или новыми из числа обменного фонда, восстановленными деталями, в результате чего работоспособность машины восстанавливается в целом при минимальных издержках потребителя, быстро, составными частями, отремонтированными без нужды специализированных рабочих мест.

2.4 Определение численности рабочих

Состав цеха принимаем, исходя из технологического процесса ремонта ходовых частей и данных проектов ремонтных предприятий. Количество рабочих принимаем из таблицы графика согласования ремонтных работ ходовой части ДТ-75.

$$P_{расч} = T / \tau, \text{ чел.} \quad (2.10)$$

где T – трудоемкость одной операции, чел-ч;

τ – такт ремонта, ч.

Число вспомогательных рабочих принимаем в размере до 10% от числа основных производственных рабочих.

Штат основных производственных и вспомогательных рабочих по специальностям и разрядам с учетом линейного графика согласования работ, после чего сводят в таблицу.

Таблица 2.2 - Штат производственных рабочих по разрядам

Разряд	1	2	3	4	5	6
Количество рабочих	0	1	1	4	1	0

Средний разряд производственных рабочих

$$a_{cp} = (P_1 + 2P_2 + 3P_3 + 4P_4 + 5P_5 + 6P_6) / P_{сп}, \text{ р.} \quad (2.11)$$

где $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ – число рабочих соответствующего разряда, чел.;

$P_{сп}$ – списочное число рабочих, чел.

$$a_{cp} = (0 + 2 + 3 + 16 + 5 + 0) / 7 = 3,2 \text{ р.}$$

Число вспомогательных рабочих:

$$P_B = 0,1 * P_{сп} = 0,1 * 7 = 0,7 \text{ Принимаем } P_B = 1 \text{ чел.} \quad (2.12)$$

Число инженерно – технических работников (ИТР) принимаем 10% от $P_{сп}$

$$P_{ИТР} = 0,1 * 7 = 0,7 \text{ Принимаем } P_{ИТР} = 1 \text{ чел.}$$

Число служащих и МОП – в размере 4% от $P_{сп}$

$$P_{МОП} = 0,04 * 7 = 0,28 \text{ Принимаем } P_{МОП} = 1 \text{ чел.}$$

Весь штат ремонтной мастерской составит

$$P = P_{сп} + P_B + P_{ИТР} + P_{МОП}, \text{ чел.} \quad (2.13)$$

$$P = 7 + 1 + 1 + 1 = 10 \text{ чел.}$$

2.5 Расчет и подбор основного технологического оборудования

Рассчитываем число основного оборудования, на котором выполняются наиболее сложные и трудоемкие операции ремонта ходовой части.

Определяем число моечных машин периодического действия по формуле в шт.

$$S_M = Q * t / \Phi_{до} * q * \eta_o * \eta_t, \text{ шт.} \quad (2.14)$$

где Q – общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период в данной машине, кг.;

t – время мойки одной партии деталей или узлов ($t = 0.54$ ч);

$\Phi_{\text{до}}$ – действительный фонд времени оборудования, ч;

q – масса деталей одной загрузки, кг ($q=300\text{кг}$);

$\eta_0 = 0,6 \dots 0,8$ – коэффициент, учитывающий одновременно загрузку моечной машины по массе в зависимости от конфигурации и габаритов деталей;

$\eta_t = 0,8 \dots 0,9$ – коэффициент использования моечной машины по времени.

Общая масса деталей и узлов, подлежащих мойке:

$$Q = \beta_1 * Q_1 * N_1, \text{ кг.} \quad (2.15)$$

где β_1 – коэффициент, учитывающий долю массы деталей, подлежащих мойке от общей массы ходовой части ($\beta_1=0,6 \dots 0,8$);

Q_1 – масса ходовой, кг;

N_1 – число ремонтируемых ходовых частей, шт.

$$Q = 0,8 * 400 * 93 = 29760 \text{ кг}$$

$$S_M = 29760 * 0,5 / 1925,7 * 300 * 0,6 * 0,8 = 0,15$$

Принимаем 1 моечную машину периодического действия.

Определяем число металлорежущих станков:

$$S_{\text{СТ}} = T_{\text{СТ}} * K_H / \Phi_{\text{до}} * \eta_0, \text{ шт.} \quad (2.16)$$

где $T_{\text{СТ}}$ – годовая трудоемкость станочных работ;

K_H – коэффициент неравномерности загрузки цеха

$$(K_H = 1,0 \dots 1,3) / 18/;$$

$\eta_0 = 0,86 \dots 0,90$ – коэффициент использования станочного оборудования.

$$S_{\text{СТ}} = 1088 * 1,3 / 1925,7 * 0,86 = 1,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество расточных металлорежущих станков $S_{\text{СТ}}=2$.

Количество заточных и настольно-сверлильных станков принимаются без расчета, примерно 70...80% /18/. Принимаем 1 заточный и настольно-сверлильный станок.

Определяем количество испытательных стендов для обкатки и испытания ходовой части гусеничных тракторов по формуле в шт.

$$S_{\text{И}} = N_{\text{д}} * t_{\text{и}} * c / \Phi_{\text{до}} * \eta_0, \text{ шт.} \quad (2.17)$$

где N_d – число агрегатов ходовой части, проходящих обкатку и испытание в расчетном периоде, шт.;

$t_{и}$ – время обкатки и испытания ходовой части, ч;

$c = 1,05 \dots 1,1$ – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки и испытания ходовой части;

$\eta_0 = 0,9 \dots 0,95$ – коэффициент использования стендов.

$S_{и} = 93 * 6 * 1,1 / 1925,7 * 0,9 = 0,5$ шт.

Принимаем 1 стенд для обкатки и испытания ходовой части гусеничных тракторов.

2.6 Расчет производственных площадей

При расчете производственных площадей отделений, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентом пользуются формулой:

$$F_{от} = F_{об} * \sigma, \text{ м}^2. \quad (2.18)$$

где $F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 ;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы;

Определяем площадь отделения дефектации и комплектации

$$F_{от} = (3 \dots 3,5) * 17,1 = 51,3 \dots 54,8 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь отделения ремонта ходовой части

$$F_{от} = (4 \dots 4,5) * 14,5 = 58 \dots 65,25 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь отделения обкатки и испытания

$$F_{от} = (4 \dots 4,5) * 7,2 = 28 \dots 32,4 \text{ м}^2.$$

Производственная площадь ЦРМ $F_{пр} = 1152 \text{ м}^2$.

2.7 Общая компоновка участка

При проекте участка используем здание ЦРМ. Отделения и участки на плане цеха размещаем так, чтобы ремонтируемые ходовые части передвигались по наикратчайшему пути. Технологическое оборудование планируется в зависимости от принятого технологического процесса, производственной программы, длительности цикла, пропускной способности оборудования. Его размещают так, чтобы движение деталей, узлов машин и материалов было наиболее рациональным и безопасным для работающих. Поточная система в этом отношении наиболее благоприятна, для чего при размещении производственного оборудования предусматриваются проезды и проходы, обеспечивающие безопасность его обслуживания, движения людей и транспорта, а также удобную очистку рабочих поверхностей и оборудования.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОПОРНОГО КАТКА ТРАКТОРА ДТ- 75М

3.1 Возможные дефекты ходовой части гусеничных тракторов

Опорный каток ДТ- 75М

№ по каталогу 54.31.021.-1А

Сталь 45 Л-1

Масса – 13,30 кг.

Нормальный диаметр катка, мм -400

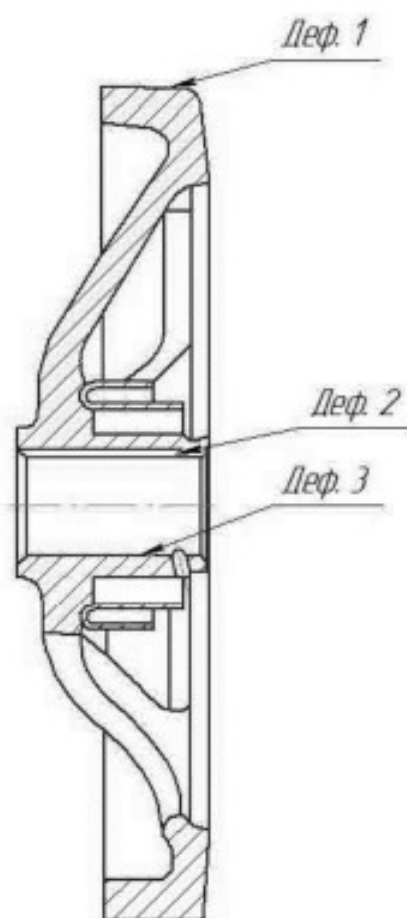


Рисунок 3.1 - Возможные основные дефекты опорного катка.

1. Износ беговой дорожки катка
2. Износ шпоночного паза по ширине
3. Износ поверхности отверстия под ось катка

Возможные основные дефекты ходовой части гусеничных тракторов и способы их устранения приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1- Дефекты ходовой части и способы их устранения

Дефекты	Способы устранения
1 Износ беговых дорожек опорных катков	1 Ручная электродуговая наплавка 2 Дуговая наплавка под слоем флюса 3 Вибродуговая наплавка
2 Износ зубьев ведущих колес	1 Ручная электродуговая сварка по шаблону 2 Заливка жидким металлом 3 Приварка секторов
3 Износ отверстий проушин звена гусеницы	1 Обжимают 2 Индукционная наплавка
4 Износ и разбивка шпоночных канавок	1 Фрезерование под увеличенный размер шпонок 2 Фрезерование новой шпоночной канавки 3 Наплавка с последующим фрезерованием шпоночной канавки
5 Износ посадочного места наружного кольца шарикоподшипника в торце опорного катка	1 Растачивание посадочного места, запрессовка втулки с последующим растачиванием 2 Электроискровое наращивание с последующим шлифованием 3 Наплавка с последующим растачиванием
6 Износ резьбы Срыв более двух ниток резьбы	1 Растачивание или зенкерование с последующим нарезанием резьбы увеличенного размера 2 Углубление резьбовых отверстий с последующим нарезанием такой же резьбы под удлиненные болты (пробки)
7 При одностороннем износе зубьев ведущих колес	Переставляют с одной стороны трактора на другую
8 Трещины: 1 На ободе 2 На спицах	1 Наплавка с последующим обтачиванием и под нормальный размер. Выбраковка 2 Шлифование с последующей балансировкой. Выбраковка (для трещин глубиной более 4 мм)

3.2 Выбор рационального способа восстановления опорных катков

Рациональный способ восстановления опорных катков определим, пользуясь критериями:

- 1 Технологическим (применяемости);
- 2 Техническим (долговечности);

3 Техничко-экономическим (обобщающим).

Возможные способы восстановления опорных катков:

1 Ручная электродуговая наплавка

2 Дуговая наплавка под слоем флюса

3 Вибродуговая наплавка

3.2.1 Анализ способов восстановления опорных катков по различным критериям

-по критерию применяемости:

1) Ручная электродуговая наплавка. Техника ручной электродуговой ремонтируемых деталей сложна. Большое влияние на качество наплавки оказывает длина дуги. Возбуждают дугу касанием электрода к восстанавливаемому опорному катку.

2) Дуговая наплавка под слоем флюса. Этот способ позволяет увеличить мощность сварочной дуги за счёт увеличения допустимой плотности тока до $150...200 \text{ А/мм}^2$ (при ручной дуговой сварке плавящимся электродом не превышает $15...30 \text{ А/мм}^2$) без опасности перегрева электрода. Производительность сварочно - наплавочных работ повышается в $6...7$ раз по сравнению с ручной дуговой наплавкой.

3) Особенность вибродуговой наплавки заключается в вибрации электрода, что обуславливает наплавление металла при низком напряжении источника тока. Вибрация улучшает стабильность наплавки и расширяет её диапазон устойчивых режимов, обеспечивает высокую равномерность наплавленного слоя по твердости до $58...60\text{HRC}$. Износостойкость опорных катков, наплавленных этим способом, в $1.5...2$ раза выше износостойкости ненаплавленных.

-по критерию долговечности:

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

$$K_d = K_i \times K_b \times K_c \times K_n, \quad (3.1)$$

где K_i , K_v , K_c - коэффициенты соответственно износостойкости, выносливости и сцепляемости;

K_n - поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстанавливаемой детали в условиях эксплуатации, $K_n=0.8...0.9$.

- 1) $K_d=0,70 \times 0,60 \times 1,0 \times 0.85=0,36$
- 2) $K_d=0,91 \times 0,87 \times 1,0 \times 0.85=0,67$
- 3) $K_d=1,0 \times 0,62 \times 1,0 \times 0.85=0,53$

-по технико-экономическому критерию:

Критерий оцениваем по формуле профессора В. А. Шадричева:

$$K_T = C_B / K_d, \quad (3.2)$$

где K_T – коэффициент экономической эффективности;

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

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

- 1) $K_T = 187,5 / 0,36=520,8$
- 2) $K_T = 130 / 0,67=194$
- 3) $K_T = 150 / 0,53=283$

Исходя из этих критериев и результатов статической обработки информации, принимаем, окончательно, способ восстановления дуговая наплавка под слоем флюса.

3.3 Разработка маршрутной карты восстановления опорных катков ДТ-75М

Исходными данными для разработки маршрутной карты служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа восстановления, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени. Технология восстановления дорожек опорных катков вибродуговой наплавкой в себя следующие операции:

Операция 005. Моечная. Производится мойка опорного катка с промывкой масляных каналов, моющим раствором Лабомид –101с концентрацией 30 г/ л и температурой 80⁰С. Работу выполняет мойщик 3 разряда./23/

Операция 010. Дефектовочная. Производится визуальный осмотр опорного катка, измеряются размеры. С помощью штангенциркуля производится проверка диаметра опорного катка на номинальный размер. Работу выполняет дефектовщик 5 разряда.

Операция 015. Наплавочная. Производится автоматическая наплавка беговых дорожек опорного катка. Работу выполняет наплавочник 4 разряда.

Операция 020. Токарная. Производится черновая расточка беговых дорожек на номинальный размер. Работу выполняет токарь 4 разряда.

Операция 025. Контрольная. Производится проверка размеров и твердость поверхности беговых дорожек опорного катка. Работу выполняет контролер 5 разряда.

3.4 Разработка операционной технологии

3.4.1 Расчет режимов на автоматическую наплавку при восстановлении опорного катка

Операционная разработана на основную операцию – дуговая наплавка. В операционную карту включены все сведения, необходимые рабочему для их выполнения: данные оборудования и приспособления, содержание переходов наплавки.

Выбор режима восстановления, режим наплавки опорного катка, обеспечивающий стабильный процесс и требуемую толщину наплавляемого металла:

Номинальный диаметр опорного катка- 400 мм,

изношенный диаметр опорного катка- 378 мм

1) Силу сварочного тока выбирают формуле,:

$$I=40\sqrt{D}, \quad (3.3)$$

где I-сварочный ток, А

D-диаметр наплавляемой детали, мм

$$I=40\sqrt[3]{378}=288,7 \text{ A}$$

2) Напряжение источника тока находим по формуле:

$$U=21+0,04 \times I \quad (3.4)$$

$$U=21+0,04 \times 288,7=32,5 \text{ В}$$

3) Находим коэффициент наплавки:

$$\alpha_n=2,3+0,065 I/d_{\text{пр}}, \quad (3.5)$$

где $d_{\text{пр}}$ - диаметр электродной проволоки

$$\alpha_n=2,3+0,065 \times 288,7/3=8,5 \text{ г/А} \times \text{ч}$$

4) Находим скорость наплавки, м/ч:

$$V_n=(\alpha_n \times I)/(h \times S \times j), \quad (3.6)$$

где h -толщина наплавленного слоя, мм

$$h=I/2+z, \quad (3.7)$$

$$\text{где } I=(d_{\text{ном}}-d_{\text{изн}})/2-\text{ износ детали, мм;} \quad (3.8)$$

$d_{\text{ном}}$ -номинальный диаметр детали ;

$d_{\text{изн}}$ – диаметр изношенной детали;

z - припуск на обработку

$$I=(400-378)/2=11 \text{ мм}$$

$$h=11+1=12 \text{ мм}$$

S -шаг наплавки;

$$S=(2,0 \dots 2,5)d_{\text{пр}}; \quad (3.9)$$

$$S=2 \times 3=6 \text{ мм}$$

j -плотность наплавленного металла ($j=7,85 \text{ г/см}^3$)

$$V_n=(8,5 \times 288,7)/(12 \times 6 \times 7,85)=28 \text{ м/ч}$$

5) Находим частоту вращения детали, мин^{-1} :

$$n=318 \frac{V}{D} \quad (3.10)$$

$$n=318 \frac{0,5}{378}=0,4 \text{ мин}^{-1}$$

6) Находим скорость подачи проволоки, м/ч:

$$V_{\text{пр}}=(4 \alpha_n I)/(\pi d_{\text{пр}}^2 j); \quad (3.11)$$

$$V_{\text{пр}} = (4 \times 8,5 \times 288,7) / (3,14 \times 9 \times 7,85) = 44 \text{ м/ч} = 0,7 \text{ м/мин}$$

7) Находим вылет электрода, мм:

$$H = (10 \dots 15)d; \quad (3.12)$$

$$H = (10 \dots 15) \times 3 = 30 \dots 45 \text{ мм}$$

8) Находим смещение электрода, мм:

$$l = (0,05 \dots 0,07)D, \text{ мм}; \quad (3.13)$$

$$l = (0,05 \dots 0,07) \times 378 = 18,8 \dots 26,3 \text{ мм.}$$

9) Норму времени на выполнение вибродуговых наплавочных работ определяется по формуле:

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{пз}} / n_{\text{шт}},$$

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

$T_{\text{в}}$ - вспомогательное время, мин;

$T_{\text{доп}}$ - дополнительное время, мин;

$T_{\text{пз}}$ - подготовительное- заключительное время, мин;

$n_{\text{шт}}$ - количество деталей для наплавки, шт

Основное время определяют по формуле:

$$T_{\text{о}} = Li / ns, \quad (3.9)$$

где L - длина наплавляемой поверхности с учётом захода и выхода электрода, мм;

i - число проходов;

$$i = S/t, \quad (3.10)$$

где D - диаметр, до которого наплавляют деталь, мм;

d - диаметр наплавляемой поверхности, мм;

t - толщина наплавляемого слоя за один проход, мм.

$$i = 12/3 = 4 \text{ прохода}$$

s - шаг наплавки (продольная подача мундштука на один оборот детали), мм/об

n - частота вращения, мин⁻¹;

$V_{\text{н}}$ - скорость наплавки, м/мин;

D - диаметр детали, мм.

$$T_o = 60 \times 4 / 0,4 \times 6 = 100 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает время, затрачиваемое на установку и снятие детали, и время на проход при наплавке.

Вспомогательное время на проход при наплавке затрачивают на включение генератора, подвод мундштука, управление станком и все его действия по выключению установки после окончания наплавки. Его принимают равным 0,5 мин на один проход. Так как масса наплавляемой детали свыше 10 кг, поэтому устанавливаем в трёхкулачковом патроне, вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали, составит 1,5 мин. Полное вспомогательное время определяют по формуле:

$$T_v = T_{v1} + T_{v2}; \quad (3.12)$$

$$T_v = 1 + 1,5 = 2,5 \text{ мин.}$$

Дополнительное время затрачивают на подготовку сварочной проволоки, замену мундштуков, очистку наконечника, замену жидкости (один раз в месяц), доливку воды и уход за станком. Его определяют по формуле:

$$T_{доп} = 0,15 \times T_{оп}; \quad (3.13)$$

где $T_{оп}$ - оперативное время;

$$T_{оп} = T_o + T_v; \quad (3.14)$$

$$T_{оп} = 100 + 2,5 = 102,5 \text{ мин.}$$

$$T_{доп} = 0,15 \times 102,5 = 15,4 \text{ мин.}$$

Подготовительное- заключительное время затрачивают на получение наряда и инструктажа, установление и проверку режимов наплавки на первой детали, установку угла расположения электрода, засыпку флюса в бункер, на сдачу работы и уборку станка. Принимают $T_{пз} = 15$ мин.

Определяют норму времени:

$$T_n = 102,5 + 2,5 + 15,4 + 15/8 = 122,3 \text{ мин.}$$

Принимаем норму времени $T_n = 122$ мин.

3.4.2 Расчет режимов на точение при восстановлении опорного катка

При автоматической наплавке величина дефектного слоя составляет 1мм

Принимаем для растачивания глубину резания $t = 1$ мм; продольную подачу $S = 0,8$ мм/об, которую можно установить на станке 16K20 ($S = 0,05 \dots 2,8$ мм/об).

Определяем количество проходов для обработки по формуле:

$$i = z/t, \quad (3.15)$$

где $z=1$ мм – припуск на обработку,

$t =$ мм – глубина резания;

$i=1/1=1$ проход.

По принятым ранее глубине резания и подаче, определяем скорость резания при растачивании:

$$V = 60 \text{ м/мин}$$

Определяем обороты шпинделя для обработки по формуле

$$n = 318 \frac{V}{D}, \quad (3.16)$$

где $V_p = 60$ м/мин – скорость резания,

$D = 402$ мм – диаметр обрабатываемой поверхности

$$n = 318 \frac{60}{402} = 47,7 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем частоту вращения шпинделя по станку 16K20 $n = 50 \text{ мин}^{-1}$

Определяем основное время при черновой обработке по формуле

$$T_{\text{осн}} = L \cdot i / (n \cdot S), \quad (3.17)$$

где $L = 60$ мм – длина восстанавливаемой поверхности.

$$T_{\text{осн}} = 60 \cdot 1 / (50 \cdot 0,8) = 0,8 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время окончательной механической обработки:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{всп1}} + T_{\text{всп2}} \quad (3.18)$$

где $T_{\text{всп1}} = 0,9$ мин – вспомогательное время, затрачиваемое на снятие и установку детали при токарной обработке

$T_{всп2} = 0,7$ мин – вспомогательное время, затрачиваемое на один проход резца при токарной обработке;

$$T_{всп} = 0,7 + 0,9 = 1,6 \text{ мин}$$

Определяем оперативное время окончательной механической обработки по формуле:

$$T_{опер} = T_{осн} + T_{всп}, \quad (3.19)$$

где $T_{осн} = 1$ мин – основное время на окончательную механическую обработку;

$T_{всп} = 1,6$ мин – вспомогательное время на окончательную механическую обработку.

$$T_{опер} = 1 + 1,6 = 2,6 \text{ мин.}$$

Определяем дополнительное время окончательной механической обработки. Дополнительное время определяется процентным отношением от оперативного времени по формуле:

$$T_{доп} = k \cdot T_{опер}, \quad (3.20)$$

где $k = 8\%$, для точения

$T_{опер} = 2,6$ мин – оперативное время окончательной механической обработки

$$T_{доп} = 0,08 \cdot 2,6 = 0,21 \text{ мин.}$$

Определяем подготовительно-заключительное время, находим соответствующее значение: оно составляет 11 мин;

Подсчитываем норму времени по формуле:

$$T_n = T_o + T_v + T_{доп} + T_{пз} / n_{шт}, \text{ где} \quad (3.21)$$

T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

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

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

$n_{шт}$ – количество деталей для точения, шт

$$T_n = 0,8 + 1,6 + 0,21 + 11/8 = 3,9 \text{ мин.}$$

Принимаем норму времени $T_n = 4$ мин.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДОЗАТОРА ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

4.1 Устройство и принцип работы установки для наплавки под слоем флюса

Установка для вибродуговой наплавки под слоем флюса состоит из токарно-винторезного станка 1К62, наплавочной головки А-580, редуктора, электродвигателя, трансформатора, оборудования для подачи флюса и его уборки.

Установка разработана на базе токарно-винторезного станка 1К62. На суппорте станка вертикально установлена наплавочная головка А-580, и флюсовая аппаратура. На передней и задней бабках установлены центросместители. На задней части стола установлены редуктор и электродвигатель.

Станок берет привод от электродвигателя через цилиндрический редуктор. Вращение опорного катка происходит от центросместителя, установленный на передней бабке станка.

Сам аппарат приводится в действие от отдельного электродвигателя, расположенный на самом аппарате. Скорость подачи электродной проволоки осуществляется с помощью заменяемых шестерен. Перемещение в вертикальной плоскости осуществляется с помощью гидроцилиндра и масляного насоса. перемещение в продольной и поперечной плоскости происходит с помощью суппорта станка.

Флюсовый аппарат работает следующим образом. В патроне устанавливают опорный каток. Это осуществляется с помощью кулачков и натяжного болта. После установки опорного катка включает вращатель и происходит перемещение наплавочной головки относительно ее. Одновременно при помощи дозатора, перемещая, его ручку мы регулируем подачу флюса в зависимости от износа детали и скорости наплавки. После регулировки и начала подачи флюса начинается его уборка излишков с наплавляемой поверхности при помощи всасывающей трубы

					ВКР 35.03.06.258.17ДДН.00.00.00ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ДОЗАТОРА ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Леонов					у	1	10
Проверил	Вагизов					Казанский ГАУ каф. ТС		
Н. контр.	Марданов							
Утв.	Адигамов							

на некотором расстоянии от дуги. Необходимое разрежение в пылеотделителе создается эжектором. В пылеотделителе смесь флюса и воздуха вращающийся винтообразно вихрь запыленного воздуха в начале попадает в кольцевое пространство. Здесь вследствие наличия перегородок поток рассеивается и теряет вращательное направление движения. В результате из него выпадает основная часть пыли. Дальнейшее очищение происходит за счет двукратного преломления струи воздуха, движущейся вверх к эжектору.

4.2 Конструктивные расчеты установки для наплавки под слоем флюса

Рассчитаем флюсовую аппаратуру. Исходя из данных, из данных определим следующие величины.

Количество флюса, расходуемое при сварке по формуле

$$G_{\text{ш}} = \lambda Q_{\text{д}} 3600 / (v_{\text{св}} q_{\text{ф}} 1000), \quad (4.1)$$

где λ -коэффициент, характеризующий долю тепловой энергии дуги, расходуемой на расплавление флюса

$Q_{\text{д}}$ – тепловая мощность дуги, Вт;

$v_{\text{св}}$ - скорость сварки, м/ч;

$q_{\text{ф}}$ - расход тепловой энергии на плавление 1 г флюса при сварке, Дж/г

Подставляя в формулу (4.1) известное значение, получим:

$$Q_L = K \times U \times I, \quad (4.2)$$

где K - коэффициент учитывающий влияние несинусоидальности кривых напряжения и тока на мощность дуги при сварке на переменном токе; принимается $K = 0,9$;

U - напряжение дуги, В;

I - сварочный ток, А

Тогда

$$G_{\text{ш}} = \lambda \times K \times U \times I \times 3600 / v_{\text{св}} \times g_{\text{ф}} \times 1000 \quad (4.3)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

Объединяя все постоянные (для заданных марки флюса и тока) величины в коэффициент:

$$\lambda_1 = \lambda \times 3600 \times K / (1000 \times q_{\phi}) \quad (4.4)$$

И подставляя это значение в формулу (4.3), получим

$$G_{ш} = \lambda_1 \times U \times I / v_{св} \quad (4.5)$$

Отсюда

$$G_{ш} = 0,0036 \times 32,5 \times 288,7 \div 28 = 1,2 \text{ кг} / \text{мин}$$

Количество отсасываемого нерасплавившегося флюса, кг/с:

$$G_M = \kappa \times G_o \times g_{CB} / 60, \quad (4.6)$$

где G_o - остающаяся после сварки годная его часть, кг/м;

$\kappa = 1,1 \dots 1,2$ - коэффициент запаса;

$$G_M = 1.15 \times 0,389 \times 28 / 60 = 0,2 \text{ кг} / \text{с}$$

Оптимальную скорость воздушного потока v_b при атмосферном давлении, обеспечивающую надежное транспортирование флюса с наименьшим расходом энергии.

$$g_B = (2.2 \dots 2.8) \times g_{\phi}, \quad (4.7)$$

где v_{ϕ} – скорость витания флюса при транспортировке

$$g_B = 2.2 \times 11 = 24.2 \text{ м} / \text{с}$$

Расход воздуха требуемого для транспортирования флюса, кг/с

$$G_B = G_M / g_B, \quad (4.8)$$

$$G_B = 0,2 / 11 = 0.018 \text{ кг} / \text{с}$$

Силовой и кинематический расчет привода

Выбор электродвигателя

$$P_{\text{вых}} = \frac{F_t \cdot V_t}{10^3}, [\text{кВт}] \quad (4.9)$$

F_t - условная окружная сила на барабане;

$$F_t = 2400 \text{ Н.}$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

$$P_{\text{вм}} = \frac{2400 * 0,21}{10^3} = 0,5 \text{ кВт}$$

Мощность на выходе $P_{\text{вм}} = P_{\text{дв}} = 0,5 \text{ кВт}$

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta}, [\text{кВт}] \quad (4.10)$$

$$\eta = \eta_{\text{м}} * \eta_{\text{пк}} * \eta_{\text{ц}} * \eta_{\text{ч}}; \quad (4.11)$$

где $\eta_{\text{м}}$ - к.п.д. муфты;

$\eta_{\text{пк}}$ - к.п.д.

$\eta_{\text{ц}}$ - к.п.д.цилиндрической передачи;

$\eta_{\text{ч}}$ - к.п.д.червячной передачи.

$$\eta = 0,99 * 0,93 * 0,98 * 0,75 = 0,7;$$

$$P_{\text{дв}} = 10 / 0,7 = 12 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатель марки 4А80А6СУ1

$$P_{\text{дв}} = 0,75 \text{ кВт}; n = 980 \text{ мин}^{-1};$$

Вычисляем общее передаточное отношение и разбиваем его по ступеням

(4.12)

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{в}}} = \frac{980}{13,6} = 72,05$$

Назначаем для цилиндрической передачи $u_{\text{р}} = 5$

Следовательно

(4.13)

$$u_{\text{ред}} = \frac{u_{\text{общ}}}{u_{\text{р}}} = \frac{72,05}{5} = 14,41$$

Вычисляем угловые скорости и частоты вращения валов

$$n_{\text{дв}} = 980 \text{ мин}^{-1} \quad (4.14)$$

$$n_{\text{ш}} = n_{\text{ов}} = 13,6 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{\text{г}} = n_{\text{ов}} = 980 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_{\text{ш}} = \frac{n_{\text{г}}}{u_{\text{ред}}} = \frac{980}{14,14} = 27,2 \text{ мин}^{-1}$$

Вычисляем крутящие моменты на валах

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

$$T_{вых} = \frac{P_{вых}}{\omega_{вых}} = \frac{0,5 \cdot 10^3}{0,71} = 704,2 Нм \quad (4.15)$$

$$T_{II} = \frac{P_{II}}{\omega_{II}} = \frac{0,67 \cdot 10^3}{1,42} = 471,8 Нм$$

передачи $T_I = \frac{P_I}{\omega_I} = \frac{0,67 \cdot 10^3}{51,2} = 13,7 Нм$

Выбор материала.

Расчет прямозубой цилиндрической

Желая получить сравнительно небольшие габариты и невысокую стоимость редуктора, выбираем для изготовления колеса и шестерни сравнительно недорогую сталь 40Х.

По таблице 8.8 /7/ назначаем:

для шестерни – улучшение, твердость поверхности 260...280НВ, предел прочности $\sigma_B=950 МПа$, предел текучести $\sigma_T=700 МПа$;

для колеса – улучшение до 230...260НВ, предел прочности $\sigma_B=850 МПа$, предел текучести $\sigma_T=550 МПа$.

Допускаемые контактные напряжения

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{HO}}{S_H} K_{HL}, [МПа] \quad (4.16)$$

где σ_{HO} – предел выносливости, МПа;

S_H – коэффициент безопасности;

K_{HL} – коэффициент долговечности.

По таблице 8.9 /7/

$$\sigma_{HO1} = 2HB + 70 = 2 \cdot 270 + 70 = 610 МПа$$

$$\sigma_{HO2} = 2HB + 70 = 2 \cdot 240 + 70 = 550 МПа$$

$$S_H = 1,1$$

Коэффициент долговечности находится по формуле

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} \quad (4.17)$$

где N_{HO} – базовое число циклов;

N_{HE} – эквивалентное число циклов до разрушения при расчетном напряжении.

$$N_{HO1} = 18 \cdot 10^6, N_{HO2} = 15 \cdot 10^6$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

$$L = 20 \cdot 10^3 \text{ часов}$$

$K_{HE}=0,25$ для среднего режима

$$N_{HE} = 60 \text{cnt} L_H K_{HE}, [\text{циклов}] \quad (4.18)$$

где c – число зацеплений. $c=1$

$$N_{HE1} = 60 \times 1 \times 27,2 \times 20 \cdot 10^3 \times 0,25 = 0,08 \times 10^8 \text{ циклов}$$

$$N_{HE2} = 60 \times 1 \times 13,6 \times 20 \cdot 10^3 \times 0,25 = 0,04 \times 10^8 \text{ циклов}$$

Следовательно, $K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{1,8 \cdot 10^7}{0,08 \cdot 10^8}} = 1,14$

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{1,5 \cdot 10^7}{0,04 \cdot 10^8}} = 1,24$$

Принимаем $K_{HL1} = K_{HL2} = 1$

Отсюда $[\sigma_H]_1 = \frac{610}{1,1} \cdot 1,14 = 633 \text{ МПа}$

$$[\sigma_H]_2 = \frac{550}{1,1} \cdot 1,24 = 632 \text{ МПа}$$

За расчетное принимаем $[\sigma_H] = 632 \text{ МПа}$.

Допускаемые напряжения изгиба

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{FO}}{S_F} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}, [\text{МПа}] \quad (4.19)$$

где σ_{FO} – предел выносливости зубьев по напряжениям изгиба, МПа;

S_F – коэффициент безопасности;

$K_{FC} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние двухстороннего приложения нагрузки;

K_{FL} – коэффициент долговечности. /7/

$$\sigma_{FO1} = 1,8HB = 1,8 \cdot 270 = 486 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{FO2} = 1,8HB = 1,8 \cdot 240 = 432 \text{ МПа}$$

$$S_H = 1,75$$

Коэффициент долговечности находится по формуле

$$K_{FL} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \quad (4.20)$$

					ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где N_{FO} – базовое число циклов;

N_{FE} – эквивалентное число циклов до разрушения при расчетном напряжении.

$$N_{FE} = 60 \text{ cnt} L_H K_{FE} \quad (4.21)$$

$N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ – для всех сталей.

$$N_{FE1} = 60 \times 1 \times 27.2 \times 20 \times 10^3 \times 0.14 = 0.05 \times 10^8 \text{ циклов}$$

$$N_{FE2} = 60 \times 1 \times 13.6 \times 20 \times 10^3 \times 0.14 = 0.02 \times 10^8 \text{ циклов}$$

Следовательно, $K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{0.05 \cdot 10^8}} = 0.98$

Принимаем $K_{HL1} = K_{HL2} = 1$ $K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{0.02 \cdot 10^8}} = 1.10$

Отсюда

$$[\sigma_F]_1 = \frac{486}{1.8} = 278 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_F]_2 = \frac{432}{1.8} = 252 \text{ МПа}$$

Межосевое расстояние

$$a'_2 = 0,85(u_{\alpha} + 1) \sqrt[3]{\frac{E_{\text{ПР}} \cdot T_2 \cdot K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u_{\alpha}^2 \cdot \psi_{sa}}} [\text{мм}] \quad (4.22)$$

где $E_{\text{ПР}}$ – приведенный модуль упругости, $E_{\text{ПР}} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – для всех сталей;

$K_{H\beta}$ – коэффициент концентрации нагрузки;

ψ_{sa} – коэффициент ширины зуба относительно межосевого расстояния.

Принимаем по таблице 8.4 [] $\psi_{sa} = 0,3$.

$$u_{\alpha} = 10$$

$$T_2 = 704,2 \text{ Нм}$$

Коэффициент ширины зуба относительно делительного диаметра

$$\psi_{sa} = 0,5 \psi_{bs} (u_{\alpha} + 1) = 0,5 \cdot 0,3 (2 + 1) = 0,45 \quad (4.23)$$

По графику 8.15 /7/ $K_{H\beta} = 1,05$

Следовательно,

					ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$a'_2 = 0,85(2+1)\sqrt[3]{\frac{21 \cdot 10^5 \cdot 704,2 \cdot 10^3 \cdot 105}{632,46^2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,3}} = 172,2 \text{ мм}$$

Принимаем $a_2 = 180 \text{ мм}$

Ширина колеса

$$b = \psi_{a2} \cdot a_2 = 0,3 \cdot 180 = 54 \text{ мм} \quad (4.24)$$

Принимаем $b = 70 \text{ мм}$

Диаметр шестерни

$$d_1 = \frac{2 \cdot a}{u + 1} = \frac{2 \cdot 180}{2 + 1} = 120 \text{ мм} \quad (4.25)$$

Модуль передачи

$$m = \frac{d_1}{z_{\text{мал}}}} = \frac{120}{17} = 7,1 \text{ мм} \quad (4.26)$$

Принимаем модуль $m = 5 \text{ мм}$

Фактическое число зубьев шестерен

$$z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{120}{5} = 24 \quad (4.27)$$

Принимаем $z_1 = 24, z_2 = u_1 \cdot z_1 = 24 \cdot 10 = 240$

Фактическое передаточное отношение

$$u_y = \frac{z_2}{z_1} = \frac{240}{24} = 10$$

Проверочный расчет по контактным напряжениям

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{\text{ПП}} \cdot T_1 \cdot K_H}{d_1^2 \cdot b \cdot \sin 2\alpha_w} \left(\frac{u+1}{u} \right)} \leq [\sigma_H] \quad (4.28)$$

где K_H – коэффициент расчетной нагрузки.

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad (4.29)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

$K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки по контактным напряжениям

K_{HV} – коэффициент динамической нагрузки.

По таблице 8.3 [] $K_{HV}=1,06$

По графику 8.15 [] $K_{F\beta}=1,05$

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{HV} = 1,05 \cdot 1,06 = 1,11 \quad (4.30)$$

$T_1=471,8 \text{ Нм}$

Окружная скорость

$$V = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_{IV}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,24 \cdot 13,6}{60} = 0,171 \text{ м/с} \quad (4.31)$$

По таблице 8.2 [] назначаем 9 степень точности.

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 471,8 \cdot 10^3 \cdot 1,11 \left(\frac{10+1}{2,56} \right)}{120^2 \cdot 70 \cdot \sin 2 \cdot 20^0}} = 628,99 \leq 632 \text{ МПа}$$

Прочность обеспечена.

Проверочный расчет по напряжениям изгиба

$$\sigma_F = \frac{Y_F \cdot F_t \cdot K}{b \cdot m} \leq [\sigma_F] \quad (4.32)$$

где F_t – окружная сила, Н;

Y_F – коэффициент формы зуба.

Дальнейший расчет ведем по тому из пар колес, у которого $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ наименьшее отношение

По графику 8.20 /7/ при $X=0$ находим $Y_{F1}=3,97$ $Y_{F2}=3,75$

$$\frac{[\sigma_F]_1}{Y_{F1}} = \frac{277,7}{3,97} = 69,953$$

$$\frac{[\sigma_F]_2}{Y_{F2}} = \frac{246,9}{3,75} = 67,2$$

Расчет ведем по колесу.

Окружная сила

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 471,8 \cdot 10^3}{120} = 7863,3 \text{ Н} \quad (4.33)$$

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

(4.34)

$$K_F = K_{FB} \cdot K_{FV} = 1,15 \cdot 1,21 = 1,39$$

где K_{FB} – коэффициент концентрации нагрузки по напряжениям изгиба;

K_{FV} – коэффициент динамической нагрузки.

По графику 8.15 [] $K_{FB}=1,15$

По таблице 8.3 [] $K_{FV}=1,21$

$$\sigma_F = \frac{3,75 \cdot 7863,3 \cdot 1,39}{70 \cdot 5} = 117,2 \leq 252 \text{ МПа}$$

Прочность по напряжениям изгиба обеспечена.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.258.17 ДДН 0000000073

Лист

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

Работы по охране труда должны выполняться в соответствии с Положением об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса Республики Татарстан. Общее руководство и ответственность за организацию работ по охране труда возлагается на директора предприятия. Ежегодно приказом, директор, должен назначать ответственного за работу по охране труда и ответственного за пожарную безопасность главного инженера.

В предприятии режим труда и отдыха работников в соответствии со Ст.91 Трудового Кодекса Российской Федерации, устанавливается нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю, а на работах с вредными условиями труда – 36 часов. Согласно Ст.115 Трудового Кодекса РФ продолжительность ежегодных отпусков работников составляет 28 календарных дней. Ежегодные дополнительные отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными условиями труда. В напряженные периоды года продолжительность рабочей смены увеличивается до 12 часов.

Обучение работников по охране труда в должна организоваться в соответствии с Положением о профессиональной подготовки в области охраны труда в Республике Татарстан. Проводить все виды инструктажей: вводный, первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Проведение инструктажей должна фиксироваться в двух журналах: журнале регистрации вводного инструктажа и журнале регистрации инструктажа на рабочем месте. Вводный инструктаж проводят со всеми поступающими на работу независимо от их стажа работы, образования, должности, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на практику. Его проводит специалист по охране труда, т. е. главный инженер. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит заведующий мастерским. Программа первичного инструктажа

составляется главным инженером предприятия. Повторный инструктаж проводят не реже, чем через 3 месяца по программе первичного инструктажа с дополнением некоторых вопросов. Целевой инструктаж проводят с работниками, в основном перед началом работ на которые требуется наряд-допуск.

В производственных помещениях должна быть установлена вытяжная вентиляция в соответствии с требованиями СН и П II –33-75. На участках, где выделяются вредные газы, предусмотрена также местная вентиляция. Освещение производственных помещений соответствует требованиям СН и П 23-05-95.

На работах, связанных с вредными условиями труда, загрязнениями, а также проводимых в особых температурных условиях, работникам, в соответствии с Трудовым кодексом Республики Татарстан должна выдаваться бесплатно спецодежда, спецобувь, мыло, молоко и другие средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения пожарной безопасности должны быть огнетушители марки ОХВП-10М, и огнетушители ДПУ-5, нужно установить достаточное количество пожарных щитков.

В разделе 2 ВКР выполнен проект цеха по ремонту ходовой части тракторов. Правильное размещение оборудования очень важно создания благоприятных и безопасных условий труда. Технологическое оборудование планируется в зависимости от принятого метода ремонта агрегата, технологического процесса, производственной программы, длительности цикла, пропускной способности оборудования. Его размещают так, чтобы движение деталей, узлов машин и материалов было наиболее рациональным и безопасным для работающих. Поточная система в этом отношении наиболее благоприятна, для чего при размещении производственного оборудования предусматриваются проезды и проходы, обеспечивающие безопасность его обслуживания, движения людей и транспорта, а также удобную очистку рабочих поверхностей и

оборудования. Рабочие места по приемке, разборке и сборке, обкатки оборудовано подъемно-транспортным устройством.

В отделении обкатки и испытании обеспечен отвод выхлопных газов за пределы ремонтной мастерской с помощью накидных шлангов.

Наибольшую опасность представляют карданные соединения, зоны движения узлов отремонтированного агрегата при их обкатке и испытании. Поэтому при испытаниях обязательно ограждают все виды передач, вращающиеся и движущиеся части машин.

Запрещается работа на неисправном оборудовании, а также без спецодежды и головного убора.

При планировании производственного помещения учитывались требования СН и П 11 –92-76, которые устанавливают нормируемое расстояние между оборудованием, ширину проходов. Ширина прохода в помещении между стеллажами, полками, шкафами должно быть не менее 1 метра. Расстояние между стеной и станком необходимо устанавливать не менее 0,8м, а при расположении между ними рабочего не менее 1,2 м. Если между станком нет проезда, то они должны устанавливаться на расстоянии 1 метра друг от друга.

В разделе 4 ВКР разработана установка для автоматической наплавки, который устанавливается на участке по ремонту ходовых частей тракторов.

Разработанное приспособление имеет электрический привод, а также сварочный аппарат, поэтому требует дополнительных приспособлений и устройств для защиты. Приспособление должно быть надежно закреплено на рабочем месте и должна содержаться в чистоте, требует бережного обращения, так как используются вредные и опасные вещества, а также высокие напряжения. На установке должны находиться только предметы, нужные для выполняемой работы. Установка должна иметь защитные приспособления и предупреждающие надписи.

Для выполнения наплавочных работ необходимо обеспечить заземление установки на базе имеющегося отделения по ремонту ходовых частей.

5.2 Расчет заземления

Заземляющее устройство состоит из следующих элементов:

- металлических стержней и полос, заглубленных в землю, т.е. имеющих непосредственный контакт с земляным массивом;
- заземляющих проводов, соединяющих заземлители с корпусами электрооборудования.

Конструктивно заземление делается в виде контура из металлических стержней, нижний конец которых заглублен в грунт ниже его промерзания. Расстояние между стержнями должно быть несколько больше длины стержней. Верхние концы стержней могут быть заглублены на 400...800 мм. Эти концы соединяют сваркой с общим металлическим прутком, один конец которого

выводят наружу и соединяют с оборудованием. Согласно ГОСТ 12.1.030-81 сопротивление заземляющего устройства в стационарных сетях напряжением до 1000 В в сети с изолированной нейтралью должно быть не более 10 Ом.

Замыкание электрических проводов или обмоток машин на корпуса заземленного оборудования или на землю может привести к поражению человека шаговым напряжением, также как и при напряжении прикосновения. Поэтому для обеспечения защиты от поражения электрическим током необходимо выполнить расчет сопротивления заземления и выбор количества стержней в контуре.

Для стержней, верхний конец находится на поверхности земли

Находим пусковой ток I_n двигателя в амперах по формуле []:

$$R_{0.3} = \frac{0,366 * \rho}{l} * tg \frac{4 * l}{d}, [\text{Ом}] \quad (5.1)$$

где, $R_{0.3}$ - сопротивление заземления, Ом;

l -длина стержня или полосы, $l=3$ м;

ρ -удельное сопротивление грунта, $\rho=100$ Ом/м;

d -диаметр круглого стержня или 0,8 ширины полки стержня из уголкового металла, $d=0,04$ м;

$$R_{0.3} = \frac{0,366 * 100}{3} * \operatorname{tg} \frac{4 * 3}{0,04} = 9,6, \text{ Ом}$$

Рассчитаем количество стержней в контуре по формуле

$$N_{cm} = \frac{R_{0.3} * \eta_c}{R_k * \eta_z}, [\text{шт}] \quad (5.2)$$

R_k –сопротивление растеканию тока с контура , $R_k=10$ Ом;

η_c - коэффициент сезонности, равный 1,6 для средней полосы России;

η_z – коэффициент экранирования, $\eta_z=0,75$;

$R_{0.3}$,- сопротивление растеканию тока с одиночного заземлителя, определяемое расчетом, $R_{0.3}=9,6$ Ом.

$$N_{cm} = \frac{9,6 * 1,6}{10 * 0,75} = 2,05, \text{ шт.}$$

Принимаем 2 стержня.

При проектировании заземляющего контура учитываем, что растекание тока в земляной массив происходит не только со стержней, но и с полосы или прутка, соединяющих верхние концы стержней в общий заземляющий контур.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование дозатора для наплавки под слоем флюса

Затраты на изготовление и модернизацию дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.;

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью дозатора для наплавки под слоем флюса ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

где Q_n – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей дозатора для наплавки под слоем флюса, кг.;

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

$$C_k = 26 \times 80 = 2080 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

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

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

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

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

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

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 110 \times 21 \times 1,03 = 2379 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \times 2379}{100} = 238 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \times (2379 + 238)}{100} = 115 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 2379 + 238 + 115 = 2732 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_m = \Pi \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

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

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{2,5}{0,7} = 3,5 \text{ кг.}$$

$$C_m = 25 \times 3,5 = 87,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2732 + 87,5 = 2820 \text{ руб.}$$

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

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку дозатора для наплавки под слоем флюса, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 28 \times 110 \times 1,03 = 3172 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \times 3172}{100} = 317 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соп.сб}} = \frac{4,4 \times (3172 + 317)}{100} = 153 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{эл.сб.п}} = 3172 + 317 + 153 = 3642 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление дозатора для наплавки под слоем флюса определяют по формуле:

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

где $C_{\text{пр}}^I$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{2779 \times 69,5}{100} = 1931 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 2080 + 2820 + 19000 \times 1,5 + 3642 + 1931 = 38973 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей дозатора для наплавки под слоем флюса.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса дозатора для наплавки под слоем флюса	кг	40	45
2	Балансовая стоимость	руб.	35600	38973
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка дозатора для наплавки под слоем флюса	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	0,8	0,5

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

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

на стационарных работах периодического действия:

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

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

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

$$W_{q0} = \frac{60 \times 0,9}{50} = 1,1 \text{ шт/час.}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \times 0,9}{30} = 1,8 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (6.16)$$

где G – масса дозатора для наплавки под слоем флюса, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка дозатора для наплавки под слоем флюса, час;

$T_{сл}$ – срок службы дозатора для наплавки под слоем флюса, лет.

$$M_{e0} = \frac{40}{1,1 \times 300 \times 5} = 0,020 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{45}{1,8 \times 300 \times 5} = 0,016 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (6.17)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.

$$F_{e0} = \frac{35600}{1,1 \times 300} = 108 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{38973}{1,8 \cdot 300} = 72 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,8} = 0,55 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{1,1} = 1,36 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{1,8} = 0,83 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{зп}0} = 110 \times 0,9 = 99 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 110 \times 0,55 = 60,5 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{э}1} = 2,88 \times 1,36 = 3,9 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э}2} = 2,88 \times 0,83 = 2,4 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{35600 \times 8}{100 \times 1,1 \times 300} = 8,6 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{38973 \times 8}{100 \times 1,8 \times 300} = 5,8 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_0 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{35600 \times 13}{100 \times 1,1 \times 300} = 14 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{38973 \times 13}{100 \times 1,8 \times 300} = 9,4 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 99 + 8,6 + 14 + 3,9 = 125,5 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 60,5 + 5,8 + 9,4 + 2,4 = 78,1 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (6.25)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 125,5 + 0,15 \times 108 = 141,7 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 78,1 + 0,15 \times 72 = 88,9 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (125,5 - 78,1) \times 1,8 \times 300 = 25596 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (141,7 - 88,9) \times 1,8 \times 300 = 28512 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

где $C_{\text{бл}}$ – балансовая стоимость спроектированной дозатора для наплавки под слоем флюса, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{38973}{25596} = 1,5 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Xi_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{25596}{38973} = 0,6.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности дозатора для наплавки под слоем флюса.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	1,1	1,8
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	108	72
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	1,36	0,83
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,020	0,016
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	0,9	0,55
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	125,5	78,1
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	141,7	88,9
8	Годовая экономия, руб.	-	25596
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	28512
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,5
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной работе были разработаны конкретные мероприятия по совершенствованию организации ремонта и технологии ремонта ходовых частей сельскохозяйственной техники, позволяющий больше загружать ремонтное оборудование и более рационально использовать производственную площадь.

Повышение качества ремонта ходовых частей способствует разработанной технологии наплавки опорных катков.

По технико-экономическим показателям реконструированная установка намного повышает, эффективность ремонта ходовых частей гусеничных тракторов чем существующая до этого технология ремонта, что позволяет снизить себестоимость ремонта ходовой части.

Внедрение рекомендуемых мероприятий позволит повысить качество ремонта ходовых частей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулия Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулия, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

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

22. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. С 256.

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

24. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.

25. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа, 2009. С 616.

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

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

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