

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Организация ремонта автотракторной техники с разработкой установки для разборки ведущего вала

Шифр ВКР 35.03.06.106.17.ПЗ

Студент 234 группы

подпись

Афанасьев А.Н.
Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель
ученое звание

подпись

Вагизов Т.Н.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №___ от _____ 2017)

И.о. зав. кафедрой д.т.н. профессор
ученое звание

подпись

Галиев И.Г.
Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра: Эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. зав. кафедрой

Галиев И.Г. / _____ /

« _____ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Афанасьеву Айнуру Нурисламовичу

Тема: Организация ремонта автотракторной техники с разработкой установки для разборки ведущего вала

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2017 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

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

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности КПП трактора К-700; 2. Разработать производственный процесс ремонта автотракторной техники; 3. Разработать технологический процесс восстановления раздаточного вала коробки передач трактора К-700; 4. Разработать установку для разборки ведущего вала; 5. Разработать мероприятия по безопасности

жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

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

6. Консультанты по выпускной работе с указанием соответствующих разделов

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	доц. Гаязиев И.Н.
Конструктивная часть	Доц Марданов Р.Х.

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент _____ (Афанасьев А.Н.)

Руководитель ВКР _____ (Вагизов Т.Н.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Афанасьева А. Н. на тему «Организация ремонта автотракторной техники с разработкой установки для разборки ведущего вала».

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

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит 28 наименований.

В первом разделе даны описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности КПП трактора К-700.

Во втором разделе разработан производственный процесс ремонта автотракторной техники.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления раздаточного вала коробки передач трактора К-700, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления раздаточного вала.

В четвертом разделе разработана установка для разборки ведущего вала.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитано экономическое обоснование установки.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности КПП трактора К-700	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ	
2.1 Определение годовой производственной программы	
2.1.1 Определение количества ремонтно-обслуживающих воздействий .	
2.2 Определение годовой трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ	
2.3 Распределение годового объема работ по видам и определение состава участков РМ	
2.3.1 Распределение годового объема работ по видам работ	
2.4 Расчет основных параметров РМ	
2.4.1 Назначение режима работы и определение фондов времени рабочих и оборудования	
2.4.2 Определение количества рабочих и служащих	
2.4.3 Определение количества необходимого оборудования	
2.4.4 Определение производственных площадей	
2.5 Компоновка производственных помещений РМ	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗДАТОЧНОГО ВАЛА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА К-700	
3.1 Технологический процесс разборки коробки передач трактора К- 700	
3.2 Проектирование технологии восстановления детали	
3.2.1 Технологический процесс дефектации	

3.2.2	Выбор рационального способа восстановления
3.2.3	Маршруты восстановления раздаточного вала.....
3.3	Расчет режимов основных технологических операций, выбор ремонтных материалов и оборудования
3.3.1	Расчет режимов нанесения покрытий.....
4	РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ ВЕДУЩЕГО ВАЛА КПП ТРАКТОРА К-700
4.1	Обоснование необходимости разработки и привода конструкции
4.2	Описание разрабатываемой конструкции
4.3	Конструктивные расчеты
4.3.1	Определение усилия выпрессовки.....
4.3.2	Расчет основных деталей на прочность.....
4.3.3	Расчёт толщины упорной пластины.....
4.3.4	Расчёт болтов для крепления гидроцилиндра.....
4.3.5	Расчёт толщины пластины стола.....
4.3.6	Расчет направляющих стола
4.3.7	Выбор распределительного устройства.....
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....
5.1	Обеспечение безопасности труда.....
5.2	Разработка мероприятий по безопасной эксплуатации, проектируемого стенда.....
5.3	Расчет вентиляции помещений.....
5.4	Инструкция по безопасности труда для слесаря при работе на стенде для разборки ведущего вала КПП трактора К-700
6	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в отрасль сельского хозяйства Республики Татарстан вводятся инновации по переработке, хранению сельскохозяйственных угодий, модернизируется ремонтно-технологическая база, повышается уровень технологического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Чтобы не отставать от технического прогресса, в хозяйства РТ необходимо внедрить современные технологии, перевооружить уже имеющуюся технику и оборудование. Естественно внедрение инноваций требует немалых капиталовложений, вследствие чего повышается балансовая стоимость сельскохозяйственной техники, что в свою очередь ведет к повышению затрат на обслуживание и ремонт. В связи с этим предлагается ряд мероприятий:

- 1) повышение качества восстановления деталей;
- 2) использование современного диагностического оборудования;
- 3) увеличение производительности труда

Это позволит в дальнейшем сократить расходы на ремонт.

Эффективность ремонта сельскохозяйственной техники определяется ремонтом и восстановлением сломанных и изношенных деталей. И этим решается основной вопрос снабжения эксплуатируемых машин запасными частями, то есть по другому восстановление деталей – крупный резерв для экономии материальных и энергетических ресурсов.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потери работоспособности КПП трактора К-700

Трактор К-700 - Кировский вариант мощного универсала. Разработанный конструкторами Кировского тракторного завода мощный колесный трактор 5-го тягового класса успешно прошел ходовые испытания в середине 1962 года. Удачная во многих отношениях машина пошла в серию, причем отдельные конструктивно-производственные недостатки устранялись в процессе производства.

Универсальный по многим параметрам трактор общего назначения марки «Кировец» К-700 с одинаковым успехом может агрегатироваться с производительными, прицепными, полунавесными и навесными сельхозмашинами, ковшовыми погрузчиками, дорожно-строительными, мелиоративными и транспортными агрегатами.

- Накопленный в процессе эксплуатации базовой машины опыт стал основой для разработки более совершенных тракторов К-700А и К-701. Эти модели отличаются разной мощностью силовых установок, существенными изменениями в конструкции ходовой части.
- Заложенные в концепцию этих тракторов передовые для своего времени технические решения оказались удачными, поэтому обе модели с минимальной модернизацией большими сериями производились до 2000-го года.
- На конвейер была поставлена более современная по эксплуатационным характеристикам машина марки К-744, которая успешно производится до настоящего времени.

Стабильный спрос на трактор К-700 и последующие разработки конструкторов Кировского завода базируется на удачной конструкции рабочих узлов и агрегатов, а также всего трактора в целом.



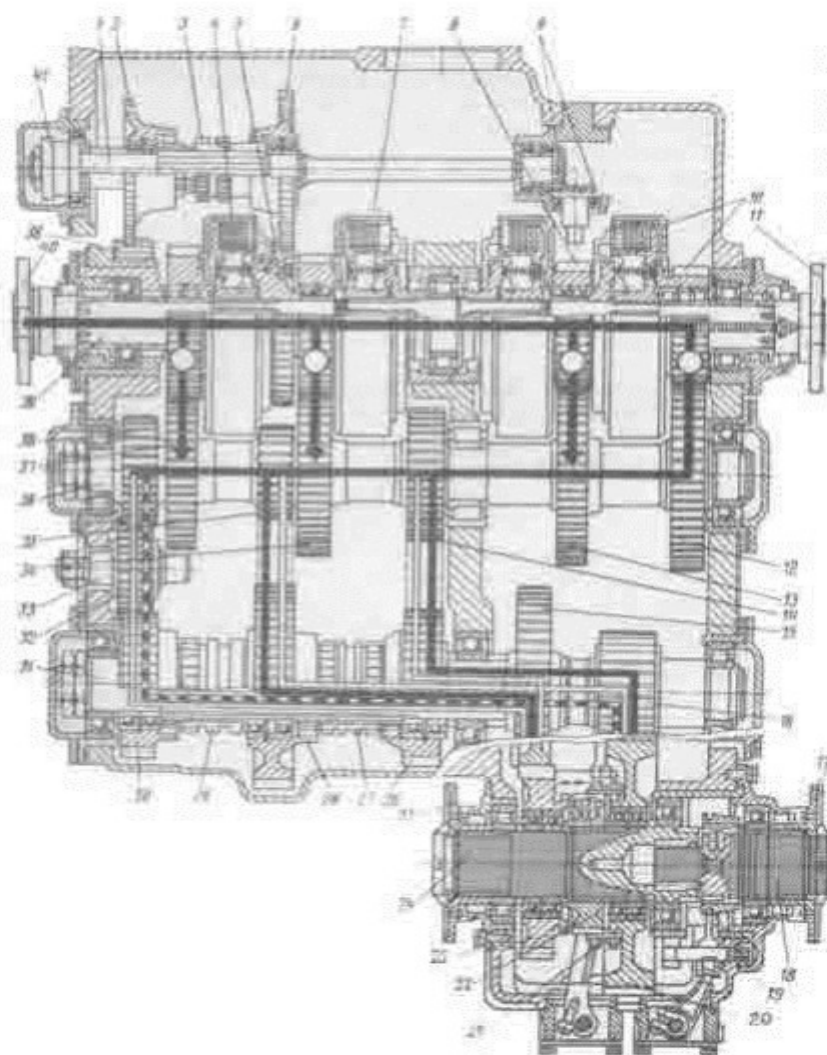
Рисунок 1.1 - Трактор «Кировец» К-700.

На отечественном и зарубежном тракторных рынках высоко ценится продолжительный ресурс, тяговые характеристики и экономичность дизельных силовых установок, возможность полноценного применения машин в сложных и экстремальных климатических условиях.

Особого внимания заслуживает трансмиссия Кировца. В коробках передач тракторов К-700 не устанавливается муфта сцепления. Вместо этого используется педаль слива, с помощью которой снижается давление в гидросистеме КПП.

Коробка передач механическая с 16 скоростями вперед и 8 назад. Управление трансмиссией производится в четырех режимах. Четыре передачи гидравлические, две — нейтральные. Переключение происходит в повышенный и пониженный режимы. Особенности коробки рассчитаны на переключение передач без потери рабочей мощности. Вторая нейтральная передача отключает гидрпоток, первая дополнительно тормозит ведущий вал. Собственно, первая нейтраль предусмотрена для включения только после остановки.

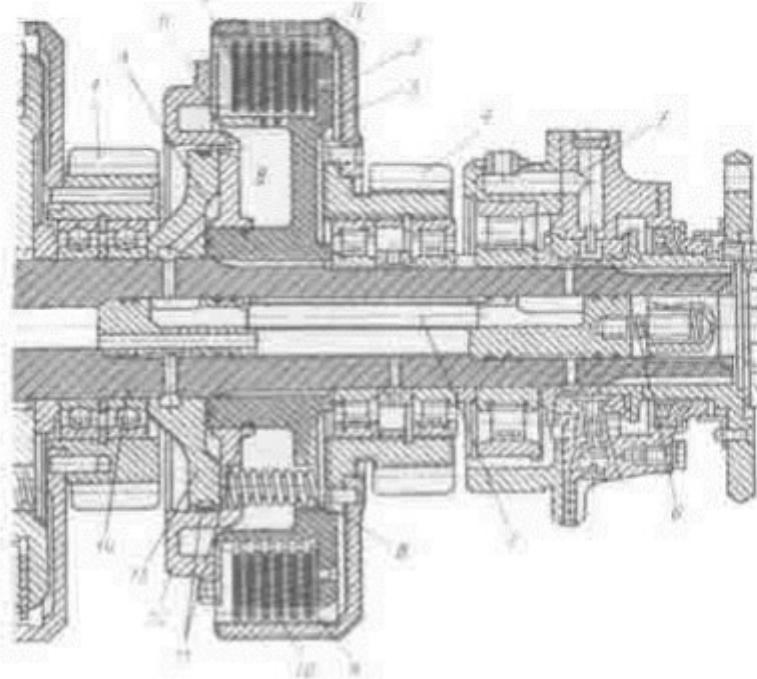
Схематический разрез коробки передач показан на рисунке 1.1.



1- вал привода масляного насоса; 2 — шестерня привода насоса; 3 — муфта переключения привода насоса; 4, 7, 8 и 10 — шестерни с ведомыми барабанами IV, III, II и I передач; 5 и 6 — ведущая и ведомая шестерни привода насоса; 9 — конические шестерни привода насоса; 11 — фланец карданного привода соединительной муфты ВОМ; 12, 13, 34 и 37 — ведомые шестерни I, II, III и IV передач; 14 и 35 — шестерни промежуточного вала режима повышенных и пониженных рабочих и транспортных скоростей; 15 и 16 — шестерни грузового вала и пониженных рабочих и транспортных скоростей; 17 — фланец карданного привода заднего моста; 18 — вал привода заднего моста; 19 — зубчатая передвигная муфта отключения заднего моста; 20 и 23 — шестерни раздаточного пониженных и повышенных рабочих и транспортных скоростей; 21 — зубчатая передвигная муфта включения пониженных и повышенных скоростей; 22 — шестерня раздаточного; 24 — раздаточный; 25 — фланец карданного привода переднего моста; 26 и 28 — шестерни грузового вала; 27 — зубчатая передвигная муфта изменения режимов скоростей; 29 — зубчатая муфта включения режимов задних скоростей; 30 — шестерня заднего хода грузового; 31 — грузовой; 32 — промежуточная шестерня заднего хода; 33 — ось шестерни; 36 — промежуточный; 38 — шестерня заднего хода промежуточного вала; 39 — первичный (ведущий); 40 — фланец карданного вала коробки передач; 41 — винтовая шестерня привода тахоспидометра.

Рисунок 1.2 - Схематический разрез коробки передач трактора К-700.

В коробке передач четыре основных вала. Первичный (ведущий) вал 39 приводится во вращение фланцем 40 передней карданной передачи. Ниже расположены промежуточный 36 и грузовой 31 валы. В нижнем приливе установлен раздаточный 24 с фланцем 25 привода переднего ведущего моста и 18 заднего ведущего моста.



1 и 4 — ведущие шестерни II и I передач; 2 — ведомый барабан; 3 — ведущий барабан; 5 и 6 — гайка и пружина поджима маслопровода; 7 — маслопровод; 8 -пружина выключения муфты; 9 и 10 — ведущие и ведомые диски муфты; 11— уплотнительные кольца; 12— нажимной диск; 13 — средний диск; 14 — ведущий вал; А — полость гидродожимной муфты; Б — дроссельное отверстие; В — полость внутреннего барабана; Г—отверстия в ведущем барабане; Д — отверстия в ведомом барабане; Е — канал подвода масла в маслопровод.

Рисунок 1.3. - Разрез гидродожимной муфты коробки передач трактора К-700.

Ремонт и регулировка коробки переключения передач трактора К-700.

Для выполнения технического задания — ремонт и регулировка КПП К-700 — выполняют следующее:

- разборка коробки передач;
- мойка узлов и деталей;
- дефектовка;
- комплектация взамен вышедших деталей из строя;
- ремонт деталей пригодных к восстановлению;
- сборка ;
- обкатка, испытание (ведущий вал, коробка передач).

Таблица 1.1 - Неисправности и ремонт КПП трактора К-700.

Неисправность	Ремонт
1. Затруднение переключения передач трактора К-700: - неполное выключение сцепления (сцепление «ведет»); - изношенный или поврежденный синхронизатор; - повреждены зубья зубчатых муфт.	Регулировка свободного хода педали сцепления К-700, или если есть поврежденные детали – их меняют, Заменить синхронизатор. Заменить непригодные детали.
2. Повышенный шум коробки передач трактора К-700: - недостаточно масла в коробке передач; - изношенность подшипников валов коробки передач; - повышенный износ зубьев шестерен.	Заливают масло до уровня контрольного отверстия. Замена неисправных подшипников. Замена неисправных шестерен.
3. Самопроизвольное выключение передач во время движения трактора К-700: - неравномерность износа зубьев зубчатых муфт; - повышенная изношенность подшипников валов коробки передач; - неисправные фиксаторы штоков механизма переключения коробки передач.	Замена неисправных деталей и подшипников.
4. Самопроизвольное выключение диапазонов в демультипликаторе трактора К-700: - поступает сжатый воздух в полость цилиндра, которая	Замена неисправных уплотнительных колец и впускного клапана воздухораспределителя. Меняют сухари, регулируют ход штока.

противоположная включенной передаче; -большая изношенность сухарей вилки.	
5. «Невключение» или замедленное включение диапазонов в демультипликаторе при нейтральном положении рычага. Лампа долго не гаснет, воздух выходит через сапун верхней крышки: - повреждена мембрана воздухораспределителя; - износились или затвердели уплотнительные кольца рабочего цилиндра в отверстии под шток вилки переключения.	Замена поврежденной мембраны. Замена уплотнительных колец.
6. Пропуск воздуха через сапун воздухораспределителя при включенной передаче в основной коробке: - изношенность резины впускного клапана; - неплотное прилегание толкателя к впускному клапану.	Замена клапана. Замена неисправных деталей.

Регулировка коробки переключения передач трактора К-700.

1. Испытание и регулировку КПП после сборки выполняют на стенде.
 2. В картер коробки передач К-700 залить моторное масло М108 до отметки верхнего контрольного отверстия.
 3. Чтобы масло заполнило масляные магистрали, прокрутить ведущий вал коробки передач К-700 ($900+70 \text{ мин}^{-1}$ на протяжении 1 минуты). При необходимости масло долить.
 4. Обкатка при нейтральном положении рычагов управления ($900+70 \text{ об/мин}$, 5 мин.).
- При обкатке сделать:
- регулировку редукционного клапана на предварительное давление 0,85 МПа;

- проверка течи из уплотнений и наружных соединений маслопроводов;

- проверка давления масла, которое поступает на смазку, его величина должна быть не меньше 0,05 МПа;

- проверка давления масла, что поступает к механизму отбора мощности и тормозу-синхронизатору, показатель этого параметра должен составлять 0,85 МПа;

5. Выполнив обкатку на нейтральной передаче, нужно сделать обкатку на 1-, 2-, 3-, 4-й передачах на протяжении 2 минуты для каждой (рычаг кулисы – в нейтральном положении, давления масла – 0,85 МПа.

6. Обкатка коробки передач на частоте вращения $1700 \pm 70 \text{ мин}^{-1}$ коленчатого вала (6 минут на всех передачах I и IV режимов, и 3 минуты на всех передачах I и II режимов заднего хода). Внутри диапазона каждого из режимов переключение передач выполняется последовательно – от низшей к высшей. Переход с режима на режим осуществляется на нейтральной передаче, частота вращения – не превышает 900 мин^{-1} . Температура масла не больше 90°C .

- Утечки масла из наружных соединений маслопроводов и уплотнений – не должно быть.

- Функционирование шестерен – плавное, при равномерном шуме.

- Дробных перекатов и отдельных ударов – не должно быть.

- Окончив испытание и регулировку – концы всех отверстий закрываются технологическими пробками.

- Сделать проверку, как осуществлена затяжка крепления верхней половины картера к нижней.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

2.1 Определение годовой производственной программы

2.1.1 Определение количества ремонтно-обслуживающих воздействий

Количество РОВ для тракторов.

Расчет количества капитальных, текущих ремонтов и периодических технических обслуживаний по каждой марки тракторов для реального хозяйства ведется по формулам:

$$K_{кр}^T = \frac{B_{факт}^T + B_{п}}{B_k^T}, \quad (2.1)$$

$$K_I^T = \left(\frac{B_{факт}^T + B_{п}}{B_T^T} \right) + K_K^T, \quad (2.2)$$

$$K_{то3}^T = \left(\frac{B_{факт}^{то3} + B_{п}}{B_{то3}^T} \right) - K_{кр}^T - K_I^T, \quad (2.3)$$

$$K_{то2}^T = \left(\frac{B_{факт}^{то2} + B_{п}}{B_{то2}^T} \right) - K_{кр}^T - K_I^T - K_{то3}^T, \quad (2.4)$$

$$K_{то1}^T = \left(\frac{B_{факт}^{то1} + B_{п}}{B_{то1}^T} \right) - K_K^T - K_I^T - K_{то3}^T - K_{то2}^T, \quad (2.5)$$

где – $B_{факт}^T$ – фактическая наработка от начала эксплуатации или после очередного капитального ремонта, мото-ч (таблица 2.1);

$B_{п}$ – планируемая годовая наработка, мото-ч (таблица 2.1);

B_k^T – периодичность проведения капитального ремонта, мото-ч;

B_T^T – периодичность проведения текущего ремонта, мото-ч;

$B_{то3}^T$ – периодичность проведения ТО-3, мото-ч;

$B_{то2}^T$ – периодичность проведения ТО-2, мото-ч;

$B_{то1}^T$ – периодичность проведения ТО-1, мото-ч.

Рассчитаем количество РОВ для трактора К – 700 :

$$K_{кр}^T = \frac{16832 + 1052}{5541,3} = 0$$

$$K_T^T = \left(\frac{208,1 + 1052}{1847,1} \right) - 0 = 1 \text{ шт.},$$

$$K_{TO3}^T = \left(\frac{1190,4 + 1052}{1203,2} \right) - 0 - 1 = 1 \text{ шт.},$$

$$K_{TO2}^T = \left(\frac{277+1052}{301} \right) - 0 - 1 - 1 = 2 \text{ шт.},$$

$$K_{TO1}^T = \left(\frac{62,4 + 1052}{75,2} \right) - 0 - 1 - 1 - 2 = 11 \text{ шт.}$$

Так как расчеты для остальных тракторов аналогичны, их можно опустить. Полученные данные сводим в таблицу 2.2.

Расчет количества капитальных, текущих ремонтов и периодических технических обслуживаний по каждой марке автомобиля ведется по формулам:

$$K_{кр}^a = N_a \cdot O_{кр} \cdot P_{ду} \cdot P_k, \quad (2.6)$$

$$K_{TO-2}^a = \frac{N_a \cdot B_a^r}{M_{TO-2}^a} \cdot P_{ду} \cdot P_k - K_{кр}^a, \quad (2.7)$$

$$K_{TO-1}^a = \frac{3}{4} \cdot \frac{N_a B_a^r}{M_{TO-1}^a} \cdot P_{ду} \cdot P_k, \quad (2.8)$$

$$K_{сто} = 2 \cdot N_a. \quad (2.8)$$

где B_a^r – планируемый пробег автомобиля, тыс. км. (таблица 2.1);

$O_{кр}$ – коэффициент охвата капитальным ремонтом автомобилей;

$P_{ду}$ – поправочный коэффициент, учитывающий категорию дорожных условий;

P_k – поправочный коэффициент, учитывающий климатические условия эксплуатации;

q_m – суммарная удельная трудоемкость на текущий ремонт (чел-ч);

N_a – количество автомобилей одной марки, шт (таблица 2.1);

M_{TO-2}^a ; M_{TO-1}^a – периодичность проведения ТО-2 и ТО-1 для автомобилей данной марки, тыс. км. пробега ;

Рассчитаем количество РОВ для автомобиля ЗИЛ:

$$K_{кр}^a = 18 \cdot 0,11 \cdot 0,75 \cdot 1 = 1 \text{ шт.},$$

$$K_{TO-2}^a = \frac{18 \cdot 20000}{10000} \cdot 0,75 \cdot 1 - 1 = 26 \text{ шт.},$$

$$K_{\text{то-1}}^a = \frac{3}{4} \cdot \frac{18 \cdot 20000}{2500} \cdot 0,75 \cdot 1 = 81 \text{ шт.},$$

$$K_{\text{сто}} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ шт.}.$$

Аналогично проводим расчеты для остальных автомобилей. Полученные данные сводим в таблицу 2.2.

Расчет количества капитальных ремонтов и периодических технических обслуживаний по каждой марке комбайна ведется по формулам:

$$K_{\text{кр}}^k = \frac{N_k}{t_a};$$

$$K_{\text{то2}}^k = \frac{N_k \cdot B_{\Gamma}}{M_{\text{то2}}^k} - K_{\text{кр}}^k;$$

$$K_{\text{то1}}^k = \frac{3}{4} \cdot \frac{N_k \cdot B_{\Gamma}}{M_{\text{то1}}^k};$$

где: N_k — количество комбайнов, шт. (таблица 2.1)

t_a — срок службы комбайна, лет.

$M_{\text{то1}}^k, M_{\text{то2}}^k$ — периодичность проведения очередного ТО.

Количество РОВ для комбайна ДОН 1500:

$$K_{\text{кр}}^k = \frac{10}{7} = 1 \text{ шт.};$$

$$K_{\text{то2}}^k = \frac{10 \cdot 116}{240} - 1 = 4 \text{ шт.};$$

$$K_{\text{то1}}^k = \frac{3}{4} \cdot \frac{10 \cdot 116}{60} = 15 \text{ шт.}.$$

Количество РОВ для комбайна Нива СК – 5:

$$K_{\text{кр}}^k = \frac{4}{7} = 0,57 \approx 1 \text{ шт.};$$

$$K_{\text{то2}}^k = \frac{4 \cdot 127}{240} - 1 = 1 \text{ шт.};$$

$$K_{\text{то1}}^k = \frac{3}{4} \cdot \frac{4 \cdot 127}{60} = 6 \text{ шт.}.$$

Годовой объем ремонтно-обслуживающих работ по сельскохозяйственным машинам одной марки можно определить по следующим формулам:

$$T_{\text{тр}}^{\Gamma} = h_{\text{тр}}^c \cdot N_{\text{сп}} \quad (2.9)$$

где $T_{\text{тр}}^{\Gamma}$ - годовая трудоемкость текущего ремонта всех сельхозмашин данной марки, (чел.-ч);

$h_{\text{тр}}^{\text{с}}$ - суммарная годовая трудоемкость текущего ремонта машины данной марки, (чел.-ч);

$N_{\text{сп}}$ - списочное число машин данной марки, шт.

$$T_{\text{ТО}}^{\Gamma} = h_{\text{ТО}}^{\text{с}} \cdot N_{\text{сп}} \quad (2.10)$$

$T_{\text{ТО}}^{\Gamma}$ - годовая трудоемкость периодического технического обслуживания всех сельхозмашин данной марки, (чел.-ч);

$h_{\text{ТО}}^{\text{с}}$ - суммарная годовая трудоемкость периодических технических обслуживании одной машины данной марки, (чел.-ч);

$$T_{\text{ХР}}^{\Gamma} = h_{\text{ХР}}^{\text{с}} \cdot N_{\text{сп}} \cdot \mu_{\text{ХР}} \quad (2.11)$$

$T_{\text{ХР}}^{\Gamma}$ - годовая трудоемкость технического обслуживания, связанная с хранением сельхозмашин, (чел.-ч);

$h_{\text{ХР}}^{\text{с}}$ - суммарная годовая трудоемкость технического обслуживания, связанная с хранением одной машины данной марки при условии постановки машины на длительное хранение один раз в течение года, (чел.-ч);

$\mu_{\text{ХР}}$ - коэффициент охвата хранением машин данной марки.

Количество РОВ для сеялок СЗУ – 3,6:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = 63 \cdot 30 = 1890 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТО}}^{\Gamma} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ХР}}^{\Gamma} = 5 \cdot 30 \cdot 1,5 = 225 \text{ чел} - \text{ч}.$$

Для остальной техники расчёт РОВ проводим аналогично.

Результаты расчетов числа РОВ сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Количество ремонтно-обслуживающих воздействий.

Марка машины	Кол-во машин	Количество РОВ					
		КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1	СТО
К – 700	3	2	1	3	7	33	6
К – 701	5	5	1	3	13	57	10
К – 744	2	0	0	2	6	24	4
Т – 150	3	2	2	1	10	43	6
ДТ – 175	2	2	0	2	9	34	4
ВТ – 100	1	1	0	1	4	18	2
ДТ – 75	7	3	4	1	10	46	14
Т – 70С	5	0	3	1	1	10	10
МТЗ 1221	1	0	1	0	1	8	2
МТЗ 82	2	0	2	1	10	36	4
МТЗ 80	3	3	0	2	6	30	6
ЮМЗ 6	2	2	1	0	6	25	4
ЗИЛ	18	1	-	-	26	81	36
КамАЗ	3	0	-	-	5	14	6
ГАЗ	6	1	-	-	8	27	54
УАЗ	7	1	-	-	6	20	14
Волга	2	0	-	-	2	6	4
ДОН 1500	10	1	-	-	4	15	-
Нива СК-5	4	1	-	-	1	6	-

2.2 Определение годовой трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ

Общую трудоемкость капитальных ремонтов и технических обслуживаний для тракторов можно определить по формулам :

Трудоемкость капитального ремонта трактора:

$$T_{\text{кр}}^T = K_{\text{кр}}^T \cdot t_{\text{кр}}; \quad (2.12)$$

где: $K_{\text{кр}}^T$ - количество капитальных ремонтов, шт.;

$t_{\text{кр}}$ - трудоемкость одного капитального ремонта, чел.-ч.

Трудоемкость текущего ремонта трактора:

$$T_{\text{тр}}^T = \frac{B_r}{1000} \cdot q_{\text{тр}}; \quad (2.13)$$

где: $q_{\text{тр}}$ - суммарная удельная трудоемкость текущего ремонта трактора, чел.-ч/1000у.э.га

Трудоемкость ТО-3:

$$T_{\text{то3}}^T = K_{\text{то3}}^T \cdot t_{\text{то3}}; \quad (2.14)$$

где: $K_{\text{то3}}^T$ - количество ТО-3, шт.;

$t_{\text{то3}}$ - трудоемкость одного ТО-3, чел.-ч.

Трудоемкость ТО-2:

$$T_{\text{то2}}^T = K_{\text{то2}}^T \cdot t_{\text{то2}}; \quad (2.15)$$

где: $K_{\text{то2}}^T$ - количество ТО-2, шт.;

$t_{\text{то2}}$ - трудоемкость одного ТО-2, чел.-ч.

Трудоемкость ТО-1:

$$T_{\text{то1}}^T = K_{\text{то1}}^T \cdot t_{\text{то1}}; \quad (2.16)$$

где: $K_{\text{то1}}^T$ - количество ТО-1, шт.;

$t_{\text{то1}}$ - трудоемкость одного ТО-1, чел.-ч.).

Трудоемкость сезонного обслуживания:

$$T_{\text{сто}}^T = K_{\text{сто}}^T \cdot t_{\text{сто}}^T; \quad (2.17)$$

где: $K_{\text{сто}}^T$ - количество сезонных обслуживании, шт.;

$t_{\text{сто}}^T$ - трудоемкость одного сезонного обслуживания, чел.-ч.

Рассчитаем общую трудоемкость РОВ для трактора К – 700:

$$T_{\text{кр}}^T = 2 \cdot 660 = 1320 \text{ чел.-ч.};$$

$$T_{\text{тр}}^T = \frac{1105}{1000} \cdot 54 \cdot 3 = 179 \text{ чел.-ч.};$$

$$T_{\text{то3}}^T = 3 \cdot 43,2 = 129,6 \text{ чел.-ч.};$$

$$T_{TO2}^T = 7 \cdot 10,6 = 74,2 \text{ чел-ч.};$$

$$T_{TO1}^T = 33 \cdot 2,5 = 82,5 \text{ чел-ч.};$$

$$T_{CTO}^T = 6 \cdot 29,3 = 175,8 \text{ чел-ч.}$$

Расчёты для остальных марок тракторов делаем аналогично.

Полученные результаты вносим в таблицу 2.3.

Общую трудоемкость капитальных ремонтов и технических обслуживаний для автомобилей можно определить по формулам:

$$T_{кр}^a = K_{кр}^a \cdot t_{кр}^a, \quad (2.18)$$

$$T_T^a = \left(\frac{N_a \cdot B_a \cdot q_T}{1000} \right) \cdot P_{ду} \cdot P_K, \quad (2.19)$$

$$T_{TO-2}^a = K_{TO-2}^a \cdot t_{TO-2}^a, \quad (2.20)$$

$$T_{TO-1}^a = K_{TO-1}^a \cdot t_{TO-1}^a, \quad (2.21)$$

$$T_{CTO}^a = K_{CTO}^a \cdot t_{CTO}^a, \quad (2.22)$$

где $T_{кр}^a, T_{TO-2}^a, T_{TO-1}^a, T_{CTO}^a$ – общая трудоёмкость определенного вида РОВ для всех автомобилей данной марки, чел-ч;

$K_{кр}^a, K_{TO-2}^a, K_{TO-1}^a, K_{CTO}^a$ – годовое число РОВ;

t – трудоемкость хранения;

$t_{кр}^a, t_{TO-2}^a, t_{TO-1}^a, t_{CTO}^a$ – трудоемкость КР, ТО-2, ТО-1 и сезонного технического обслуживания, чел-ч;

Рассчитаем общую трудоемкость РОВ для автомобиля ЗИЛ:

$$T_{кр}^a = 1 \cdot 302 = 302 \text{ чел-ч.};$$

$$T_T^a = \left(\frac{18 \cdot 20000 \cdot 5,3}{1000} \right) \cdot 0,75 \cdot 1 = 1431 \text{ чел-ч.};$$

$$T_{TO-2}^a = 26 \cdot 10,8 = 280,8 \text{ чел-ч.};$$

$$T_{TO-1}^a = 81 \cdot 3,5 = 283,5 \text{ чел-ч.};$$

$$T_{CTO}^a = 36 \cdot 14 = 504 \text{ чел-ч.};$$

Расчёты для остальных марок автомобилей выполняем аналогично.

Полученные данные заносим в таблицу 2.3

Общую трудоемкость капитальных ремонтов и технических обслуживаний для комбайнов можно определить по формулам:

$$T_{\text{КР}}^{\text{К}} = K_{\text{КР}}^{\text{К}} \cdot t_{\text{КР}}^{\text{К}}; \quad (2.23)$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{К}} = N_{\text{К}} \cdot q_{\text{ТР}}^{\text{К}} \cdot \Pi_3^{\text{К}}; \quad (2.24)$$

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{К}} = K_{\text{ТО2}}^{\text{К}} \cdot t_{\text{ТО2}}^{\text{К}}; \quad (2.25)$$

$$T_{\text{ТО1}}^{\text{К}} = K_{\text{ТО1}}^{\text{К}} \cdot t_{\text{ТО1}}^{\text{К}}; \quad (2.26)$$

где $t_{\text{КР}}^{\text{К}}$ - трудоёмкость капитального ремонта комбайна;

$N_{\text{К}}$ – количество комбайнов, шт;

$q_{\text{ТР}}^{\text{К}}$ - суммарная удельная трудоёмкость на текущий ремонт комбайна в год (чел-час/комбайн);

$\Pi_3^{\text{К}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий зону эксплуатации;

$t_{\text{ТО2}}^{\text{К}}$ - трудоёмкость ТО – 2 комбайна;

$t_{\text{ТО1}}^{\text{К}}$ - трудоёмкость ТО – 1 комбайна.

Общая трудоемкость капитальных ремонтов и технических обслуживаний для комбайна ДОН 1500 :

$$T_{\text{КР}}^{\text{К}} = 1 \cdot 60 = 60 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{К}} = 10 \cdot 230 \cdot 1,13 = 2599 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{К}} = 4 \cdot 7,4 = 29,6 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТО1}}^{\text{К}} = 15 \cdot 5,6 = 84 \text{ чел} - \text{ч}.$$

Общая трудоемкость капитальных ремонтов и технических обслуживаний для комбайна Нива СК-5:

$$T_{\text{КР}}^{\text{К}} = 1 \cdot 46 = 46 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{К}} = 10 \cdot 180 \cdot 1,13 = 813,6 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТО2}}^{\text{К}} = 1 \cdot 6,6 = 6,6 \text{ чел} - \text{ч};$$

$$T_{\text{ТО1}}^{\text{К}} = 16 \cdot 5,1 = 30,6 \text{ чел} - \text{ч}.$$

Результаты расчетов трудоёмкости РОВ сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Общая трудоёмкость ремонтно-обслуживающих воздействий.

Марка машины	Кол-во машин	Трудоёмкость РОВ, чел-ч						
		КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1	СТО	Хранени е
К – 700	3	1320	179	129,6	74,2	82,5	175,8	3
К – 701	5	3630	181,7	75,6	150,8	125,4	183	3
К – 744	2	0	76,4	50,4	69,6	52,8	73,2	1,2
Т – 150	3	1160	189,4	42,3	68	81,7	31,8	0,6
ДТ – 175	2	580	149,5	84,6	61,2	64,6	21,2	0,4
ВТ – 100	1	580	78,2	42,3	27,2	34,2	10,6	0,2
ДТ – 75	7	963	287,6	21,4	64	124,2	239,4	3,5
Т – 70	5	0	51,84	14	6,9	23	68	1
МТЗ – 1221	1	0	31,6	0	6,8	15,2	10,6	0,2
МТЗ – 82	2	0	294	19,8	69	97,2	14	0,8
МТЗ – 80	3	906	253,9	39,6	41,4	81	21	1,2
ЮМЗ – 6АЛ	2	816	321	0	43,8	62,5	59,6	0,8
ЗИЛ	18	302	-	-	280,8	283,5	504	10,62
КамАЗ	3	0	-	-	82,5	61,4	129	2,94
ГАЗ	6	249	-	-	72,8	78,3	637,2	3,3
ДОН 1500	10	60	2599	-	29,6	84	-	9
Нива СК-5	4	46	813,6	-	6,6	30,6	-	2,8
УАЗ	7	241	-	-	51	44	154	3,64
ГАЗ – 3102	2	0	-	-	17	13,2	44	1,04
Всего	86	10853	5506,7	519,6	1223,2	1439,3	2376,4	49,24

2.3 Распределение годового объёма работ по видам и определение состава участков РМ

Распределение годового объёма ремонтно-обслуживающих работ представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Распределение работ и трудоемкости по предприятиям
ремонтно-обслуживающей базы, чел.-ч.

Вид РОВ, наименование машин	Ремонтно-обслуживающая база и распределение трудоёмкости					
	РМ	СТОТ	СТОА	СТОЖ	РТП	Заводы
1	2	3	4	5	6	7
Капитальный ремонт						
Трактора	-	-	-	-	9955	-
Комбайны зерноуборочные	-	-	-	-	106	-
Автомобили	-	-	-	-	-	792
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-
Текущий ремонт						
Тракторы	2094	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	1365,6	-	-	-	-	2047,6
Автомобили	3477,3	-	-	-	-	-
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-
ТО-3						
Тракторы	519,6	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	-	-	-	-	-	-
Автомобили	-	-	-	-	-	-
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-
ТО-2						
Тракторы	638,9	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	36,2	-	-	-	-	-
Автомобили	504,1	-	-	-	-	-
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-
ТО-1						
Тракторы	884,3	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	114,6	-	-	-	-	-
Автомобили	480,6	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-

СТО						
Тракторы	590,2	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	-	-	-	-	-	-
Автомобили	1468,2	-	-	-	-	-
Сельхозмашины	-	-	-	-	-	-
Хранение						
Тракторы	15,9	-	-	-	-	-
Комбайны зерноуборочные	11,8	-	-	-	-	-
Автомобили	21,54	-	-	-	-	-
Сельхозмашины	810	-	-	-	-	-
Доп. работы	2502	-	-	-	-	-
ВСЕГО	19184	-	-	-	10061	2839,6

Суммарная трудоемкость $T_{\text{сум}}$ равна сумме всех видов обслуживаний и ремонтов, проводимых в планируемой РМ $T_{\text{сум}}=11128,5$ чел.-ч.

В РМ выполняют дополнительные работы, они составят:

$$T_{\text{общ}}^r = T_{\text{сум}} \cdot k, [\text{чел.-ч}] \quad (2.27)$$

$$T_{\text{общ}}^r = 16682 \cdot 1,15 = 19184 \text{ чел.} - \text{ч}$$

где k – коэффициент, учитывающий дополнительные работы (принимается равным 1,15...1,20).

Годовая программа, выраженная в условных ремонтах при $T_{\text{усл.рем}} = 300 \text{ чел.-ч}$:

$$W_y = \frac{T_{\text{общ}}^r}{300}, [\text{усл. рем.}] \quad (2.28)$$

$$W_y = \frac{19184}{300} = 63.95 \approx 64$$

2.3.1 Распределение годового объема работ по видам работ

В большинстве случаев общую трудоемкость ремонта определяют по укрупненным показателям и для распределения ее по видам работ применяют приближенные расчеты. При этом используют рекомендации

отраслевых научно – исследовательских институтов, в которых даны процентные отношения отдельных видов работ от общей трудоемкости по конкретному объекту ремонта [].

Результаты распределения трудоемкости сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Распределение годового объёма трудоемкости по видам работ

Виды работ	Годовой объем трудоемкости, чел-ч	
	принимаемый процент	трудоемкость
ТО и диагностика	20	3836,8
Ремонт ДВС	20	3836,8
Мех. участок	5	959,2
Ремонт электрооборудования	2	383,68
Ремонт топливной аппаратуры	3	575,52
Кузнечно-термические	4	767,36
Сварочные	5	959,2
Шиноремонтные	3	575,52
ТО и зарядка аккумуляторов	1,5	287,76
Моечные	1,5	287,76
Сборочно-разборочные	35	6714,42
Итого:	100	19184

2.4 Расчет основных параметров РМ

2.4.1 Назначение режима работы и определение фондов времени рабочих и оборудования

Исходя из принятого режима работы ЦРМ, можно определить годовые и месячные фонды времени предприятия в целом, цеха, отделения, оборудования или рабочего на 2016 г.

Номинальный фонд времени рабочего :

$$\Phi_{\text{н.р.}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}} - d_{\text{пп}} \cdot t_{\text{с}}, \quad (2.27)$$

где - $d_{\text{к}}, d_{\text{в}}, d_{\text{п}}$ - соответственно число календарных, выходных и праздничных дней,

$t_{\text{см}}$ - продолжительность смены, ч.;

$d_{\text{пп}}$ - число предпраздничных дней.

Тогда:

$$\Phi_{\text{н.р.}} = (365 - 104 - 12) \cdot 8 - 5 \cdot 1 = 1987 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочего:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = [(d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}} - d_{\text{о}}) \cdot t_{\text{см}} - d_{\text{пп}}] \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (2.28)$$

где $d_{\text{о}}$ - число отпускных дней в планируемом периоде;

$\eta_{\text{р}}$ - коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительным причинам ($\eta_{\text{р}} = 0,96$).

Для электро- и газосварщиков, аккумуляторщиков $d_{\text{о}} = 28$, тогда:

$$\Phi_{\text{д.р.1}} = [(365 - 104 - 12 - 28) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 0,96 = 1693,7 \text{ ч.}$$

Для вулканизаторщиков, мойщиков $d_{\text{о}} = 26$, тогда:

$$\Phi_{\text{д.р.2}} = [(365 - 104 - 12 - 26) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 0,96 = 1709 \text{ ч.}$$

И для рабочих ремонтников других специальностей $d_{\text{о}} = 25$, тогда:

$$\Phi_{\text{д.р.3}} = [(365 - 104 - 12 - 25) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 0,96 = 1716,7 \text{ ч.}$$

Таблица 2.6 – Годовые фонды времени рабочих.

Специальность рабочего	Продолжит ельность рабочей недели, ч	Продол- жительность отпуска	Номина- льный фонд времени	Потери номиналь- ного фонда времени	Действите- льный фонд времени
Ремонтники	40	25	1987	270,3	1716,7
Сварщик, аккумуляторщик	40	28	1987	293,3	1693,7
Шиномонтажник, мойщик	40	26	1987	278	1709

Номинальный фонд времени оборудования:

$$\Phi_{\text{н.о.}} = [(d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}} - d_{\text{пп}}] \cdot n_{\text{с}}, \quad (2.29)$$

где $n_{\text{с}}$ – число смен работы оборудования в сутки.

Тогда:

$$\Phi_{\text{н.о.}} = [(365 - 104 - 12) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 1 = 1987 \text{ ч.}$$

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

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н.о.}} \cdot \eta_{\text{о}}, \quad (2.30)$$

где $\eta_{\text{о}}$ – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте и техническом обслуживании ($\eta = 0,95 \dots 0,98$).

$$\Phi_{\text{д.о.1.}} = 1987 \cdot 0,95 = 1887,5 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{\text{д.о.2.}} = 1987 \cdot 0,96 = 1907,5 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{\text{д.о.3.}} = 1987 \cdot 0,98 = 1947,2 \text{ ч.}$$

Таблица 2.7 - Годовые фонды времени оборудования.

Тип оборудования	При одной смене		
	Номинальный годовой фонд времени оборудования, ч	Потери номинального годового фонда времени оборудования, ч	Действительный годовой фонд времени оборудования, ч
1	2	3	4
Моечный	1987	79,5	1907,5
Тех. обслуживания	1987	39,8	1947,2
Сварочный	1987	99,4	1887,6
Шиномонтажный	1987	79,5	1907,5
Кузнечно-термический	1987	39,8	1947,2
Слесарно-механический	1987	39,8	1947,2
Тех. обслуживания и зарядки аккумуляторов	1987	99,4	1887,6
Электроремонтный	1987	39,8	1947,2
Ремонта ДВС	1987	39,8	1947,2
Ремонта топливной аппаратуры	1987	39,8	1947,2
Сборочно-разборочный	1987	39,8	1947,2

2.4.2 Определение количества рабочих и служащих

Явочное и списочное числа рабочих определяют соответственно по формулам [1]:

$$P_{\text{яв}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{н}} \quad (2.31)$$

$$P_{\text{сп}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{д}} \quad (2.32)$$

где $T_{\text{г}}$ – годовая трудоемкость работ по участкам, чел-ч;

$\Phi_{\text{д}}$, $\Phi_{\text{н}}$ – соответственно годовые действительный и номинальный фонды времени рабочего, ч;

Явочное и списочное числа рабочих для проведения моечных работ равны:

$$P_{\text{яв}} = 287,76 / 1987 = 0,15 \text{ чел};$$

$$P_{\text{сп}} = 287,76 / 1709 = 0,16 \text{ чел};$$

Для нахождения числа рабочих по остальным специальностям проводим аналогичные расчёты, результаты сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Количество производственных рабочих

Наименование участка	Годовая трудоёмкость T_r , чел-ч	Действительный годовой фонд времени Φ_d , ч	Номинальный годовой фонд времени Φ_n , ч	Списочное число рабочих, чел		Явочное число рабочих, чел
				Расчётное	Принятое	
1	2	3	4	5	6	7
ТО и диагностики	3836,8	1716,7	1987	2,23	3	1,93
Слесарно – механический	959,2	1716,7	1987	0,56		0,48
Ремонта ДВС	3836,8	1716,7	1987	2,23	3	1,93
Ремонта топливной аппаратуры	575,52	1716,7	1987	0,34		0,3
Ремонта электрооборудования	383,68	1716,7	1987	0,22	1	0,19

Продолжение таблицы 2.8

ТО и зарядки аккумуляторов	287,76	1693,7	1987	0,2		0,14
Кузнечно-термический	767,36	1716,7	1987	0,45	1	0,39
Сварочный	959,2	1693,7	1987	0,57		0,48
Шино-ремонтный	575,52	1709	1987	0,34	1	0,3
Моечный	287,76	1709	1987	0,17		0,14
Сборочно-разборочный	6714,42	1716,7	1987	3,9	4	3,4
Всего	19184	-	-	11,21	13	9,68

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

$$P_{всп} \text{ 14 ... 17\% от } P_{сп} \quad (2.33)$$

Расчет числа младшего обслуживающего персонала, счетно-конторского персонала, инженерно-технических работников и аппарата управления выполняем укрупнено в процентах к общему числу рабочих.

$$P_{итр} = 8 \text{ ... 10\% от } (P_{сп} + P_{всп}); \quad (2.34)$$

$$P_{сп} = 2 \text{ ... 3\% от } (P_{сп} + P_{всп}); \quad (2.35)$$

$$P_{моп} = 2 \text{ ... 4\% от } (P_{сп} + P_{всп}); \quad (2.36)$$

Штат РМ приводим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 – Штат РМ.

Категория работающих	Количество работающих	
	расчетное	принятое
1. Производственные рабочие	11,21	13
2. Вспомогательные рабочие	1,68	2
3. ИТР	1,03	1
4. Счетно-конторский персонал	0,39	1
5. Младший обслуживающий персонал	0,39	1
ИТОГО:	14,7	18

2.4.3 Определение количества необходимого оборудования

Расчет количества моечных машин:

$$N_{\text{м.м.}} = \frac{T_{\text{г}}}{\Phi_{\text{д.о.}} \cdot \eta_{\text{м}}}; \quad (2.37)$$

где $T_{\text{г}}$ – годовая трудоемкость работ на данном участке;

$\Phi_{\text{д.о.}}$ – действительный фонд времени оборудования;

$\eta_{\text{м}}$ – коэффициент использования машины или ванны ($\eta_{\text{м}} = 0,5 \dots 0,6$).

Тогда:

$$N_{\text{м.м.}} = \frac{287,76}{1709 \cdot 0,5} \cdot 0,34.$$

Принимаем 1 моечную машину М – 125.

Расчет количества оборудования для сварочных работ.

Общее число единиц сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{с.н}} = T_{\text{с.н}} / \Phi_{\text{д}}, \quad (2.38)$$

где: $T_{\text{с.н}}$ – годовая трудоемкость работ на участке сварки, наплавки, чел.-ч.

Количество электросварочных агрегатов:

$$N = \frac{959,2}{1693,7} = 0,57.$$

Принимаем 1 пост электродуговой сварки.

Количество шиномонтажных установок:

$$N_{\text{ш}} = \frac{575,52}{1709} = 0,34.$$

Принимаем 1 шиномонтажную установку.

Количество металлорежущих станков:

$$C_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{тех}}}{\Phi_{\text{д}}};$$

где $T_{\text{тех}}$ - годовая трудоёмкость работ на слесарно-механическом участке.

$$C_{\text{ст}} = \frac{959,2}{1716,7} = 0,56;$$

Принимаем 1 станок.

Количество кузнечного оборудования:

Годовой объём кузнечных работ рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{(T_r \cdot R_K)}{\Phi_D}; \quad (2.39)$$

где: T_r - годовая трудоёмкость кузнечных работ, чел-ч;

R_K - масса деталей, обрабатываемых одним кузнецом в течении года, (принимается 60-65 т);

Φ_D - годовой действительный фонд рабочего времени кузнечного участка, ч.

Количество молотов:

$$C_M = 0,5 \cdot \frac{Q}{(q_M \cdot \Phi_D)}; \quad (2.40)$$

где: Q – годовой объём кузнечных работ;

q_M - часовая производительность молота ($q_M=25 \dots 40$ кг/ч).

Число горнов ручнойковки:

$$C_r = 0,5 \cdot Q / (g_p \cdot \Phi_D); \quad (2.41)$$

где: g_p - часовая производительность горна (принимается 6 кг/ч).

$$Q = \frac{(767,36 \cdot 60)}{1716,7} = 27;$$

$$C_M = 0,5 \cdot \frac{27}{(25 \cdot 1987)} = 0,0003;$$

Примем 1 молот.

$$C_r = 0,5 \cdot 27 / (6 \cdot 1987) = 0,001.$$

Примем 1 горн.

Рассчитанное и подобранное оборудование заносится в ведомость оборудования РМ по форме представленной в таблице 2.10.

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-060А	1200*800*805	1	-	-	0,96	0,96
10	Настольно-сверлильная установка	P-175	410*390*980	1	0,75	0,75	0,16	0,16
11	Настольный точильно-шлиф. станок	ЗЕ-631	400*315*360	1	0,75	0,75	0,13	0,13
12	Стелаж для деталей	ОРГ-1468-05-230А	1400*500*2000	1	-	-	0,7	0,7
13	Набор инструмента слесаря-электрика	ПИМ-1424	200*506*105	1	-	-	0,112	0,112
14	Универсальный стенд для испытания и регулировки автотракторного оборуд.	КИ 968	848*815*1490	1	3,3	3,3	0,7	0,7
-	Участок тех. обслуживания и зарядки аккумуляторов							
15	Переносное уст-во для зарядки аккумуляторов	ЗУ-1	320*220*460	1	1,5	1,5	0,07	0,07
16	Дистилятор	АТУ-13506	1100*120	1	3,5	3,5	0,132	0,132
17	Верстак аккумуляторщика	ОРГ-5106А	1208*836*750	1	-	-	1	1
18	Стелаж для аккумуляторов	ОРГ-5132	2215*515*1600	1	-	-	1,14	1,14
-	Кузнечно-термический участок							
19	Горн кузнечный	ГО-3336	2280*1200*915	1	-	-	2,7	2,7

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
32	Система отсоса выхлопных газов	КИ-8627.08.000 А	-	1	-	-	-	-
33	Шкаф для хранения приборов и приспособлений	ОРГ-1468-07-040	860*360* 1900	1	-	-	0,3	0,3
34	Установка для сбора отработанных масел	С-608	720*540* 1057	1	-	-	0,39	0,39
35	Нагнетатель смазки	С-321М	595*420* 825	1	0,55	0,55	0,252	0,252
36	Прибор для проверки электрооборуд.	КИ-11400	350*140* 420	1	-	-	0,05	0,05
37	Комплект оборудования	КИ-28058	-	1	-	-	1,5	1,5
-	Участок ремонта агрегатов шасси							
38	Верстак слесарный на одно рабочее место	ОРГ-1468-01-060А	1200*800 *805	1	-	-	0,96	0,96
39	Стенд для разборки и сборки коробок передач	Р-201	830*580* 720	1	-	-	0,48	0,48
40	Стенд для разборки и сборки редукторов	Р-620	850*700* 985	1	-	-	0,6	0,6

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
48	Стеллаж для деталей	ОРГ-1468-05-230А	1400*500*2000	1	-	-	0,7	0,7
49	Верстак слесарный на одно место	ОРГ-1468-01-060А	1200*800*805	1	-	-	0,96	0,96
50	Прибор для регулировки и испытания форсунок	КИ-15706	730*316*330	1	-	-	0,23	0,23
51	Комплект инструментов для очистки распылителей форсунок от нагара и смолистых отложений	ПИМ-5319	210*110*30	1	-	-	0,02	0,02
52	Стенд для испытания дизельной топливной аппаратуры	КИ-15711М-01	1930*890*1970	1	12,5	12,5	1,72	1,72
53	Комплект приспособлений для обслуживания и ремонта диз. топливной аппаратуры типа 4ТН, 6ТН.	ОР-15727	1400*1000*400	1	-	-	1,4	1,4

Продолжение таблицы 2.10

-	Участок ремонта двигателей							
54	Монорельс с электроталью	ТЭ-200П-5211	1180-325*955	1	1,86	1,86	0,38	0,38
55	Стенд для разборки и сборки двигателей типа ЯМЗ с ручным приводом	Р-776	1840*1000*1020	1	-	-	1,84	1,84
56	Верстак слесарный на два рабочих места	ОРГ-1468-01-070А	2400*800*805	1	-	-	1,92	1,92
57	Приспособление для разборки, сборки и регулировки муфт сцепления	Р-724	580*490*470	1	-	-	0,28	0,28
58	Ванна моечная передвижная	ОМ-1316	1210*1820*1000	1	-	-	2,2	2,2
59	Пресс с ручным приводом	ПР	1340*396*900	1	-	-	0,54	0,54
60	Настольно-сверлильная установка	Р-175	410*390*980	1	0,75	0,75	0,16	0,16
61	Установка для шлифования клапанов	Р-186	870*575*430	1	0,25	0,25	0,5	0,5

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
62	Устройство для притирки клапанов	P-177	360*80*180	1	0,18	0,18	0,02	0,02
63	Приспособление для монтажа и демонтажа пружин клапанов двигателя	ОР-9913	600*250*46	1	-	-	0,15	0,15
64	Ларь для обтирочных материалов	ОРГ-5133	1000*500*500	1	-	-	0,5	0,5
-	Всего	-	-	-	-	94,74	-	50,42

2.4.4 Определение производственных площадей

При разработке плана РМ необходимо руководствоваться требованиями и действующими нормативами строительного, противопожарного, санитарно – технического и энергетического проектирования.

Расчет площадей производственных участков выполняют произведением площади пола, занятого оборудованием, на коэффициент учитывающий переходы и зоны, необходимые для работы и обслуживания оборудования []:

$$F_{\Pi} = (F_{ОБ} + F_{М}) \cdot K ; \quad (2.42)$$

где - $F_{ОБ}$ – площадь, занимаемая оборудованием, $м^2$; K – переходной коэффициент, учитывающий проходы, проезды и зоны обслуживания;

$F_{М}$ – площадь машины, если она занимает площадь самостоятельно, $м^2$.

Площадь участка наружной мойки :

$$F_{н.м.} = (1,42 + 21,56) \cdot 4 = 91,9 \text{ м}^2;$$

Площадь механического участка:

$$F_{MEX} = 9,11 \cdot 3 = 27,33 \text{ м}^2.$$

Площадь участка технического обслуживания:

$$F_{ТО} = (2,49 + 21,56) \cdot 1,9 = 45,7 \text{ м}^2;$$

Площадь электроремонтного участка :

$$F_{У.Э.} = 2,76 \cdot 4 = 11 \text{ м}^2.$$

Площадь участка аккумуляторных батарей:

$$F_{У.А.Б.} = 2,34 \cdot 3 = 7 \text{ м}^2.$$

Площадь сварочного участка:

$$F_C = 1,9 \cdot 5,5 = 10,45 \text{ м}^2.$$

Площадь кузнечного участка:

$$F_K = 2,34 \cdot 5 = 11,7 \text{ м}^2.$$

Площадь шиномонтажного участка:

$$F_{Ш} = 6,63 \cdot 4 = 26,5 \text{ м}^2.$$

Площадь административного участка:

$$F_A = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м}^2.$$

Площадь санитарно-бытовых помещений:

— площадь под умывальники принимается из расчета 1 умывальник с площадью $0,5 \text{ м}^2$ на 10 человек, т.е. $S_U = 1,5 \text{ м}^2$;

— площадь туалета принимаем $S_T = 3 \text{ м}^2$;

Итого площадь санитарно-бытовых помещений принимаем $4,5 \text{ м}^2$

Результаты вычислений площадей производственных и вспомогательных помещений сводим в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 – Площадь участков РМ

№ п.п.	Наименование участка	Площадь оборудования, м ²	Коэффициент перехода	Принятая площадь, м ²
1	Участок наружной мойки	1,42	4	91,9
2	Участок ТО и диагностики	2,49	1,9	45,7
3	Участок механический	9,11	3	27,33
4	Участок электроремонтный	2,76	4	11
5	Участок ТО и зарядки аккумуляторных батарей	2,34	3	7
6	Участок сварочный	1,9	5,5	10,45
7	Участок кузнечный	2,34	5	11,7
8	Участок шиномонтажный	6,63	4	26,5
9	Участок административный	10	-	10
10	Участок санитарно бытовых помещений	4,5	-	4,5
-	Всего:	43,5	-	246

2.5 Компоновка производственных помещений РМ

Минимально необходимая ширина пролёта здания определится по формуле:

$$L=L_1+L_2+l_1; \quad (2.43)$$

Где L_1 =длина ремонтируемой машины; $L_2=1,5...2,0$; $l_1=1000...1500$ мм.

Тогда:

$$L=4935+(4935*1,7)+1000=14324,5 \text{ м.}$$

Примем ширину корпуса равную 18 м.

Для большинства предприятий соотношение длинны и ширины берут $1,5...2,0$.

Примем длину корпуса равную 36 м.

Тогда площадь корпуса равна

$$F_{\text{пр}} = L \cdot B_z = 18 \cdot 36 = 648 \text{ м}^2. \quad (2.44)$$

Для контроля вводят понятие коэффициента целесообразности плана здания ремонтного предприятия [2]:

$$\eta_{ц} = \frac{\sqrt{F_{пп}}}{L_{п} \cdot 0,282} ; \quad (2.45)$$

где $F_{пп}$ – производственная площадь, $м^2$;

$L_{п}$ – периметр здания по наружным стенам, $м$;

0,282 – коэффициент пропорциональности, численно равный квадратному корню из отношения площади круга к длине его окружности.

$$\eta_{о} = \frac{\sqrt{648}}{2 \cdot (18 + 36) \cdot 0,282} = 0,84 .$$

На практике необходимо, чтобы коэффициент целесообразности плана здания был равен 0,8 и более.

Принимаем шаг наружных колонн – 6 м, внутренних – 18 м, высота пролета 7,2 м.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗДАТОЧНОГО ВАЛА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА К-700

3.1 Технологический процесс разборки коробки передач трактора К-700

Разборку осуществляем в следующей последовательности:

1. Установить коробку передач на стенд для разборки.

Кран подвесной 5 кН, стенд для разборки и сборки коробки передач.

2. Вывернуть пробку заливного отверстия и пробку магнитную сливного отверстия. Ключ гаечный 22 мм.

3. Вывернуть и снять болты 1 с пружинными шайбами 2. Снять поддон 3 с уплотнительной прокладкой 4. Ключ гаечный 17 мм.

4. Вывернуть и снять болты 20 с пружинными шайбами 19. Снять шайбу 18 с уплотнительным кольцом 17. Съёмником снять фланец 16 с раздаточного вала 23. Ключ гаечный 19 мм. Съёмник винтовой механический СВ 33.

5. Вывернуть и снять болты 15 с пружинными шайбами 14. Съёмником СВ 33 снять крышку 22. Ключ гаечный 19 мм. Съёмник винтовой механический СВ 33.

6. Вывернуть и снять болты 36 с пружинными шайбами 35. Снять крышку 27 в сборе с фланцем 28 и валом 25. Ключ гаечный 19 мм.

7. Выбить раздаточный вал 23 выколоткой из мягкого металла из корпуса коробки передач. Извлечь шестерню 11, зубчатую муфту 10, шестерню 6. Выколотка из мягкого металла. Молоток.

8. Снять съёмником СВ 33 подшипник 5 с раздаточного вала 23. Промыть детали и продуть сжатым воздухом. Ванна моечная, щетка волосаяная, пистолет для обдува деталей сжатым воздухом С-4И7, съёмник винтовой механический СВ 33. Продефектовать раздаточный вал коробки передач.

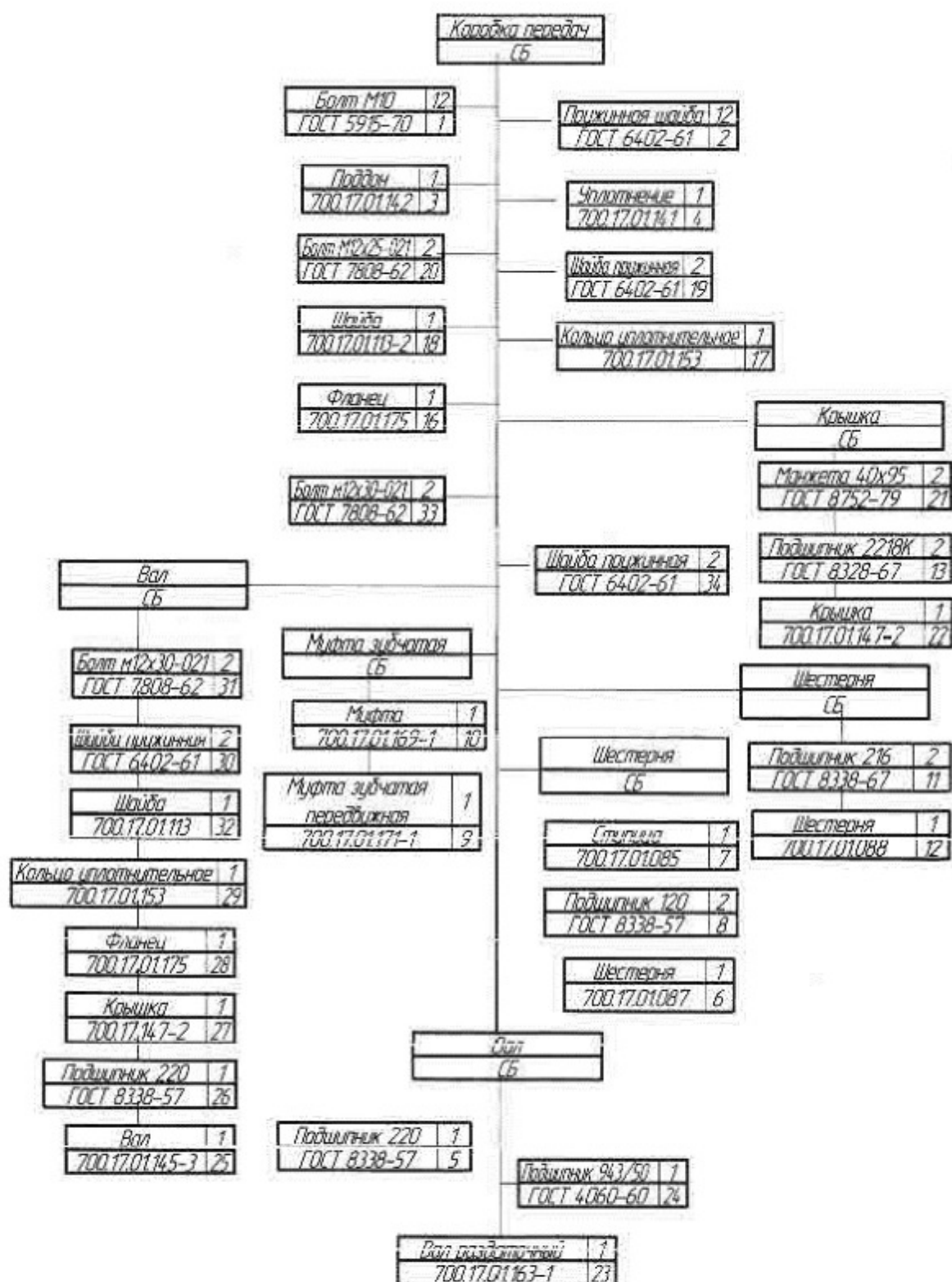


Рисунок 3.1 – Структурная схема разборки коробки передач трактора К-700.

3.2 Проектирование технологии восстановления детали

3.2.1 Технологический процесс дефектации

Дефектация – оценка технического состояния объекта (машина, узел, деталь) по результатам измерений и контроля структурных параметров. После дефектации детали делят на три категории: годные, требующие восстановления и утильные.

Исходными данными для разработки технологического процесса дефектации являются технические требования на капитальный ремонт машины, в которых приводят эскиз рассматриваемой детали, перечень дефектов, средства контроля и рекомендации по ремонту.

При проектировании технологического процесса дефектации разрабатывают карту эскизов детали и карту технологического процесса дефектации.

Дефектацию резьбы А производим с помощью визуального осмотра.

Дефектацию поверхности Б производим с помощью микрометра МК 75-100 ГОСТ 6507 – 90 . В результате измерения получено, что износ составляет $I_2=0,15$ мм.

Дефектацию поверхности В производим с помощью микрометра МК 100 – 125 ГОСТ 6507 – 90. В результате измерения получено, что износ составляет $I_3=0,3$ мм.

Дефектацию поверхности Г производим с помощью нутромера 8144-06005Д ОСТ 70.0001.024-74. В результате измерения получено, что износ составляет $I_4=0,2$ мм.

3.2.2 Выбор рационального способа восстановления

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

Для учёта всех этих факторов рекомендуется последовательно пользоваться тремя критериями:

- технологическим критерием или критерием применимости;
- критерием долговечности;
- технико-экономическим критерием (отношение себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности).

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

Все поверхности раздаточного вала могут быть восстановлены следующими способами:

Отверстие А (Повреждение резьбы):

- нарезка резьбы большего диаметра;
- установка спиральной вставки;
- установка втулки усилителя.

Поверхность Б (Износ наружной поверхности вала под подшипники):

- электроконтактная приварка ленты;
- хромирование;
- осталивание.

Поверхность В (Износ поверхности вала под подшипники):

- вибродуговая наплавка;
- электроконтактная приварка ленты;
- хромирование.

Поверхность Г (Износ поверхности под роликоподшипник):

- хромирование;
- осталивание;
- электроконтактная приварка ленты.

Технический критерий оценивает каждый способ, выбранный по технологическому критерию, с точки зрения восстановления (или улучшения) свойств поверхностей детали. Выбранному способу дается

комплексная оценка по коэффициенту долговечности K_d (учитываются износостойкость K_u , выносливость K_e , сцепляемость $K_{сц}$ и фактическая работоспособность K_n покрытия восстановленной детали).

$$K_d = K_u \cdot K_e \cdot K_{сц} \cdot K_n, \quad (3.1)$$

где K_u , K_e , $K_{сц}$ – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий [10];

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

Определим значения коэффициентов долговечности восстановленной детали по каждому варианту:

- при контактной приварке ленты:

$$K_d = 1,30 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,85 = 0,90$$

- при вибродуговой наплавке;

$$K_d = 1,0 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,53$$

- при хромировании;

$$K_d = 1,67 \cdot 0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,24$$

- при осталивании;

$$K_d = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 0,48$$

Площади поверхностей восстановления

$$S_B = 3,14 \cdot 80 \cdot 60 = 15072 \text{ мм}^2 = 1,5 \text{ дм}^2.$$

$$S_B = 3,14 \cdot 100 \cdot 40 = 12560 \text{ мм}^2 = 1,26 \text{ дм}^2.$$

$$S_\Gamma = 3,14 \cdot 60 \cdot 60 = 11304 \text{ мм}^2 = 1,13 \text{ дм}^2.$$

Для изношенных поверхностей раздаточного вала были определены оптимальные способы восстановления:

- для поверхности А – установка спиральной вставки;
- для поверхности Б - электроконтактная приварка ленты;
- для поверхности В – электроконтактная приварка ленты;
- для поверхности Г - электроконтактная приварка ленты.

3.2.3 Маршруты восстановления раздаточного вала

Рассмотрим применение трех вариантов сочетаний способов восстановления раздаточного вала в целом:

I вариант - контактная приварка ленты поверхностей Б, В, Г, установка спиральной вставки А.

II вариант - контактная приварка ленты поверхностей Б и Г, вибродуговая наплавка поверхности В, нарезка резьбы большего диаметра А.

III вариант – хромирование поверхности В и Г, осталивание поверхности Б, установка втулки усилителя.

Определим значения коэффициентов долговечности восстановления детали по каждому варианту

$$K_{ДВJ} = \frac{\sum K_i \cdot K_{Дij}}{\sum K_i}, \quad (3.2)$$

где K_i – коэффициент повторяемости i -го дефекта;

$K_{Дij}$ – коэффициент долговечности i -й поверхности, восстановленной ремонтным способом.

$$K_{ДВ_I} = \frac{0.4 \cdot 1 + 0.75 \cdot 0.9 + 0.8 \cdot 0.9 + 0.7 \cdot 0.9}{2.65} = 0.92$$

$$K_{ДВ_{II}} = \frac{0.4 \cdot 1 + 0.75 \cdot 0.9 + 0.8 \cdot 0.53 + 0.7 \cdot 0.9}{2.65} = 0.8$$

$$K_{ДВ_{III}} = \frac{0.4 \cdot 1 + 0.75 \cdot 0.48 + 0.8 \cdot 1.24 + 0.7 \cdot 1.24}{2.65} = 0.99$$

Определяем отношение себестоимостей восстановления к коэффициенту долговечности для каждого варианта

$$\frac{C_{ВДJ}}{K_{ДВJ}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{YiP} \cdot P}{K_{ДВJ}} \rightarrow \min, \quad (3.3)$$

где $C_{ВДj}$ – себестоимость восстановления изношенных поверхностей детали j -м сочетанием способов, руб.;

C_{YiP} – удельная себестоимость восстановления i -й восстанавливаемой поверхности ремонтным способом, руб/дм²;

S_i – площадь i -й восстанавливаемой поверхности, дм²;

$K_{двj}$ – коэффициент долговечности детали, восстановленной j-м сочетанием способов;

n – количество изнашиваемых поверхностей (дефектов).

$$\frac{C_{вд_I}}{K_{вд_I}} = \frac{8 \cdot (0,75 + 0,8 + 0,7)}{0,92} = 19,57$$

$$\frac{C_{вд_{II}}}{K_{вд_{II}}} = \frac{8 \cdot (0,75 + 0,7) + 10 \cdot 0,8}{0,8} = 24,5$$

$$\frac{C_{вд_{III}}}{K_{вд_{III}}} = \frac{12 \cdot (0,8 + 0,7) + 6 \cdot 0,75}{0,99} = 22,7$$

Как следует из расчетов, наиболее целесообразным является первый вариант – восстановление поверхностей Б, В, Г электроконтактной приваркой стальной ленты, поверхности А – установкой спиральной вставки. Данный способ закладываем в основу разработки технологии восстановления детали и дальнейшего анализа эффективности ее восстановления.

3.3 Расчет режимов основных технологических операций, выбор ремонтных материалов и оборудования

3.3.1 Расчет режимов нанесения покрытий

Контактное электроимпульсное наращивание поверхности лентой
(025 Наплавочная)

Для восстановления детали приваркой стальной ленты принимаем установку 011-1-10 «Ремдеталь», предназначенную для восстановления как наружных, так и внутренних поверхностей.

Режим приварки стальной ленты толщиной до 1 мм:

- 1) сила тока 16,1 – 18,1 кА;
- 2) усилие прижатия ролика 1,4 – 1,6 кН;
- 3) скорость приварки 42 – 72 м /ч;
- 4) продольная подача 3 – 4 мм /об;
- 5) длительность сварочного цикла 0,04 – 0,08 с;
- 6) длительность паузы 0,1 – 0,12 с;

7) ширина рабочей части сварочных роликов 4 мм;

8) расход охлаждающей жидкости 90 – 180 л/ч.

Производительность процесса, W , составляет 70 – 100 см²/мин. Скорость наплавки V_n , частоту вращения n , основное T_o и штучное время $T_{шт}$ определяют по формулам (2.21, (2.11), (2.22) и (2.23). Коэффициент использования наплавочной установки $\varphi = 0,4 – 0,5$.

Скорость наплавки рассчитывают по формуле:

$$V_n = 0,6 W / S, \quad (3.4)$$

где V_n - скорость наплавки, м/ч;

W - производительность процесса ($W = 70 – 100$ см²/мин);

S – шаг наплавки, $S = 0,4 – 0,5$ см/об.

Основное время наплавки рассчитывают по формуле:

$$T_o = F_n / W, \quad (3.5)$$

где F_n - площадь наплавленной поверхности, см².

Штучное время, затраченное на восстановление одной детали, можно определить по формуле:

$$T_{шт} = T_o / \varphi, \quad (3.6)$$

где φ – коэффициент использования наплавочной установки, $\varphi = 0,5 – 0,6$.

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз} / n. \quad (3.7)$$

Для поверхности Б:

Толщину покрытия определяем по формуле:

$$h = z_0 + И / 2 + z, \quad (3.8)$$

где h – толщина покрытия, мм;

z_0 – толщина слоя поверхности детали, снятого при предварительной мехобработке, ориентировочно 0,1 ... 0,3 мм;

$И$ – диаметральный износ детали, мм;

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

$$h = 0,1 + 0,3/2 + 0,005 = 0,255 \text{ мм.}$$

В качестве материала ленты принимаем сталь 55. Толщину ленты принимаем 0,35 мм, так как она является наименьшей в сортаменте.

Принимаем следующий режим приварки стальной ленты:

- 1) сила тока 16,5 кА;
- 2) усилие прижатия ролика 1,5 кН;
- 3) скорость приварки 50 м /ч;
- 4) продольная подача 4 мм /об;
- 5) длительность сварочного цикла 0,05 с;
- 6) длительность паузы 0,1 с;
- 7) ширина рабочей части сварочных роликов 4 мм;
- 8) расход охлаждающей жидкости 100 л/ч.
- 9) производительность процесса 75 см²/мин.

Скорость наплавки:

$$V_n = 0,6 \cdot 75 / 0,5 = 90 \text{ м/ч.}$$

Частота вращения детали:

$$n = 1000 \cdot 90 / 60 \cdot \pi \cdot 80 = 5.97 \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время наплавки:

$$T_o = 226 / 75 = 3 \text{ мин.}$$

Штучное время, затраченное на восстановление одной детали:

$$T_{шт} = 3 / 0,5 = 6 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем 16 мин.

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = 6 + 16 / 1 = 22 \text{ мин.}$$

Для поверхности В:

Толщина покрытия:

$$h = 0,2 + 0,6/2 + 0,05 = 0,55 \text{ мм.}$$

В качестве материала ленты принимаем сталь 55. Толщину ленты принимаем 0,55 мм.

Принимаем следующий режим приварки стальной ленты:

- 1) сила тока 16,5 кА;
- 2) усилие прижатия ролика 1,5 кН;
- 3) скорость приварки 50 м /ч;
- 4) продольная подача 4 мм /об;
- 5) длительность сварочного цикла 0,05 с;
- 6) длительность паузы 0,1 с;
- 7) ширина рабочей части сварочных роликов 4 мм;
- 8) расход охлаждающей жидкости 100 л/ч.
- 9) производительность процесса 75 см²/мин.

Скорость наплавки:

$$V_n = 0,6 \cdot 75 / 0,5 = 90 \text{ м/ч.}$$

Частота вращения детали:

$$n = 1000 \cdot 90 / 60 \cdot \pi \cdot 100 = 4.78 \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время наплавки:

$$T_o = 126 / 75 = 1,68 \text{ мин.}$$

Штучное время, затраченное на восстановление одной детали:

$$T_{шт} = 1,68 / 0,5 = 3,36 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем 16 мин.

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = 3,36 + 16 / 1 = 19,36 \text{ мин.}$$

Для поверхности Г:

Толщина покрытия:

$$h = 0.15 + 0.4/2 + 0.05 = 0.4 \text{ мм.}$$

В качестве материала ленты принимаем сталь 55. Толщину ленты принимаем 0,4 мм.

Принимаем следующий режим приварки стальной ленты:

- 1) сила тока 16,5 кА;
- 2) усилие прижатия ролика 1,5 кН;
- 3) скорость приварки 50 м /ч;
- 4) продольная подача 4 мм /об;

- 5) длительность сварочного цикла 0,05 с;
- 6) длительность паузы 0,1 с;
- 7) ширина рабочей части сварочных роликов 4 мм;
- 8) расход охлаждающей жидкости 100 л/ч.
- 9) производительность процесса 75 см²/мин.

Скорость наплавки:

$$V_n = 0,6 \cdot 75 / 0,5 = 90 \text{ м/ч.}$$

Частота вращения детали:

$$n = 1000 \cdot 90 / 60 \cdot \pi \cdot 60 = 7.96 \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время наплавки:

$$T_o = 113 / 75 = 1,5 \text{ мин.}$$

Штучное время, затраченное на восстановление одной детали:

$$T_{шт} = 1,5 / 0,5 = 3 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем 16 мин.

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = 3 + 16 / 1 = 19 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ ВЕДУЩЕГО ВАЛА КПП ТРАКТОРА К-700

4.1 Обоснование необходимости разработки и привода конструкции

При текущем ремонте агрегатов трансмиссии энергонасыщенных тракторов в условиях хозяйств устраняют неисправности методом восстановления регулировок и замены изношенных или поломанных деталей. В сложных случаях (переборка ведущего вала коробки передач с заменой дисков трения фрикционов, подшипников, шестерен, ремонт ведущих мостов с заменой шестерен, подшипников и др.) агрегаты ремонтируют в специализированных мастерских с использованием оригинальной оснастки. Необходимость использования оснастки возникает из-за сложности выпрессовки подшипников с ведущего вала.

В случае отсутствия оснастки, ведущий вал разбирают вручную, в основном с использованием тисков, подвески и кувалды. Выполняемые таким образом разборочно-сборочные работы ведут к разрушению, а иногда и поломке рабочих поверхностей фрикционов, дисков и других деталей.

В связи с вышеприведенными аргументами возникает необходимость разработки конструкции приспособления или стенда для выполнения разборочных работ ведущего вала КПП тракторов К-700, К-701 «Кировец».

При разработке конструкции стенда выбирались доступные технологические схемы и материалы.

Для выпрессовки подшипников с вала предлагается использовать гидравлический привод. Основными свойствами и преимуществами таких приводов являются:

- высокое давление рабочей жидкости в цилиндрах позволяет получить большое усилие на штоке;
- выпрессовка происходит плавно, без ударов и толчков, благодаря практической несжимаемости масла;

– сокращение габаритов приспособлений приводит к уменьшению их массы, облегчает их эксплуатацию (транспортирование, смену и установку) и уменьшению занимаемой площади,

– бесшумность работы в отличие от пневматических систем.

Гидравлический привод (рисунок 4.1) состоит из гидравлической установки, включающей электродвигатель с пусковой аппаратурой, насос, резервуар для масла, аппаратуру управления и регулирования, гидроцилиндр и трубопроводы.

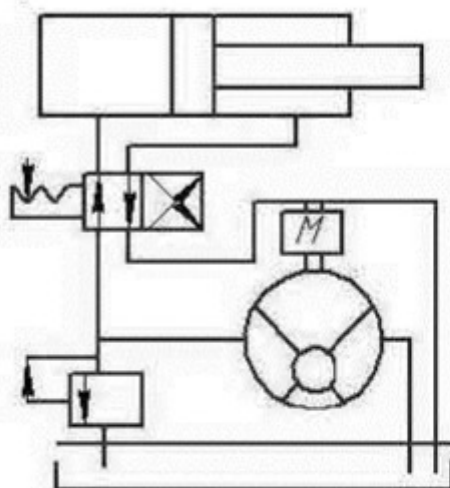


Рисунок 4.1 – Схема гидравлического привода.

При применении гидропривода принимают: давление — в пределах 5... 10 МПа; рабочие скорости — 0,01... 5,0 м/с; длина хода поршня в зависимости от прочности штока — не более 10 диаметров цилиндра; длина цилиндра при этом с учетом технологии изготовления из отношения $L/D < 20$; отношение диаметра штока к диаметру цилиндра выбирают из отношения $d/D = 0,2... 0,7$, причем большее значение обычно выбирается для более нагруженных установок.

К гидроцилиндрам предъявляют технические требования: отсутствие остаточных деформаций после испытаний, течи и потения; давление холостого хода не должно превышать 1,0... 1,5 МПа; давления холостого

хода при втягивании штока не должно превышать 0,5 МПа, а при выдвигении — 0,3 МПа.

В качестве жидкостей для гидроприводов, работающих при температуре до 60 °С с легкими нагрузочными режимами, используются индустриальные масла общего назначения без присадок: И-12А, И-20А, И-30А, И-40А, И-50А.

В гидравлических приводах используются шестеренчатые, лопастные и поршневые насосы. Шестеренные и лопастные насосы применяются для давлений до 12,0... 16,0 МПа.

4.2 Описание разрабатываемой конструкции

Разрабатываемая конструкция состоит из разборочного приспособления с гидравлическим приводом, который устанавливается на специально изготавливаемом столе. Внутри стола устанавливается электродвигатель, шестеренчатый насос, гидробак и гидрораспределитель.

Разборочное приспособление состоит из основания, сваренного из швеллера №10. На горизонтальных направляющих установлен подвижный стол, с приспособлением для фиксации ведущего вала.

Перед разборкой ведущий вал устанавливается на опоры при помощи электротали. Барабан ведущего вала подводится к упорной пластине, включается электродвигатель, привод гидроцилиндра и подшипники вместе с двумя барабанами спрессовываются из посадочного места. Поочередно спрессовывают каждую пару барабанов. После этого ведущий вал подвешивают средней частью на электротали и снимают детали. Сборку ведут установив вал вертикально. Разборку вала начинают со стороны I – ой передачи, сборку со стороны IV – передачи.

При работе на стенде необходимо соблюдать требования по технике безопасности и правила грузоподъемных работ.

4.3 Конструктивные расчеты

4.3.1 Определение усилия выпрессовки

Выбора гидроцилиндра производится по максимальному расчетному усилию на штоке. Для этого определим необходимое усилие при выпрессовке подшипников с ведущего вала по формуле:

$$F = f_n P_{\max} \pi \cdot d \cdot l \quad (4.1)$$

где: f_n – коэффициент трения при выпрессовке $f_n = (1,15-1,2)f$;

$f = 0,06 \dots 0,13$ – коэффициент трения стали по стали, [];

d – диаметр сопрягаемых поверхностей, м;

l – длина контакта сопрягаемых поверхностей, м;

$P_{\max}$ – удельное давление при максимальном натяге ($N_{\max}$).

$$P_{\max} = \frac{N_{\max} - \gamma_{\text{ш}}}{d \left(\frac{C_d}{E_d} + \frac{C_D}{E_D} \right)} \quad (4.2)$$

где $\gamma_{\text{ш}}$ – поправка, учитывающая смятие неровностей контактных поверхностей деталей, $\gamma_{\text{ш}} = 5(R_{ad} + R_{aD})$, принимаем $R_{ad} = R_{aD} = 0,8$ мкм;

C_D, C_d – коэффициенты Ламе втулки и вала, определяемые как:

$C_D = 1 + \mu_D, C_d = 1 - \mu_d$;

μ_D, μ_d – коэффициенты Пуансона для охватываемой и охватывающей детали, для сталей $\mu = 0,3$ [];

E_D, E_d – модуль упругости материалов охватываемой и охватывающей детали, для сталей $E = 2 \cdot 10^5$ МПа [].

Максимальный натяг имеет место в сопряжении ведущего вала с подшипником 2312KM, что составляет 0,038 мм. Подставляем принятые значения и получаем:

$\gamma_{\text{ш}} = 5(0,8 + 0,8) = 8$ мкм;

$$P_{\max} = \frac{38-8}{60 \cdot 10^{-3} \left(\frac{1-0,3}{2 \cdot 10^5} + \frac{1+0,3}{2 \cdot 10^5} \right)} = 50 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$F = 1,2 \cdot 0,1 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,06 \cdot 0,02 = 22608 \text{ Н};$$

Так как предстоит выпрессовывать сразу 5 подшипников, то необходимое усилие выпрессовки будет равно:

$$F_{\text{общ}} = 22608 \cdot 5 = 113040 \text{ Н.}$$

4.3.2 Расчет основных деталей на прочность

Основным силовым фактором, действующим на конструкцию, является сила давления пресса $P_{\text{пр}} = 113 \text{ кН}$, необходимая для распрессовки.

4.3.3 Расчёт толщины упорной пластины

Зная силу давления пресса построим эпшору:

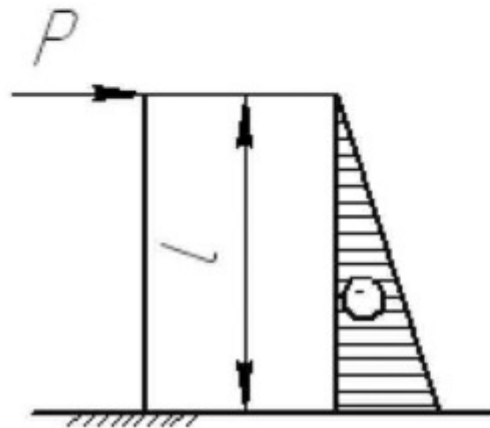


Рисунок 4.2 – Расчётная схема для определения толщины пластины.

Расчётная схема представляет собой консольную балку.

Следовательно:

$$M_{\text{max}} = P \cdot l ; \quad (4.3)$$

где: M_{max} – максимальный изгибающий момент, $\text{кН} \cdot \text{м}$;

P – сила давления пресса, кН ;

l – плечё, м .

$$M_{\text{max}} = 113 \cdot 65 \cdot 10^{-3} = 7.35 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Условие прочности по нормальным напряжениям при изгибе имеет вид:

$$\sigma_{\text{max}} = M_{\text{max}}/W \leq [\sigma]; \quad (4.4)$$

где σ_{max} – максимальное напряжение, МПа ;

W – осевой момент сопротивления поперечного сечения пластины, м^3 ;

σ - предел текучести материала пластины, принимаем Сталь 3
 $\sigma = 160$ МПа.

Осевой момент сопротивления поперечного сечения пластины:

$$W = b \cdot h^2 / 6; \quad (4.5)$$

где b – ширина пластины, м;

h – толщина пластины, м.

$$W = (318 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{(30 \cdot 10^{-3})^2}{6} = 48 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Тогда максимальное напряжение:

$$\sigma_{max} = \frac{7.35}{48 \cdot 10^{-6}} = 153 \text{ МПа}.$$

Так как $\sigma_{max} = 153 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 160 \text{ МПа}$, то условие прочности соблюдается. Принимаем толщину пластины 30 мм.

Так как вторая пластина испытывает аналогичную нагрузку, то для неё так же примем толщину 30 мм.

4.3.4 Расчёт болтов для крепления гидроцилиндра

Крепление гидроцилиндра будет осуществляться с помощью 4 болтовых соединений. Так как гидроцилиндр крепят 4 болта, то усилие, действующее на один болт, равно $P/4$. Определим площадь поперечного сечения болта из условия прочности при растяжении:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{4} \cdot F \leq [\sigma], \quad (4.6)$$

где: P – усилие в соединении, МПа;

F – площадь поперечного сечения болта, мм²;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение для материала болта,
для Стали 3 $[\sigma] = 210$ МПа;

откуда:

$$F = \frac{P}{4 \cdot [\sigma]}, \quad (4.7)$$

$$F = \frac{113}{4 \cdot 210 \cdot 10^3} = 0.13 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 130 \text{ мм}^2$$

В свою очередь:

$$F = \pi \cdot d_6^2 / 4, \quad (4.8)$$

Следовательно, диаметр болта будет равен:

$$d_6 = \sqrt{4 \cdot 130 / 3.14} = 12.8 \text{ мм.}$$

Принимаем 4 болта М14 по ГОСТ 7798-70.

4.3.5 Расчёт толщины пластины стола

Определим силу тяжести ведущего вала:

$$P = m \cdot g; \quad (4.9)$$

где m – масса вала, кг,

g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

$$P = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ Н} = 2 \text{ кН,}$$

Зная силу тяжести вала построим эпюру:

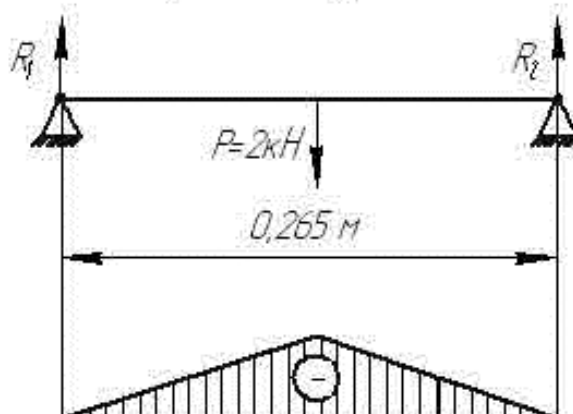


Рисунок 4.3 – Расчетная схема для определения толщины стола

$$W_X = \frac{M_X}{\sigma} = \frac{2}{160} = 13 \text{ см}^2; \quad (4.10)$$

Так как пластина будет выполнена из материала сталь 3, то $\sigma = 160$ мПа.

Толщина определяется по формуле:

$$W_X = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad (4.11)$$

Где b – ширина пластины, см;

h – толщина пластины, см.

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_X}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 13}{26}} = 1.7 \text{ см} = 17 \text{ мм}.$$

Примем листовую горячекатаную сталь толщиной 18 мм по ГОСТ 82-70.

4.3.6 Расчет направляющих стола

Определим силу тяжести ведущего вала вместе со столом:

$$P = (200 + 10) \cdot 10 = 2100 \text{ Н} \approx 2,1 \text{ кН};$$

Зная силу тяжести построим эпюру:

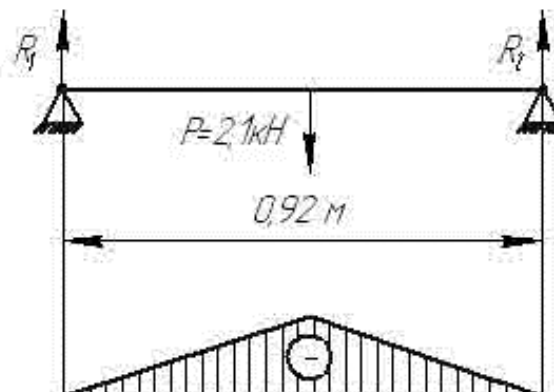


Рисунок 4.4 – Расчетная схема для определения диаметра направляющих.

Определим изгибающий момент по формуле:

$$M_{изг} = P \cdot l/4; \quad (4.12)$$

где l – длина направляющей стола, см.

$$M_{\text{изг}} = 2,1 \cdot \frac{92}{4} = 48,3 \text{ кН/см}$$

Определим осевой момент сопротивления опоры:

$$W = M_{\text{изг}} / (m \cdot 0.1 \cdot R) = \frac{43.8}{(0.9 \cdot 0.1 \cdot 210)} = 2.32 \text{ см}^3; \quad (4.13)$$

Определим диаметр направляющих по формуле:

$$d = \sqrt[3]{10 \cdot W} = \sqrt[3]{10 \cdot 2.32} = 2.9 \text{ см} = 29 \text{ мм}; \quad (4.14)$$

Примем калиброванную круглую сталь диаметром 29 мм по ГОСТ 7417-75.

4.3.7 Выбор распределительного устройства

В гидросистемах технологического оборудования применяются тракторные распределители, выпускаемые согласно ГОСТ 8754-88.

Принимаем распределитель Р-75

Таблица 4.1 - Характеристика распределителя.

Наименование показателя	Значение
Максимальная пропускная способность, л/мин	75
Давление срабатывания предохранительного клапана, кг/см ²	130
Рабочее давление, кг/см ²	100
Количество золотников	3

Для привода насоса выбираем асинхронный обдуваемый электродвигатель закрытого типа АИР112МА6 с мощностью $P_3=3$ кВт и синхронной частотой вращения $n_3=750 \text{ мин}^{-1}$. Необходимость в передаточных устройствах от вала двигателя к валу насоса отпадает вследствие того, что вычисленное число оборотов вала насоса соответствует необходимой производительности насоса, а действительная

производительность насоса будет соответствовать числу оборотов вала насоса.

Для соединения вала электродвигателя с валом насоса используем упругую муфту (МУВП). Для приближенного расчета нагрузок действующих на муфту привода используем выражение для вращающего момента (H^*M):

$$T = kT_n \quad (4.14)$$

где T_n – номинальный действующий момент

k – коэффициент режима работы;

$k = 1,5 \dots 2,0$ – при переменной нагрузке.

$$T_n = T_э = 9550 \cdot \frac{P_э}{n_э}, \text{ Н}^*M \quad (4.15)$$

где $T_э$ – момент на валу электродвигателя;

$P_э$ – мощность электродвигателя, кВт;

$n_э$ – частота вращения вала электродвигателя, мин^{-1} .

$$T_n = 9550 \cdot \frac{3}{1000} = 28,65 \text{ Н} \cdot M;$$

$$T = 2 \cdot 28,65 = 57,3 \text{ Н} \cdot M$$

Выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту (МУВП) рассчитанную на крутящий момент $T = 63 \text{ Н}^*M$ и имеющий диаметр посадочных мест под вал электродвигателя и насоса $d_1 = 20 \text{ мм}$ [].

Данная конструкция стенда позволит сократить время на разборочные работы коробок передач энергонасыщенных тракторов (Т-150, Т-150К, К-700, К-701, К-744) в ремонтной мастерской хозяйства, а также производить разборочные работы коробок передач грузовых автомобилей. В свою очередь при эксплуатации стенда в ремонтной мастерской позволит сократить финансовые затраты на ремонт коробок передач на специализированных предприятиях.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности труда

На территории предприятия ответственность за соблюдением правил и норм по безопасности жизнедеятельности и охране труда возлагается на руководство данного предприятия. В ремонтной мастерской должна иметься программа проведения вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте, журнал учета инструктажа на рабочем месте и вводного инструктажа.

В ремонтной мастерской все рабочие места нужно оборудовать плакатами и стендами по технике безопасности.

О каких-либо нарушениях, недолжном выполнении правил техники безопасности ответственный сразу же необходимо докладывать руководителю хозяйства. И он же в свою очередь обязан принимать необходимые меры по их устранению.

Хотелось бы отметить следующие недостатки и нарушения по выполнению правил безопасности труда которые часто выявляются в ремонтно-обслуживающих предприятиях:

- 1) Должным образом не проводится инструктаж на рабочем месте.
- 2) Рабочий персонал в полной мере не обеспечивается специальной одеждой, обувью, средствами индивидуальной защиты.
- 3) Не выполняется постоянный контроль технического состояния инструмента, машин и оборудования, надежности СИЗ.
- 4) Проведение периодических проверок состояния электрооборудования производится нерегулярно.
- 5) В полной мере не выполняются мероприятия по снижению и ликвидации воздушного загрязнения, имеющаяся вентиляционная система физически устарела и требует реконструкции.

Особенности обеспечения безопасности труда при выполнении планировки, предусмотреть изоляцию помещений, в которых по условиям производства выделяются пары и газы – участки ремонта топливной аппаратуры, сварочно-наплавочный, испытательно-регулирующий.

Планировку оборудования на участке вести согласно Санитарным нормам проектирования предприятия (СН-245-71) и требованиям СН и П II-97-76 то есть ширина проходов между станками не менее 1м, расстояние между стеной и станком не менее 0,8 м, а при расположении между ними рабочего не менее 1,2 м. Окраска оборудования, трубопроводов, металлоконструкций и поверхности внутри здания должна быть выполнена в соответствии с указаниями СН-181-70.

5.2 Разработка мероприятий по безопасной эксплуатации, проектируемого стенда

Особенности обеспечения безопасности труда при работе на стенде, опасными факторами, являются вращающиеся механизмы конструкции (шкивы, ременная передача) и электрический ток, воздействующий на работников в случае замыкания фазы электродвигателя на корпус. Для вращающейся деталей установки предусмотрен защитный кожух с толщиной стенки 2 мм. Работнику, работающему с приспособлением, в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами необходимо выдавать: комбинезон хлопчатобумажный (срок носки 12 месяцев), перчатки(срок носки 1 месяц), очки защитные (срок носки – до износа).

5.3 Расчет вентиляции помещений

Вентиляция в помещениях устанавливается исходя из норм вентилирования на разных видах работ и в зависимости от размера площади помещения.

Объём отсасываемого воздуха определяем по формуле:

$$V_B = K_{B.O} \cdot V_{II}, \quad (5.1)$$

где $K_{B.O}$ – кратность воздухообмена в помещении;

V_{II} – объём вентилируемого помещения.

Для моечного участка:

$$V_B = 5 \cdot 108 \cdot 5,5 = 2970 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для участка ремонта агрегатов шасси:

$$V_B = 6 \cdot 108 \cdot 5,5 = 3564 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для шиноремонтного участка:

$$V_B = 6 \cdot 36 \cdot 5,5 = 1188 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для аккумуляторного участка:

$$V_B = 7 \cdot 36 \cdot 5,5 = 1386 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для кузнечно-сварочного участка:

$$V_B = 12 \cdot 40 \cdot 5,5 = 2640 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для электроремонтного участка :

$$V_B = 8 \cdot 20 \cdot 5,5 = 880 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для участка по ремонту топливной аппаратуры:

$$V_B = 9 \cdot 15 \cdot 5,5 = 743 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для механического участка:

$$V_B = 8 \cdot 36 \cdot 5,5 = 1584 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для участка по ремонту ДВС:

$$V_B = 8 \cdot 45 \cdot 5,5 = 1980 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для участка ТО:

$$V_B = 8 \cdot 72 \cdot 5,5 = 3168 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Рассчитаем общий объём отсасываемого воздуха за час:

$$V_B = 2970 + 3564 + 1188 + 1386 + 2640 + 880 + 743 + 1584 + \\ + 1980 + 3168 = 20103 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Исходными данными для определения поперечных размеров воздуховода являются расходы воздуха (V_B) и допустимые скорости его движения на участке сети (v).

Необходимая площадь воздуховода f (м^2), определяется по формуле:

$$f = G/3600 \cdot V = 0,2 \text{ м}^2; \quad (5.2)$$

Для дальнейших расчетов площадь воздуховода принимается равной ближайшей большей стандартной величине. В промышленных зданиях

рекомендуется использовать круглые металлические воздуховоды. Тогда расчет сечения воздуховода заключается в определении диаметра трубы.

Для моечного участка:

$$f = \frac{2970}{3600} \cdot 0,3 = 0,25 \text{ м}^2$$

Для участка ремонта агрегатов шасси:

$$f = \frac{3564}{3600} \cdot 0,3 = 0,3 \text{ м}^2$$

Для шиноремонтного участка:

$$f = \frac{1188}{3600} \cdot 0,3 = 0,1 \text{ м}^2$$

Для аккумуляторного участка:

$$f = \frac{1386}{3600} \cdot 0,3 = 0,12 \text{ м}^2$$

Для кузнечно-сварочного участка:

$$f = \frac{2640}{3600} \cdot 0,3 = 0,22 \text{ м}^2$$

Для электроремонтного участка:

$$f = \frac{880}{3600} \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2$$

Для участка по ремонту топливной аппаратуры:

$$f = \frac{743}{3600} \cdot 0,3 = 0,06 \text{ м}^2$$

Для механического участка:

$$f = \frac{1584}{3600} \cdot 0,3 = 0,13 \text{ м}^2$$

Для участка по ремонту ДВС:

$$f = \frac{1980}{3600} \cdot 0,3 = 0,17 \text{ м}^2$$

Для участка ТО:

$$f = \frac{3168}{3600} \cdot 0,3 = 0,26 \text{ м}^2$$

Для очистки загрязненного воздуха предусматривают специальные очистные устройства, которые размещают между технологическим оборудованием и вентиляционными установками.

5.4 Инструкция по безопасности труда для слесаря при работе на стенде для разборки ведущего вала КПП трактора К-700

Инструкция по безопасности труда для слесаря при работе на стенде для разборки ведущего вала КПП трактора К-700 приведена в приложении.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле:

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

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

$C_{\text{сб.п}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

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

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

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$\Pi_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_{\text{к}} = 105 \cdot 80 = 8400 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле:

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

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

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей 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, ($K_t=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{\text{пр}} = 50 \cdot 48 \cdot 1,03 = 2472 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 2472}{100} = 247,2 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (2472 + 247,2)}{100} = 119,6 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 2472 + 247,2 + 119,6 = 2839 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = \Pi \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (6.9)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{90}{0,7} = 128 \text{ кг.}$$

$$C_m = 45 \cdot 128 = 5760 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 2839 + 5760 = 8599 \text{ руб.}$$

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле:

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке 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 конструкции, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 32 \cdot 50 \cdot 1,03 = 1648 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 1648}{100} = 164,8 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (1648 + 164,8)}{100} = 79,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 1648 + 164,8 + 79,7 = 1892,5 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяют по формуле:

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

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

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{2472 \cdot 69,5}{100} = 1718 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 8400 + 8599 + 5000 \cdot 1,5 + 1892,5 + 1718 = 28109 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	160	195
2	Балансовая стоимость	руб.	25200	28109
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	50	50
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции	ч	200	200
9	Время 1 цикла	ч	0,42	0,25

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

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

на стационарных работах периодического действия:

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

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

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

$$W_{ч0} = \frac{60 \cdot 0.9}{25} = 2,16 \text{ шт/час.}$$

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0.9}{15} = 3,6 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{160}{2,16 \cdot 200 \cdot 10} = 0,04 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{195}{3,6 \cdot 200 \cdot 10} = 0,03 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

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

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{25200}{2,16 \cdot 200} = 58,3 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{28109}{3,6 \cdot 200} = 39 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{2,16} = 0,46 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{3,6} = 0,28 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

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

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{3}{2,16} = 1,4 \text{ кВт./шт.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{4,5}{3,6} = 1,25 \text{ кВт./шт.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{эл}} = Z \cdot T_{\text{э}}, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{эл}0} = 50 \cdot 0,46 = 23 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{эл}1} = 50 \cdot 0,28 = 14 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

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

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

$$C_{\text{э}0} = 2,83 \times 1,4 = 3,9 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{э}1} = 2,83 \times 1,25 = 3,5 \text{ руб./шт.}$$

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, %.

$$C_{\text{рто}0} = \frac{25200 \cdot 8}{100 \cdot 2,16 \cdot 200} = 4,6 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто}1} = \frac{28109 \cdot 8}{100 \cdot 3,6 \cdot 200} = 3,1 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

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

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{25200 \cdot 13}{100 \cdot 2,16 \cdot 200} = 7,58 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{28109 \cdot 13}{100 \cdot 3,6 \cdot 200} = 5 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 23 + 4,6 + 3,9 + 7,58 = 39 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 14 + 3,1 + 3,5 + 5 = 25,6 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

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

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 39 + 0,15 \cdot 58,3 = 47,7 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 25,6 + 0,15 \cdot 39 = 31,4 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (39 - 25,6) \cdot 3,6 \cdot 200 = 9648 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (47,7 - 31,4) \cdot 3,6 \cdot 200 = 11736 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

где $C_{\text{бл}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{28109}{9648} = 2,9 \text{ год}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$E_{\text{эф}} = \frac{9648}{28109} = 0,3$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	2,16	3,6
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	58,3	39
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	1,4	1,25
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,04	0,03
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	0,46	0,28
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	39	25,6
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	47,7	31,4
8	Годовая экономия, руб.	-	9648
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	11736
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,9
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективную работу сельскохозяйственного предприятия, является уровень готовности автотракторной техники.

Поэтому в данной выпускной квалификационной работе была поставлена задача повышения уровня готовности машинно-тракторного парка путем восстановления изношенных деталей, с предложением технологии ремонта.

В процессе выпускной работы были проанализированы литературные источники, выбран метод восстановления раздаточного вала коробки передач трактора К-700.

Главной целью любого производства является получение прибыли. Поэтому при оценке эффективности внедрения новых проектов и конструкции, используют прибыль. В 6 - ой части выпускной работы приведены необходимые расчеты и экономическое обоснование разрабатываемого съемника. При сравнении с показателями исходной конструкции, проектируемый является предпочтительнее, поэтому рекомендуется использовать проектируемые мероприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // 2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0), 2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПИМ, 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.