

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
Профиль Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (сельское хозяйство)  
Кафедра Эксплуатация машин и оборудования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Проектирование пункта технического обслуживания МТП с разработкой установки для демонтажа автотракторных шин

Шифр ВКР 23.03.03.398.17

Студент 3352 с группы \_\_\_\_\_ Алексеев П.М.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент \_\_\_\_\_ Медведев В.М.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Зав. кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Абдрахманов Р.К.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2017 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
Профиль Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (сельское хозяйство)  
Кафедра Эксплуатация машин и оборудования

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Абдрахманов Р.К./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студента Алексеева П.М. \_\_\_\_\_

Тема ВКР Проектирование пункта технического обслуживания МТП с разработкой установки для демонтажа автотракторных шин

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_

2. Исходные данные \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Перечень подлежащих разработке вопросов \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Перечень графических материалов \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

6. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание

Студент \_\_\_\_\_ ( Алексеев П.М. )

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ ( Медведев В.М. )

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Алексеева Павла Михайловича на тему: Проектирование пункта технического обслуживания МТП с разработкой установки для демонтажа автотракторных шин

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает .....рисунков,            таблицы. Список использованной литературы содержит .....наименований.

В первом разделе дан анализ состояния вопроса при техническом обслуживании.

Во втором разделе приведены технологические расчеты для проектирования пункта технического обслуживания, требования к охране труда при работе в пункте обслуживания и охрана окружающей среды.

В третьем разделе разработана установка для демонтажа автотракторных шин, анализ состояния безопасности труда при использовании установки и экономическое обоснование проектируемой конструкции.

Записка завершается выводами.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	.....
<b>1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ</b> .....	.....
1.1 Характеристика системы технического обслуживания.....	.....
1.2 Виды технического обслуживания .....	.....
1.3 Анализ существующих конструкций.....	.....
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	.....
2.1 Выбор исходных данных.....	.....
2.2 Определение количества технических обслуживаний тракторов и автомобилей.....	.....
2.2.1 Определение количества технических обслуживаний тракторов.....	.....
2.2.2 Определение количества технических обслуживаний автомобилей.....	.....
2.3 Определение трудоемкости технических обслуживаний тракторов и автомобилей.....	.....
2.4 Определение численности рабочих пункта технического обслуживания тракторов и автомобилей.....	.....
2.5 Расчет производственных площадей пункта технического обслуживания транспортных средств и подбор оборудования.....	.....
2.6 Организация работ по охране труда.....	.....
2.7 Охрана окружающей среды.....	.....
<b>3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА</b> .....	.....
3.1 Назначение конструкции.....	.....
3.2 Устройство и принцип действия конструкции .....	.....
3.3 Конструктивные расчёты.....	.....
3.3.1 Расчёт оси на срез.....	.....
3.3.2 Расчёт гидроцилиндра второго звена.....	.....
3.3.3 Проверочный расчёт гидропривода.....	.....
3.4 Инструкция по охране труда при работе с манипулятором.....	.....

3.5 Экономическое обоснование конструкции.....	
3.5.1 Расчёт массы и стоимости конструкции.....	
3.5.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	

## ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство нашей страны оснащено сложной современной техникой, восстановление технического ресурса которой осуществляется в предприятиях технического сервиса, в частности, в центральных ремонтных мастерских, на ремонтных заводах и др.

Большое значение для хозяйства имеет решение задачи обеспечения работоспособности машинного парка хозяйства направленное на своевременность и качество выполнения технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции, а также решений связанных со снижением ее себестоимости, повышением эффективности производства, стимулированием труда работников в зависимости от конечных результатов хозяйственной деятельности предприятия.

Поэтому в современных условиях рыночных отношений любое организационное, технологическое и инженерно – техническое мероприятие, любой проект, в том числе и дипломный необходимо тщательно обосновать с экономической точки зрения, с тем, чтобы добиться получения максимальной эффективности конечных результатов при оптимальном объеме затрат или минимума затрат при заданной величине результатов.

# 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

## 1.1 Характеристика системы технического обслуживания

Система ТО и ремонта с помощью ремонтно-обслуживающих воздействий обеспечивает исправное техническое состояние транспортного средства и их работоспособность в течение всего периода эксплуатации.

При использовании транспортного средства предусматривают следующие виды ТО:

- при подготовке трактора к эксплуатации;
- ежесменное (ЕТО);
- номерные (ТО-1, ТО-2, ТО-3);
- сезонные (СТО-ВЛ и СТО-ОЗ).

Цель ТО автомобилей и тракторов при использовании их по назначению – систематический контроль их технического состояния, выполнение плановых работ для уменьшения скорости изнашивания элементов, предупреждение отказов и неисправностей.

В начальный период эксплуатации новые и капитально отремонтированные транспортные средства подвергают обкатке (использованию по назначению с ограниченными режимами скорости, нагрузки и дополнительным объемом работ по ТО), призванной обеспечить нормальную приработку деталей и сопряжений. Режимы обкатки указывают в Техническом описании и инструкции по эксплуатации.

После транспортирования в частично разобранном виде транспортное средство подвергают досборке, регулированию и обкатке.

Техническое обслуживание при использовании следует проводить в соответствии с Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

Техническое обслуживание при подготовке транспорта к хранению, в процессе хранения и при подготовке к использованию проводят в

соответствии с требованиями ГОСТ 7751—85. Основным содержанием работ по ТО при хранении является защита от коррозии, старения резинотехнических изделий и деформации несущих элементов конструкции.

Использование транспортного средства без проведения очередного ТО не допускается. Восстановление (регулирование) параметров состояния автомобиля и трактора при ТО проводят по результатам контроля или диагностирования, если фактическое отклонение параметров превышает допустимое.

Ежесменное ТО выполняет водитель транспортного средства. Другие виды ТО выполняет, как правило, специализированный персонал – звенья мастеров наладчиков, организуемые в хозяйствах, а также предприятия технического сервиса.

Водитель транспортного средства участвует в выполнении номерных и сезонных видов ТО.

Виды ТО, их периодичность и содержание едины как для новых, так и капитально отремонтированных транспортных средств. Сведения о проведении каждого ТО (кроме ежесменного) заносят в сервисную книжку.

Техническое состояние транспортного средства контролируют с помощью средств и методов *диагностирования*. Цель диагностирования состоит в определении технического состояния и причин возникновения неисправностей машин, а также в выдаче рекомендаций по выполнению необходимых операций ТО и ремонта. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- проверить исправность и работоспособность транспорта в целом и (или) его составных частей с установленной вероятностью правильного диагностирования;
- отыскать дефекты, нарушившие исправность и (или) работоспособность;
- собрать исходные данные для прогнозирования остаточного ресурса или вероятности безотказной работы транспорта в межконтрольный период.

По результатам диагностирования дают рекомендации о необходимости регулирования механизмов, замене и ремонте некоторых составных частей, замене материалов.

Контроль технического состояния проводят подготовленные мастера-наладчики или диагносты, что обеспечивает высокое качество выполнения работ.

Различают следующие виды диагностирования:

- в процессе ТО;
- заявочное (при обнаружении причин отказов);
- ресурсное (при определении остаточного ресурса).

Диагностирование в процессе ТО выполняют в соответствии с планом ТО и ремонта. Его обычно совмещают с номерными ТО и ремонтом.

Цель этого диагностирования – установить необходимость регулировки механизмов, замены деталей и ремонта отдельных составных частей. Комплексы операций диагностирования в процессе ТО тем сложнее и больше по объему работ, чем выше номер ТО.

Заявочное диагностирование выполняют при отказах машин или по заявкам водителей транспортного средства. Цель такого диагностирования – выявление причин отказа или неисправности и их оперативное устранение или определение перечня и объемов восстановительных работ.

Ресурсное диагностирование транспортного средства проводят при ТО-3 и после межремонтной наработки. Такое диагностирование представляет собой комплекс работ по определению технического состояния и прогнозированию остаточного ресурса всех составных частей и машины в целом.

По результатам ресурсного диагностирования принимают решение о целесообразности дальнейшего использования или ремонта транспортного средства.

## 1.2 Виды технического обслуживания

Транспортные средства при их использовании по назначению (ГОСТ 20793—86) и хранении (ГОСТ 7751—85) подвергаются ТО (рисунок 1.1 и 1.2).

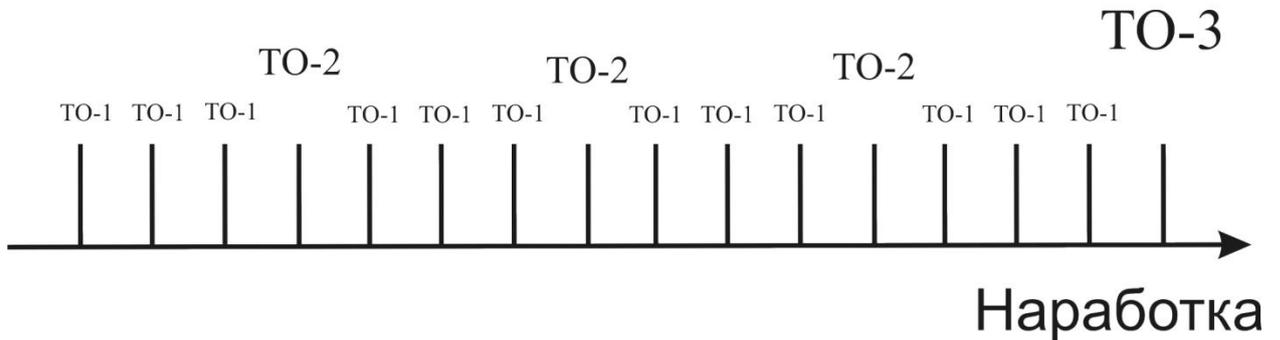


Рисунок 1.1 – График периодичности проведения ТО тракторов

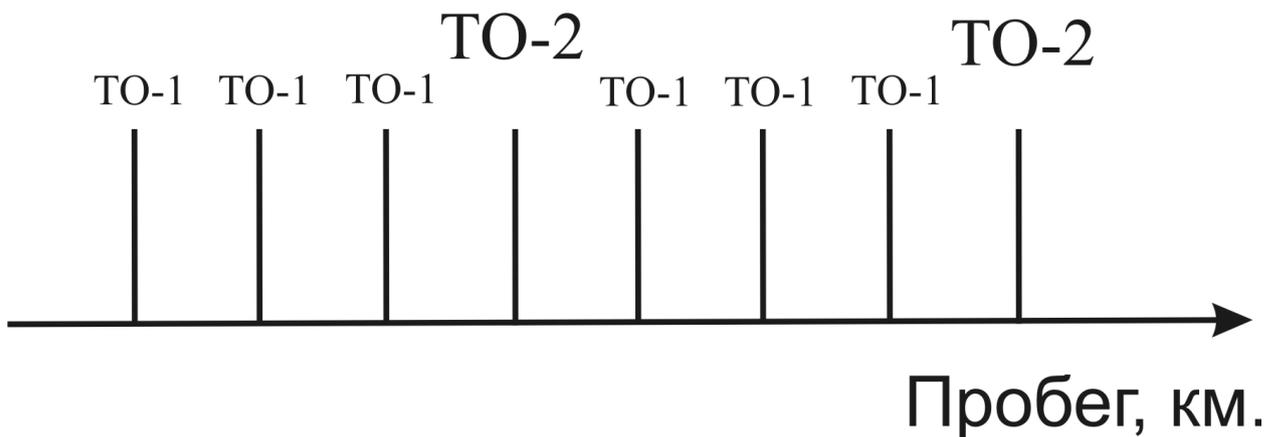


Рисунок 1.2 – График периодичности проведения ТО автомобилей

Периодичность *номерных ТО* тракторов установлена в мото-часах, а автомобилей в километрах. Допускается регламентация периодичности номерных ТО тракторов по количеству израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах.

В зависимости от условий использования допускаются отклонения (опережение, запаздывание) фактической периодичности ТО-1, ТО-2 и ТО-3 до 10 % от установленной величины.

*Текущий ремонт*, выполняемый для обеспечения или восстановления его работоспособности, состоит в замене и (или) восстановлении отдельных

составных частей. Такой вид ремонта рассматривают как основной способ возобновления работоспособности транспортных средств при эксплуатации.

Текущий ремонт в зависимости от сложности работ можно выполнять как на месте использования, так и в соответствующих мастерских, на станциях технического обслуживания или районных предприятиях технического сервиса.

Текущий ремонт транспортных средств состоит из непланового (заявочного) ремонта, связанного с устранением неисправностей и проведением предупредительных работ, необходимость которых устанавливают в процессе использования или при техническом обслуживании, и планового ремонта, который проводят по результатам ресурсного диагностирования, выполняемого через 1700 ... 2100 мото-ч наработки (за исключением гарантийного периода).

*Капитальный ремонт* тракторов и их составных частей выполняют, как правило, на районных предприятиях технического сервиса. Ресурс новых тракторов до капитального ремонта достигает 6000 мото-ч. Последующие капитальные ремонты, если таковые проводят, выполняют через 4000 ... 5000 мото-ч. Конкретный трактор направляют в капитальный ремонт на основании оценки его технического состояния, в том числе с помощью ресурсного диагностирования.

Капитальный ремонт транспортного средства можно выполнять следующими методами:

- необезличенным – сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному транспортному средству;
- обезличенным – не сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному транспортному средству;
- агрегатным – разновидность обезличенного метода, при котором неисправные агрегаты заменяют новыми или ранее отремонтированными.

Агрегатным методом ремонтируют транспортные средства, конструктивные особенности которых позволяют расчленять их на агрегаты и узлы (составные части).

При этом каждая составная часть должна быть автономным, конструктивно законченным элементом, легко отделяемым без сложных разборочно-сборочных работ от других составных частей транспортного средства. Благодаря автономности составные части можно самостоятельно восстанавливать на ремонтных предприятиях.

Подготовка к хранению транспортных средств заключается в очистке, снятии составных частей, подлежащих отдельному хранению, наружной и внутренней консервации, герметизации полостей, установке на подставки (подкладки).

В период хранения проводят контроль транспортных средств и устраняют обнаруженные нарушения.

При снятии с хранения проводят работы в последовательности, обратной подготовке к хранению, а также профилактические операции в объеме ТО-1

### **1.3 Обзор существующих конструкций**

#### **1.3.1 Стенд для монтажа и демонтажа шины колеса с плоским ободом**

Изобретение предназначено для проведения монтажно-демонтажных операций колес грузовых автомобилей ГАЗ-53, ЗИЛ-130 и их модификаций (рисунок 1.3).

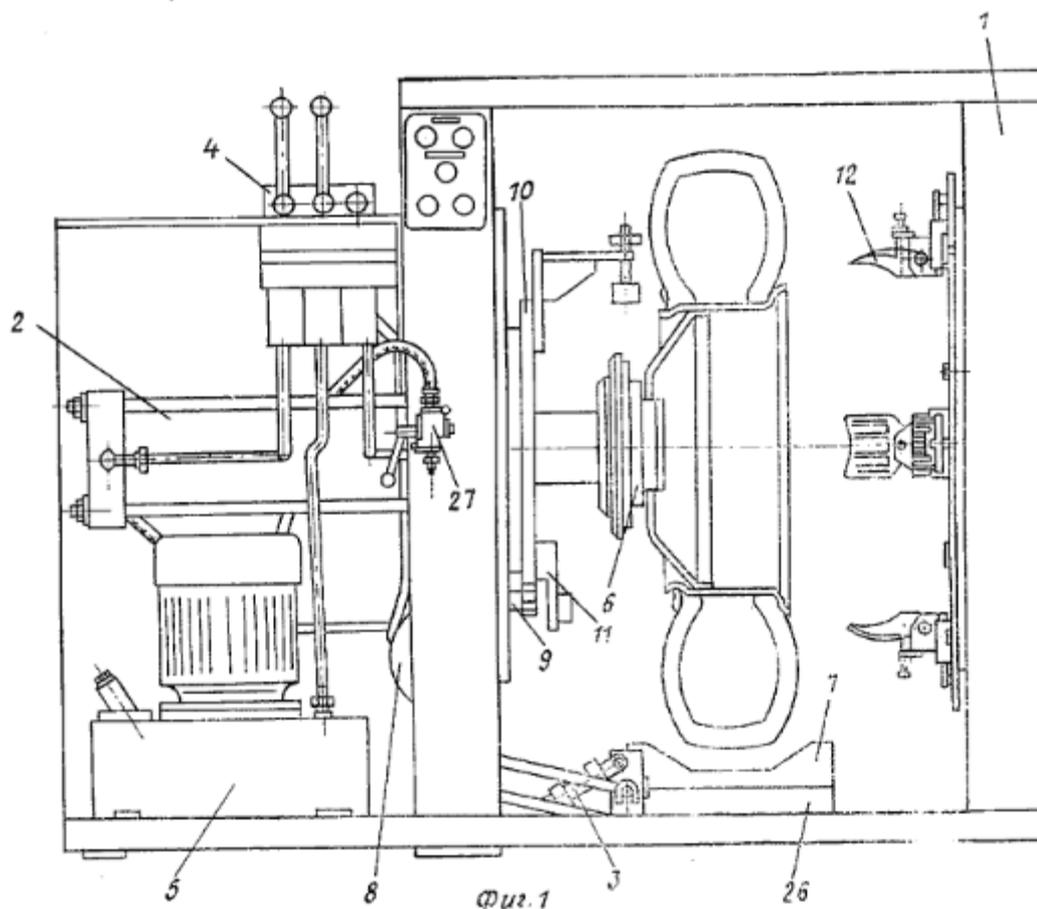


Рисунок 1.3 – Общий вид станда

Станд содержит раму 1, предназначенную для монтажа его составных частей, силовой 2 и подъемный 3 цилиндры, масло в которое поступает по гидромагистралям через распределитель 4 от гидростанции 5, и приспособление для снятия замочного кольца с обода. Распределитель 4 служит для управления цилиндрами 2 и 3. Силовой цилиндр 2 предназначен для перемещения по горизонтальной оси пневмопатрона 6 диафрагменного типа с закрепленным на нем колесом, а подъемный цилиндр 3 – для перемещения подъемника 7 с колесом в вертикальной плоскости при надевании колеса на пневмопатрон 6. Подъемник 7 снабжен рамой, опорной площадкой и системой рычагов.

Механизм 8 вращения приспособления для снятия замочного кольца состоит из электродвигателя, редуктора с ведущей шестерней 9 и ведомого колеса 10 с закрепленным на нем приспособлением для снятия замочного

кольца. При монтаже колеса в кронштейн 11 вставляется быстросъемный вспомогательный монтажный ролик.

Съемные лапы 12 служат для отрыва бортов покрышки от обода и снятия покрышки с обода колеса.

Приспособление для снятия замочного кольца для колес автомобилей на рисунке 1.4.

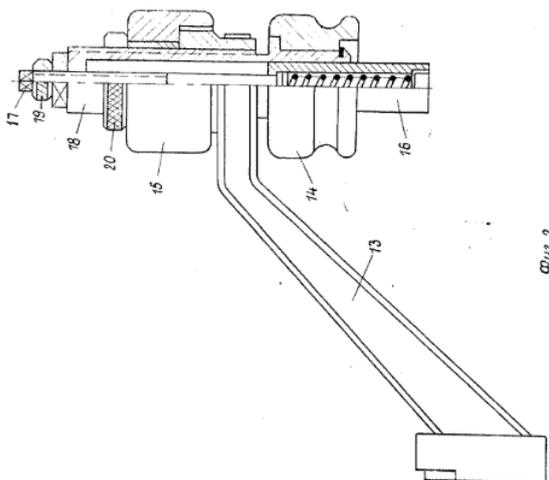


Рисунок 1.4 – Приспособление для снятия замочного кольца колес автомобиля

Он содержит кронштейн 13, закрепленный на ведомом колесе 10, фигурный ролик 14, дополнительный фигурный ролик 15, пружиненный ролик 16 и оси 17 и 18 с контргайками 19 и 20 и предназначено для снятия и надевания замочных и бортовых колец.

### 1.3.2 Стенд для монтажа автомобильных шин SU 1382670 A1

Изобретение (рисунок 1.5) относится к гаражному оборудованию и может быть использовано для демонтажа пневматических шин.

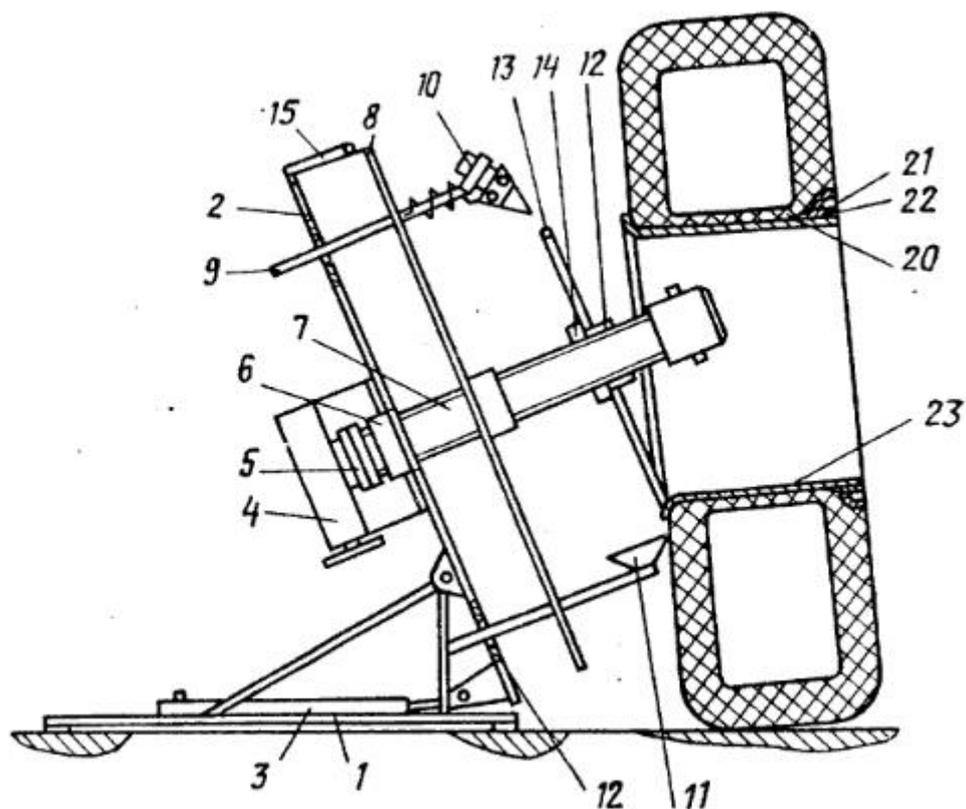


Рисунок 1.5 – Общий вид установки

Стенд содержит раму 1, с которой при помощи кронштейнов соединены опорная плита 2 и пневмоустройство 3. Пневмоустройство 3 переводит стенд в вертикальное или горизонтальное положение. Под опорной плитой 2 прикреплен привод 4, в который входит редуктор с электродвигателем, соединенные между собой ременной передачей. Привод (редуктор) 4 соединен при помощи фланцев 5 и узла подшипников с винтом 7, по которому перемещается гайка, закрепленная вместе с подвижной плитой 6. На подвижной плите жестко на кронштейнах 9 закреплены вращающийся клин 10, действующий в зависимости от нагрузки, и нажимные катки 11. Вращающийся клин 10 расположен выше плоскости нажимных катков. Высота  $H$ , равная 30-40 мм, и угол наклона клина не более  $45^\circ$  к горизонтальной плоскости и такой же угол к плоскости вращения колеса необходимы для обеспечения надежного контакта, клина 10 между шиной и ободом колеса. В таком положении клин 10 удерживается специальной пружиной. Размеры клина рассчитаны на все

типовые ободы колес грузовых автомобилей.

Кронштейны 9 клина 10 и катков 11 свободно скользят при перемещениях подвижной плиты 8 по втулкам 12, которые закреплены на опорной плите 2. На винте 7 установлен на втулке 12 самоцентрирующий диск 13, который от осевого перемещения предохраняется регулировочной шайбой 14. Для ограничения работы электродвигателя между подвижной 8 и опорной 2 плитами установлен конечный выключатель 15.

Приспособление для сдвига бортового кольца выполнено съемным в виде оси 16 с двумя вращающимися дисками 17 и крепится к винту при помощи защелки. Другое (универсальное) приспособление для фиксации и крепления дисковых и бездисковых колес представляет собой швеллер с просверленными по оси отверстиями под любой типоразмер дисковых колес.

В эти отверстия вставляют специальные пальцы 18 с головкой, которые легко вынимаются и переставляются. Для бездискового колеса на углах приспособления приварены конусообразные резцы 19. Приспособление крепится к винту при помощи защелки. При этом угол защелки на обоих приспособлениях сделан таким, что при их снятии нет необходимости включать обратный ход электродвигателю.

### **1.3.3 Стенд для демонтажа шины колеса транспортного средства SU 1081007 А**

Изобретение относится к средствам технического обслуживания автомобилей и может быть использовано на автопредприятиях (рисунок 3.4).

Стенд содержит сварную раму 1, смонтированные на ней силовой цилиндр 2 с зажимным патроном 3, стол 4, оснащенный демонтажными лопатками 5, механизм 6 разжима и снятия замочного кольца 7, служащий также для осаживания бортового кольца 8 с шиной 9, цилиндр 10 для передачи обода 11, рольганги 12 и 13 для перемещения обода 11 и шины 9.

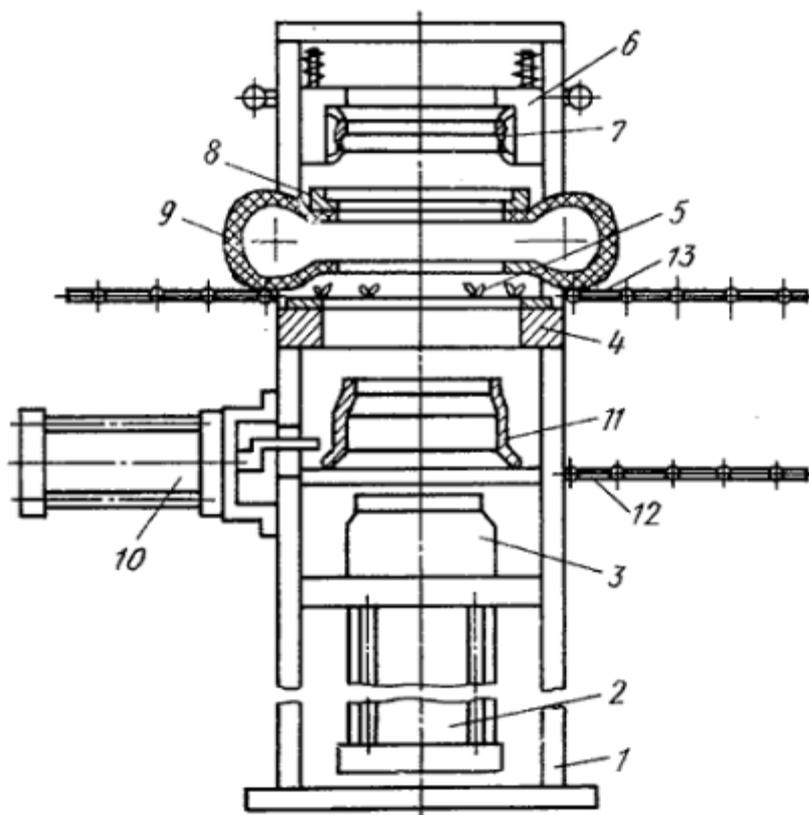


Рисунок 1.6 – Общий вид устройства

Механизм 6 разжима и снятия замочного кольца 7 состоит из корпуса 14, внутри которого размещены упор 15, разноплечие нижний фиксирующий рычаг 16 и верхний подхватывающий рычаг 17, связанные между собой промежуточной тягой 18. Причем рычаг 16 шарнирно связан с одним концом 19 промежуточной тяги 18 длинным плечом 20, а рычаг 17 с другим концом 21 промежуточной тяги 18 - коротким плечом 22. Двуплечие рычаги 16 и 17 через основную тягу 23 и рейку 24 соединены с пружиной 25, размещенной над корпусом 14. Рейка 24 имеет выступы 26, входящие в зацепление с собачкой 27.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор исходных данных

Марка	Количество транспорта	Годовая наработка транспорта, км/у.э.га.
МТЗ-80/82	14	1300
МТЗ-1221	6	2590
Кейс 500	2	3500
Арис 836	2	2500
Нью холлад 500	2	3800
Камаз-53212	9	58400
ГАЗ-3307	3	34000

### 2.2 Определение количества технических обслуживаний тракторов и автомобилей

#### 2.2.1 Определение количества технических обслуживаний тракторов

Количество ТО – 3 определяется по формуле:

$$N_{\text{ТрТО-3i}} = \frac{N_{\text{Трi}} \times Q_{\text{Гi}}}{q_{\text{ТО-3i}}}, \quad (2.1)$$

где  $N_{\text{ТрТО-3i}}$  – количество ТО-3, шт.;

$N_{\text{Трi}}$  – количество тракторов данной марки, шт;

$Q_{\text{Гi}}$  – годовая наработка трактора, у.э.га.;

$q_{\text{ТО-3i}}$  – периодичность проведения ТО-3, у.э.га.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 2 определяется по формуле:

$$N_{TpTO-2i} = \frac{N_{TPi} \times Q_{Gi}}{q_{TO-2i}} - N_{TpTO-3i}, \quad (2.2)$$

где  $N_{TpTO-2i}$  – количество ТО-2, шт.;

$q_{TO-2i}$  – периодичность проведения ТО-2, у.э.га.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 1 определяется по формуле:

$$N_{TpTO-1i} = \frac{N_{TPi} \times Q_{Gi}}{q_{TO-1i}} - N_{TpTO-3i} - N_{TpTO-2i}, \quad (2.3)$$

где  $N_{TpTO-1i}$  – количество ТО-1, шт.;

$q_{TO-1i}$  – периодичность проведения ТО-1, у.э.га.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Периодичность проведения ТО тракторов представлена в таблице 2.3, [2, 15].

Результаты расчетов представлены в таблице 2.4, [2, 15].

Таблица 2.3 - Периодичность проведения ТО тракторов.

Марка	Периодичность проведения обслуживания, у.э.га.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	60	240	960
МТЗ-1221	120	480	1920
Кейс 500	270	1080	4320
Нью холлад 500	270	1080	4320
Арис 836	270	1080	4320

Таблица 2.4 – Количество ТО тракторов.

Марка	Количество	Годовая наработка	Количество обслуживаний		
			ТО-1	ТО-2	ТО-3
	о				

	тракторов	трактора, у.э.га.			
МТЗ-80/82	14	1300	231	57	20
МТЗ-1221	6	2590	97	25	8
Кейс 500	2	3500	19	5	2
Арис 836	2	2500	14	4	1
Нью холлад 500	2	3800	22	5	2

### 2.2.2 Определение количества технических обслуживаний автомобилей

Количество ТО – 2 автомобилей определяется по формуле:

$$N_{\text{Автом.ТО-2}i} = \frac{N_{\text{Автом.}i} \times G_{\Gamma i}}{q_{\text{ТО-2}i}} \quad (2.4)$$

где  $N_{\text{Автом.ТО-2}i}$  - количество ТО-2, шт.;

$N_{\text{Автом.}i}$  - количество автомобилей данной марки, шт.;

$G_{\Gamma i}$  - годовая наработка автомобиля, км.;

$q_{\text{ТО-2}i}$  - периодичность проведения ТО-2, км.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Количество ТО – 1 определяется по формуле:

$$N_{\text{АвтТО-1}i} = \frac{N_{\text{Автом}i} \times S_{\Gamma i}}{q_{\text{ТО-1}i}} - N_{\text{АвтТО-2}i} \quad (2.5)$$

где  $N_{\text{АвтТО-1}i}$  – количество ТО-1, шт.;

$q_{\text{ТО-1}i}$  – периодичность проведения ТО-1, км.

Полученное значение округляют в большую сторону до целого числа.

Периодичность проведения ТО автомобилей представлена в таблице 2.5, [5].  
Результаты расчетов представлены в таблице 2.6, [5].

Таблица 2.5 - Периодичность проведения ТО автомобилей.

Марка	Периодичность проведения обслуживания, км.	
	ТО-1	ТО-2
Камаз-53212	2500	10000
ГАЗ-3307	2400	9600

Таблица 2.6 – Количество ТО автомобилей.

Марка	Количество автомобилей	Годовой пробег автомобиля, км.	Количество обслуживаний	
			ТО-1	ТО-2
Камаз-53212	9	58400	158	53
ГАЗ-3307	3	34000	33	11

### 2.3 Определение трудоемкости технических обслуживаний тракторов и автомобилей

Трудоемкость технических обслуживаний тракторов определяется по формуле:

$$T_{Tr.} = \sum T_{Tr.TO-3i} \times N_{Tr.TO-3i} + \sum T_{Tr.TO-2i} \times N_{Tr.TO-2i} + \sum T_{Tr.TO-1i} \times N_{Tr.TO-1i} \quad (2.6)$$

где  $T_{Tr.}$  – трудоемкость технических обслуживаний тракторов, чел.ч;

$T_{Tr.TO-3i}$  – трудоемкость ТО – 3 трактора, чел.ч., [13,17];

$T_{Tr.TO-2i}$  – трудоемкость ТО – 2 трактора, чел.ч., [13,17];

$T_{Tr.TO-1i}$  – трудоемкость ТО – 1 трактора, чел.ч., [13,17];

Трудоемкости ТО по маркам тракторов представлены в таблице 2.7, [10].

Таблица 2.7 – Трудоемкости ТО по маркам тракторов.

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	1,6	6,1	17
МТЗ-1221	0,8	4,7	32
Кейс 500	2,5	8,1	21,3
Арис 836	2,3	7,6	20
Нью холлад 500	1,9	9,6	21,7

Затраты труда на проведение ТО тракторов представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Затраты труда на проведение ТО тракторов.

Марка	Трудоемкость обслуживаний, чел час.		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
МТЗ-80/82	369,6	347,7	340
МТЗ-1221	77,6	117,5	256
Кейс 500	47,5	40,5	42,6
Арис 836	32,2	30,4	20
Нью холлад 500	41,8	48	43,4
Всего:	568,7	584,1	702
Всего:	1854,8		

Трудоемкость технических обслуживаний автомобилей определяется по формуле:

$$T_{Авт.} = \sum T_{Авт.ТО-2i} \times N_{Авт.ТО-2i} + \sum T_{Авт.ТО-1i} \times N_{Авт.ТО-1i} \quad (2.7)$$

где  $T_{\text{Авт.}}$  – трудоемкость технических обслуживаний автомобилей, чел.ч;  
 $T_{\text{Авт.ТО-2i}}$  – трудоемкость ТО – 2 автомобиля, чел.ч.,[5];  
 $T_{\text{Авт.ТО-1i}}$  – трудоемкость ТО – 1 автомобиля, чел.ч.,[5].

Трудоемкости ТО по маркам автомобилей представлены в таблице 2.9, [10].

Таблица 2.9 – Трудоемкости ТО по маркам автомобилей.

Марка	Трудоемкость обслуживания, чел. час.	
	ТО-1	ТО-2
Камаз-53212	3,4	14,5
ГАЗ-3307	2,2	9,1

Затраты труда на проведение ТО автомобилей представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Затраты труда на проведение ТО автомобилей.

Марка	Трудоемкость обслуживаний, чел час	
	ТО-1	ТО-2
Камаз-53212	537,2	773,8
ГАЗ-3307	72,6	100,1
Всего:	609,8	873,9
Всего:	1483,7	

Суммарная трудоемкость выполнения ТО для тракторов и автомобилей определяется по формуле:

$$T_{\text{ТО}} = T_{\text{Тр.}} + T_{\text{Авт.}} \quad (2.8)$$

$$T_{\text{ТО}} = 1854,8 + 1483,7 = 3338,5 \text{ чел. час.}$$

## 2.4 Определение численности рабочих пункта технического обслуживания тракторов и автомобилей

Численность рабочих определяется по формуле:

$$N_p = \frac{\eta_{pz} \times T_{TO}}{(K_p - K_o) \times T_{CM} \times \eta_p} \quad (2.9)$$

где  $\eta_{pz}$  – неравномерность загрузки пункта ТО,  $\eta_{pz}=1,3$  [2,5];

$K_p$  – число рабочих дней в году,  $K_p=253$ , [5];

$T_{CM}$  – продолжительность смены, ч.,  $T_{CM}=8$  ч., [10];

$K_o$  – общее число дней отпуска,  $K_o=24$  дня, [10];

$\eta_p$  – коэффициент потерь рабочего времени,  $\eta_p=0,88$ , [10].

$$N_p = 3338,5 \cdot 1,3 / ((253 - 24) \cdot 8 \cdot 0,88) = 2,7.$$

Принимаем  $N_p = 3$  человек.

## 2.5 Расчет производственных площадей пункта технического обслуживания транспортных средств и подбор оборудования

Подбор оборудования для пункта технических обслуживаний транспортных средств осуществляется с учетом технологического процесса и объема выполняемых всех работ.

Ведомость оборудования представлена в приложении А

Площадь пункта технического обслуживания находится с учетом техники расположенной на участке и площади производственного оборудования.

$$F_{TO} = (F_{об} + F_M) * \sigma, \quad (2.10)$$

где  $F_{\text{уч}}$  – расчетная производственная площадь участка ТО,  $\text{м}^2$ ;  
 $F_{\text{об}}$  – площадь, занимаемая оборудованием,  $\text{м}^2$ ;  
 $F_{\text{М}}$  – площадь, занимаемая машинами,  $F_{\text{М}} = 22 \text{ м}^2$ , [5];  
 $\sigma$  – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, [10].

$$F_{\text{ТО}} = (61,26 + 22) \cdot 2,5 = 208,15 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь участка пункта технических обслуживаний  $216 \text{ м}^2$ ,  
 (12x18 м).

### 3.4 Охрана труда

Каждое предприятие вынуждено вести большую работу по обеспечению своей безопасности. Возможные угрозы исходят из самых разных сфер, поэтому в понятие комплексной защиты непременно должны входить решения, обеспечивающие безопасность физическую, противопожарную, внутреннюю, экономическую, финансовую, технологическую, правовую и др. Независимая работа по каждому отдельному направлению сегодня признаётся неэффективной. Это объясняется высоким уровнем современных систем безопасности и их возможностью интегрироваться и объединяться.

На защиту предприятия специалисты предлагают выставить самые современные технологии, которые будут реализованы в виде комплексной системы безопасности, включающей:

- системы контроля и управления доступом (СКУД),
- видеонаблюдение,
- охранную и пожарную сигнализации,
- системы оповещения,
- охрану периметра.

При использовании самых передовых и масштабных комплексов предприятие может получить полноценную систему управления всеми

имеющимися инженерными коммуникациями, что позволит автоматизировать контроль и добиться максимально высокого уровня безопасности на объекте.

Современный охранный комплекс представляет собой совокупность ряда систем и отдельных технических средств охраны, объединенных единым программным комплексом. Общая информационная среда, общая база данных, единый пульт контроля и управления работой системы – всё это в перспективе заметно снижает издержки на содержание большого штата сотрудников специальных служб, контролирующей безопасность отдельно по каждому направлению.

Набор необходимых средств защиты и элементов комплекса заказчик вправе выбирать самостоятельно. Сегодняшние возможности несколько не ограничивают проектировщиков таких систем в функциональности и масштабности комплексов, поэтому уровень защиты предприятия может быть сколь угодно высоким.

Первая ступень этого вида контроля осуществляется благодаря соответствующей деятельности непосредственного руководителя сотрудников в функциональном подразделении. В это же время за осуществление второй ступени отвечает начальник функционального подразделения. Третья ступень контроля по охране труда находится в сфере деятельности специальных комиссий.

Руководство трёхступенчатым контролем по охране труда на предприятии находится в руках руководителя предприятия, а также органов охраны труда.

Как отмечалось ранее, за первой ступенью контроля по охране труда должен следить непосредственный начальник определённого числа сотрудников в функциональном отделении. При этом он отвечает за контроль деятельности только тех лиц, которые находятся у него в подчинении. На этом этапе проверяется достаточно большое количество моментов:

Являются ли проезды, проходы и переходы достаточно свободными;

Определение в полной ли мере были выполнены те требования и рекомендации, которые были даны в результате предыдущего контроля;

Контроль за наличием, а также расположением инструментов, материалов, а также аппаратуры;

Определение того, насколько безопасно то оборудование, которое используются на предприятии;

Проверка исправности вентиляции. Кроме этого желательно проверить достигает ли уровень вентиляции необходимо в соответствии с нормами показателя;

Контроль за соблюдением сотрудниками правил электробезопасности;

Наличие на предприятии инструкций по охране труда последнего образца, а также соблюдение находящихся в них предписаний;

Соблюдение правил противопожарной безопасности. В частности знание персоналом правил работы с пожароопасными материалами, аппаратурой и инструментами;

Контроль за работой сотрудников с вредными и взрывоопасными веществами;

Наличие необходимого количества средств индивидуальной защиты, их исправность, а также умение персонала им пользоваться;

Контроль за наличием у сотрудников предприятий необходимых документов (удостоверений) по охране труда, выдачей нарядов для тех работников, которые отправляются на выполнение действий, сопровождающихся дополнительными опасностями.

В соответствии с проведённой проверкой оформляется журнал, где указывается сам факт проверки и её результаты. Данный документ должен храниться у руководителя предприятия или же начальника одного из функциональных подразделений.

Вторая ступень контроля осуществляется под руководством начальника структурного подразделения. Контроль должен проводиться еженедельно в

соответствии с графиком, который утверждается начальником структурного подразделения вместе со специалистами по охране труда. В процессе такого контроля проверяются следующие моменты:

Непосредственно выполнение мероприятий, прописанных в первой и второй ступенях контроля;

Исправность той аппаратуры, которая используется сотрудниками в процессе их профессиональной деятельности на предприятии. Также оборудование должно полностью соответствовать нормативной документации;

Выполнение всех правил, касающихся сроков ремонта оборудования предприятия, а также вентиляции установок;

Соблюдение сотрудниками всех правил пожарной безопасности и электробезопасности;

Выполнение всех тех предписаний, которые указаны в распорядительной документации по охране труда;

Наличие в полном объёме средств используемых для индивидуальной и групповой защиты сотрудников, а также тех средств, которые применяются для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также подавления последствий разного рода аварий. Помимо этого в процессе проведения второй ступени контроля следует проверять исправность всех этих защитных средств;

Наличие на предприятии всех необходимых плакатов и стендов по охране труда, а также их состояние. Помимо этого в обязательном порядке на нужных местах должны иметься специальные цветные наклейки, а также стикеры со знаками безопасности;

Контроль за работой сотрудников с пожаровзрывоопасными и вредными материалами и веществами;

Правильность использования сотрудниками средств индивидуальной защиты, а также спецодежды;

Своевременность проведение инструктажей по безопасности труда с каждым из работников предприятия, обязанным его пройти;

Состояние санитарно-бытового оборудования и помещений;

Полноценность обеспечения сотрудников лечебно-профилактическим питанием, молоком, а также прочими средствами, применяемыми для профилактики возникновения профессиональных заболеваний;

Правильность следования рациональному режиму труда и отдыха.

Данные, полученные во время проведения второй ступени контроля необходимо заносить в соответствующий журнал.

Третья ступень должна проводиться 1 раз каждый месяц. Ответственность за неё несёт комиссия по охране труда. В процессе данной проверки необходимо установить следующее:

Полноту выполнения мероприятий в соответствии с первой и второй ступенями контроля;

Точность и полноту выполнения всех мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Реализация всех пунктов коллективных договоров, а также документов, регламентирующих охрану труда;

Точность исполнения всех предписаний, которые внесены в распорядительную документацию по охране труда;

Техническое состояние каждого функционального подразделения, входящего в состав предприятия;

Выполнение предписаний, установленных после произошедших ранее групповых и тяжёлых несчастных случаев;

Степень эффективности функционирования вентиляционных установок на предприятии;

Соответствие каждой единицы оборудования всем техническим параметрам, регламентируемым нормативной документацией по охране труда;

Наличие на предприятии количества средств индивидуальной защиты, достаточного обеспечить ими каждого сотрудника. Также проверяется правильность их ремонта, хранения, чистки, стирки и выдачи;

Полнота организации лечебно-профилактического обслуживания всех сотрудников предприятия;

Наличие достаточного количества санитарно-бытовых помещений, а также приспособлений;

Наличие и состояние стендов, касающихся охраны труда. Своевременность их замены, а также их состояние;

Состояние тех помещений, которые отведены для организации в них кабинетов охраны труда;

Полноту подготовленности каждого сотрудника предприятия к рациональным действиям, регламентируемым в нормативных документах, во время аварийных ситуаций;

Качественность и своевременность проведения с сотрудниками предприятия инструктажей и курсов обучения по безопасности труда;

Полноту соблюдения трудовой дисциплины. Следование рациональному режиму труда и отдыха работниками предприятия.

После проведения проверки комиссией составляется соответствующий акт. В том случае, если в процессе проведения проверки были выявлены какого-либо рода нарушения, то составляется предписание.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

#### 3.1 Особенности монтажа-демонтажа шин грузовых автомобилей

Монтаж-демонтаж шин для грузовых авто относится к числу наиболее ответственных и трудоемких работ, что объясняется размерами покрышек и тяжелейшими последствиями, которые влечет за собой неправильный шиномонтаж. Требования к замене и балансировке колес перечислены в «Правилах эксплуатации автомобильных шин». В соответствии с ними, место проведения работ должно быть снабжено технологическими картами, инструкциями и техническими условиями. Персонал мастерской обязан пройти специальный инструктаж и уметь работать на монтажно-демонтажном стенде.

Впрочем, все перечисленные выше требования справедливы для средних и крупных предприятий. Если шиномонтажная мастерская небольшая, то приобретать стационарный стенд экономически нецелесообразно. С другой стороны, монтировать-демонтировать грузовые автошины обычными кустарными способами тоже не годится. Современные покрышки для грузовиков имеют максимально возможный ресурс работы, стоят очень дорого и не прощают варварского обращения.

Основная сложность связана с тем, что современные шины монтируются на глубокие обода. Залом борта может произойти даже при использовании стационарных стендов, не говоря уже о кустарных методах. Конечно, вам может повезти и явных разрывов удастся избежать, однако, нити каркаса все равно пострадают, что отразится на рабочем ресурсе шин и безопасности движения транспортного средства. Есть и еще одна

					ВКР 23.03.03.			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>					Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>							1	
<i>Реценз.</i>						Казанский ГАУ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

проблема. Диски для грузовиков сохраняют форму только в том случае, если шиномонтаж проведен в соответствии с установленными требованиями. Если в процессе работ были допущены ошибки, то волнистость и прочие дефекты дадут о себе знать уже через несколько тысяч километров, а для магистрального грузовика это крайне небольшой пробег.

Единственный способ избежать проблем в условиях отсутствия специального станда – использовать профессиональный ручной инструмент. Он представляет собой набор рычагов и монтировок особой формы, а также дополнительных головок, насадок и кронштейнов. Главное достоинство подобных комплектов – невысокая цена. Если станд стоит минимум 200 тыс. рублей, то набор ручных инструментов можно приобрести за 15-25 тыс. рублей. Кувалда и обычная монтировка стоят дешевле, но если монтировать автошины оптом, то средства, вложенные в приобретение инструментов, оправдаются очень быстро. Кроме того, инвестиции в оснащение современной мастерской уберегут вас от ненужных затрат. Классические тягачи имеют 12-16 автошин, суммарная стоимость которых составляет не меньше 100 тыс. рублей. Кустарный шиномонтаж нередко приводит к повреждению сразу нескольких шин.

### **3.2 Проектирование станда для монтажа шин колес**

За основу берем станд ШМГ-1В, в конструкцию которого вносим изменения.

Основные характеристики проектируемого станда:

Напряжение сети	380 вольт
Диапазон дисков	18-42 дюймов
Максимальный диаметр колеса	1700 мм
Максимальная ширина колеса	800 мм

Максимальный вес колеса 1200 кг

Для вращения вала на котором закреплено колесо необходим большой крутящий момент (800...1000 Нм) и небольшая частота вращения вала (6...12 мин<sup>-1</sup>).

Привод вращения вала, на котором закреплено колесо осуществляется с помощью высокомоментного реверсивного гидромотора.

Данным требованиям отвечает высокомоментный реверсивный радиально-поршневой гидромотор МРФ-100/16-2, [3].

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	100;
Частота вращения, об/мин: ном.	10;
Расход номинальный, л/мин	48;
Давление, МПа: ном.	16;
Крутящий момент, Нм (номинальный)	920.

Перемещение вдоль станины рабочих органов (монтажный диск и лапа) закрепленных на держателе можно осуществлять двумя способами.

1 способ – вдоль направляющей держателя с фиксацией в специальных упорах.

2 способ – перемещение самого держателя по станине с помощью гидроцилиндра.

Второй способ применяется при непосредственной работе с колесом (отрыв шины от обода колеса).

Усилие необходимое для перемещения держателя по станине составляет примерно 40000...60000 Н (в зависимости от типа колеса).

Диаметр поршня гидроцилиндра определяется по формуле:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 * Q_{ц1} * \varphi}{\pi * P}}, \text{ м} \quad (3.1)$$

где  $\varphi$  – коэффициент учитывающий площадь штока,  $\varphi = 1,33$ , [4];

$P$  – рабочее давление в гидросистеме трактора, = 16 МПа, [4].

$$d \geq \sqrt{\frac{4 * 60000 * 1,33}{3,14 * 16000000}} = 0,079, \text{ м}$$

Берем гидроцилиндр со следующими параметрами:

Диаметр поршня гидроцилиндра  $d = 80$  мм;

Ход штока гидроцилиндра  $S_{шт} = 400$  мм;

Диаметр штока гидроцилиндра  $d_{шт} = 45$  мм;

Рабочее давление гидроцилиндра  $P_{ц} = 20$  МПа, [4].

Для подъема и опускание стрелы на которой закреплено колесо и механизм привода для вращения колеса применяем гидроцилиндр.

Схема сил действующих на гидроцилиндр представлена на рисунке 3.4.

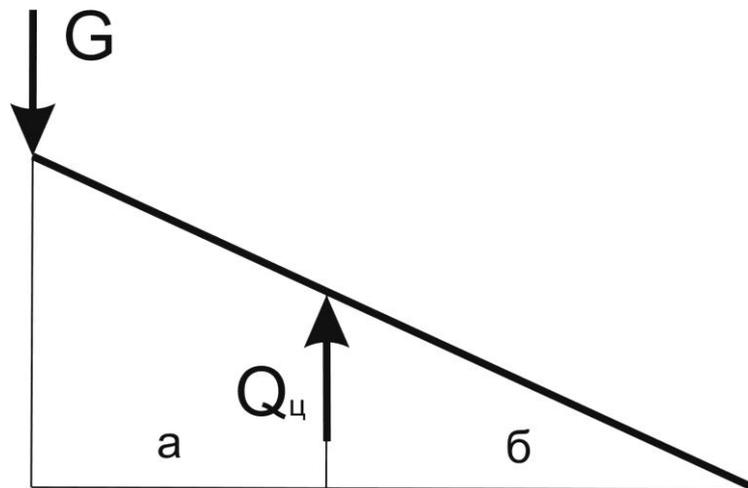


Рисунок 3.4. Схема сил действующих на гидроцилиндр.

Усилие создаваемое гидроцилиндром стрелы определяется по формуле:

$$Q_{ц} = \frac{G * (a + б)}{б}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

где  $G$  – суммарный вес приходящийся на конец стрелы, Н;

$a$  – расстояние от конца стрелы до места крепления подъемного гидроцилиндра, принимаем  $a = 0,8$  м;

$б$  – расстояние от места крепления подъемного гидроцилиндра до оси крепления стрелы к станине, принимаем  $б = 1$  м;

Суммарный вес приходящийся на конец стрелы определяется по формуле:

$$G = m_k * g * K, \text{ Н} \quad (3.3)$$

где  $m_k$  – масса колеса, кг;

$K$  – коэффициент учитывающий вес конструкции стрелы, принимаем  $K = 1,4$  м;

$$G = 1200 * 9,81 * 1,4 = 16481 \text{ Н}$$

$$Q_{ц} = 16481 * (0,8 + 1) / 1 = 29666 \text{ Н}$$

Диаметр поршня гидроцилиндра стрелы определяется по формуле:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 * Q_{ц}}{\pi * P}}, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 * 29666}{3,14 * 16000000}} = 0,049, \text{ м}$$

Берем гидроцилиндр со следующими параметрами:

Диаметр поршня гидроцилиндра  $d = 50$  мм;

Ход штока гидроцилиндра  $S_{шт} = 320$  мм;

Диаметр штока гидроцилиндра  $d_{шт} = 30$  мм;

Рабочее давление гидроцилиндра  $P_{ц} = 20$  МПа, [4].

Подбор гидронасоса.

Гидронасос подбирается по рабочему давлению и с учетом производительности.

Берем шестеренчатый гидронасос НШ-46-У-3, [4].

Рабочее давление, МПа 16;

Потребляемая мощность,

при частоте вращения вала  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , кВт 7,4

Подбор электродвигателя для гидронасоса.

Электродвигатель подбирают по мощности и с учетом частоты вращения.

Для гидронасоса насоса берем электродвигатель 4А132S4УЗ, [5]:

Мощность, кВт	7,5;
частота вращения, $\text{мин}^{-1}$	1445;
крутящий момент, Нм	49,6.

Расчет производительности гидронасоса.

Производительность насоса определяется по формуле:

$$Q = \frac{q_H * n_H}{1000}, \quad (3.5)$$

где Q – производительность гидронасоса, литр/мин;

$q_H$  - производительность гидронасоса за один оборот  $q_H = 46 \text{ см}^3/\text{оборот}$ , [4].

$$Q = 46 * 1445 / 1000 = 66,47 \text{ литр/мин.}$$

Подбор гидрораспределителя.

С учетом особенности работы стенда берем гидрораспределитель с электрическим управлением, для возможности свободного перемещения пульта управления гидропривода.

Гидрораспределитель подбирают по пропускной способности и рабочему давлению.

Берем гидрораспределитель реверсивный золотниковый трехсекционный типа В16 с электроприводом КВМ-35М, [7].

Подбор предохранительного гидроклапана.

Для предотвращения поломки системы на нагнетательном патрубке устанавливаем предохранительный клапан.

Принимаем давление срабатывания клапана  $P_{\Pi} = 17$  МПа, диаметр рабочей поверхности клапана принимаем равной 20 мм.

Усилие, создаваемое пружиной, определяется по формуле:

$$F_{\Pi P} = \frac{P_{\Pi} * \pi * d^2}{4}, \quad (3.6)$$

$$F_{\Pi P} = 17000000 * 3,14 * 0,02 * 0,02 / 4 = 5338 \text{ Н}$$

Диаметр проволоки пружины определяется по формуле, [5]:

$$d_{\Pi P} \geq \sqrt{\frac{\kappa * 8 * F_{\Pi P} * c}{\pi [\tau]}}, \quad (3.7)$$

где  $\kappa$  – поправочный коэффициент, принимаем  $\kappa = 1,33$ , [5];

$c$  – индекс пружины, принимаем  $c = 4,5$ , [5];

$[\tau]$  – допускаемое касательное напряжение поперечного сечения витка пружины,  $[\tau] = 600$  МПа, [5];

$$d_{\Pi P} \geq \sqrt{\frac{1,33 * 8 * 5338 * 4,5}{3,14 * 600}} = 11,66 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_{\Pi P} = 12$  мм, [14].

Средний диаметр пружины определяется по формуле:

$$D_0 \approx c d_{\Pi P}, \quad (3.8)$$

$$D_0 = 4,5 * 12 = 54 \text{ мм.}$$

Шаг пружины в свободном состоянии определяется по формуле:

$$t = d + \frac{\lambda_2}{z} + 0.1d, \quad (3.9)$$

где  $\lambda_2$  – осадка пружины под действием нагрузки, принимаем  $\lambda_2 = 4$  мм.

$z$  – число рабочих витков пружины, принимаем  $z = 3$ .

$$t = 12 + 4/3 + 0,1 * 12 = 14,5 \text{ мм.}$$

Высота пружины при полном сжатии определяется по формуле:

$$H_3 = (z + 1.5)d, \quad (3.10)$$

$$H_3 = (3 + 1,5) * 12 = 54 \text{ мм}$$

Подбор фильтра для очистки масла.

Фильтр подбирается с учетом рабочего давления и конструктивных параметров.

Берем фильтр 3ФГМ1-40М 42x2, [7].

Ном. давление, 1 МПа;

Ном. расход, 80 л/мин.

Данный фильтр состоит из стакана со сменным фильтрующим элементом и дополнительно оборудован перепускным клапаном на случай засорения фильтрующего элемента.

Подбор муфты.

Муфту подбирают по передаваемому крутящему моменту с учетом диаметров соединяемых валов.

Расчет муфты ведем для максимального крутящего момента.

$$T'_M \geq K_M * T_D, \quad (3.11)$$

где  $T'_M$  – максимальный момент передаваемой муфтой, Нм;

$K_M$  – коэффициент запаса прочности,  $K_M = 2 \dots 2,5$  [14, 18].

$T_d$  – крутящий момент электродвигателя, Нм.

Для соединения электродвигателя и гидронасоса.

$$T'_M = 2,2 * 49,6 = 109,1 \text{ Нм.}$$

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$$T_M = 140 \text{ Нм;}$$

$$d_M = 18 \dots 50 \text{ мм, [8].}$$

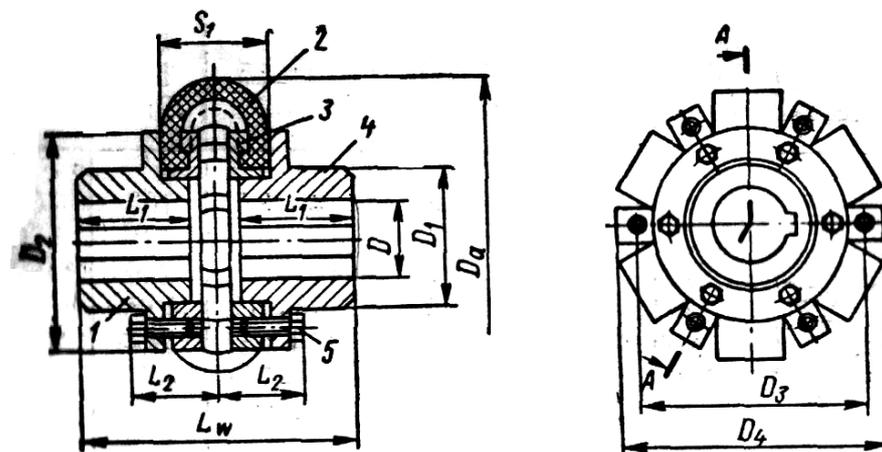


Рисунок 3.5 - Упругая муфта “Мультикросс”.

Для соединения электродвигателя и гидронасоса.

$$T'_M = 2,2 * 920 = 2024 \text{ Нм.}$$

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$$T_M = 2200 \text{ Нм;}$$

$$d_M = 40 \dots 100 \text{ мм, [8].}$$







где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов. Принимаем на основании расчета массы сконструированных деталей;

$G_T$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем  $G_T \approx 100$  кг;

$K$ - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ( $K = 1,05 \dots 1,15$ ).

Таблица 6.1 - Расчет массы сконструированных деталей

№ п/п	Наименование деталей.	Объём деталей, см <sup>3</sup> .	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Бак	0,078	10	1	10
2	Станина	0,624	80	1	80
3	Рама	0,2808	36	1	36
4	Подставка	0,0624	8	1	8
5	Вал	0,0702	9	1	9
6	Держатель колеса	0,0468	6	1	6
7	Клапан	0,0156	2	1	2

Продолжение таблицы 6.1

8	Ось	0,006	0,8	3	2,4
9	Стрела	0,234	30	1	30
	Всего				183,4

$$G = (183,4 + 100) \cdot 1,06 = 300,4 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки  $G = 300$  кг.

$$C_{\bar{o}} = (G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_{M.}) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (6.2)$$

где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

$C_3$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ( $C_3 = 0,02 \dots 0,15$ ), [2];

$E$  – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

$C_M$  – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины,  $C_M=26$ руб/кг, ;

$C_{ПД}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$  – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости,  $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$ , [2].

$$C_B = (183,4 \cdot (0,13 \cdot 1,2 + 26) + 102000) \cdot 1,4 = 149500 \text{ руб.}$$

#### 6.1.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Для сравнения выбираем установку Ш-515 производительностью ( $W_{ч}$ ) равным 3,5 шт/час. В таблице 6.1. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

Таблица 6.1 – Техничко-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	270	300
Балансовая, руб.	141000	149500
Потребляемая мощность, кВт	8	7,4
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	40	40
Норма амортизации, %	10	7
Норма затрат на ремонт и ТО, %	15	10
Годовая загрузка, ч	700	700

Срок службы, лет	10	10
Часовая производительность, шт/час	3,5	4

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ . Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_{e1} = \frac{G_1}{W_{ч1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \quad (6.3)$$

$$M_{e0} = \frac{G_0}{W_{ч0} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ,$$

где  $M_{e1}$ ,  $M_{e0}$  – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ед;

$G_1$ ,  $G_0$  – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{ч1}$ ,  $W_{ч0}$  – часовая производительность;

$T_{год}$  – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$  – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 300 / (4 \cdot 700 \cdot 10) = 0,01 \text{ кг/ ед};$$

$$M_{e0} = 270 / (3,5 \cdot 700 \cdot 10) = 0,011 \text{ кг/ ед}.$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{e1} = \frac{C_{б1}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ; \quad (6.4)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{б0}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ,$$

где  $C_{б1}$ ,  $C_{б0}$  – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 149500 / (4 \cdot 700) = 53,4 \text{ руб./ ед};$$

$$F_{e0} = 141000 / (3,5 \cdot 700) = 57,5 \text{ руб./ ед.}$$

Энергоемкость определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{W_{\psi1}} ; \quad (6.5)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{W_{\psi0}} ,$$

где  $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$  – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт·ч/ ед;

$N_{e1}, N_{e0}$  – мощность электродвигателя, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 7,4/4 = 1,85 \text{ кВт·ч/ ед};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 8/3,5 = 2,28 \text{ кВт·ч/ ед.}$$

Трудоемкость процесса,

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{\psi i}} ; \quad (6.6)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{4} = 0,25 , \text{ чел·ч/ ед.}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{3,5} = 0,28 \text{ чел·ч/ ед.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения:

$$S_1 = C_{зп1} + C_{\mathcal{E}1} + C_{\text{пмо}1} + A_1 ; \quad (6.7)$$

$$S_0 = C_{зп0} + C_{\mathcal{E}0} + C_{\text{пмо}0} + A_0$$

где  $C_{зп1}, C_{зп0}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ ед.

$C_{Э1}, C_{Э0}$ – затраты на электроэнергию, руб./ ед;

$C_{рто1}, C_{рто0}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ ед;

$A_1, A_0$ – амортизационные отчисления, руб./ ед.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{зн1} = z_1 \cdot T_{e1}; \quad (6.8)$$

$$C_{зн0} = z_0 \cdot T_{e0} \cdot ;$$

где  $z_1, z_0$  – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 40 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{зн1} = 40 \cdot 0,25 = 10 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{зн0} = 40 \cdot 0,28 = 11,43 \text{ руб./ ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{Э1} = Э_1 \cdot Ц_Э; \quad (6.9)$$

$$C_{Э0} = Э_0 \cdot Ц_Э,$$

где  $Ц_Э$  – комплексная цена электроэнергии, ( $Ц_Э = 4$  руб./кВт).

$$C_{Э1} = 1,85 \cdot 4 = 7,4 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{Э0} = 2,28 \cdot 4 = 9,1 \text{ руб./ ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения:

$$C_{рто1} = \frac{C_{\sigma 1} \cdot H_{рто1}}{100 \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}}; \quad (6.10)$$

$$C_{рто0} = \frac{C_{\sigma 0} \cdot H_{рто0}}{100 \cdot W_{ч0} \cdot T_{год}},$$

где  $H_{\text{рто1}}, H_{\text{рто0}}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто1}} = 149500 \cdot 10 / (100 \cdot 4 \cdot 700) = 5,34 \text{ руб./ ед};$$

$$C_{\text{рто0}} = 141000 \cdot 15 / (100 \cdot 3,5 \cdot 700) = 8,63 \text{ руб./ ед}.$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения:

$$A_i = \frac{C_{\bar{b}_i} \cdot a_i}{100 \cdot W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}i}}; \quad (6.11)$$

где  $a_1, a_0$  – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 149500 \cdot 7 / (100 \cdot 4 \cdot 700) = 3,73 \text{ руб./ ед};$$

$$A_0 = 141000 \cdot 10 / (100 \cdot 3,5 \cdot 700) = 5,75 \text{ руб./ ед}.$$

Отсюда,

$$S_{\text{эксн1}} = 10 + 7,4 + 5,34 + 3,73 = 26,47 \text{ руб./ ед};$$

$$S_{\text{эксн0}} = 11,43 + 9,14 + 8,63 + 5,75 = 34,96 \text{ руб./ ед}.$$

Приведенные затраты определяют из выражения:

$$C_{\text{пр}} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (6.12)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_H = 0,14$ .

$$C_{\text{пр1}} = 26,47 + (0,14 \cdot 53,4) = 34 \text{ руб./ ед}.$$

$$C_{\text{пр0}} = 34,96 + (0,14 \cdot 57,55) = 43 \text{ руб./ ед}.$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (6.13)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (34,96 - 26,47) \cdot 4700 = 23751 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = (C_{ПР0} - C_{ПР1}) \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}, \quad (6.14)$$

$$E_{год} = (43 - 34) \cdot 4700 = 25380 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (6.15)$$

$$T_{ок} = 149500 / 23751 = 6,3 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [2 стр.17]:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б1}}, \quad (6.16)$$

$$E_{эф} = 23751 / 149500 = 0,16.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты	
	Исходный	Проект
Производительность ед /ч	3,5	4
Фондоемкость, руб./ ед	57,55	53,4
Энергоемкость, кВт/ ед	0,28	1,85
Металлоемкость, кг/ ед	0,011	0,01
Трудоемкость, чел·ч/ ед	0,28	0,25
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ ед	34,96	26,47



## **ВЫВОДЫ**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен литературный анализ существующих технологий по проектированию пункта технического обслуживания и были изучены новые направления в этой области.

Разработанный проект пункта ТО отвечает последним требованиям в технологии проектирования предприятий по техническому обслуживанию автомобилей и тракторов, что существенно позволит повысить производительность, уменьшить себестоимость, улучшить условия труда.

Спроектированный манипулятор имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими устройствами, что делает ее использование более выгодным. Ожидаемая годовая экономия составит 131192,22 рублей. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений равен 0,38 годам при условии, что срок службы составляет 10 лет.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. / В.И. Анурьев 5-е изд. перераб. и доп. М: Машиностроение 1979г. в 3-х томах.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев// - Казань, 2009. – 64 с.
3. Булгариев Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, М.Н. Калимуллин// - Казань, 2011.
4. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. /А.А. Вайнсон Изд. 2-е, перераб. И доп. -М., "Машиностроение", 1976-150 с
5. Гуревич А.М. Справочник сельского автомеханика / А.М. Гуревич, Н.В. Зайцев - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Росагропромиздат, 1990.-224 с.
6. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие специальности "технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе". Под редакцией К.А. Хафизова. Казань - 2004. -316с.
7. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка./ С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Колос, 1984. - 351 с.
8. Матвеев В. А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А.Матвеев, И. И.Пустовалов. - М.: Колос, 1979г. - 248 с.

9. Канарев Ф. М. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин и др. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1988. - 351 с.
10. Поляков В.С. Справочник по муфтам./ В.С.Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский,- 2-е изд., испр. и доп. - Л.: Машиностроение, 1979.-344с.
11. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов. / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 560 с.
12. Салахов И.М., Матяшин А.В., Вафин Н.Ф., Медведев В.М., Методические указания к выполнению и оформлению курсовой работы по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт силовых агрегатов и трансмиссий». – Казань.: Изд-во Казанский ГАУ, 2014.
13. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка/С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под общ. ред. С.А. Иофинова. - М., Агропромиздат. 1985.-272 с.
14. Степин П.А. Сопротивление материалов / П.А.Степин ~ 8-е изд. ~ М.: Вйсш.шк., 1988.-367 с.
15. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. И дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
16. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. – Минск: Новое знание, 2008. – 352 с.: ил. – (Профессиональное образование).
17. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»:ИНФРА-М, 2007. – 432 С.: ил. – (Профессиональное образование).

# СПЕЦИФИКАЦИИ