

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114

Обучающийся

Д.С. Ожерельев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизиров

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

доцент И.В. Дерябин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

О.А. Головач

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

## Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114».

Цель дипломного проекта – разработка передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 92 страницы с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе выполнено обоснование работы, проведен обзор передвижных мастерских, рассмотрена организация работы мастерских полевого ремонта.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчет передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114, а именно выполнены расчеты параметров двигателя, трансмиссии, определены оценочные параметры тягово-скоростных свойств и топливной экономичности.

В третьем разделе рассмотрено назначение и устройство конструкции передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114. Выполнены конструктивные расчеты элементов конструкции автомастерской.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена эффективность разработки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 с экономической стороны.

## **Abstract**

The topic of the given graduation work is: «The development of a mobile auto repair shop based on the «KAMAZ-43114» vehicle».

The aim of the project is to develop the mobile auto repair shop based on the «KAMAZ-43114» vehicle.

The graduation work may be divided into several logically connected parts: the introduction, 6 main chapters, the conclusion, the list of references, 1 appendices, and the graphic part.

The graduation work describes in details the mobile auto repair shop, the calculation of its main characteristics, the technological process of assembly and the economic efficiency of the project.

We first review the existing mobile workshops, and consider the organization of the work of field repair workshops.

In the main part of the project we calculate the next traction-dynamic properties of the mobile auto repair shop based on the «KAMAZ-43114» vehicle: the calculations of engine and transmission parameters, the parameters of traction and speed properties and the fuel efficiency. Next we consider the purpose and design of the mobile auto repair shop based on the «KAMAZ-43114» vehicle. The design calculations of the structural elements of the auto repair shop are carried out. Also, the technological process of its assembling is developed.

The graduation work emphasizes the safety and environmental friendliness of the developed mobile auto repair shop.

At the end of work we report the results of the economic efficiency calculation of the mobile auto repair shop based on the «KAMAZ-43114» vehicle.

## Содержание

Введение .....	6
1 Состояние вопроса .....	7
1.1 Обоснование работы .....	7
1.2 Обзор передвижных мастерских полевого ремонта .....	10
1.3 Организация работы мастерских полевого ремонта .....	15
2 Тягово-динамический расчет автомобиля .....	17
2.1 Выбор и оценка параметра тягового расчета .....	17
2.2 Расчет параметров двигателя.....	19
2.3 Расчет параметров трансмиссии.....	25
2.4 Определение оценочных параметров тягово-скоростных свойств.....	28
2.5 Определение оценочных параметров топливной экономичности .....	39
3 Конструкторская часть.....	40
3.1 Назначение конструкции .....	42
3.2 Устройство конструкции .....	43
3.3 Конструктивные расчеты .....	44
4 Технологический раздел .....	52
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	52
4.2 Определение трудоемкости сборки .....	55
4.3 Составление технологического процесса сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 .....	55
5 Безопасность и экологичность технического объекта .....	60
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 .....	63
5.2 Идентификация профессиональных рисков .....	63
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	65
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	70

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 .....	72
6 Экономическая эффективность проекта .....	75
Заключение .....	83
Список используемой литературы и используемых источников .....	84
Приложение А. Спецификация .....	91

## Введение

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличить темпы технического перевооружения сельского хозяйства, перерабатывающих и других отраслей АПК. В связи с этим, важное значение имеет повышение качества и надёжности машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию и проектирование ремонтно-обслуживающего производства. С ростом балансовой стоимости сельскохозяйственной техники существенно растут и затраты на её ремонт. Снижение затрат можно добиться путём повышения качества и надёжности ремонтов, предотвращая отказы и быстрые износы на основе методов ТО и диагностики. Улучшить качество ремонтов можно за счёт модернизации ремонтно-технического оборудования. Главной проблемой остаётся эффективность использования тракторного парка и поддержание его в исправном состоянии.

Поэтому разработка ряда вопросов по улучшению технической эксплуатации, техническому обслуживанию парка машин агропредприятия и является целью выпускной квалификационной работы.

Цель выпускной квалификационной работы – ознакомиться с классификацией, назначением и устройством передвижных мастерских полевого ремонта, с помощью передвижных мастерских, а также предложить инженерную работу с рабочими чертежами, пояснительными и расчетными материалами.

«Большие площади полей и удалённость мест использования сельскохозяйственной техники от пунктов технического обслуживания или центральных мастерских хозяйств вызывают необходимость применения передвижных мастерских для устранения технических неисправностей тракторов и сельскохозяйственных машин, что значительно влияет на уменьшение простоев техники в период полевых работ» [11].

При написании работы было выполнено изучение устройства, оснастки и методов организации ремонта машин с помощью передвижных мастерских.

## **1 Состояние вопроса**

### **1.1 Обоснование работы**

«Особенностью современного периода развития агропромышленного комплекса является ускорение научно-технического прогресса на основе инновационных процессов, направленных на ресурсосбережение во всех сферах сельского хозяйства.

Эксплуатация машин – важнейшая составляющая сельскохозяйственного производства. В структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции более 50% – это затраты на эксплуатацию машинно-тракторного парка (МТП), из которых до 40% приходится на техническое обслуживание (ТО) и хранение машин. Следовательно, обеспечение работоспособности МТП при минимальных затратах труда, материально-денежных средств и энергоресурсов является актуальной задачей» [2].

«Необходимость в поддержании работоспособности сельскохозяйственных машин и орудий возникла в России одновременно с началом их производства. Для поддержания технических средств в работоспособном состоянии в сельском хозяйстве была создана ремонтно-обслуживающая база – система ремонтных предприятий и станций технического обслуживания.

Для сельскохозяйственных предприятий разработаны типовые проекты центральных ремонтных мастерских, машинных дворов с пунктами технического обслуживания, а также комплекс передвижных средств заправки, ТО и ремонта МТП. За последние 20 лет в нашей стране появилось большое количество мелких крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ) и небольших аграрных предприятий, ремонтно-обслуживающая база которых находится в критически низком состоянии.

Это неизбежно приводит к нарушению норм технической эксплуатации машин, снижению их ресурса и к перерасходу средств на единицу производимой продукции. В таких условиях невозможно вести конкурентную борьбу на рынке сельхозпродукции. Стратегия развития отечественного АПК до 2020 года предусматривает решение вопросов, связанных с разработкой и серийным выпуском новых стационарных и мобильных средств технического обслуживания, диагностики и ремонта для сельхозтоваропроизводителей» [2].

«Низкая оснащённость хозяйств сервисными средствами является следствием не только дороговизны последних, но и их узкой специализацией, а также распространяющимся мнением, что фирменный технический сервис машин и машинно-технологические станции (МТС) смогут в полной мере решить все вопросы технической эксплуатации МТП.

Они должны быть компактны, универсальны и концепция их комплектации должна обуславливать производственную необходимость, при этом обладающих широкими функциональными возможностями в выполнении операций ТО, мелкого ремонта в полевых условиях и постановки машин на длительное хранение.

С технологической точки зрения все операции номерных ТО делятся на категории – очистительно-моечные, контрольно-диагностические и регулировочные работы. Комплектовать передвижное средство моечным оборудованием не совсем целесообразно, так как это существенно увеличивает его габариты, массу и стоимость. Данные операции можно выполнять в стационарных условиях и практика показывает, что так чаще всего и происходит. При этом в настоящее время на рынке имеется множество моечных установок» [5].

«Перспективные мобильные средства должны также позволять выполнять мелкие ремонтные работы в полевых условиях с использованием электросварочных устройств, универсального инструмента, пневматического и электроинструмента.



Передвижные сервисные средства должны иметь простую оснастку для подготовки техники к длительному хранению, нанесению лакокрасочных покрытий и консервации узлов машин. Данная функция необходима для перемещения по машинным дворам подразделений и выполнения работ непосредственно на местах хранения техники. Таким образом, при комплектовании перспективного сервисного средства реализуется концепция – «три в одном» – техническое обслуживание, мелкие ремонты и подготовка машин к хранению» [10].

«На практике основная доля общего объема работ по поддержанию машин в исправном состоянии в большинстве случаев приходится на устранение неисправностей, которые выполняются во внеплановом порядке.

Чтобы мастер-наладчик смог полноценно выполнять обслуживание машин в полевых условиях и на машинном дворе, ему необходимо передвижное рабочее место – комплект оснастки. С учётом изложенного выше, в таблице 1 представлены функциональные возможности и планируемая оснастка такого комплекта.

Таблица 1 – Функциональные возможности и оснастка перспективного мобильного сервисного средства (передвижной полевой мастерской)

Вид обслуживания	Описание работ	Оснастка
ЕТО	Продувка, смазка, подкачка шин, проверка креплений	Компрессор, солидолонагнетатель, комплект ключей
ТО-1	ЕТО + проверка фильтров, контроль форсунок, натяжение ремней, проверка электрооборудования	Набор КИ-28092.01 ГОСНИТИ
Мелкие ремонты	Электросварочные работы, слесарные работы, сборочно-разборочные работы	Бензиновая электростанция до 6 кВт, инвертор сварочный, набор ПИМ-15, набор ключей, электрическая угловая шлифовальная машина (УШМ), электродрель, тиски и другое
ТО при постановке на хранение	Очистка, продувка, смазка, антикоррозионная обработка, покраска	УШМ, компрессор, солидолонагнетатель, приспособления для нанесения лакокрасочных покрытий» [13].

## 1.2 Обзор передвижных мастерских полевого ремонта

Передвижные мастерские полевого ремонта бывают двух типов – ремонтные и ремонтно-диагностические.

«Передвижные ремонтные мастерские МПР-3901, ЛуАЗ-37031, МТП-817М «Алтай» предназначены для устранения неисправностей тракторов и сельскохозяйственных машин в полевых условиях. С помощью оборудования этих мастерских можно выполнять несложные контрольно-регулирующие операции: проверку и регулировку форсунок, контроль состояния цилиндропоршневой группы, проверку аккумуляторных батарей, проверку работоспособности реактивных масляных центрифуг и состояния электрооборудования. Мастерские позволяют проводить различные ремонтные операции: разборно-сборочные работы, сверление отверстий и нарезку резьб, заточку инструмента, обработку металла и его резку, пайку мягкими и твёрдыми припоями, жестяницкие и электрогазосварочные работы. По желанию потребителя передвижная ремонтная мастерская может поставляться с комплектом средств диагностирования КИ-5315, размещаемым в кузове мастерской» [2].

«Передвижная ремонтно-диагностическая мастерская МПР-9924 предназначена не только для устранения неисправностей, но и для диагностирования составных частей тракторов и сельхозмашин при плановом и заявочном техническом обслуживании. Для этого мастерская снабжена комплектом средств диагностирования КИ-5513, которые находятся в контейнерах стеллажа. Оборудование мастерской позволяет выполнять ремонтные работы, а диагностические приборы и приспособления мастерской позволяют определять правильность показаний контрольно-измерительных приборов машин; зазоры в клапанном и декомпрессионном механизмах; техническое состояние цилиндропоршневой группы, форсунок, прецизионных пар топливного насоса, механизмов силовой передачи трактора и ходовой системы колёсных тракторов, аккумуляторных батарей,

генераторов, реле-регуляторов, стартеров и электропроводки; герметичность воздухоочистителя и впускного трубопровода» [2].

Автопередвижная мастерская при МТС сельскохозяйственных предприятий предназначена для проведения сложного технического ухода и ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин в период полевых работ. Автопередвижные мастерские производят работу непосредственно на стане тракторной бригады и в поле. Передвижную мастерскую обслуживает специальная бригада ремонтных рабочих, являющихся постоянными рабочими МТС. Объем работ автопередвижной мастерской определяют планом технического ухода за тракторами, комбайнами и др. машинами тракторных бригад.

Мастерская передвижная на шасси КамАЗ-43118 (рисунок 1) – автомобиль специальный представляет собой мобильную мастерскую, предназначенную для диагностики, техобслуживания, текущего ремонта автомобилей, тракторов, сельскохозяйственной и дорожной техники в полевых условиях, в отрыве от ремонтных подразделений и источников питания электроэнергией.



Рисунок 1 – Мастерская передвижная на шасси КамАЗ-43118

Передвижная мастерская на базе ГАЗ 33081 (рисунок 2) рассчитана на эксплуатацию в условиях бездорожья. Размеры фургона: 3770×2480×2180 мм. Материал покрытия стеновых и потолочной панелей: снаружи – пластизол с защитным покрытием; изнутри – армированный пластик.



Рисунок 2 – Передвижная мастерская на базе ГАЗ 33081

Автомобиль-мастерская на шасси ГАЗ 33081 (рисунок 3). Размеры фургона: 3720×2340×2080 мм. Внешняя обшивка – оцинкованная сталь с полимерно-порошковым покрытием 0,7 мм. Настил пола в грузовом отсеке – рифленый алюминий. Задние полуторастворчатые двери. Доступ в фургон: трехступенчатая складная лестница, выполненная из стали с полимерно-порошковым покрытием серого цвета, в транспортном положении складывающаяся в ящик под фургоном. Окна в пластиковой раме с двойным

автомобильным стеклопакетом: на левом борту фургона – поворотно-откидное, оборудованное москитной сеткой (2 шт.); на правом борту фургона в боковой двери – глухое. Крылья из нержавеющей стали Domag. Светодиодная подсветка боковой двери при открытии.



Рисунок 3 – Автомобиль-мастерская на шасси ГАЗ 33081

Передвижная техническая помощь с КМУ на шасси КамАЗ-43118 (рисунок 4). Размеры фургона: 4000×2500×2200 мм. Армированные бортовые панели: с шагом 600 мм в сэндвич-панелях размещены поперечины из фанеры толщиной 18 мм, между которыми помещен теплоизолирующий материал. Настил пола в грузовой платформе – рифленый алюминий. Доступ в фургон: под боковой дверью в пассажирский отсек – выдвижная лестница трапового типа, выполненная из стали с полимерно-порошковым покрытием серого цвета; под боковой дверью в рабочий отсек – приставной трап, выполненный из стали с полимерно-порошковым покрытием серого цвета в транспортном положении закрепленный на передней стенке фургона. Окна в резиновом уплотнении с двойным автомобильным остеклением: на левом борту фургона – откидное (2 шт.); на правом борту фургона в боковых дверях – глухое (2 шт.).



Рисунок 4 – Передвижная техническая помощь с КМУ на шасси КамАЗ-43118

Передвижная техническая полевая помощь с КМУ на шасси КамАЗ-43118 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Передвижная техническая полевая помощь с КМУ на шасси КамАЗ-43118

Размеры фургона: 2200×2500×2100 мм. Окна в стальной раме с одинарным автомобильным стеклопакетом: на левом борту – раздвижное; на левом борту в скосе – глухое; на правом борту в скосе – глухое; в задней двери – глухое; в двери в перегородке – глухое. Форма фургона – кунг (скошенные верхние углы). Задняя одностворчатая распашная дверь с фиксацией в открытом положении.

### 1.3 Организация работы мастерских полевого ремонта

«При устранении неисправностей сельскохозяйственной техники с помощью мастерских полевого ремонта обычно применяют два метода обслуживания – централизованное и децентрализованное обслуживание.

При централизованном обслуживании за группой передвижных ремонтных мастерских закрепляют тракторы, комбайны и сельскохозяйственные машины предприятия (рисунок 6). Передвижные мастерские выезжают по вызову диспетчера к любой из закреплённых машин.

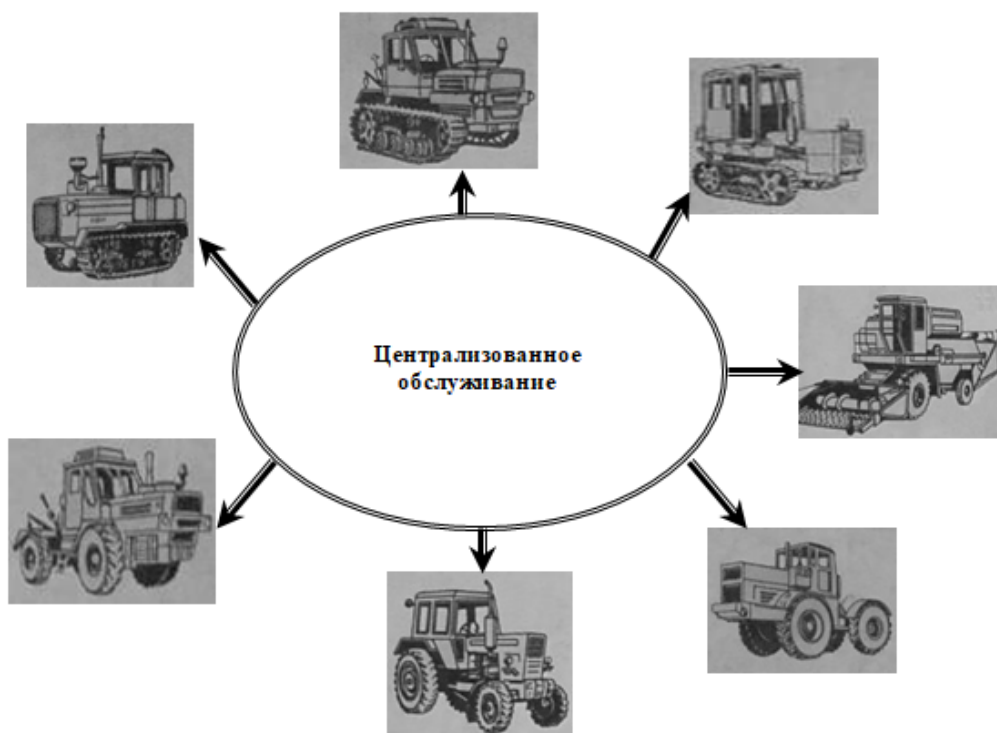


Рисунок 6 – Централизованное обслуживание

При децентрализованном обслуживании каждую передвижную ремонтную мастерскую закрепляют за группой тракторов или уборочно-транспортным комплексом (рисунок 7). Мастерская выезжает на обслуживание машин по вызову диспетчера либо механика комплекса.

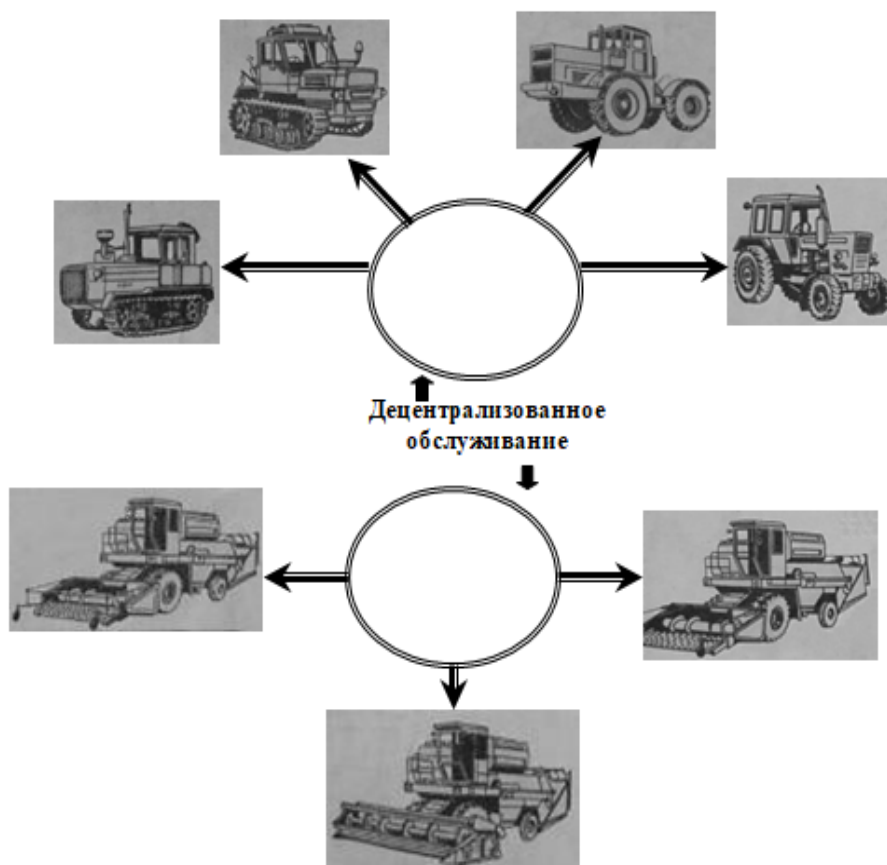


Рисунок 7 – Децентрализованное обслуживание

Количественный состав мастерских полевого ремонта в предприятии можно определить с использованием нормативов их среднего количества на 100 тракторов. Нормативная потребность в передвижных мастерских типа МПР для предприятия составляет 2,95 единицы на 100 тракторов» [2].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» выполнено обоснование работы, проведен обзор передвижных мастерских, рассмотрена организация работы мастерских полевого ремонта.



## 2 Тягово-динамический расчет автомобиля

### 2.1 Выбор и оценка параметра тягового расчета

«Выбор пневматических шин производится по наиболее нагруженным колесам автомобиля с учетом номенклатуры шин, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью.

Динамический радиус  $r_d$  колес автомобиля-прототипа в первом приближении принимается равным статическому радиусу  $r_{cm}$ , который приводится в ГОСТах на пневматические шины.

При отсутствии данных по статическому радиусу для тороидных шин пользуются соотношением:

$$r_d = 0,5 \cdot d + \lambda_{uu} \cdot B, \quad (1)$$

где  $r_d$  – динамический радиус колеса, м;

$d$  – диаметр обода колеса (определяется из обозначения шины), м;

$\lambda_{uu}$  – относительная радиальная деформация профиля (принимается в диапазоне от 0,89 до 0,9» [27].

Нагрузка на одно колесо

$$P_{z \max} = \frac{M}{2}, \quad (2)$$

$$P_{z \max} = \frac{11550}{2} = 56633 \text{ Н}.$$

Выбираем  $r_{cm}$  равным 0,485 м или 48,5 мм.

«Коэффициент полезного действия трансмиссии (КПД) характеризует потери мощности при ее передачи механизмами трансмиссии от первичного вала коробки передач до ведущих колес. КПД механической трансмиссии

равен произведению коэффициентов полезного действия входящих в трансмиссию механизмов, то есть

$$\eta_{mp} = \eta_{kn} \cdot \eta_{kap}^v \cdot \eta_0, \quad (3)$$

где  $\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии;

$\eta_{kn}$  – КПД коробки передач (принимается  $\eta_{kn} = 0,96 \dots 0,98$ );

$\eta_0$  – КПД главной передачи (принимается  $\eta_0 = 0,93 \dots 0,97$ )» [27].

$$\eta_{mp} = 0,96 \cdot 0,995^4 \cdot 0,96 = 0,83.$$

«Коэффициент обтекаемости равен силе сопротивления воздуха, действующей на 1 м<sup>2</sup> лобовой площади автомобиля при скорости движения 1 м/с.

Коэффициент обтекаемости зависит от формы кузова и угла натекания потока воздуха; определяется экспериментально продувкой натуральных образцов или моделей автомобилей в аэродинамических трубах.

В расчетах при отсутствии экспериментальных данных значения коэффициента обтекаемости выбирают из диапазонов, характерных для современных автомобилей определенного типа и значения.

Для грузового автомобиля он принимается от 0,5 до 0,7 Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>» [27].

«Площадь лобового сопротивления равна площади проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную его продольной оси. В расчетах площадь лобового сопротивления определяют приближенно по выражению:

$$F_g = K_1 \cdot H, \quad (4)$$

где  $F_g$  – площадь лобового сопротивления;

$B_2$  – наибольшая ширина автомобиля (определяют по компоновочной схеме автомобиля-прототипа);

$H_z$  – наибольшая высота автомобиля (определяют по компоновочной схеме автомобиля-прототипа);  
 $\alpha$  – коэффициент заполнения площади (для грузовых автомобилей принимается в диапазоне от 0,75 до 0,9)» [27].

$$F_g = 2,0 \cdot 2,7 = 4,32 \text{ м}^2.$$

Полученные данные позволят приступить к следующим расчетам.

## 2.2 Расчет параметров двигателя

«Расчет параметров двигателя является одним из наиболее ответственных этапов тягового расчета, так как установка двигателя с избыточной или недостаточной мощностью приводит к снижению эффективности автомобильных перевозок.

Параметры двигателя определяют из условия обеспечения движения автомобиля с заданной максимальной скоростью по дороге с заданным коэффициентом суммарного сопротивления» [24].

При расчете параметров двигателя необходимо выбрать и оценить:

- частоту вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности  $n_N$ ;
- коэффициенты приспособляемости по моменту ( $k_M = M_{\kappa \max} / M_{\kappa N}$ ) и по частоте вращения ( $k_\omega = n_N / n_M$ , где  $M_{\kappa \max}, n_M$  – максимальный крутящий момент и соответствующая частота вращения,  $M_{\kappa N}, n_N$  – крутящий момент при максимальной мощности и соответствующая частота вращения);

- коэффициент  $\lambda$  – отношение частоты вращения коленчатого вала двигателя при движении автомобиля с максимальной скоростью  $n_v$  к частоте вращения при максимальной мощности  $n_N$ ;
- коэффициент учета потерь мощности двигателя  $k_N$ » [27].

«Основным критерием правильности выбора частоты вращения двигателя является соответствующая этой частоте средняя скорость поршня, которую подсчитывают по формуле:

$$V_{II} = \frac{S_{II} \cdot n_N}{30}, \quad (5)$$

где  $V_{II}$  – средняя скорость поршня;

$S_{II}$  – ход поршня (принимают равным или близким к ходу поршня двигателя автомобиля-прототипа);

$n_N$  – частота вращения двигателя при максимальной мощности» [27].

$$V_{II} = \frac{12000 \cdot 0,026}{30} = 10,40 \text{ м/с}.$$

«Подсчитанное значение средней скорости поршня должно находиться в пределах до 11 м/с для дизельных двигателей. Если значение  $V_{II}$  выходит из указанных пределов, необходимо скорректировать значение частоты» [27].

«Диапазоны изменения коэффициентов приспособляемости  $k_m$  и  $k_\omega$  по типам современных двигателей составляют:

- $k_m = 1,10 \dots 1,50$  – коэффициент приспособляемости по моменту, дизельные двигатели;
- $k_\omega = 1,45 \dots 2,00$  – коэффициент приспособляемости по частоте вращения, дизельные двигатели» [27].

«Отношение частот вращения двигателя при максимальной скорости и максимальной мощности (коэффициент  $\lambda$ ) для современных двигателей изменяется в пределах:  $\lambda = 1,00$  – дизельные двигатели грузовых автомобилей.

Коэффициент учета потерь мощности  $k_N$  отражает потери мощности на привод вспомогательного оборудования и потери, связанные с отличием условий работы двигателя на автомобиле от стендовых. Коэффициент изменяется в зависимости от условий эксплуатации и режима работы двигателя. В расчетах можно принять в диапазоне от 0,8 до 0,9» [27].

«Мощность двигателя при максимальной скорости движения автомобиля определяется исходя из уравнения мощностного баланса по выражению [4]

$$N_{eV} = \frac{V_{a\max}}{3600 \cdot \eta_{mp}} \left[ m_a \cdot g \cdot \psi_V + \frac{k_B \cdot F_B \cdot V_{a\max}^2}{13} \right], \quad (6)$$

где  $N_{eV}$  – мощность двигателя при максимальной скорости движения автомобиля;

$V_{a\max}$  – максимальная скорость движения автомобиля;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии;

$m_a$  – полная масса автомобиля, кг;

$\psi_V$  – коэффициент суммарного сопротивления дороги при движении автомобиля с максимальной скоростью;

$k_B$  – коэффициент обтекаемости;

$F_B$  – площадь лобового сопротивления» [27].

$$N_{eV} = \frac{80}{3600 \cdot 0,83} \cdot \left[ 19255 \cdot 9,8 \cdot 0,018 + \frac{0,6 \cdot 4,32 \cdot 80^2}{13} \right] = 125,10 \text{ кВт.}$$

«Максимальная мощность двигателя определяется по формуле С.Р. Лейдермана:

$$N_{e\max} = \frac{N_{eV}}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (7)$$

где  $N_{e\max}$  – максимальная мощность двигателя, кВт;

$N_{eV}$  – мощность двигателя при максимальной скорости движения автомобиля, кВт;

$\lambda$  – отношение частоты вращения двигателя при максимальной скорости к частоте при максимальной мощности;

$a, b, c$  – коэффициенты, значения которых зависят от типа и конструкции двигателя» [27].

$$N_{e\max} = \frac{125,1}{1 \cdot 0,44 + 1 \cdot 1,87 - 1 \cdot 1,31} = 125,10 \text{ кВт.}$$

«Максимальная мощность двигателя с учетом коэффициента коррекции 0,94 определяется по формуле

$$N_{e\max} = \frac{N_{e\max}}{Kp}, \quad (8)$$

$$N_{e\max} = \frac{125,10}{0,94} = 133 \text{ кВт.}$$

Коэффициенты  $a, b, c$ , подсчитываем по формулам А.С. Литвинова:

$$a = k_m - \frac{k_m - 1}{(k_\omega - 1)^2}, \quad (9)$$

$$a = 1,2 - \frac{1,2 - 1}{(1,6 - 1)^2} = 0,64.$$

$$b = \frac{2 \cdot (1 - a)}{2 - k_\omega}, \quad (10)$$

$$b = \frac{2 \cdot (1 - 0,64)}{2 - 1,6} = 1,77.$$

$$c = \frac{b \cdot k_\omega}{2}, \quad (11)$$

$$c = \frac{1,77 \cdot 1,6}{2} = 1,42.$$

Внешняя скоростная характеристика является основой технического задания.

Расчет ее ведется по уравнениям вида:

$$N_e = N_{e\max} \cdot \left[ a \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right) + b \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right], \quad (12)$$

$$M_k = 9550 \cdot \frac{n_e}{n_N}, \quad (13)$$

где  $N_e$  – текущее значение эффективной мощности двигателя;

$M_k$  – текущее значение крутящего момента двигателя;

$n_e$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя;

$N_{e\max}$  – максимальная эффективная мощность двигателя;

$n_N$  – частоты вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности» [27].

В таблице 2 представлены рассчитанные параметры двигателя.

Таблица 2 – Параметры двигателя

Наименование параметра	Размерность	Значение по расчету
«Тип и расположение	–	ДВ8В
Количество тактов	–	4
Топливо (октановое число)	–	Дизтопливо
Диаметр цилиндра и ход поршня, D×S	мм	76×66
средняя скорость поршня, $V_n$	м/с	10,40
Рабочий объем, $V_h$	л	12,0
Степень сжатия	–	15
Максимальная мощность $N_{e\max}$ , при частоте вращения $n_M$	кВт/мин <sup>-1</sup>	131,6/2600
Максимально крутящий момент $M_{k\max}$ , при частоте вращения $n_M$	Н·м/ мин <sup>-1</sup>	580/1600
Литровая мощность, $N_L$	кВт/л	11
Минимальный удельный расход топлива, $g_{e\min}$	кг/кВт ч	34» [27].

«Задаваясь последовательно значениями частоты вращения  $n_e$  от минимальной  $n_{min}$  (принимают  $n_{min} = 600 \dots 800 \text{ мин}^{-1}$ ) до максимальной  $n_{max}$  ( $n_{max} = n_N$  или  $n_v$ ) частоты с шагом  $n_e = (n_{max} - n_{min}) / 10$ , рассчитывают значение эффективной мощности  $N_e$  и крутящего момента  $M_k$ » [27].

Результаты вычислений заносим в таблицу 3 и строим внешнюю скоростную характеристику двигателя (рисунок 8).

Таблица 3 – Параметры внешней скоростной характеристики двигателя

Определяемый параметр	Частота вращения коленчатого вала, $\text{мин}^{-1}$										
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
Мощность, кВт	29,8	42,9	56,8	70,8	84,6	97,5	109,0	118,8	126,1	130,6	131,6
Крутящий момент, Н·м	475,2	513,0	542,6	563,9	577,1	582,0	578,7	567,3	547,6	519,7	483,6

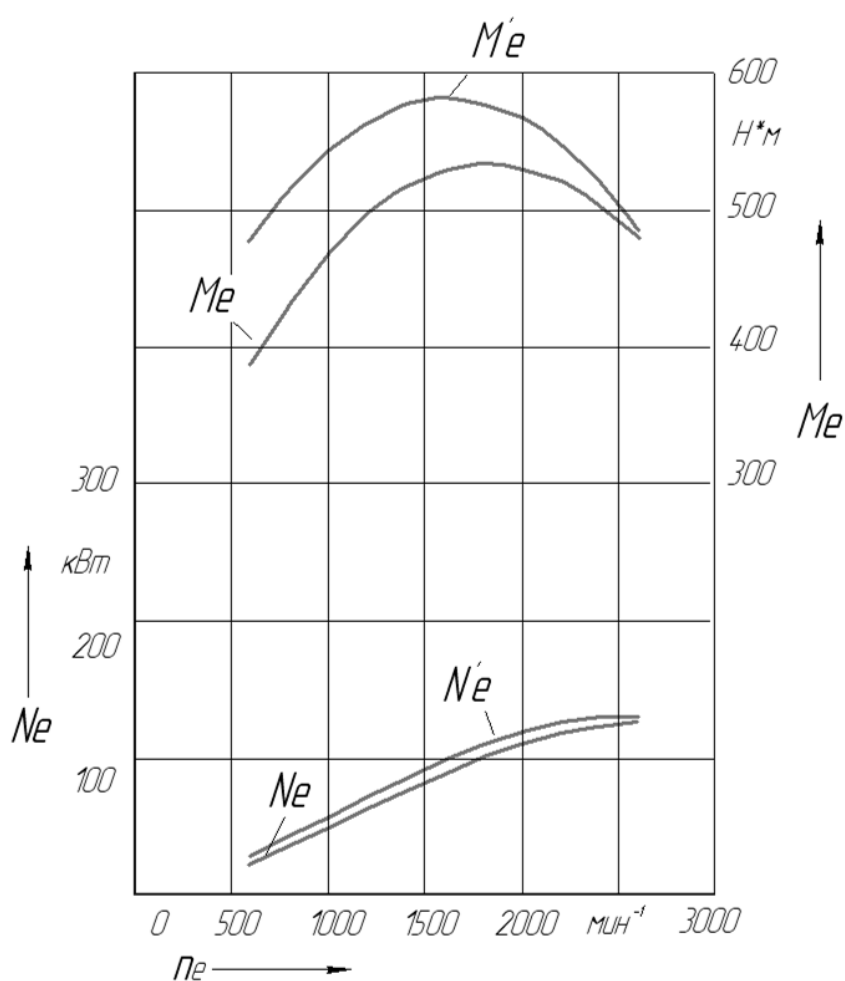


Рисунок 8 – Внешняя скоростная характеристика двигателя



## 2.3 Расчет параметров трансмиссии

«Расчет параметров трансмиссии автомобиля является необходимой предпосылкой получения высоких средних скоростей движения и хорошей топливной экономичности, обеспечивающих минимальные затраты на осуществление заданного объема автомобильных перевозок.

При расчете трансмиссии необходимо выбрать и оценить:

- диапазон передаточных чисел коробки передач (КП),
- динамический фактор,
- количество ступеней в коробке передач,
- передаточные числа высшей ступени в основной и дополнительной коробках передач,
- передаточные числа» [27].

«Диапазон передаточных чисел (отношение передаточного числа низшей ступени в КП к передаточному числу высшей ступени) и количество ступеней являются основными характеристиками механических коробок передач. Эти параметры определяются типом, назначением, условиями эксплуатации и полной массой автомобилей, а также удельной мощностью устанавливаемых двигателей.

Передаточное число главной передачи определяются из условия обеспечения заданной максимальной скорости движения автомобиля на высшей ступени в коробке передач по формуле:

$$u_0 = 0,377 \cdot \frac{r_d \cdot n_{max}}{u_{кв} \cdot V_{a max}}, \quad (14)$$

где  $u_0$  – передаточное число главной передачи;

$r_k$  – радиус качения колеса, м;

$n_{max}$  – максимальное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя ( $n_{max} = n_v$  или  $n_{max} = n_N$ ),  $\text{мин}^{-1}$ ;

$u_{кв}$  – передаточное число высшей ступени в коробке передач;

$V_{a\ max}$  – максимальная скорость движения автомобиля на прямой передаче, км/ч» [27].

$$u_0 = 0,377 \cdot \frac{0,485 \cdot 2600}{1,0 \cdot 80} = 5,02.$$

«Для получения достаточного дорожного просвета и простой конструкции главной передачи не рекомендуется превышать следующие значение передаточного числа: грузовые автомобили грузоподъемностью свыше 8т  $-u_0 \leq 9,0$ » [27].

«Передаточное число низшей ступени в коробке передач определяется из условия обеспечения возможности движения автомобиля по дороге с заданным суммарным коэффициентом сопротивления. Формула для расчета передаточного числа выводится из уравнения силового баланса при установившемся движении и имеет вид

$$u_{k1} \geq \frac{\psi_{max} \cdot g \cdot m_a \cdot r_d}{M_{k\ max} \cdot u_0 \cdot \eta_{mp}}, \quad (15)$$

где  $u_{k1}$  – передаточное число низшей ступени в коробке передач;

$\psi_{max}$  – суммарный коэффициент сопротивления дороги;

$m_a$  – полная масса автомобиля;

$g$  – ускорение свободного падения, равен 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$r_d$  – динамический радиус колеса;

$M_{k\ max}$  – максимальный крутящий момент двигателям;

$u_0$  – передаточное число главной передачи;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии» [27].

$$u_{k1} = \frac{0,27 \cdot 19255 \cdot 9,8 \cdot 0,485}{666,7 \cdot 5,02 \cdot 0,83} \geq 8,55.$$

«Полученное значение передаточного числа низшей ступени в коробке передач проверяется по условиям сцепления ведущих колес с дорогой по формуле:

$$u_{k1\varphi} \leq \frac{m_{\varphi} \cdot g \cdot \varphi_x \cdot r_d}{M_{k \max} \cdot u_0 \cdot \eta_{mp}}, \quad (16)$$

где  $u_{k1\varphi}$  – передаточное число низшей ступени в коробке передач по условиям сцепления ведущих колес с дорогой;

$\varphi_x$  – коэффициент сцепления пневматических шин с дорогой (расчеты проводятся для условий движения по хорошему сухому шоссе при  $\varphi_x = 0,7 \dots 0,8$ );

$m_{\varphi}$  – сцепная масса автомобиля. Сцепная масса определяется как масса, приходящаяся на колеса ведущих мостов автомобиля с учетом динамического распределения нагрузки:

$$m_{\varphi} = k_{R2} \cdot m_2, \quad (17)$$

где  $m_2$  – масса автомобиля, приходящаяся на задний мост;

$k_{R2}$  – коэффициент динамического перераспределения нагрузки,  $k_{R2} = 1,1 \dots 1,3$ ;» [27].

$$m_{\varphi} = 5250 \cdot 1,2 = 61781 \text{ Н.}$$

$$u_{k1\varphi} = \frac{6300 \cdot 9,8 \cdot 0,75 \cdot 0,485}{582 \cdot 5,02 \cdot 0,83} \leq 7,77.$$

$$8,55 \geq u_{k1} \geq 7,77$$

Принимаем 7,77.

«Передаточные числа промежуточных ступеней в коробке передач выбирают из условия обеспечения максимальной интенсивности разгона автомобиля, а также возможности длительного движения при повышенном сопротивлении дорог.

Для того чтобы в процессе разгона автомобиля двигатель работал с наибольшей средней мощностью, его частота вращения должна находиться в диапазоне частот, близком к частоте максимальной мощности. Тогда передаточное число каждой последующей ступени получается из предыдущего умножением на постоянный множитель ряда геометрической прогрессии.

Для  $i$ -й ступени в коробке передач имеем [4]:

$$u_{ki} = \sqrt[m-i]{u_{k1}^{m-i} \cdot u_{k\kappa}^{i-1}}, \quad (18)$$

где  $u_{ki}$  – передаточное число  $i$ -й ступени в коробке передач;

$u_{k1}$  – передаточное число низшей ступени в коробке передач;

$u_{k\kappa}$  – передаточное число высшей ступени в коробке передач;

$m$  – количество ступеней в коробке передач» [27].

$$u_{k2} = \sqrt[5-1]{7,77^{5-2}} = 4,65,$$

$$u_{k3} = \sqrt[5-1]{7,77^{5-3}} = 2,78,$$

$$u_{k4} = \sqrt[5-1]{7,77^{5-4}} = 1,67,$$

$$u_{k5} = \sqrt[5-1]{7,77^{5-5}} = 1,00.$$

## 2.4 Определение оценочных параметров тягово-скоростных свойств

«Оценочные параметры тягово-скоростных свойств:

- $V_{a\max}$  – максимальная скорость движения автомобиля;
- $j_{a\max}$  – максимальное ускорение автомобиля на каждой передаче;
- $P_{T\max}$  – максимальная тяговая сила;
- $D_{\max}$  – максимальный динамический фактор;

- $N_{T_{max}}$  – максимальная тяговая сила;
- $s_p$  – путь разгона автомобиля до заданной скорости;
- $t_p$  – время разгона;
- $t$  – скоростная характеристика.

«Уравнение силового и мощностного балансов определяются по формулам:

Уравнение движения автомобиля:

$$P_T - P_K - P_{II} - P_B - P_U = 0. \quad (19)$$

Уравнение силового баланса:

$$P_T = P_K + P_{II} + P_B + P_U. \quad (20)$$

Уравнение силового баланса по прямой:

$$P_T = P_K + P_{II} + P_B, \quad (21)$$

$$P_D = P_K + P_{II}. \quad (22)$$

Отсюда следует, что

$$P_T = P_D + P_B, \quad (23)$$

где  $P_T$  – тяговая сила;

$P_K$  – сила сопротивления качению;

$P_{II}$  – сила сопротивления подъему;

$P_B$  – сила сопротивления воздуху;

$P_U$  – сила сопротивления разгону;

$P_d$  – сила сопротивления дороги» [27].

«Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_K + N_{II} + N_B + N_U. \quad (24)$$

Решение уравнения силового баланса заключается в определении скорости, при которой будет соблюдаться баланс сил –  $P_{ос} = P_o + P_B$ .

После решения уравнения графически изображаем тягово-скоростную характеристику (ТСХ) автомобиля.

$$P_T = \frac{M_e \cdot U_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_o}, \quad (25)$$

где  $P_T$  – тяговая сила;

$M_e$  – крутящий момент;

$U_{mp}$  – передаточное число трансмиссии;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии;

$r_o$  – динамический радиус» [27].

Результаты определения тягово-скоростной характеристики сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты определения тягово-скоростной характеристики

Передача	Определяемый параметр	Частота вращения коленчатого вала, об/мин				
		600	1100	1600	2100	2600
$I_{кн1}$	$M_{e3}$	475,25	554,31	582	558,5	483,6
	$P_T, H$	31723,6	37001,03	38849,3	37280,72	32281,03
	$V_a, км/ч$	2,81	5,15	7,5	9,84	12,18
	$P_K, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_{II}, H$	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 4

Передача	Определяемый параметр	Частота вращения коленчатого вала, об/мин				
		600	1100	1600	2100	2600
	$P_B, H$	2,21	7,42	15,75	27,11	41,53
	$P_K + P_{II}, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_K + P_{II} + P_B, H$	2266,59	2271,8	2280,13	2291,49	2305,91
$I_{кн2}$	$P_T, H$	18985,2	22141,47	23249,6	22310,85	19318,76
	$V_a, км/ч$	4,69	8,61	12,53	16,44	20,36
	$P_K, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_{II}, H$	0	0	0	0	0
	$P_B, H$	6,15	20,75	43,96	75,67	116,06
	$P_K + P_{II}, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_K + P_{II} + P_B, H$	2270,53	2285,13	2308,34	2340,05	2380,44
$I_{кн3}$	$P_T, H$	11350,29	13238,46	13899,7	13338,53	11549,71
	$V_a, км/ч$	7,8	14,41	20,96	27,51	34,06
	$P_K, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_{II}, H$	0	0	0	0	0
	$P_B, H$	17,03	58,14	123,01	211,9	324,82
	$P_K + P_{II}, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_K + P_{II} + P_B, H$	2281,41	2322,52	2299,27	2476,28	2589,2
$I_{кн4}$	$P_T, H$	6818,34	7952,60	8349,86	8012,71	6938,13
	$V_a, км/ч$	13,08	23,99	34,89	45,80	56,70
	$P_K, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_{II}, H$	0	0	0	0	0
	$P_B, H$	17,9	161,14	340,84	587,3	900,16
	$P_K + P_{II}, H$	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38	2264,38
	$P_K + P_{II} + P_B, H$	2282,28	2425,52	2605,22	2851,68	3528,53
$I_{кн5}$	$P_T, H$	4082,83	4762,03	4999,92	4798,03	4154,57
	$V_a, км/ч$	21,85	40,06	58,27	76,48	94,7
	$P_K, H$	2264,38	2264,38	2648,81	2926,63	3279,75
	$P_{II}, H$	0	0	0	0	0
	$P_B, H$	133,67	449,34	950,71	1637,7	2511,06
	$P_K + P_{II}, H$	2264,38	2264,38	2648,81	2926,63	3279,75
	$P_K + P_{II} + P_B, H$	2398,09	2713,72	3599,52	4564,33	5790,81

$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_o}{U_{mp}}, \quad (26)$$

где  $V_a$  – скорость автомобиля;

$n_e$  – частота вращения коленчатого вала двигателя.

$$N_T = N_e \cdot \eta_{mp}, \quad (27)$$

$$N_\partial = \frac{P_\partial \cdot V_a}{3600}, \quad (28)$$

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_a}{3600}, \quad (29)$$

$$P_T = \frac{M_e \cdot U_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_\partial}, \quad (30)$$

$$P_{T1} = \frac{483,6 \cdot 7,77 \cdot 5,02 \cdot 0,83}{0,485} = 32281,03 \text{ Н.}$$

$$V_{a1} = 0,377 \cdot \frac{600 \cdot 0,485}{7,77 \cdot 5,02} = 2,81 \text{ км/ч.}$$

$$P_k = f_k \cdot m_a \cdot \cos\alpha \quad (31)$$

$$P_{k1} = 0,012 \cdot 19550 \cdot 9,8 = 2264,38 \text{ Н,}$$

$$P_{n1} = 19550 \cdot 9,8 \cdot 0 = 0,$$

$$P_{n1} + P_{n1} = 2264,38 \text{ Н,}$$

$$P_{e1} = 0,7 \cdot 5,2 \cdot \frac{2,81^2}{13} = 2,21 \text{ Н.}$$

По полученным значениям строим диаграмму силового баланса (рисунок 9).

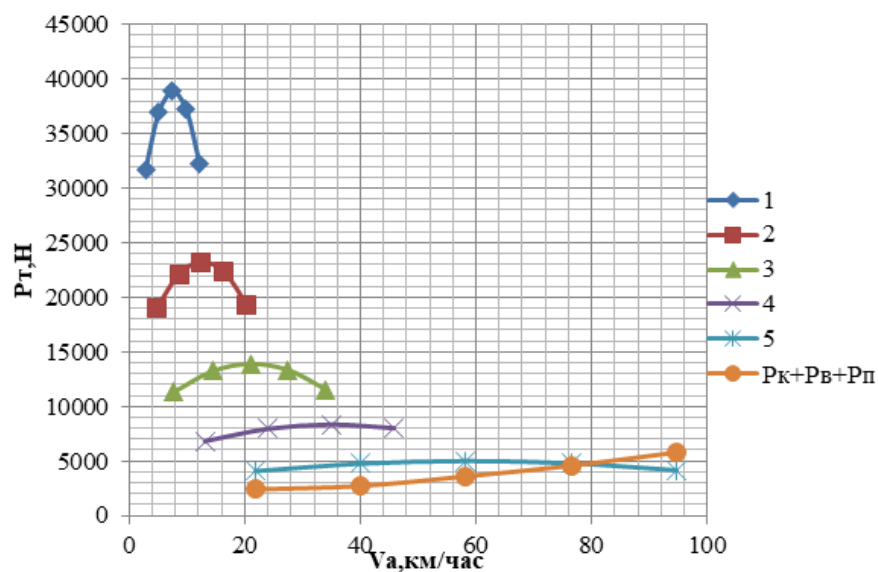


Рисунок 9 – Диаграмма силового баланса  
«Определение максимальной скорости движения:



$$V_a = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_\delta}{U_{mp}}, \quad (32)$$

где  $V_a$  – скорость автомобиля;

$n_e$  – частота вращения коленчатого вала двигателя;

$r_\delta$  – динамический радиус;

$U_{mp}$  – передаточное число трансмиссии» [27].

«Максимальная скорость автомобиля определяется по диаграмме силового баланса (пересечение кривой 5 и  $P_k P_g P_n$ ).

Зависимость динамического фактора от скорости представляет собой динамическую характеристику  $D = f(V_a)$ .

Динамический фактор показывает, сколько свободной тяговой силы приходится на единицу тяжести.

$$D = \frac{P_m - P_g}{m_a \cdot g}. \quad (33)$$

Свободная тяговая сила:

$$P_m - P_g = P_a. \quad (34)$$

$$P_m = P_k + P_n + P_g + P_u,$$

$$D = \frac{P_k + P_n + P_u}{m_a \cdot g},$$

$$P_k = m_a \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot f_k,$$

$$P_n = m_a \cdot g \cdot \sin \alpha,$$

$$P_u = m_a \cdot g \cdot \delta_{ep},$$

$$D = \frac{m_a \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot f_k + m_a \cdot g \cdot \sin \alpha + m_a \cdot g \cdot \delta_{ep}}{m_a \cdot g},$$

$$\cos \alpha \cdot f_{\kappa} + \sin \alpha = \psi ,$$

$$D = f_{\kappa} + i = \psi .$$

Условием движения автомобиля по динамическому фактору является  $D \geq \psi$ . Условие движения без буксования по динамическому фактору является:  $\varphi \geq D \geq \psi$  » [27].

Результаты вычислений сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты определения динамической характеристики

Передача	Определяемый параметр	$V_a$ , км/ч				
		2,81	5,15	7,5	9,84	12,18
$I_{\text{кн}1}$	$P_T, H$	31723,6	37001,03	38849,38	37280,72	32281,03
	$P_B, H$	2,21	7,42	15,75	27,11	41,53
	$D$	0,168	0,196	0,205	0,197	0,170
	$\psi$	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	$j_a, м / с^2$	0,381	0,449	0,473	0,453	0,388
$I_{\text{кн}2}$	–	$V_a$ , км/ч				
		4,69	8,61	12,53	16,44	20,36
	$P_T, H$	18985,2	22141,47	23249,63	22310,85	19318,76
	$P_B, H$	6,15	20,75	43,96	75,67	116,06
	$D$	0,1	0,117	0,123	0,118	0,101
	$\psi$	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	$j_a, м / с^2$	0,417	0,496	0,523	0,498	0,423
$I_{\text{кн}3}$	–	$V_a$ , км/ч				
		7,8	14,41	20,96	27,51	34,06
	$P_T, H$	11350,29	13238,46	13899,78	13338,53	11549,71
	$P_B, H$	17,03	58,14	123,01	211,9	324,82
	$D$	0,06	0,069	0,073	0,069	0,059
	$\psi$	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	$j_a, м / с^2$	0,341	0,41	0,433	0,408	0,337
$I_{\text{кн}4}$	–	$V_a$ , км/ч				
		13,08	23,99	34,89	45,80	56,70
	$P_T, H$	6818,34	7952,60	8349,86	8012,71	6938,13
	$P_B, H$	17,9	161,14	340,84	587,3	900,16
	$D$	0,036	0,041	0,042	0,039	0,031
	$\psi$	0,012	0,012	0,012	0,012	0,013
	$j_a, м / с^2$	0,206	0,251	0,261	0,235	0,163

Продолжение таблицы 5

Перед ача	Определяе мый параметр	$V_a$ , км/ч				
		21,85	40,06	58,27	76,48	94,7
$I_{кп5}$	$P_T, Н$	4082,83	4762,03	4999,92	4798,03	4154,57
	$P_B, Н$	133,67	449,34	950,71	1637,7	2511,06
	$D$	0,02	0,022	0,021	0,0167	0,008
	$\psi$	0,012	0,012	0,014	0,0155	0,0173
	$j_a, м / с^2$	0,083	0,101	0,069	0,0116	-0,08

$$D_1 = \frac{31723,65 - 2,21}{19550 \cdot 9,8} = 0,16.$$

По полученным данным строим графики динамической характеристики (рисунок 10).

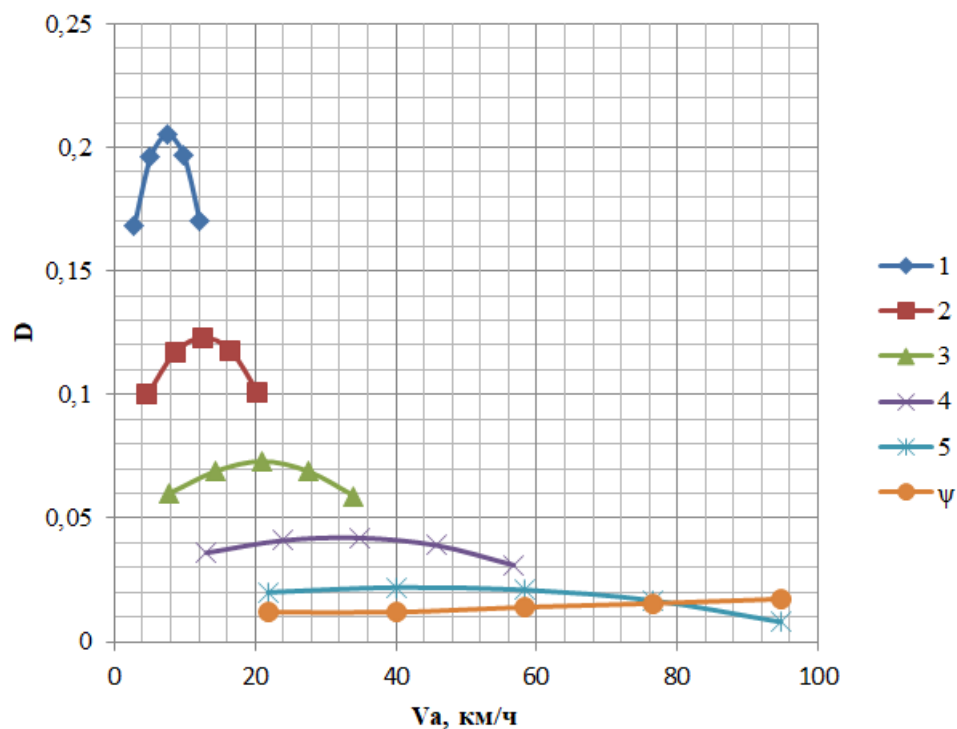


Рисунок 10 – Диаграмма динамической характеристики

Определение диаграммы ускорений.

$$D = \cos \alpha \cdot f_{\kappa} + \sin \alpha + \frac{j_a}{g} \cdot \delta_{ep} \quad (35)$$

$$j_a = \frac{D - \psi}{\delta_{ep}} \cdot g. \quad (36)$$

Зависимость ускорения от скорости представляет собой диаграмму ускорения (рисунок 11):

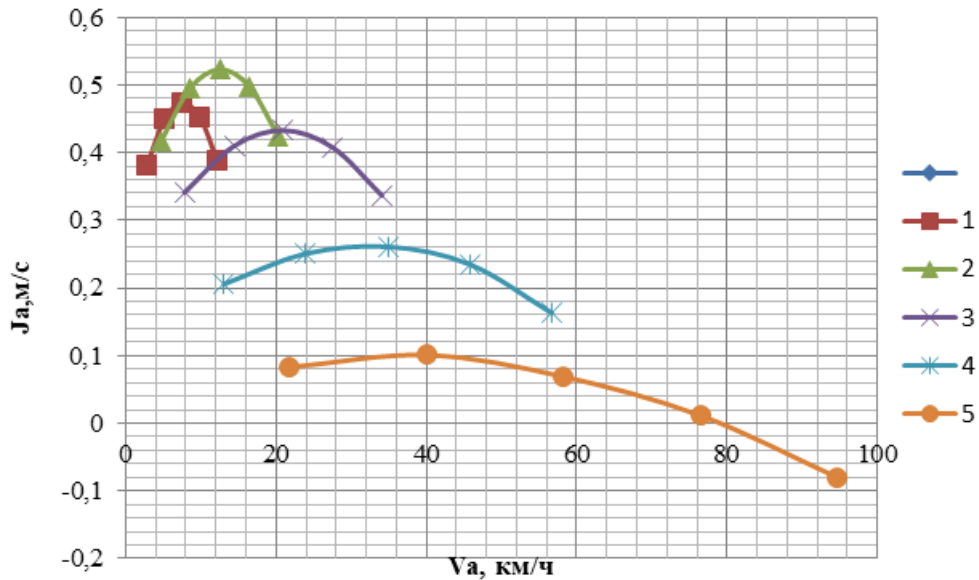


Рисунок 11 – Диаграмма ускорения

$$D_1 = \frac{31723,65_m - 2,21}{19550 \cdot 9,8} = 0,16,$$

$$J_{a1} = \frac{(0,168 - 0,012) \cdot 9,8}{3,96} = 0,381 \text{ м/с}^2.$$

$$\psi_1 = 1 \cdot 0,012 + 0 = 0,012.$$

$$\sigma_{ep1} = (1 + 0,05 \cdot 7,7^2) = 3,96.$$

«Для определения пути и времени разгона автомобиля до заданной скорости используют графоаналитический метод. Для этого диаграмму разбивают (каждую кривую) на 5-10 равных интервалов.

При определении пути и времени разгона до заданной скорости применяется ряд допущений: в каждом интервале автомобиль движется с

постоянным средним ускорением; в каждом интервале автомобиль движется с постоянной средней скоростью:

$$\Delta S_1 = \frac{\Delta V_1 \cdot \Delta V_{cp1}}{j_{cp1}}, \quad (37)$$

$$\Delta S_2 = \frac{\Delta V_2 \cdot \Delta V_{cp2}}{j_{cp2}}, \quad (38)$$

$$\Delta S_5 = \frac{\Delta V_5 \cdot \Delta V_{cp5}}{j_{cp5}}, \quad (39)$$

$$S_{cp} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 + \Delta S_5, \quad (40)$$

где  $\Delta V_a$  – падение скорости за время переключения передач.

$$\Delta V_a = 33 \cdot t_n \cdot \psi, \text{ км/ч}, \quad (41)$$

где  $t_n$  – время переключения передач, для дизельных двигателей, принимается в диапазоне от 1 до 4 с;

$S_n$  – путь, проходимый автомобилем за время переключения передач» [27].

$$S_n = (V_H - 17 \cdot t_n \cdot \psi) \cdot \frac{t_n}{3,6}, \quad (42)$$

$$j_{cp1} = \frac{0,381 + 0,428}{2} = 0,404 \text{ м/с}^2,$$

$$V_{cp1} = \frac{3,9 + 2,8}{2} = 3,35 \text{ км/ч},$$

$$\Delta V_1 = 3,9 - 2,8 = 1,1 \text{ км/ч},$$

$$\Delta t_1 = \frac{3,9 - 2,8}{0,404} = 2,72 \text{ с},$$

$$\Delta t_p = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5,$$

$$\Delta S_1 = \frac{1,1 \cdot 3,35}{0,404 \cdot 3,36} = 2,53 \text{ м},$$

$$S_{cp} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 + \Delta S_5.$$

В таблице 6 представлены рассчитанные значения пути и времени разгона.

Таблица 6 – Определение пути и времени разгона

–		$j_{нв}, м/с^2$	$j_{кв}, м/с^2$	$j_{ср}, м/с^2$	$V_{нв}, км/ч$	$V_{кв}, км/ч$	$V_{ср}, км/ч$	$\Delta t, с$	$t_p, с$	$\Delta S, м$	$S_p, м$
$I_{кн1}$	1	0,381	0,429	0,405	2,8	3,9	3,35	0,75	0,75	2,51	2,51
	2	0,429	0,449	0,439	3,9	5,1	4,5	0,76	1,51	3,42	5,93
	3	0,449	0,465	0,457	5,1	6,3	5,7	0,72	2,23	4,04	9,97
	4	0,465	0,473	0,469	6,3	7,5	6,9	0,71	2,94	4,9	14,87
$I_{кн2}$	1	0,483	0,496	0,489	7,5	8,7	8,1	0,68	3,62	5,5	20,37
	2	0,496	0,509	0,502	8,7	10	9,35	0,66	4,28	6,2	26,57
	3	0,509	0,518	0,513	10	11,2	10,6	0,65	4,93	6,89	33,46
	4	0,518	0,523	0,520	11,2	12,5	11,85	0,69	5,62	8,17	41,63
$I_{кн3}$	1	0,397	0,41	0,403	12,5	14,4	13,45	1,31	6,93	17,61	59,24
	2	0,41	0,421	0,415	14,4	16,7	15,55	1,54	8,47	23,9	90,14
	3	0,421	0,43	0,425	16,7	18,8	17,75	1,37	9,84	24,3	107,44
	4	0,43	0,433	0,431	18,8	20,9	19,85	1,35	11,19	26,8	120,24
$I_{кн4}$	1	0,242	0,251	0,246	20,9	23,9	22,4	3,38	12,57	75,7	209,9
	2	0,251	0,259	0,255	23,9	27,4	26,65	3,81	18,38	101,5	280,44
	3	0,259	0,26	0,259	27,4	30,2	28,8	3,0	21,38	86,4	397,8
	4	0,26	0,261	0,260	30,2	33,3	31,75	3,31	25,69	105,1	600,9
$I_{кн5}$	1	0,1	0,096	0,098	33,9	46	40	27,8	36,49	1112	1400,94
	2	0,096	0,073	0,0845	46	56,2	51,1	33,5	70,9	1712	2700,9
	3	0,073	0,041	0,057	56,2	67,9	62	44,5	110,4	2760	4500,9
	4	0,041	0	0,0205	67,9	80	73,9	77	180,4	5691	7177,9

По полученным значениям строим графики скоростной характеристики разгона (рисунок 12) и мощностного баланса (рисунок 13).

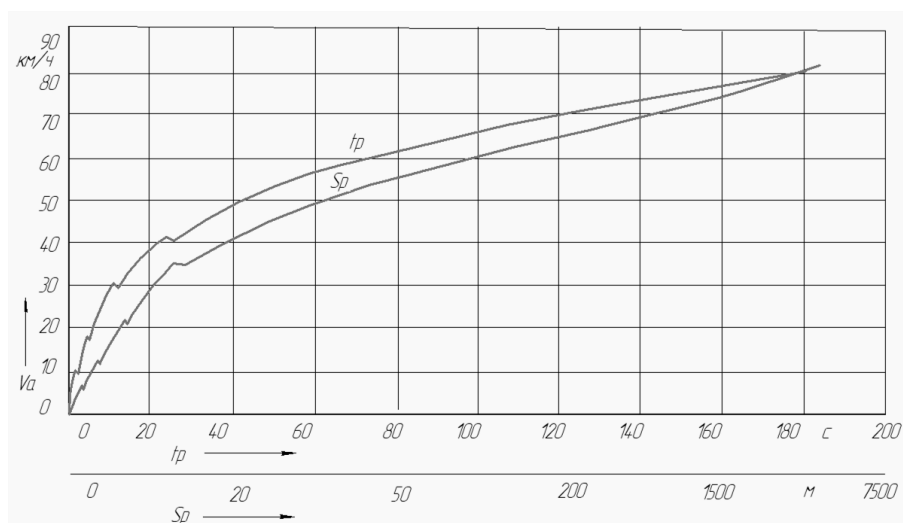


Рисунок 12 – Диаграмма скоростной характеристики разгона

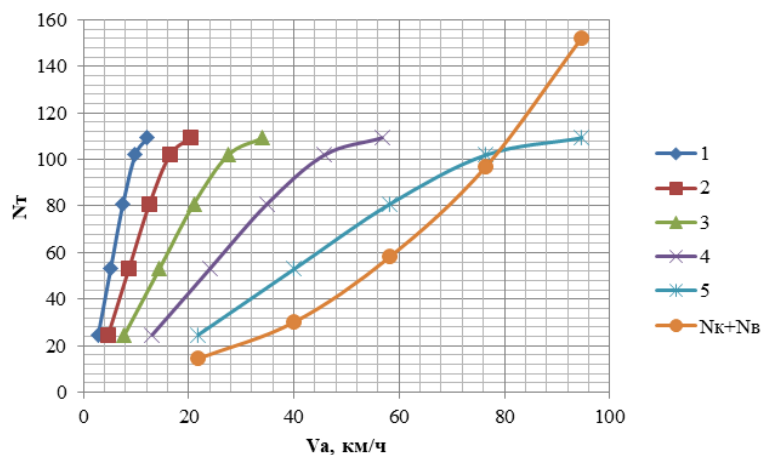


Рисунок 13 – Диаграмма мощностного баланса

## 2.5 Определение оценочных параметров топливной экономичности

«Топливная экономичность автомобиля – свойство автомобиля рационально использовать энергию сжигаемого топлива при выполнении полезной работы» [4].

График топливной экономичности представлен на рисунке 14.

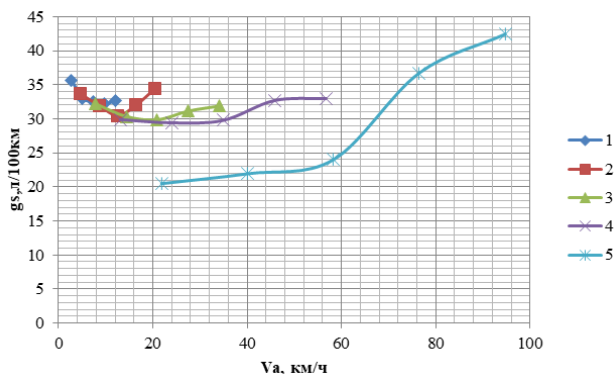


Рисунок 14 – Диаграмма топливной экономичности

Выводы по разделу.

В разделе «Тягово-динамический расчет автомобиля» выполнен тягово-динамический расчет передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114, а именно выполнены расчеты параметров двигателя, трансмиссии, определены оценочные параметры тягово-скоростных свойств и топливной экономичности.

### 3 Конструкторская часть

«Многочисленные исследования показывают, что обеспечение минимальных затрат на ТО и ремонт тракторной техники (с учетом потерь от простоев или при заданной готовности) возможно при реализации планово-предупредительной стратегии ТО и ремонта, дополненной рациональным использованием средств диагностирования с целью выявления развивающихся предотказных состояний, предотвращения отказов путем профилактических замен деталей, а также для оценки целесообразности и необходимого объема ремонтных воздействий в конкретный момент времени.

Комплекс мероприятий первой группы составляет систему технического обслуживания и носит профилактический характер.

Принципиальные основы планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей установлены действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [3].

«Техническое обслуживание включает следующие виды работ: уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, электротехническое и другие работы, выполняемые, как правило, без разборки агрегатов и снятия с автомобиля отдельных узлов и механизмов. Если при техническом обслуживании нельзя убедиться в полной исправности отдельных узлов, то их следует снимать с автомобиля для контроля на специальных стендах и приборах.

По периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ техническое обслуживание согласно действующему Положению подразделяется на следующие виды: ежедневное (ЕТО), первое (ТО-1), второе (ТО-2), третье (ТО-3) и сезонное (СО) технические обслуживания» [3].



«Первое техническое обслуживание (ТО-1) заключается в наружном техническом осмотре всего автомобиля и выполнении в установленном объёме контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и заправочных работ с проверкой работы двигателя, рулевого управления, тормозов и других механизмов. Комплекс диагностических работ, выполняемый при или перед ТО-1, служит для диагностирования механизмов и систем, обеспечивающих безопасность движения автомобиля.

Проводится ТО-1 в межсменное время, периодически через установленные интервалы по пробегу и должно обеспечить безотказную работу агрегатов, механизмов и систем трактора в пределах установленной периодичности.

Углубленное диагностирование проводят за 1-2 дня до ТО-2 для того, чтобы обеспечить информацией зону ТО-2 о предстоящем объеме работ, а при выявлении большого объема текущего ремонта заранее переадресовать трактор в зону текущего ремонта.

Второе техническое обслуживание (ТО-2) включает выполнение в установленном объеме крепежных, регулировочных, смазочных и других работ, а также проверку действия агрегатов, механизмов и приборов в процессе работы. Проводится ТО-2 со снятием автомобиля на 1-2 дня с эксплуатации» [3].

«На станциях ТО ТО-1 и ТО-2 объединяют на одном участке с использованием комбинированных стационарных стендов.

Определение места диагностики в технологическом процессе технического обслуживания и ремонте автомобилей позволяет сформулировать и основные требования к ее средствам.

Сезонное техническое обслуживание (СО) проводится 2 раза в год и является подготовкой подвижного состава к эксплуатации в холодное и теплое времена года. Отдельно СО рекомендуется проводить для подвижного состава, работающего в зоне холодного климата. Для остальных

климатических зон СО совмещается с ТО-2 при соответствующем увеличении трудоемкости основного вида обслуживания.

Текущий ремонт (ТР) осуществляется в автотранспортных предприятиях или на станциях технического обслуживания и заключается в устранении мелких неисправностей и отказов автомобиля, способствуя выполнению установленных норм пробега до капитального ремонта.

Цель диагностирования при текущем ремонте заключается в выявление отказа или неисправности и установление наиболее эффективного способа их устранения: на месте, со снятием узла или агрегатов с полной или частичной разборкой их или регулировкой. Текущий ремонт заключается в проведении разборочно-сборочных, слесарных, сварочных и других работ, а также замены деталей в агрегатах (кроме базовых) и отдельных узлов и агрегатов в автомобиле (прицепе, полуприцепе), требующих соответственно текущего или капитального ремонта» [3].

«Капитальный ремонт (КР) автомобилей, агрегатов и узлов выполняется на специализированных ремонтных предприятиях, заводах, мастерских. Он предусматривает восстановление работоспособности агрегатов для обеспечения их пробега до следующего капитального ремонта или списания их, но не менее чем при 80% их пробега от норм пробега для новых агрегатов. При капитальном ремонте агрегата выполняется его полная разборка на узлы и детали, которые затем ремонтируют или заменяют. После укомплектования деталями агрегаты собирают, испытывают и направляют на сборку. При обезличенном методе ремонта трактора собирают из ранее отремонтированных агрегатов» [5].

### **3.1 Назначение конструкции**

«Конструкция предназначена для проведения технического обслуживания любой сложности, диагностирования, ремонта, снабжения запасными частями и расходными материалами тракторов, комбайнов и

прочей сельскохозяйственной техники в полевых условиях с обеспечением максимальной производительности в любых погодных условиях» [6].

### **3.2 Устройство конструкции**

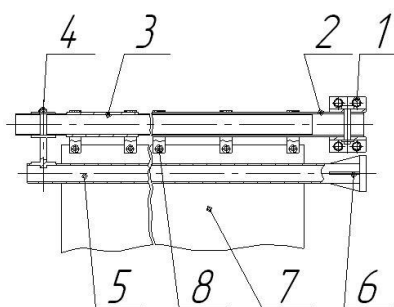
«Конструкция состоит из тягового агрегата – автомобиля КамАЗ-43114, фургона крепящегося на сцепке. В фургоне предусмотрены две двери и окна, одно из которых открывается.

Комплектация фургона:

- верстак,
- 3 сиденья,
- приборный шкаф,
- инструментальный шкаф,
- 2 бочки для масел,
- станок токарный,
- станок сверлильный,
- тиски пневматические,
- прочее оборудование по усмотрению главного инженера, и относительно условий применения установки» [7].

В случае неблагоприятных погодных условий имеется возможность разложить навес (рисунок 15), и продолжать работы независимо.

«Тент представляет собой натянутый между двумя штангами брезентовый материал 7. Штанги (рисунок 15) крепятся к фургону скобами 1. Между двумя скобами располагается штанга 2 скрепленная с ними штифтом, образуя подвижное соединение позволяющее штангам поворачиваться на 180 градусов. Штанга удлиняется путем выдвижения вставки 3, причём между основной штангой и её вставкой имеется складка брезентового материала для свободного её выдвижения. Стойка 5 держится на штифте 4, и имеет основание 6 для прочного удержания на земле. Брезент закреплен шпоночными соединениями» [10].



1 – скоба; 2 – штанга; 3 – вставка; 4 –штифт; 5 – стойка; 6 – основание;  
7 –материал брезентовый

Рисунок 15 – Устройство разложения тента

«Сцепка: конструкция содержит колесный тягач и прицеп, платформа которого прикреплена к тяговому рычагу при помощи оси, смещенной вперед относительно оси передних колес этого прицепа. Ось выполнена подвижной в продольном направлении относительно рычага и связана посредством тяги с тягачом.

Во время прямолинейного движения вертикальная ось шарнирного крепления сцепки к тягачу расположена в продольной вертикальной плоскости, проходящей через середины осей колес прицепа. Вследствие этого часть веса последнего передается на трактор, повышая его тягово-сцепные качества.

Во время поворота вертикальная ось крепления тяги вращается относительно шарнирного крепления тягового рычага. Такое выполнение сцепки позволит уменьшить сопротивление повороту» [11].

Спецификация на передвижную автомастерскую на базе автомобиля КАМАЗ-43114 представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2).

### 3.3 Конструктивные расчеты

Расчёт штифта крепления

«Диаметр крепёжного штифта определяют из расчёта на срез по формуле:

$$\tau_{cp} = \frac{P}{\pi d_u^2 / 4} \leq [\tau_{cp}], \quad (43)$$

где  $\tau_{cp}$  – напряжение на срез;

$[\tau_{cp}]$  – допускаемое напряжение на срез;

$d_u$  – диаметр штифта;

$P$  – сила, действующая на штифт» [13].

«Силу действующую на штифт принимает из условия максимального угла подъёма трактора ( $45^0$ ) и с запасом 30%,  $P = \cos 45 \cdot 30000 \cdot 1,3 = 27570$  Н.

Требуемый диаметр штифта определится по формуле [5]:

$$d_u = 1,13 \sqrt{\frac{P}{[\tau_{cp}]}}. \quad (44)$$

Подставив значения получим:

$$d_u = 1,13 \sqrt{\frac{27570}{37}} = 20,84 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр штифта 22 мм» [13].

Расчёт резьбовых элементов.

«Проверка элементов резьбы на прочность. Определение напряжения среды в резьбе болта. Болт выбираем классом прочности 5,8.

Минимальный предел прочности определяется по формуле:

$$\delta_g = 5 \cdot 10 = 50 \text{ кг/мм}^2 = 500 \text{ Н/мм}^2.$$

Предел текучести определяется по формуле:

$$\delta_T = 5 \cdot 8 = 40 \text{ кг/мм}^2 = 400 \text{ Н/мм}^2.$$

Определение диаметра резьбы по формуле [6]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot V}{\pi \cdot [\tau]_{CP}}}, \quad (45)$$

где  $V$  – усилие затяжки барашка,  $V=30$  Н;

$[\tau]_{CP}$  – допустимое напряжение на срез» [13].

$$[\tau]_{cp} = 0,3 \cdot \delta_T. \quad (46)$$

$$[\tau]_{cp} = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ Н/мм}^2.$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 30}{3,14 \cdot 120}} = 0,64 \text{ мм.}$$

«Диаметр расчётной резьбы много меньше действительного, что удовлетворяет условиям расчёта.

Расчёт пружины защёлки двери.

Усилие нажатия на пружины на защёлку принимаем равным  $F=100$  Н.

Рассчитаем силу пружины при максимальной деформации:

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta}, \quad (47)$$

где  $P_2$  – сила пружины при рабочей деформации ( $P_2=F$ );

$\delta$  – относительный инерционный зазор.

$$P_3 = \frac{100}{1 - 0,15} = 117,6 \text{ Н.}$$

Выбираем пружину №112 ОСТ14767-68,  $P_3 = 120$  Н со следующими техническими характеристиками:

- диаметр проволоки 2,8 мм;
- наружный диаметр пружины 15 мм;
- жесткость одного витка 16 Н/мм» [13].

Определим жесткость пружины по формуле [6]:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{h}; \quad (48)$$

где  $Z$  – жесткость пружины;

$P_2$  – сила пружины при рабочей деформации;

$P_1$  – сила пружины при предварительной деформации;

$h$  – рабочий ход пружины.

$$Z = \frac{120 - 100}{5} = 4 \text{ Н/мм.}$$

Число рабочих витков пружины вычислим по формуле [6]:

$$n = \frac{Z_1}{Z}; \quad (49)$$

где  $Z_1$  – жесткость одного витка пружины.

$$n = \frac{16}{4} = 4 \text{ шт.}$$

Расчет тяги на прочность.

Материал:  $\sigma_m = 350$  МПа,  $\sigma_s = 600$  МПа,  $\sigma_{-1} = 250$  МПа,  $\tau_{-1} = 160$  МПа.

Геометрические характеристики сечений А-А и Б-Б определены по следующим формулам [8]:

$$F = \frac{\pi}{4 \cdot d^2}; \quad (50)$$

$$I_u = \frac{\pi}{64 \cdot d^4}; \quad (51)$$

$$W_u = \frac{\pi}{32 \cdot d^3}; \quad (52)$$

$$I_\kappa = \frac{\pi}{32 \cdot d^4}; \quad (53)$$

$$W_\kappa = \frac{\pi}{16 \cdot d^3}, \quad (54)$$

где  $F$  – площадь сечения;

$I_u$  – момент инерции сечения на изгиб;

$W_u$  – момент сопротивления сечения на изгиб;

$I_\kappa$  – момент инерции сечения на кручение;

$W_\kappa$  – момент сопротивления сечения на кручение.

Нагружение крутящим моментом.

Так как крутящий момент на валу имеет постоянную величину, наиболее нагруженным сечением на кручение является сечение А-А.

Расчет на выносливость [8]:

$$M_{pn}^p = 8,22 \cdot 10^{-3} \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Напряжения кручения в сечении:

$$\tau_\kappa = \frac{M_{pn}^p}{W_\kappa}, \quad (55)$$

где  $W_\kappa=538 \text{ мм}^3$  – момент сопротивления сечения на кручение.



$$\tau_k = \frac{8,22 \cdot 10^{-3}}{538} = 15,3 \text{ МПа.}$$

По симметричному циклу:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_k}{2}, \quad (56)$$

где  $\tau_a$  – амплитуда эквивалентных напряжений;

$\tau_m$  – среднее значение напряжений кручения.

$$\tau_a = \tau_m = \frac{15,3}{2} = 7,6 \text{ МПа.}$$

Запас выносливости по касательным напряжениям [8]:

$$\eta = \frac{\tau_{-1}}{\tau_a \cdot (K_m / (\varepsilon_\tau \cdot \beta_\tau)) + \tau_m \cdot \psi_\tau} > 5, \quad (57)$$

где  $\tau_{-1}$  – предел выносливости материала при симметричном цикле изменения напряжений кручения;

$K_\tau$  – коэффициент концентрации напряжений,  $K_\tau = 2,36$ ;

$\varepsilon_\tau$  – масштабный коэффициент,  $\varepsilon_\tau = 0,95$ ;

$\beta_\tau$  – коэффициент поверхностной обработки,  $\beta_\tau = 1$ ;

$\psi_\tau$  – коэффициент чувствительности материала к циклическому нагружению,  $\psi_\tau = 0,15$ .

Расчет на прочность.

Напряжения кручения [8]:

$$\tau_k = \frac{[M_{pn}]}{W_k}, \quad (58)$$

$$\tau_k = \frac{[8,22 \cdot 10^{-3}]}{538} = 101,9 \text{ МПа.}$$

Запас прочности:

$$\eta_m = \frac{0,6 \cdot \sigma_m}{\tau_k}; \quad (59)$$

$$\eta_m = \frac{0,6 \cdot 349,85}{101,9} = 2,06.$$

Нагружение боковой силой  $T_\sigma$ .

Величина силы:

$$T_\sigma = T_x = T_y = 0,65 \text{ кН.}$$

Расчет тяги на изгиб проводится как для шарнирно опертой балки с консольно приложенной силой  $T_x$  (или  $T_y$ ).

Из уравнения моментов относительно точки 2:

$$M_{y0} + T_x \cdot (a + \epsilon) - R_1 \cdot \epsilon = 0, \quad (60)$$

получим, что  $R_1 = 1,501 \text{ кН}$ , где  $a = 48,5 \text{ мм}$ ;  $\epsilon = 63 \text{ мм}$ ;

Из уравнения равновесия на направление силы  $T_x$  получим:

$$R_2 = R_1 - T_x = 851 \text{ Н.} \quad (61)$$

Результаты расчета напряжений изгиба и запасов прочности по пределу текучести приведены в таблице 7 [7].

Таблица 7 – Расчет напряжений изгиба и запасов прочности

Сечение	$W_u, \text{мм}^3$	$M_u, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\sigma_u, \text{МПа}$	$\eta_m$
А-А	269	29,25	108,7	3,2
Б-Б	785	53,63	68,3	5,1

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» рассмотрено назначение и устройство конструкции передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114. Выполнены конструктивные расчеты элементов конструкции автомастерской.

Далее предлагается рассмотреть «Технологический раздел», в котором необходимо обосновать выбор технологического процесса – сборка передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ, определить трудоемкость сборки и в заключении составить технологический процесс с подробным описанием требуемых операций.

## 4 Технологический раздел

### 4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [33].

Для сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (62)$$

где  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стендах;

$m$  – количество смен, принимается равным 1;

$N$  – годовой объем выпуска, принимается равным 60 шт.

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{60} = 2070 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 8), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 8 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
<b>Сборка станции с трансмиссионным маслом</b>	
Взять бочку металлическую 200 л	0,2
Осмотреть бочку металлическую 200 л	0,3
Взять счетчик масла	0,1
Осмотреть счетчик масла	0,2
Взять насос	0,1
Осмотреть насос	0,2
Установить насос и счетчик масла на бочку металлическую	3
Взять шланг смазочный	0,1
Осмотреть шланг смазочный	0,1
Взять пистолет заправочный	0,1
Осмотреть пистолет заправочный	0,1
Установить на шланг смазочный пистолет заправочный	2
Взять хомут	0,05
Закрепить при помощи хомута шланг смазочного пистолета на насосе	2
<b>Сборка станции с моторным маслом</b>	
Взять бочку металлическую 200 л	0,2
Осмотреть бочку металлическую 200 л	0,3
Взять счетчик масла	0,1
Осмотреть счетчик масла	0,2
Взять насос	0,1
Осмотреть насос	0,2
Установить насос и счетчик масла на бочку металлическую	3

Продолжение таблицы 8

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять шланг смазочный	0,1
Осмотреть шланг смазочный	0,1
Взять пистолет заправочный	0,1
Осмотреть пистолет заправочный	0,1
Установить на шланг смазочный пистолет заправочный	2
Взять хомут	0,05
Закрепить при помощи хомута шланг смазочного пистолета на насосе	2
Сборка системы питания	
Взять генератор дизельный	1
Осмотреть генератор дизельный	1,6
Взять провода электрические	0,2
Взять клеммы электрические	0,1
Установить на электрические провода клеммы	0,8
Выполнить подключение электрических проводов с клеммами к генератору дизельному	2,6
Общая сборка	
Установить автомобиль КАМАЗ-43114 на пост	0,3
Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станции в сборе с трансмиссионным и моторным маслом	10
Взять болт (16 шт.), гайку (16 шт.), шайбу (16 шт.)	0,2
Закрепить станции в сборе с трансмиссионным и моторным маслом на грузовой платформе КАМАЗ-43114 при помощи болтов, гаек, шайб	8
Взять верстак слесарный	0,7
Осмотреть верстак слесарный	0,5
Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)	0,2
Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 верстак слесарный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб	10
Взять шкаф инструментальный	1,8
Осмотреть шкаф инструментальный	0,8
Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)	0,1
Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 шкаф инструментальный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб	10
Поднять станок токарный при помощи тельфера	2,5
Осмотреть станок токарный	2,7
Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)	0,1
Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станок токарный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб	10
Взять станок сверлильный	2,5
Осмотреть станок сверлильный	2,7
Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)	0,1
Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станок сверлильный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб	10
Выполнить испытание передвижной мастерской автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114	60
Итого:	171,9

## 4.2 Определение трудоемкости сборки

«Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (63)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ит}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left( \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (64)$$

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимаем равным 3%;  
 $\beta$  – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимаем равным 5%» [22].

$$t_{ит}^{общ} = 171,9 + 171,9 \cdot \left( \frac{3+5}{100} \right) = 185,65 \text{ мин.}$$

## 4.3 Составление технологического процесса сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на операции время заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Технологический процесс сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
Сборка станции с трансмиссионными маслами					
005	Сборочная	1	Взять бочку металлическую 200 л	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель	8,55

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		2	Осмотреть бочку металлическую 200 л		
		3	Взять счетчик масла		
		4	Осмотреть счетчик масла		
		5	Взять насос		
		6	Осмотреть насос		
		7	Установить насос и счетчик масла на бочку металлическую		
		8	Взять шланг смазочный		
		9	Осмотреть шланг смазочный		
		10	Взять пистолет заправочный		
		11	Осмотреть пистолет заправочный		
		12	Установить на шланг смазочный пистолет заправочный		
		13	Взять хомут		
		14	Закрепить при помощи хомута шланг смазочного пистолета на насосе		
<b>Сборка станции с моторным маслом</b>					
010	Сборочная	1	Взять бочку металлическую 200 л	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель	8,55
		2	Осмотреть бочку металлическую 200 л		
		3	Взять счетчик масла		
		4	Осмотреть счетчик масла		
		5	Взять насос		
		6	Осмотреть насос		
		7	Установить насос и счетчик масла на бочку металлическую		
		8	Взять шланг смазочный		
		9	Осмотреть шланг смазочный		
		10	Взять пистолет заправочный		
		11	Осмотреть пистолет заправочный		
		12	Установить на шланг смазочный пистолет заправочный		



Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		13	Взять хомут		
		14	Закрепить при помощи хомута шланг смазочного пистолета на насосе		
Сборка системы питания					
015	Сборочная	1	Взять генератор дизельный	Набор ключей, гайковерт, плоскогубцы, отвертки	6,3
		2	Осмотреть генератор дизельный		
		3	Взять провода электрические		
		4	Взять клеммы электрические		
		5	Установить на электрические провода клеммы		
		6	Выполнить подключение электрических проводов с клеммами к генератору дизельному		
Общая сборка					
020	Сборочная	1	Установить автомобиль КАМАЗ-43114 на пост	Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина, сварочный аппарат	88,5
		2	Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станции в сборе с трансмиссионным и моторным маслом		
		3	Взять болт (16 шт.), гайку (16 шт.), шайбу (16 шт.)		
		4	Закрепить станции в сборе с трансмиссионным и моторным маслом на грузовой платформе КАМАЗ-43114 при помощи болтов, гаек, шайб		
		5	Взять верстак слесарный		
		6	Осмотреть верстак		

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			слесарный		
		7	Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)		
		8	Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 верстак слесарный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб		
		9	Взять шкаф инструментальный		
		10	Осмотреть шкаф инструментальный		
		11	Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)		
		12	Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 шкаф инструментальный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб		
		13	Поднять станок токарный при помощи тельфера		
		14	Осмотреть станок токарный		
		15	Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)		
		16	Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станок токарный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб		
		22	Взять станок сверлильный при подъеме тельфера		
		22	Осмотреть станок сверлильный		
		23	Взять болт (4 шт.), гайку (4шт.), шайбу (4 шт.)		

Продолжение таблицы 9

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		24	Установить на грузовой платформе КАМАЗ-43114 станок сверлильный и закрепить его при помощи болтов, гаек, шайб		
025	Регулировочная	1	Выполнить испытание передвижной мастерской автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114	Набор ключей, гайковерт	60

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114.

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

Рабочие в различных отраслях промышленности сталкиваются с вопросами безопасности, связанными с качеством воздуха, температурой и работой оборудования. Для обеспечения безопасности сотрудников в таких отраслях, как коммунальное хозяйство, нефть и газ, общественная безопасность, транспорт, производство и природные ресурсы, рабочие должны быть обеспечены технологиями, которые позволяют им исключить риски и максимально защититься от известных опасностей.

«По оценкам Международной организации труда, каждый год в результате несчастных случаев на рабочем месте или болезней погибает 2,83 млн человек. Во всем мире насчитывается около 381 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Международная организация труда установила, что вредные и опасные вещества вызывают более 650 тыс. смертей в год, а строительная отрасль является источником наибольшего количества несчастных случаев» [32].

В отчете говорится, что улучшение качества работы включает в себя меньшую подверженность рискам, включая такие опасности, как испарения вредных веществ, контакт с химическими веществами, небезопасные методы работы и так далее.

Эффективная программа безопасности обеспечивает возврат инвестиций в размере 200%, помогая сократить расходы на компенсацию работникам и повышая производительность. Безопасность также может помочь улучшить качество работы: в отчете, охватывающем 1,2 млрд работников во всем мире, говорится, что повышение качества работы важно как для работников, так и для работодателей.

В зарубежных компаниях, использующих системы и программное обеспечение для оценки подрядчиков, а также для отслеживания и мониторинга безопасности сотрудников и подрядчиков еще до того, как они выйдут на объект, могут увидеть сокращение числа инцидентов, связанных с

безопасностью, на 50% по сравнению со средними показателями Бюро трудовой статистики.

Большинство организаций в различных отраслях используют технологии как способ повышения производительности. Автоматизация и оптимизация процессов с использованием роботов и других технологических инноваций может помочь предприятиям делать больше с меньшими затратами, снижать затраты и повышать эффективность. Однако теперь известно, что технологии также могут помочь улучшить состояние безопасности труда.

Например, предприятия используют цифровые технологии и программное обеспечение, чтобы сотрудники могли лучше понимать обстановку на рабочем месте и опасности, с которыми они могут столкнуться. Используя технологии для повышения осведомленности о рисках и их снижения, организациям будет легче соблюдать последние правила и стандарты, применимые к отрасли в каждой конкретной стране.

Для повышения осведомленности общественности необходимо повсеместно продвигать нормы безопасности, что само по себе создает осведомленность и дисциплину в обществе.

Существует пять способов, которыми технологии могут помочь повысить безопасность работников:

- коммуникации. Высокоскоростная связь и информация в режиме реального времени позволяют работодателям знать о состоянии качества воздуха, тепла и конкретных рисках, чтобы они могли устранить эти опасности до того, как они нанесут травму. Если произойдет травма, сотрудникам нужна надежная связь, чтобы позвать на помощь и сообщить об этом первым;
- достижение более высокой производительности труда среди сотрудников, путем обеспечения безопасной и надежной среды;
- идентификация опасности. Мгновенное управление безопасностью с помощью мобильного устройства может помочь организациям

- выявлять и устранять опасности по мере их возникновения. Рабочие могут фотографировать опасности и заполнять мобильные контрольные списки безопасности, а также проводить инструктаж на рабочем месте, для обеспечения безопасности всех работников;
- сохранение и помощь здоровью и благополучию сотрудников или рабочих;
  - виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность и дополненная реальность могут помочь в обучении сотрудников тому, как справляться с опасными ситуациями, не подвергая их опасности. Дополненная реальность может позволить техническим специалистам или опытным работникам обучать других таким процессам, как ремонт машин, без необходимости физического увеличения числа людей в окружающей среде. Это может быть полезно, если сама процедура ремонта опасна, опасны условия;
  - дроны. Дроны можно использовать, когда объекты слишком опасны для людей, чтобы исследовать их, например, если произошла утечка газа или другой химический разлив. Дроны могут собирать информацию и позволять командам по очистке определять наиболее безопасный план действий, не подвергаясь опасности;
  - автоматизация и робототехника. Автоматизация повышает безопасность, снимая с людей бремя тяжелой ручной работы. Роботы могут выполнять тяжелую работу, позволяя людям сосредоточиться на более творческих задачах. Это особенно полезно на складах с недоукомплектованным персоналом и других объектах, где необходимость поддерживать производительность может создать культуру, при которой некоторый риск принимается в обмен на более быстрое выполнение работы. Добавление роботов к рабочей силе может облегчить нагрузку и снизить риск. Роботы также могут помочь на производственных объектах или строительных площадках, где людям больше не нужно ходить с

места на место, чтобы забрать материалы, необходимые для их части сборки или сборки. Вместо этого роботы могут доставлять им нужные детали, когда они им нужны, сокращая расстояние, которое проходят люди, и тем самым снижая утомляемость.

### **5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114**

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики ремонта грузового автомобиля в полевых условиях составлен технологический паспорт, представленный в таблице 10.

Таблица 10 – Паспорт ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
«Ремонт грузового автомобиля в полевых условиях при помощи автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114	1 Установка автомобиля КамАЗ в районе ремонта. 2 Проведение ремонтно-восстановительных операций. 3 Завершение ремонта	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Автомастерская на базе автомобиля КАМАЗ-43114,	Перчатки, защитные очки, протирочная ветошь, смазочные материалы» [9]

### **5.2 Идентификация профессиональных рисков**

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса

часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

«Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка автомобиля КамАЗ в районе ремонта. 2 Проведение ремонтно-восстановительных операций. 3 Завершение ремонта	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля и его деталей и агрегатов	Поверхности автомобиля, детали и агрегаты
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Автомастерская на базе автомобиля КАМАЗ-43114, токарный, сверлильный станки, гайковерт, тельфер
	Повышенный уровень шума	Автомастерская на базе автомобиля КАМАЗ-43114
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта при полевых условиях ремонта



Продолжение таблицы 11

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции» [9]
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда	

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [1].

«Основные мероприятия:

- проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ: информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты; разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными

требованиями охраны труда; установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [9].

- «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;

- обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [14].

«Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> <li>– инструктажи по охране труда;</li> <li>– содержание технических устройств в надлежащем состоянии</li> </ul>	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами;</li> <li>– предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования.</li> <li>– знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием</li> </ul>	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [23].

Продолжение таблицы 12

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [27].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26].	–
«Монотонность труда	– объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует	–

Продолжение таблицы 12

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции» [10]</li> <li>– «применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности;</li> <li>– отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное</li> <li>– применение систем морального и материального стимулирования;</li> <li>– чередование пассивного отдыха с активным» [10]</li> </ul>	

## 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 13).

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Зона ТР	Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТР	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [10]

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);

- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [10]

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [10].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при ремонте грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [9]

### **5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114**

«Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи



передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 и сведем их в таблицу 15.

Таблица 15 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Ремонт грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	Масла моторные, трансмиссионные, эксплуатационные жидкости: охлаждающая, тормозная	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые и коммунальные отходы (коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [29].

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при ремонте грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 негативного антропогенного воздействия при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 :

- «атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [16].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 (таблица 10);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 (таблица 11) и определены методы и средства их снижения (таблица 12);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 (таблицы 13, 14);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе ремонта грузового автомобиля в полевых условиях при помощи передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 15).

## 6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (65)$$

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

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

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

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

$C_{\text{о.н}}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [12].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (66)$$

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

$C_{\text{к}}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [12].

В таблице 16 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 16 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама для усиления	Ст3	1300	1250	64	80000
Итого:	–	–	–	–	80000

$$C_{К.д} = 1250 \cdot 64 = 80000 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{О.д} = C_{ПРН} + C_M, \quad (67)$$

где  $C_{ПРН}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

$C_M$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [12].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{ПР} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (68)$$

где  $t$  – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, понадобятся: кронштейн – 4 шт.; накладка – 10 шт.), трудоемкость на изготовление деталей: кронштейна – 0,55 чел.-ч., накладки – 1,1 чел.-ч.

$C_q$  – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

$k_t$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [12].

$$t = (4 \cdot t_{крон.} + 10 \cdot t_{наклад.}),$$

$$t = 6 \cdot 0,55 + 10 \cdot 1,1 = 14,3 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда:  $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$  р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду:  $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$  р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 14,3 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 2173,85 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{Д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100, \quad (69)$$

$$C_{\text{Д}} = 10 \cdot 2173,85 / 100 = 217,38 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100, \quad (70)$$

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (2173,85 + 217,38) / 100 = 717,36 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma \text{ПР}} = 2173,85 + 217,38 + 717,36 = 3108,59 \text{ р.}$$

В таблице 17 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 17 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	2173,85
Дополнительная заработная плата	217,38
Начисления на заработную плату	717,36
Итого:	3108,59

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (71)$$

где  $C$  – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

$Q_3$  – масса заготовки, кг» [12].

В таблице 18 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 18 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Кронштейн	Сталь 45	4	12	65,0	780,0
Накладка	Сталь 45	10	10	65,0	650,0
Итого:	–	–	–	–	1430,0

$$C_M = 65 \cdot 12 + 65 \cdot 10 = 1430 \text{ р.}$$

$$C_{O,D} = 3108,59 + 1430 = 4538,59 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{CB,П} = C_{CB} + C_{D,CB} + C_{СОЦ,CB}, \quad (72)$$

где  $C_{CB}$  – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{D,CB}$  – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ,CB}$  – страховые взносы в фонды, р» [12].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{д.СБ} \cdot k_t, \quad (73)$$

где  $T_{CB}$  – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (74)$$

где  $t_{CB}$  – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

$k_C$  – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 18,0 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 18 = 22,5 \text{ чел. - ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 22,55 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 3427,99 \text{ р.,}$$

$$C_{д.СБ} = 0,1 \cdot 3427,99 = 342,79 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.СБ} = 0,3 \cdot (3427,99 + 342,79) = 1131,23 \text{ р.}$$

$$C_{СБ.П} = 3427,99 + 342,79 + 1131,23 = 4902,01 \text{ р.}$$

В таблице 19 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 19 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	3427,99
Дополнительная заработная плата	342,79
Страховые взносы в фонды	1131,23
Итого	4902,01

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OH})}{100}, \quad (75)$$

где  $C_{PP}'$  – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{OH}$  – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (76)$$

Подставив числовые значения в формулы (93, 94) получим:

$$C_{PP}' = 2173,85 + 3427,99 = 5601,84 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(5601,84 \cdot 15)}{100} = 840,27 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести станки: токарный, сверлильный, инструментальный шкаф, 2 бочки для масел, верстак слесарный, а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 20» [19].



Таблица 20 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Станок токарный	1	72000	72000
Станок сверлильный	1	45000	45000
Инструментальный шкаф	1	49000	49000
Бочка для масла (пустая)	2	700	1400
Метизы для крепления	66	4	264
Итого:			167664

$$C_{ИД} = 72000 + 45000 + 49000 + 1400 + 264 = 167664 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 21.

$$C_{КОН} = 80000 + 4538,61 + 4891,17 + 2237,70 + 167664 = 259331,48 \text{ р.}$$

Таблица 21 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	80000,00
Затраты на изготовление оригинальных деталей	4538,59
Затраты на сборку	4902,01
Общепроизводственные накладные расходы	2237,70
Стоимость покупных изделий (деталей)	167664
Итого:	259331,48

Общие затраты на изготовление конструкции передвижной автомастерской равны 259331,48 руб. Стоимость комплекта с установкой на автомобиль составит (1,125 – коэффициент, учитывающий монтаж) 291747,91 р.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (77)$$

где  $C_{ПР}$  – стоимость прототипа, р.» [11];

$$\mathcal{E}_r = 400000 - 259331,48 = 140668,52 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{OK} = \frac{C_{KOH}}{\mathcal{E}_r}, \quad (78)$$

$$O_{OK} = \frac{259331,48}{140668,52} = 1,84 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = \mathcal{E}_r - 0,15 \cdot C_{KOH} \quad (79)$$

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = 140668,52 - 0,15 \cdot 259331,48 = 101768,79 \text{ р.}$$

В таблице 22 представлены основные показатели проекта.

Таблица 22 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	400000	259331,48
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	-	140668,52
Экономический эффект	р.	-	101768,79
Срок окупаемости	год	-	1,84

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 с экономической стороны. Стоимость разработки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 составляет 259331,48 рублей, срок окупаемости равен 1,84 года, что является допустимым для данной конструкции.

## Заключение

В данном дипломном проекте была выполнена разработка передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- выполнено обоснование работы, проведен обзор передвижных мастерских, рассмотрена организация работы мастерских полевого ремонта;
- выполнен тягово-динамический расчет передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114, а именно выполнены расчеты параметров двигателя, трансмиссии, определены оценочные параметры тягово-скоростных свойств и топливной экономичности;
- рассмотрено назначение и устройство конструкции передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114. Выполнены конструктивные расчеты элементов конструкции автомастерской. Применение мобильной мастерской позволит: своевременно оценивать остаточный ресурс агрегатов машины и обоснованно устанавливать потребность в техническом обслуживании и ремонте машин, снизить в 2-2,5 раза простой машин в полевых (дорожных) условиях по техническим неисправностям;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 с экономической стороны. Стоимость разработки передвижной автомастерской на базе автомобиля КАМАЗ-43114 составляет 259331,48 р.

## Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 «Техника и технологии наземного транспорта», 20.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова», Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

9 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

10 Горшкова О. О. Электрооборудование автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / О. О. Горшкова, Г. Н. Шпитко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тюменский индустриальный университет". - Тюмень : ТИУ, 2016. - 333 с.

11 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

12 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

13 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ;

Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

14 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

15 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

16 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

17 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

18 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

19 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

20 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

21 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.



22 Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чашин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

23 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

24 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

25 Ступина Т. В. English for transport engineers = Английский язык для студентов автотранспортных специальностей : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", "Наземные транспортно-технологические средства" / Т. В. Ступина, Г. В. Гришина. - Красноярск : СФУ, 2019. - 191 с.

26 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

27 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

28 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

29 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

30 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

31 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.

32 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

33 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.



