

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 конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ

Обучающийся

А.О. Ерофеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

(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)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

И.Ю. Усатова

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

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ».

Целью данного проекта является создание эффективного и безопасного тормозного устройства (замедлителя) для седельного тягача КАМАЗ. Проект направлен на обеспечение улучшенной тормозной системы, способной обеспечить эффективное и безопасное замедление при движении седельного тягача, особенно в условиях городского трафика и на спусках.

Полученные результаты послужат основой для последующей интеграции устройства в конструкцию седельного тягача КАМАЗ с целью улучшения тормозных характеристик и повышения безопасности эксплуатации.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 90 страниц 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 рассмотрено служебное торможение автопоезда, конструкции вторичных ретардеров.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчет автомобиля,

В третьем разделе разработана конструкция тормоза-замедлителя.

В четвертом разделе выбран, обоснован и составлен технологический процесс сборки тормоза-замедлителя.

В пятом разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта, разработаны меры и мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности объекта дипломного проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

Abstract

The topic of the graduation work is: «The improving the efficiency of the KAMAZ truck braking system by developing a brake retarder».

The explanatory note consists of 6 parts, introduction and conclusion, list of references, 1 appendix, totally 90 pages with appendix. The graphic part is on 10 A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The graduation project is fully consistent with the issued assignment.

As a design development we proposed the development of the secondary retarder construction – a device, which complements the road tractor braking system.

In the first part we overviewed the retarder brake structure. The topic of the graduation work was justified.

In the second part the analysis of existing designs of retarders was carried out, the optimal location of the retarder was chosen. We developed the design of the secondary retarder. Also, the vehicle traction-dynamic properties was calculated. The technical characteristics of the secondary brake retarder were calculated.

In the third part the technology of maintenance and repair of the secondary retarder was developed.

In the fourth section, the technological process for assembling the retarder is selected, justified and compiled.

The special part of the graduation work gives details about the safety and environmental friendliness of the project.

Finally, we calculate the economic efficiency of the project.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	8
1.1 Служебное торможение автопоезда.....	8
1.2 Конструкции вторичных ретардеров	11
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	15
2.1 Исходные данные для расчёта и компоновочная схема автомобиля ...	15
2.2 Внешние скоростные характеристики автомобиля	16
2.3 Тягово-скоростные характеристики автомобиля.....	17
2.4 Разгон и ускорение автомобиля.....	24
2.5 Расчет топливной экономичности автомобиля.....	28
2.6 Анализ эксплуатационных свойств проектируемого автомобиля.....	30
3 Конструкторская часть	31
3.1 Выбор автомобиля для модернизации	31
3.2 Определение места установки тормоза-замедлителя.....	33
3.3 Разработка конструкции тормоза-замедлителя.....	34
3.4 Конструкторский расчёт тормоза-замедлителя	35
4 Технологический раздел.....	47
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	47
4.2 Разработка технологического процесса сборки.....	52
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	58
5.1 Описание технологического процесса сборки конструкции тормоза-замедлителя с конструктивной и организационно-технической стороны.....	59
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	60
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	62
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	67
5.5 Обеспечение экологической безопасности процесса.....	71
6 Экономическая эффективность проекта.....	74
Заключение	84
Список используемой литературы и используемых источников.....	85
Приложение А. Спецификации.....	88

Введение

Автомобильный транспорт обеспечивает мобильность людей и товаров, способствует развитию туризма, улучшению качества жизни граждан, развитию торговли и промышленности. Он также является важным звеном в международной торговле, обеспечивая экспорт и импорт товаров.

Однако автомобильный транспорт несет и негативные последствия для окружающей среды и здоровья людей, такие как загрязнение воздуха, шум, аварии и пробки на дорогах. Поэтому важно развивать и совершенствовать эту отрасль, сокращая ее негативное воздействие и повышая эффективность использования. В целом, автомобильный транспорт играет огромную роль в экономике и социальной жизни страны, и его развитие должно быть осуществлено с учетом социальных, экономических и экологических аспектов, обеспечивая устойчивое развитие и благополучие общества.

«Автомобильный транспорт России представляет собой наиболее гибкий и массовый вид транспорта. У него ряд важных отличий от других транспортных отраслей. Начнем с того, что основная часть автомобильного парка страны эксплуатируется в нетранспортных организациях. При этом сеть автомобильных дорог наряду с парком коммерческих автомобилей используется также автомобилями, находящимися в личном пользовании граждан» [2].

«Грузовые перевозки – это один из наиболее рыночных секторов экономики. Российский опыт подтверждает известную закономерность, согласно которой рост рыночной экономики сопровождается, а в определенной мере и обуславливается опережающим развитием автотранспорта. Грузопотоки, генерируемые развивающимися рынками товаров и услуг, в первую очередь осваиваются наиболее отзывчивым быстрым и гибким видом транспорта: автомобильным.

В отличие от других видов транспорта автотранспорт во все возрастающих объемах перевозит международные грузы. Это обусловлено

его высокой маневренностью, большой скоростью, обеспечением перевозок непосредственно от отправителя до получателя в прямых бесперегрузочных сообщениях. Мобильность автомобильного транспорта позволяет оперативно реагировать на изменение пассажиро- и грузопотоков» [3].

Это вызвано, в первую очередь, медленным темпом модернизации автомобильной промышленности и отсутствием строгих экологических стандартов. Российские автопроизводители часто предпочитают использовать устаревшие технологии, что приводит к повышенному уровню выбросов вредных веществ.

Кроме того, многие водители предпочитают старые автомобили из-за их доступной цены, не обращая внимания на их экологическую и техническую состоятельность. Это также влияет на общий уровень экологической безопасности автомобильного парка.

Для решения этих проблем необходимо внедрение современных технологий в автопроизводство, поощрение обновления автопарка, а также введение строгих экологических стандартов для автотранспорта. Только при таком подходе можно будет добиться улучшения ситуации и приблизиться к мировым стандартам в этой области.

«Постоянный процесс усложнения конструкции автомобиля не мог не отразиться и на тормозной системе. В настоящее время подавляющее большинство грузовых автотранспортных средств выпускается с пневмоприводами второго поколения. Это так называемые многоконтурные тормозные системы удовлетворяющие Правилам № 13 ЕЭК ООН, а также отечественным требованиям по безопасности дорожного движения. Необходимость выполнения многочисленных и жестких требований привела к тому, что привод осложнился многочисленными аппаратами, магистралями и органами управления» [34].

«У дизельных грузовых автомобилей КамАЗ, воздушная магистраль делится двойным и тройным защитными клапанами, на пять самостоятельных контуров.

Первый контур работает с тормозными камерами передних колес; второй контур работает с тормозными камерами заднего моста; третий контур работает с механизмами стояночной и запасной системы, для задействия тормозов прицепных конструкций; четвертый контур работает с вспомогательными механизмами: контроль подачи топлива, сигнал, работа дворников и так далее; пятый контур работает с аварийным растормаживанием стояночного тормоза» [2].

«При имеющихся положительных качествах многоконтурных тормозных приводов автомобилей семейства КамАЗ наиболее частыми неисправностями являются утечки воздуха из-за нарушения герметичности уплотнительных колец, манжет, поломки пневмоприводов, замерзание влаги в приводе при отрицательных температурах. Следует обратить внимание на неисправности стояночного тормозного контура, так как от его работы зависят технико-экономические показатели автомобиля и безопасность движения» [3].

Основным назначением дипломного проекта, является получение сбалансированной, надежной конструкции ретардера, обеспечивающий длительный срок гарантированной безотказной работы тормозной системы и автомобиля в целом. Улучшая и расширяя функционал ретардера, вносим существенные изменения в действующую конструкцию, добавлены дополнительные элементы, расширяющие функционал ретардера.

1 Состояние вопроса

1.1 Служебное торможение автопоезда

«Служебным называется такой режим торможения, при котором тормозные силы на колесах автомобиля не достигают максимально возможного значения по сцеплению. Такое торможение является наиболее распространенным режимом торможения. При эксплуатации автомобилей оно составляет от 95 до 97 % общего числа торможений. Максимальное значение замедления при служебном торможении не превышает 4 м/с^2 . Торможение с таким замедлением вызывает неприятные ощущения и дискомфорт у пассажиров и применяется в исключительных случаях. Обычно в условиях эксплуатации используется плавное служебное торможение, при котором замедление составляет от $1,5$ до $2,5 \text{ м/с}^2$ » [4].

«При эксплуатации автомобилей применяются различные способы служебного торможения. Оно может осуществляться двигателем, с отсоединенным двигателем, с неотсоединенным двигателем (комбинированное торможение), тормозом-замедлителем (вспомогательным тормозом) и с периодическим прекращением действия тормозной системы.

При торможении двигателем тормозом служит двигатель, который не отсоединяется от трансмиссии, но работает на режиме холостого хода (с уменьшенной подачей горючей смеси) или без подачи в цилиндры горючей смеси. Ведущие колеса принудительно вращают коленчатый вал двигателя. В результате в двигателе за счет трения возникает сила сопротивления, которая замедляет движение автомобиля

Торможение двигателем применяют в горных условиях, при движении на длинных затяжных спусках и в тех случаях, когда требуется небольшое замедление. Оно обеспечивает плавное торможение, сохранность колесных тормозных механизмов и устойчивость автомобиля против заноса. Однако торможение двигателем на режиме холостого хода очень вредно для

окружающей среды, загрязняемой отработавшими газами, с которыми на этом режиме выбрасывается большое количество оксидов углерода» [25].

«Торможение с отсоединенным двигателем осуществляется только тормозными механизмами колес автомобиля без использования двигателя. Двигатель отсоединяют от трансмиссии путем выключения сцепления или установкой в нейтральное положение рычага коробки передач. Торможение с отсоединенным двигателем - основной способ служебного торможения. Оно чаще всего используется при эксплуатации автомобилей, так как обеспечивает необходимое замедление. Однако торможение с отсоединенным двигателем уменьшает устойчивость автомобиля на дорогах с малым коэффициентом сцепления» [4].

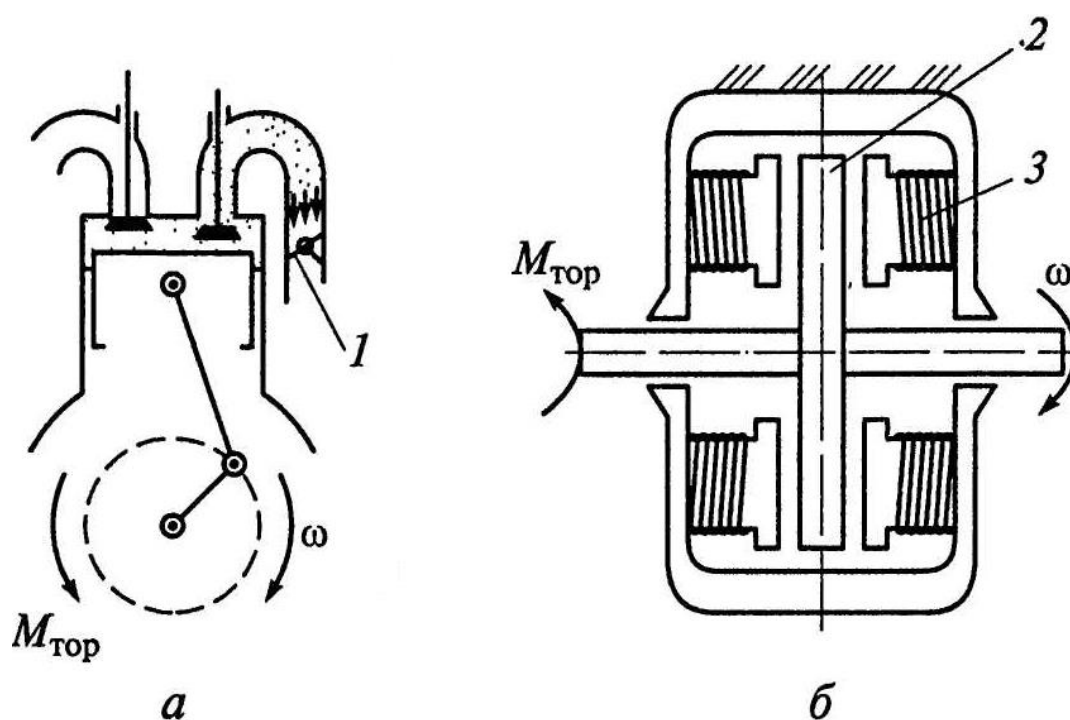
«Торможение с неотсоединенным двигателем – комбинированный способ торможения, который осуществляется тормозными механизмами колес совместно с двигателем автомобиля. Перед приведением в действие тормозных механизмов уменьшают подачу горючей смеси в цилиндры двигателя. Угловая скорость коленчатого вала двигателя снижается, чему препятствуют ведущие колеса, принудительно вращающие коленчатый вал через трансмиссию. В результате происходит торможение двигателем, после чего приводятся в действие тормозные механизмы колес. Торможение с неотсоединенным двигателем увеличивает срок службы тормозных механизмов, которые при длительных торможениях с отсоединенным двигателем сильно нагреваются и выходят из строя. Кроме того, оно повышает устойчивость автомобиля против заноса вследствие более равномерного распределения тормозных сил по колесам автомобиля» [22].

«Торможение с периодическим прекращением действия тормозной системы. Этот способ торможения обеспечивает наибольший эффект.

При таком способе торможения колеса автомобиля необходимо удерживать на грани юза, не допуская их скольжения. Колесо, катящееся и не скользящее, обеспечивает большую тормозную силу, а при движении колеса юзом его сцепление с дорогой резко уменьшается.

Торможение с периодическим прекращением действия тормозной системы рекомендуется выполнять только водителям высокой квалификации, так как для удержания колес автомобиля на грани юза без их скольжения необходимы большой опыт и внимание» [4].

«Торможение тормозом-замедлителем осуществляют с помощью вспомогательного тормозного механизма, обычно действующего на вал трансмиссии автомобиля (рисунок 1). Этот способ обеспечивает плавное торможение с замедлением от 1 до 2 м/с² в течение длительного времени.



а – моторный тормоз-замедлитель; б – электродинамический тормоз-замедлитель
1 – заслонка; 2 – ротор; 3 – электрический магнит

Рисунок 1 – Схемы моторного и электродинамического тормозов-замедлителей

Торможение тормозом-замедлителем целесообразно в горных условиях, где при частых торможениях колесные тормозные механизмы быстро нагреваются и выходят из строя. Так, например, торможение автомобиля в горных условиях производится от 8 до 10 раз чаще, чем в обычных условиях на загородном шоссе» [3].

Использование тормоза-замедлителя позволяет повысить безопасность и снизить износ элементов тормозной системы.

«Моторный тормоз-замедлитель служит для замедления движения автомобиля, главным образом на затяжных спусках. Тормоз-замедлитель повышает безопасность движения и облегчает работу колёсных тормозов. Действие тормоз-замедлителя основано на переключении двигателя в режим работы компрессора. При этом вместо топлива в цилиндры двигателя поступает только воздух. В выпускном трубопроводе прикрывают специальную заслонку, отчего создаётся противодействие в выпускной системе двигателя, то есть повышается сопротивление выходу воздуха, выталкиваемого из цилиндров. Работая в таком режиме, двигатель не только не развивает мощность, но сам поглощает часть энергии движения автомобиля, затрачивая её на сжатие воздуха в цилиндрах. Таким образом, двигатель, связанный через трансмиссию с ведущими колёсами, замедляет их вращение. Основано как на переключении двигателя в режим компрессора, так и на использовании спецоборудования на торможении. На некоторых автомобилях особо большой грузоподъёмности с гидродинамической передачей в трансмиссии используют тормоз-замедлители роторного типа. Ротор с криволинейными лопатками установлен на ведущем валу коробки передач. При его включении в корпус подаётся масло, создающее сопротивление вращению ротора, а следовательно, и ведущего вала коробки передач, в результате чего замедляется движение автомобиля» [32].

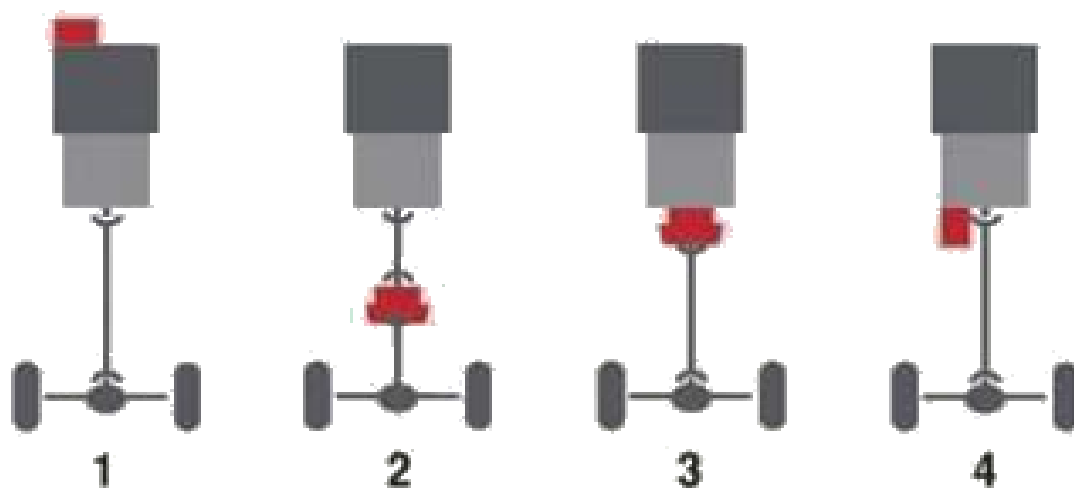
1.2 Конструкции вторичных ретардеров

«По конструкции ретардеры делятся на электродинамические и гидродинамические.

По месту расположения ретардеры подразделяются на первичные (перед коробкой передач) и вторичные (за ней). Недостаток первичных в том,

что при переключении передач происходит прерывание тормозного момента - что, разумеется, нежелательно» [21].

На рисунке 2 представлены схемы установки ретардера на грузовом автомобиле.



1 – схема установки первичного ретардера; 2-4 – схемы установки вторичных ретардеров

Рисунок 2 – Схемы установки ретардера на грузовом автомобиле

«Электродинамический ретардер – это электродвигатель, где статор неподвижно закреплен на автомобиле. К роторам (с ребристой поверхностью для лучшего охлаждения) крепятся карданные валы. При подаче напряжения в обмотках статора возникает магнитное поле; оно наводит вихревые токи во вращающихся роторах, что и создает тормозной момент. При этом ротор может разогреваться до 600°C и даже выше. Чтобы не перегрелся статор (его температура не должна превышать 250°C) существует термозащита, ограничивающая подачу тока и, соответственно, уменьшающая тормозной момент.

В свою очередь, гидродинамический ретардер работает по принципу гидромукты и имеет собственную систему маслоснабжения (а также принудительное охлаждение). Здесь тоже есть и неподвижный статор, и ротор - колеса с лопастями, «смотрящими» друг на друга. При движении

машины ротор бесцельно гоняет воздух внутри ретардера, а вот для торможения в пустующий объем подается масло. Получается этакая «буря в стакане»: чем больше масла в зоне вращения ротора, тем сильнее он замедляется. Поскольку ротор жестко связан с трансмиссией, замедляется и сам автомобиль» [30].

На рисунке 3 представлен гидродинамический ретардер.

«Электродинамические устройства очень громоздкие, тяжелые (несколько сотен килограммов) и заметно теряют эффективность при нагревании. Правда, они обеспечивают высокий тормозной момент даже на малых скоростях движения» [3].



Рисунок 3 – Гидродинамический ретардер «в разрезе»

«Гидродинамическая конструкция заметно легче (вес – до 85 кг) и компактнее. Она малоэффективна на невысоких скоростях, зато может непрерывно работать в течение долгого времени, поскольку при начале торможения прекращается подача топлива в двигатель и его система охлаждения обслуживает только ретардер.

Если ретардер объединен с коробкой передач, он называется интегрированным: фирма ZF даже ввела для него отдельное название – интардер. Он соединяется со вторичным валом не напрямую, а через пару

шестерен с передаточным отношением примерно $1/2$ – поэтому скорость вращения ротора здесь в два раза выше» [35].

Выводы по разделу.

С учетом вышеизложенной информации, цель дипломного проекта – разработать тормоз-замедлитель (вторичный ретардер, который устанавливается после КПП) для грузового автомобиля, технологию технического обслуживания и ремонта.

Чтобы выполнить работу предлагается поставить следующие задачи:

- произвести анализ конструкторских особенностей ретардеров;
- выбрать базовый автомобиль и в зависимости от типа ретардера выбрать подходящее место;
- произвести основные расчёты проектируемой схемы;
- разработать сборочный чертёж проектируемой конструкции;
- изготовить рабочие чертежи основных деталей разработанной конструкции;
- разработать технологическую карту на ТО, ремонт, монтаж, демонтаж разработанной конструкции;
- разработать мероприятия БЖД;
- рассчитать технико-экономические показатели проекта;
- сделать выводы и предложения.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

Тягово-динамический расчет (далее ТДР) – это методология расчета параметров движения транспортного средства, учитывающая влияние тяговых усилий, сил сопротивления и других динамических факторов на его движение. ТДР проводится для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства. ТДР проводится как для разработки новых моделей транспортных средств, так и для оптимизации работы уже существующих. Он позволяет учесть все факторы, влияющие на движение транспортного средства, и провести анализ его эффективности и производительности.

2.1 Исходные данные для расчёта и компоновочная схема автомобиля

Для того чтобы произвести тягово-динамический расчет автомобиля необходимо иметь основные характеристики рассчитываемого автомобиля.

Все необходимые для расчета данные, заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Характеристики основных параметров

Параметр, размерность, обозначение	Значение
«Модель грузового автомобиля	КамАЗ-65225
Масса, кг	11150
в том числе: на переднюю/ заднюю ось	5200/5950
Полная масса, кг	28300
в том числе: на переднюю/заднюю ось	6900/21400
База, м	3515
Габаритные размеры, длина/ширина/высота, м	7280/2900/3510
Дорожный просвет, мм	308
Внешний габаритный радиус поворота, м	11,5
Максимальная скорость, км/ч	80/100
Контрольный расход топлива, при 60 км/ч, л/100км	35
Двигатель	дизельный с турбонаддувом
Число и расположение цилиндров	V-8
Максимальная мощность двигателя, кВт	265
Максимальный крутящий момент, Н·м	1570» [1].

2.2 Внешние скоростные характеристики автомобиля

Исходные данные для расчёта внешних характеристик двигателя представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта внешних характеристик двигателя

Параметр	Единицы измерения	Значение
«Автомобиль	-	КАМАЗ-65225
Максимальная мощность	кВт (л/с)	154,4 (210)
Коэффициенты в уравнении мощности	-	0,53/ 1,56/ 1,09
Минимальная частота вращения	об/мин	600
Максимальная частота вращения	об/мин	2600» [1].

«Внешние скоростные характеристики двигателя представляют собой зависимость частоты вращения коленчатого вала мощности от крутящего момента.

Расчёт выполняется по формулам:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[a \cdot \frac{n_e}{n_{\max}} + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_{\max}} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_{\max}} \right)^3 \right], \quad (1)$$

где n_e – текущее значение частоты вращения коленчатого вала;

N_e – текущие мощности двигателя;

N_{\max} – максимальное значение мощности двигателя;

a, b, c – коэффициенты, учитывающие тип двигателя, форму камеры сгорания, для дизельных двигателей $a=b=c=1$ » [7].

$$M_e = \frac{N_e}{n_e} \cdot 9554. \quad (2)$$

Данные расчетов заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчётные значения внешних скоростных характеристик

Параметр	Значение частоты вращения коленчатого вала при оборотах, об/мин						
	600	1000	1500	2000	2600	3000	3500
Отношение текущей и максимальной частоте вращения	0,23	0,38	0,6	0,8	1	1,2	1,4
Отношения текущей и максимальной частоте вращения в квадрате	0,05	0,14	0,3	0,6	1	1,3	1,8
Отношение текущей и максимальной частоте вращения в кубе	0,001	0,05	0,2	0,5	1	1,5	2,5
Мощность двигателя, кВт	22,7	51,5	77,3	98,3	110,3	106,4	134,8
Крутящий момент, Н·м	361,8	410,1	410,1	391,2	329,3	282,3	368

2.3 Тягово-скоростные характеристики автомобиля

«Тягово-скоростные характеристики определяются по рассчитанным внешним скоростным характеристикам. Расчет заключается в определении скорости движения автомобиля, тяговых усилий на ведущих колесах, сил сопротивления движению и динамического фактора по тяге и сцеплению колес разных передачах в заданном диапазоне частот (от 600 до 3500 мин⁻¹) вращения коленвала» [7].

В таблице 4 представлены исходные данные для расчета тягово-скоростных характеристик.

Таблица 4 – Исходные данные для расчета тягово-скоростных характеристик

Параметр	Значение
«Радиус качения	0,488
Передаточные числа передач:	
– главной	5,94
– первой	7,82
– второй	4,03
– третьей	2,5
– четвертой	1,53
– пятой	1,00
КПД трансмиссии	0,85» [2]

«Тягово-скоростные (стендовые) характеристики автомобиля рассчитываются по формулам:

$$V_a = \frac{0,378 \cdot n_B \cdot r_K}{i_{КПП} \cdot i_{ГЛ.ПЕР.}}, \quad (3)$$

где r_K – радиус качения.

$$P_T = \frac{M_e \cdot i_{TP} \cdot i_O}{r_K} \cdot \eta \quad [7]. \quad (4)$$

Производим расчеты характеристик автомобиля на передачах и заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчётные значения тягово-скоростных характеристик

Передача	Значение при оборотах, об/мин							
	Обороты двигателя, об/мин	600	1000	1500	2000	2600	3000	3500
	Крутящий момент, Н·м	467,19	545,82	609,74	627,17	567,36	521,2	370,9
Первая	Скорость, км/ч	2,38	3,97	5,96	7,94	10,32	11,91	13,9
	Тяговая сила, Н	37799	44161	49333	50743	45904	42169	30009
Вторая	Скорость, км/ч	4,63	7,71	11,57	15,42	20,05	23,13	26,99
	Тяговая сила, Н	19480	22759	25424	26150	23657	21732	15465
Третья	Тяговая сила, Н	7,45	12,42	18,63	24,84	32,29	37,26	43,47
	Скорость, км/ч	12086	14120	15774	16225	14678	13483	9224
Четвертая	Тяговая сила, Н	12,18	20,3	30,45	40,59	52,77	60,89	71,04
	Скорость, км/ч	7396	8640	9652	9928	8980	8251	5871
Пятая	Тяговая сила, Н	18,63	31,06	45,58	62,11	80,74	93,17	108,69
	Скорость, км/ч	4835	5649	6311	6491	5872	5394	3839

«Определяем силу сопротивления качения:

$$P_K = G \cdot f \text{ » [7],} \quad (5)$$

$$P_K = 149989 \cdot 0,015 = 2249,84.$$

«Определяем сила сопротивления дороги:

$$P_D = G \cdot (f + i) \text{ » [7],} \quad (6)$$

$$P_D = 149989 \cdot (0,015 + 0) = 2249,84 \text{ Н.}$$

«Определяем силу сопротивления воздуха:

$$P_B = \frac{k_B \cdot F_B \cdot V^2}{13}, \quad (7)$$

где k_B – коэффициент обтекаемости, принимаем $0,6 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$;

F_B – лобовая площадь, $7,39 \text{ м}^2$ » [7].

Сила сопротивления воздуха рассчитываем для различных скоростей:

$$P_{B10} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 10^2}{13} = 34,1 \text{ Н,}$$

$$P_{B30} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 30^2}{13} = 307,0 \text{ Н,}$$

$$P_{B50} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 50^2}{13} = 852,7 \text{ Н,}$$

$$P_{B70} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 70^2}{13} = 1671,3 \text{ Н,}$$

$$P_{B90} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 90^2}{13} = 2762,7 \text{ Н,}$$

$$P_{B110} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 110^2}{13} = 4127,0 \text{ Н.}$$

«Сила сопротивления дороги определяется по формуле:

$$P_{д} = G \cdot f \cdot \left(1 + \frac{V^2}{259200} \right) \text{ [7]}, \quad (8)$$

$$P_{д10} = 2250,7 \text{ Н,}$$

$$P_{д30} = 2257,6 \text{ Н,}$$

$$P_{д50} = 2271,5 \text{ Н,}$$

$$P_{д70} = 2292,4 \text{ Н,}$$

$$P_{д90} = 2320,1 \text{ Н,}$$

$$P_{д110} = 2354,9 \text{ Н.}$$

«Мощность, подводимая к ведущим колёсам автомобиля, определяется по формуле:

$$N_T = N_E \cdot \eta \text{ [7]}, \quad (9)$$

$$N_{T1} = 29,34 \cdot 0,85 = 24,94 \text{ кВт,}$$

$$N_{T2} = 57,25 \cdot 0,85 = 48,66 \text{ кВт,}$$

$$N_{T3} = 95,73 \cdot 0,85 = 81,37 \text{ кВт,}$$

$$N_{T4} = 131,24 \cdot 0,85 = 111,55 \text{ кВт,}$$

$$N_{T5} = 154,4 \cdot 0,85 = 131,24 \text{ кВт,}$$

$$N_{T6} = 163,66 \cdot 0,85 = 139,11 \text{ кВт,}$$

$$N_{T7} = 135,87 \cdot 0,85 = 115,49 \text{ кВт.}$$

«Мощность, затрачиваемая на силу сопротивления дороги, определяется по формуле:

$$N_{Д} = \frac{P_{Д} \cdot V}{3600} \gg [7], \quad (10)$$

$$N_{Д10} = 6,25 \text{ кВт},$$

$$N_{Д30} = 18,81 \text{ кВт},$$

$$N_{Д50} = 31,55 \text{ кВт},$$

$$N_{Д70} = 44,57 \text{ кВт},$$

$$N_{Д90} = 58 \text{ кВт},$$

$$N_{Д110} = 68,78 \text{ кВт}.$$

«Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивление воздуха:

$$N_{В} = \frac{P_{В} \cdot V}{3600} \gg [7], \quad (11)$$

$$N_{В10} = 0,095 \text{ кВт},$$

$$N_{В30} = 2,56 \text{ кВт},$$

$$N_{В50} = 11,84 \text{ кВт},$$

$$N_{В70} = 32,49 \text{ кВт},$$

$$N_{В90} = 69,05 \text{ кВт},$$

$$N_{В110} = 126,08 \text{ кВт}.$$

«Сила сопротивления воздуха для каждой передачи:

$$P_{Bi}^{n_e} = \frac{k_B \cdot F_B \cdot V^2}{13} \gg [7], \quad (12)$$

$$P_{B1}^{600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 2,38^2}{13} = 1,93 \text{ Н},$$

$$P_{B2}^{600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 4,63^2}{13} = 7,29 \text{ Н},$$

$$P_{B1}^{1000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 3,97^2}{13} = 5,36 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{1000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 7,71^2}{13} = 20,21 \text{ H},$$

$$P_{B1}^{1500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 5,96^2}{13} = 12,06 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{1500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 11,57^2}{13} = 45,51 \text{ H},$$

$$P_{B1}^{2000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 7,94^2}{13} = 21,43 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{2000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 15,42^2}{13} = 80,84 \text{ H},$$

$$P_{B1}^{2600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 10,32^2}{13} = 36,22 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{2600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 20,05^2}{13} = 136,68 \text{ H},$$

$$P_{B1}^{3000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 11,91^2}{13} = 48,23 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{3000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 23,13^2}{13} = 181,9 \text{ H},$$

$$P_{B1}^{3500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 13,9^2}{13} = 65,64 \text{ H},$$

$$P_{B2}^{3500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 26,99^2}{13} = 247,68 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 7,45^2}{13} = 18,87 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 12,18^2}{13} = 50,44 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{1000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 12,42^2}{13} = 52,45 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{1000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 20,3^2}{13} = 140,11 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{1500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 18,63^2}{13} = 118 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{1500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 30,45^2}{13} = 315,25 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{2000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 24,84^2}{13} = 209,79 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{2000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 40,59^2}{13} = 560,17 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{2600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 32,29^2}{13} = 354,5 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{2600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 52,77^2}{13} = 946,79 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{3000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 37,26^2}{13} = 472 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{3000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 60,89^2}{13} = 1260,58 \text{ H},$$

$$P_{B3}^{3500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 43,47^2}{13} = 642,48 \text{ H},$$

$$P_{B4}^{3500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 71,04^2}{13} = 1715,87 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 18,63^2}{13} = 118 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{1000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 31,06^2}{13} = 328 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{1500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 45,58^2}{13} = 706,36 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{2000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 62,11^2}{13} = 1315,75 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{2600} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 80,74^2}{13} = 2216,44 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{3000} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 93,17^2}{13} = 2951,42 \text{ H},$$

$$P_{B5}^{3500} = \frac{0,6 \cdot 7,39 \cdot 108,69^2}{13} = 4016,6 \text{ Н.}$$

«Динамическая характеристика автомобиля по формуле (13).

$$D = \frac{P_T^i \cdot P_{Bi}^{n_e}}{G_0 \cdot 9,8}, \quad (13)$$

где P_T – тяговая сила на i передачи» [7].

«Рассчитаем силу сцепления с дорогой по формуле:

$$D_{сц.}^i = \frac{\varphi_x \cdot m_p^i \cdot G_2}{G_a}, \quad (14)$$

где G_2 – часть массы приходящейся на ведущие колеса автомобиля с полной нагрузкой,

G_a – полная масса автомобиля,

φ_x – коэффициент предельного сцепления, принимается в зависимости от дорожных условий от 0,1 до 0,7;

m_p^i – коэффициент перераспределения массы, для задней, ведущей оси автомобиля» [7].

2.4 Разгон и ускорение автомобиля

«К характеристикам разгона и ускорения, подлежащим расчету, относятся следующие:

- ускорения автомобиля на разных передачах;
- скорости, при которых происходит переключение передач;
- время и путь разгона до предельной скорости» [15].

«Рассчитаем ускорения проектируемого автомобиля:

$$J_m = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta_{\text{врт.}}}, \quad (15)$$

где $\delta_{\text{врт.}}$ – коэффициент учета вращающихся масс на m -ой передаче, определяется по формуле (16).

$$\delta_{\text{врт.}} = 1,03 + 0,05 \cdot i_{\text{ТР}}^2, \quad (16)$$

где $i_{\text{ТР}}^2$ – передаточное отношение на m -ой передаче» [7].

Подставляем значения в формулы (13, 14, 15 16), рассчитываем и заносим результаты в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчетные данные

Передача	Обозначение	Значение при оборотах, об/мин						
		600	1000	1500	2000	2600	3000	3500
Первая	D	0,54	0,64	0,71	0,73	0,66	0,61	0,43
	V_a , км/ч	2,38	3,97	5,96	7,94	10,32	11,91	13,9
	J_m , м/с ²	1,27	1,51	1,68	1,73	1,56	1,44	1
	ψ	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Вторая	D	0,28	0,33	0,37	0,38	0,34	0,31	0,22
	V_a , км/ч	4,63	7,71	11,57	15,42	20,05	23,13	26,99
	J_m , м/с ²	1,41	1,68	1,89	1,95	1,73	1,57	1,09
	ψ	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Третья	D	0,17	0,2	0,23	0,23	0,21	0,19	0,12
	V_a , км/ч	7,45	12,42	18,63	24,84	32,29	37,26	43,47
	J_m , м/с ²	1,13	1,35	1,57	1,57	1,43	1,28	0,77
	ψ	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Четвертая	D	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,1	0,06
	V_a , км/ч	12,18	20,3	30,45	40,59	52,77	60,89	71,04
	J_m , м/с ²	0,81	0,89	0,98	1,07	0,89	0,72	0,38
	ψ	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Пятая	D	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,004	–
	V_a , км/ч	18,63	31,06	45,58	62,11	80,74	93,17	–
	J_m , м/с ²	0,5	0,59	0,59	0,5	0,32	0,23	–
	ψ	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	–

«Для проведения расчета времени разгона проектируемого автомобиля необходимо определить среднее ускорение грузового автомобиля:

Среднее ускорение определяется по формуле:

$$J_{CP,i} = \frac{J_i + J_{i+1}}{2}, \quad (17)$$

где J_i – ускорение в начале интервала скорости;

J_{i+1} – ускорение в конце интервала скорости» [7].

«Расчет средней скорости проектируемого автомобиля:

$$V_{CP} = \frac{V_i + V_{i+1}}{2 \cdot 3,6}. \quad (18)$$

Время разгона автомобиля на каждом участке определяется по формуле:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta V_i}{J_{CP,i}}. \quad (19)$$

где ΔV_i – разница скоростей в начале и в конце i передачи.

Путь разгона автомобиля определяется по формуле:

$$\Delta S = V_{CP,i} \cdot \Delta t_i \text{ » [7].} \quad (20)$$

Производим расчеты по формулам (17, 18, 19, 20) и для каждой передачи и заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Разгон автомобиля

Передача	n_i , об/мин	V_i , км/ч	V_{i+1} , км/ч	V_{CP} , м/с	J_i	J_{i+1}	$J_{CP,i}$	Δt_i	ΔS
Первая	600	2,4	3,9	0,9	1,3	1,5	1,4	1,1	1
	1000	3,9	5,9	1,4	1,5	1,7	1,6	1,2	1,7
	1500	5,9	7,9	1,9	1,7	1,7	1,7	1,2	2,4
	2000	7,9	10,3	2,5	1,7	1,6	1,7	1,4	3,7
	2600	10,3	11,9	3,1	1,6	1,4	1,5	1,1	3,3
	3000	11,9	13,9	3,6	1,4	1,1	1,2	1,6	5,9
	3500	13,9	–	–	2	–	–	–	–
Вторая	600	4,6	7,7	1,7	1,4	1,8	1,6	1,9	3,4
	1000	7,7	11,6	2,7	1,7	1,9	1,8	2,2	5,8
	1500	11,6	15,4	3,8	1,9	1,9	1,9	2,0	7,5
	2000	15,4	20,1	4,9	1,9	1,8	1,9	2,5	12,3
	2600	20,1	23,1	5,0	1,7	1,6	1,7	1,9	7,5
	3000	23,1	26,9	6,9	1,6	1,1	1,3	2,9	20,2
	3500	26,9	–	–	1,1	–	–	–	–
Третья	600	7,5	12,4	2,8	1,1	1,4	1,2	4,0	11,1
	1000	12,4	18,6	4,3	1,4	1,6	1,5	4,3	18,3
	1500	18,6	24,8	6,0	1,6	1,6	1,6	3,9	23,9
	2000	24,8	32,3	7,9	1,6	1,4	1,5	4,9	39,5
	2600	32,3	37,3	9,7	1,4	1,3	1,4	3,7	35,3
	3000	37,3	43,5	11,2	1,3	0,8	1,0	6,0	67,6
	3500	43,5	–	–	0,7	–	–	–	–
Четвертая	600	12,2	20,3	4,5	0,8	0,9	0,9	9,6	43,1
	1000	20,3	30,5	7,1	0,8	0,9	0,9	10,8	76,1
	1500	30,5	40,6	9,9	0,9	1,1	1,0	9,8	97,1
	2000	40,6	52,8	12,9	1,1	0,9	0,9	12,4	161,2
	2600	52,8	60,9	15,8	0,9	0,7	0,8	10,0	158,2
	3000	60,9	71,0	18,3	0,7	0,4	0,6	18,5	338,2
	3500	71,0	–	–	0,4	–	–	–	–
Пятая	600	18,6	31,1	6,9	0,5	0,6	0,6	22,6	155,9
	1000	31,1	45,6	10,6	0,6	0,6	0,6	24,6	261,9
	1500	45,9	62,1	14,9	0,6	0,5	0,6	30,1	449,6
	2000	62,1	80,7	19,8	0,5	0,3	0,4	45,4	901,5
	2600	80,7	93,2	24,2	0,3	0,2	0,3	44,4	1072,5
	3000	93,2	–	–	0,2	–	–	–	–
	3500	–	–	–	–	–	–	–	–

«Путь, пройденный автомобилем за время переключения передач, определяется по формуле:

$$\Delta S_{II} = (V_H - 17 \cdot t_{II}) \cdot t_{II}, \quad (21)$$

где V_H – скорость в начале переключения передач, определяется по формуле (23)» [7].

$$V_H = V_{CP} - V_{II}, \quad (22)$$

$$V_H = 5,28 - 2,58 = 2,7 \text{ м/с},$$

$$V_H = 9,08 - 5,43 = 3,65 \text{ м/с},$$

$$V_H = 14,77 - 8,69 = 6,08 \text{ м/с},$$

$$V_H = 21,25 - 14,56 = 6,69 \text{ м/с}.$$

2.5 Расчет топливной экономичности автомобиля

«Путевой расход топлива определяется формуле:

$$q_{II} = \frac{g_e \cdot N_e}{10 \cdot V \cdot \rho_T} \quad (23)$$

где ρ_T – плотность топлива для бензина 740 кг/м^3 ($0,74 \text{ кг/л}$), для дизельного топлива 800 кг/м^3 ($0,8 \text{ кг/л}$)» [8].

«Удельный расход топлива зависит от числа оборотов коленчатого вала и степени использования мощности и определяется по формуле:

$$g_e = g_N \cdot K_{OB} \cdot K_H \quad (24)$$

где g_N – удельный расход топлива при максимальной мощности двигателя, для дизельного топлива $258,4 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$;

K_{OB} – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от оборотов коленчатого вала

K_H – коэффициент, учитывающий изменение удельного расхода топлива от степени использования мощности» [8].

«Известно, что наиболее рациональными режимами движения с точки зрения топливной экономичности являются 0,8 от максимальной мощности» [8]. Тогда удельный и путевой расходы равны:

$$g_e = 258,4 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 144,7 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч} .$$

$$q_{\pi} = \frac{144,7 \cdot (154,4 \cdot 0,8)}{10 \cdot (80 \cdot 0,8) \cdot 0,8} = 34,9 \text{ л/100км} . \quad (25)$$

Результаты представлены на рисунках (4, 5).

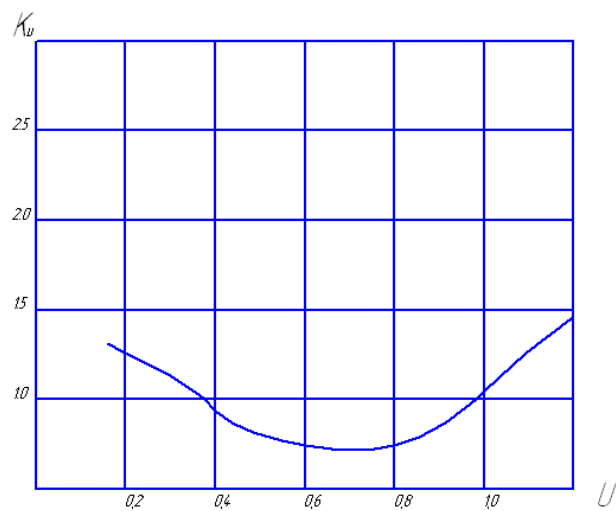


Рисунок 4 – График зависимости коэффициента, учитывающего изменение удельного расхода топлива от степени использования мощности

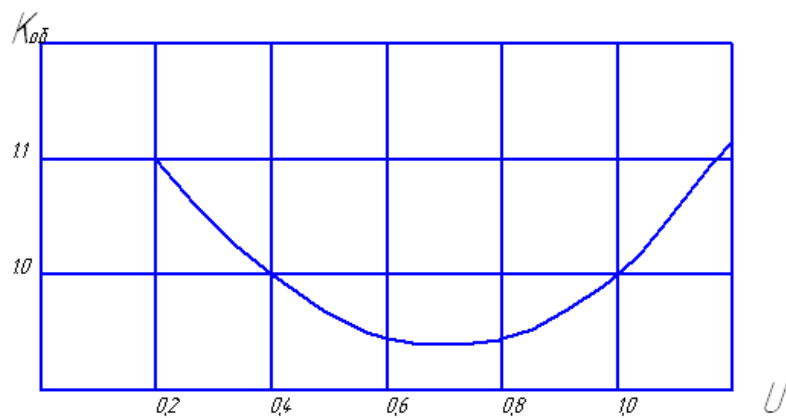


Рисунок 5 – График зависимости коэффициента, учитывающий изменение удельного расхода топлива в зависимости от степени использования мощности

2.6 Анализ эксплуатационных свойств проектируемого автомобиля

«Проектируемый автомобиль (КамАЗ-65225) имеет следующие технические характеристики:

- а) максимальную скорость движения автомобиля – 80,74 км/ч;
- б) скорость движения, при которых происходит переключение передач: на первой передаче 10 км/ч; на второй 20 км/ч; на третьей 32 км/ч; на четвёртой 52 км/ч.
- в) время разгона до максимальной скорости – 286,15 с;
- г) путь разгона до максимальной скорости автомобиля – 3985,37 м;
- д) максимальной ускорение автомобиля при разгоне изменяется от 0,59 до 1,95 м/с² в том числе: на первой передаче – 1,73 м/с²; на второй передаче 1,95 м/с²; на третьей передаче 1,57 м/с²; на четвёртой передаче 1,07 м/с²; на пятой передаче 0,59 м/с².
- е) максимальная сила тяги на крюке составляет: для первой передачи 50742,56 Н; для второй – 26150,48 Н; для третьей – 16224,89 Н; для четвёртой – 9928,1 Н, для пятой – 6491,21 Н.
- ж) динамический фактор автомобиля изменяется – от 0,73 до 0,04 , в том числе: на первой передаче – 0,73; на второй – 0,38; на третьей – 0,23; на четвёртой – 0,14; на пятой – 0,08» [8].

Выводы по разделу. В данном разделе проведен ТДР и построены характеристики двигателя.

Выполнение ТДР автомобиля позволяет получить ценную информацию о его производительности и динамических характеристиках, что важно для определения его конкурентоспособности на рынке и выявления возможных направлений для дальнейшей оптимизации конструкции, а также для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства.

3 Конструкторская часть

Конструкторская разработка – это процесс создания нового продукта или устройства, начиная с идеи и заканчивая готовым прототипом.

В этот процесс включены:

- проектирование,
- тестирование,
- моделирование,
- анализ,
- выбор материалов и компонентов,
- создание документации и спецификаций.

Конструкторская разработка может быть применена в различных отраслях, таких как машиностроение, электроника, медицина, авиация и другие. Она требует тщательного планирования, согласования требований с заказчиком, постановки задач и контроля.

Важными этапами конструкторской разработки являются: исследование и анализ рынка, определение потребностей пользователей, создание концепции продукта, проектирование, создание прототипа, тестирование и внесение корректировок.

Конструкторская разработка является ключевым этапом в процессе создания новых продуктов и играет важную роль в инновационном развитии компаний.

3.1 Выбор автомобиля для модернизации

В качестве автомобиля для модернизации выбираем седельный тягач КамАЗ-65225 с техническими характеристиками (рисунок 6). Спецификация на автомобиль представлена в Приложении А (рисунок А.1).

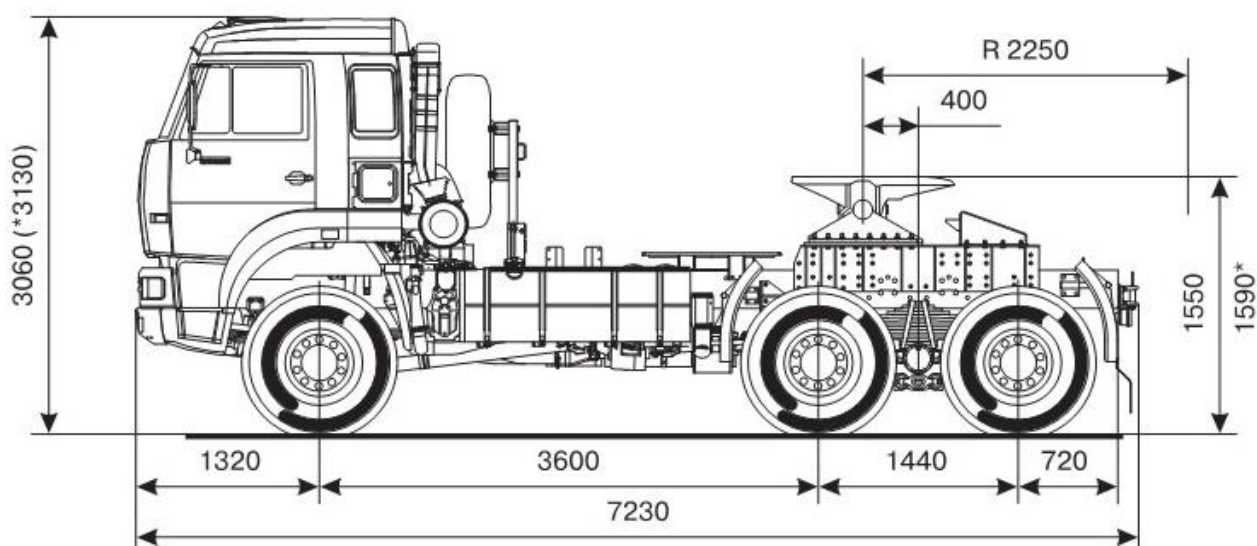


Рисунок 6 – Габаритные размеры автомобиля КамАЗ-65225

«Техническая характеристика:

- а) снаряженная масса, кг 11150;
- б) нагрузка на переднюю ось, кг 5950;
- в) полная масса, кг 28300;
- г) нагрузка на заднюю ось, кг 21400;
- д) полная масса автопоезда, кг 59300;
- е) снаряженная масса кг 5200;
- ж) полная масса, кг 6900;
- з) тип двигателя дизельный
с турбонаддувом, с промежуточным охлаждением наддувочного
воздуха» [6].
- и) «максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.) 265 (360);
- к) максимальный крутящий момент, Н·м (кг·см) 1570 (160);
- л) расположение и число цилиндров V-образное, 8;
- м) рабочий объём, л 11,76;
- н) коробка передач механическая, ZF 16S 151;
- о) передаточные числа на передачах: первая – от 13,80 до 11,54;
вторая – от 9,49 до 7,93; третья – от 6,53 до 5,46; четвертая – от 4,57

до 3,82; пятая – от 3,02 до 2,53; шестая – от 2,08 до 1,74; задний ход – от 12,92 до 10,80» [6].

- п) «тип колес дисковые;
- р) тип шин пневматические, камерные;
- с) размер шин 12.00 R20 (320 R508);
- т) скорость максимальная, км/ч 80;
- у) внешний габаритный радиус поворота, м 11,50» [6].

3.2 Определение места установки тормоза-замедлителя

«Анализ конструктивных особенностей имеющихся в продаже ретардеров, а в частности по месту их расположению, позволил нам без затруднения определиться с его местоположением» [3].

В данной конструкции мы будем использовать вторичный ретардер, то есть он будет установлен после коробки передач.

Со схемой расположения ретардера можно ознакомиться на рисунке 7.

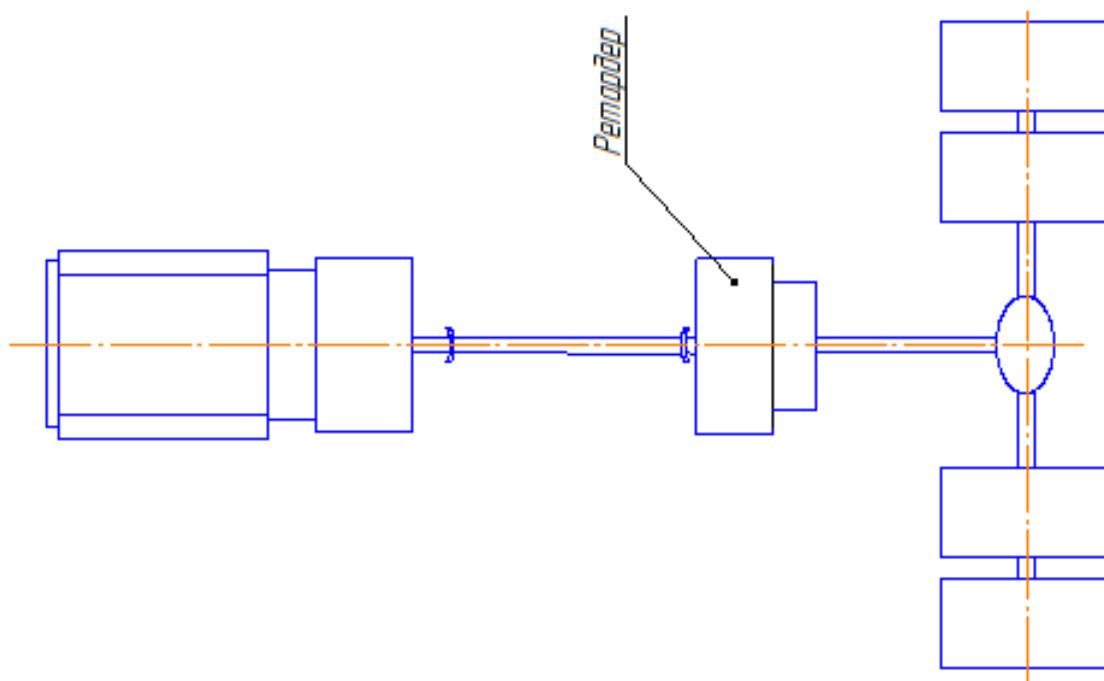
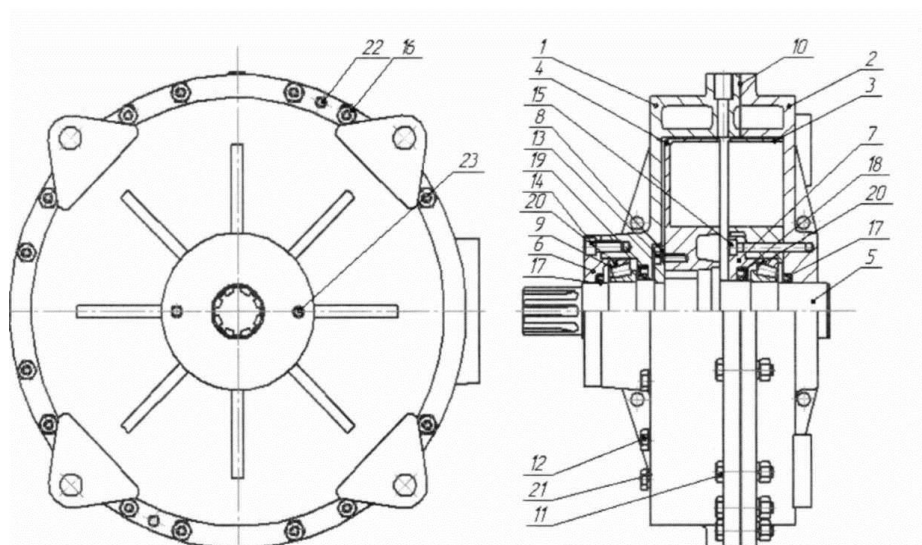


Рисунок 7– Схема расположения ретардера

3.3 Разработка конструкции тормоза-замедлителя

Общий вид тормоза-замедлителя представлен на рисунке 8.



- 1 – корпус левый; 2 – корпус правый; 3 – неподвижное колесо турбины; 4 – подвижное колесо турбины; 5 – вал; 6, 7 – крышка подшипника; 8 – разъемная шайба; 9 – регулировочная прокладка; 10 – специальная регулировочная прокладка; 11, 12 – болты; 13, 14, 15 – винты; 16 – гайка; 17, 18, 19 – манжеты; 20 – подшипник; 21 – шайба; 22, 23 – штифты

Рисунок 8 – Общий вид проектируемого тормоза-замедлителя

«Сборка тормоза-замедлителя осуществляется следующим образом: на валу 5 устанавливается крышка подшипника 7 с манжетой 17, затем устанавливается подшипник 20. Далее на вал 5 монтируется неподвижное колесо турбины 3, затем сборочная единица устанавливается в корпус 2. Неподвижное колесо турбины 3 центрируется двумя штифтами 22 и подшипником 20 и затягивается винтами 14 с моментом затяжки 5-10 Н·м. По шлицам на вал 5 устанавливается подвижное колесо турбины 4, затем устанавливается разъемная шайба 8, которая крепится винтами 13. На корпус 2 устанавливается специальная регулировочная прокладка 10. После этого корпус 1 надевается на вал 5. Корпус 1 и корпус 2 между собой центрируются двумя штифтами 23 и закрепляются болтами 11 и 12. На вал 5 надевается манжета 18 и устанавливается подшипник 20» [3].

Спецификация на тормоз-замедлитель представлена в Приложении А (рисунки А.2, А.3)

3.4 Конструкторский расчёт тормоза-замедлителя

«Расчет производим с принятой скоростью движения автопоезда на спуске 5,56 м/с, при его полной массе 40,0 т, диаметр колеса 1000 мм, передаточное число редуктора 3,73» [5].

Схема для расчета представлена на рисунке 9.

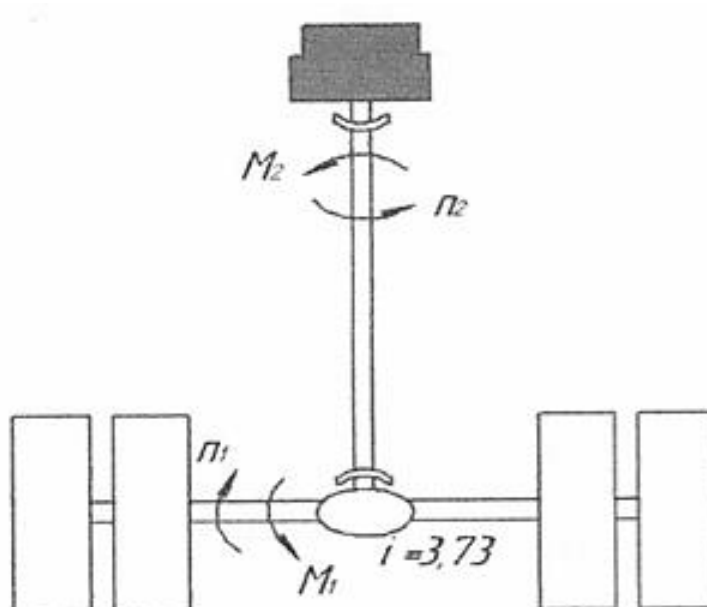


Рисунок 9 – Схема действия сил

«Частота вращения полуоси заднего моста определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{V_1 \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot d_k} \quad [3], \quad (26)$$
$$n_1 = \frac{5,56 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1000} = 106,24 \text{ мин}^{-1}.$$

Частота вращения кардана определяется по формуле:

$$i_{1,2} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (27)$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_{1,2},$$

$$n_2 = 106,24 \cdot 3,73 = 396,28 \text{ мин}^{-1}.$$

«Крутящий момент, действующий на ось заднего моста, определяется по формуле:

$$M_1 = F_K \cdot R_K, \quad (28)$$

$$F_K = G_K \cdot \sin \alpha, \quad (29)$$

где $\sin \alpha$ – максимально допустимые нормы уклонов горных дорог и серпантина в соответствие с СНиП 2.05.02-85 [4], принимается равным 0,1» [8].

$$F_K = 115000 \cdot 0,1 = 115000 \text{ Н},$$

$$M_1 = 115000 \cdot 0,5 = 5750 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Силы, действующие на ось заднего моста представлены на рисунке 10.

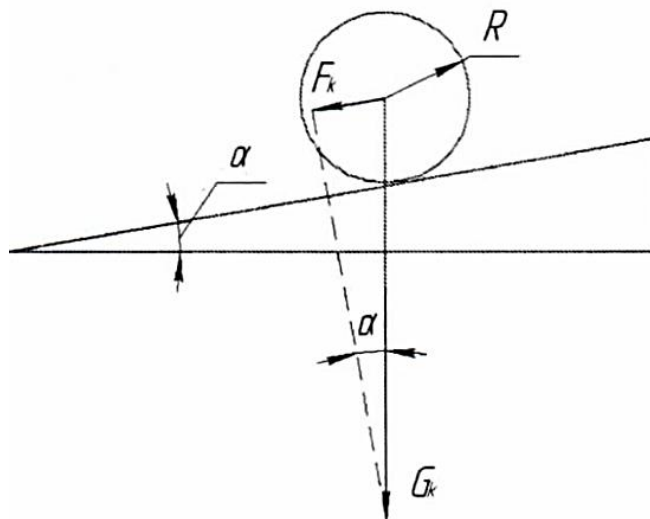


Рисунок 10 – Схема действия сил на ось заднего моста

«Крутящий момент, действующий на карданный вал определяется по формуле:

$$M_2 = \frac{M_1}{i} \gg [3], \quad (30)$$

$$M_2 = \frac{5750}{3,73} = 1541,55 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Диаметр подвижного и неподвижного турбинных колес определяется по формуле:

$$D = \sqrt[5]{\frac{M_2}{\lambda_M \cdot \rho \cdot \left(\frac{\pi \cdot n_2}{30}\right)^2}}, \quad (31)$$

где λ_M – безразмерная характеристика ретардера [11];

ρ – плотность масла ATF GM Dexron II, принимается равной 834 кг/м^3 » [10].

Безразмерная характеристика гидравлического ретардера представлена на рисунке 11.

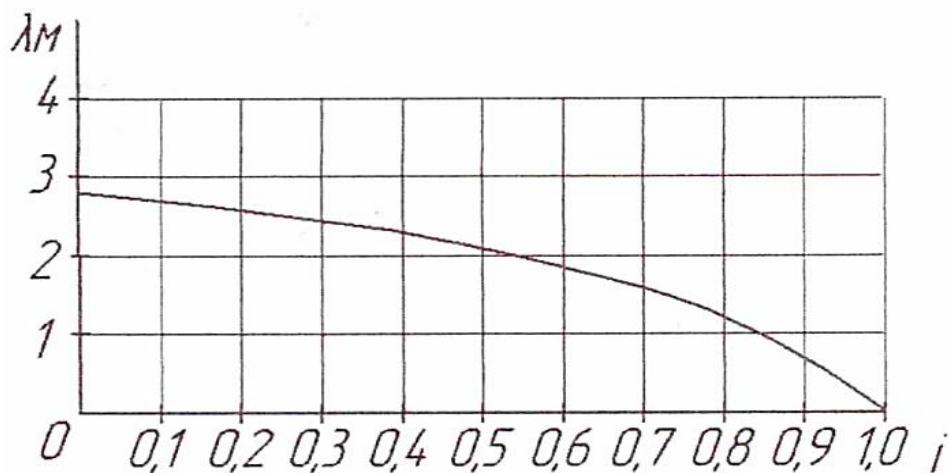


Рисунок 11 – Безразмерная характеристика гидравлического ретардера

$$D = \sqrt[5]{\frac{1541,55}{2,8 \cdot 834 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 396,28}{30}\right)^2}} = 0,292 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр подвижного и неподвижного турбинных колес равным 300 мм.

«Рассчитываем мощность в процессе торможения:

$$N_{\text{торм}} = M_2 \cdot \frac{\pi \cdot n_2}{30} \text{ [3]}, \quad (32)$$

$$N_{\text{торм}} = 1541,55 \cdot \frac{3,14 \cdot 396,28}{30} = 63,9 \text{ кВт.}$$

«Дополнительная нагрузка на систему охлаждения двигателя определяется по формуле:

$$N_{\text{доп.охл}} = \frac{N_{\text{двиг}}}{\eta}, \quad (33)$$

где $N_{\text{двиг}}$ – мощность двигателя автомобиля, для данного тягача КамАЗ принимается равной 265 кВт;

η – коэффициент полезного действия двигателя автомобиля, принимается равным 30%» [17].

$$N_{\text{доп.охл}} = \frac{265}{0,3} = 883,3 \text{ кВт.}$$

Определяем процентное отношение мощности в процессе торможения, полученной в формуле (32) к дополнительной нагрузке на систему охлаждения, полученной в формуле (33):

$$\Delta N_{доп} = \frac{N_{торм}}{N_{доп.охл.}} \cdot 100\%, \quad (34)$$

$$\Delta N_{доп.} = \frac{63,9}{883,3} \cdot 100\% = 7,2\%.$$

«Учитывая незначительный процент дополнительной нагрузки на систему охлаждения автомобиля, установка дополнительного радиатора для охлаждения тормоза-замедлителя не требуется.

Расчёт лопатки турбинного колеса на прочность.

Лопатки изготовлены из сплава АК9, имеющего согласно справочным данным [12] предел прочности равный 157 МПа» [22].

Лопатки турбинного колеса подвержены действию центробежной силы и распределенной по поверхности лопатки силы давления масла (рисунок 12).

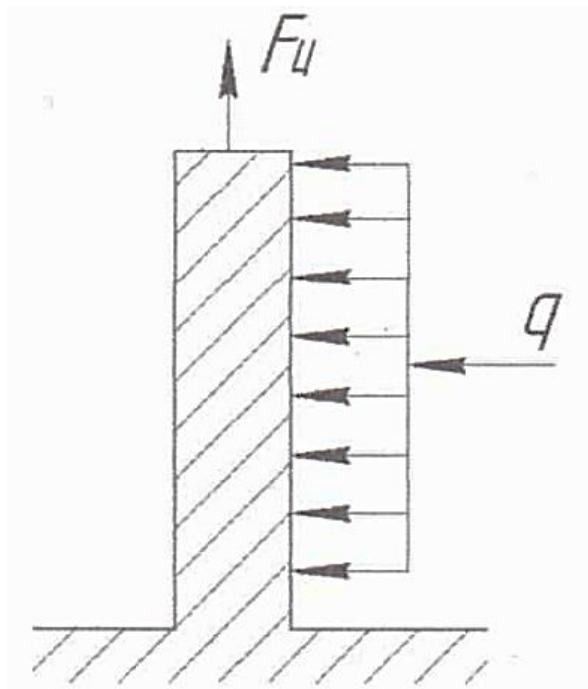


Рисунок 12 – Схема действия сил на лопатку турбинного колеса

Представляем распределенную силу q как сосредоточенную F_M , и прикладываем ее в центр лопатки турбинного колеса (рисунок 13).

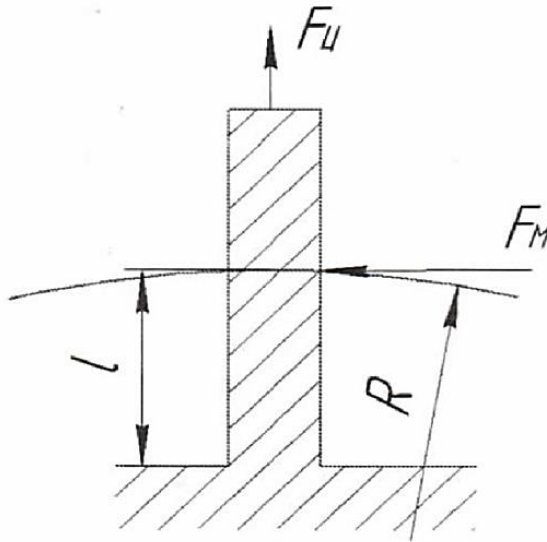


Рисунок 13 – Схема действия сил на лопатку турбинного колеса

«Центробежная сила определяется по формуле:

$$F_n = \frac{m \cdot v^2}{R}, \quad (35)$$

где m – масса лопатки, кг, принимается равной 0,05 кг;

R – расстояние от оси вращения до точки приложения силы, принимается равным 0,11 м;

v – скорость вращения турбинного колеса, м/с.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{60}, \quad (36)$$

где n_2 – частота вращения турбинного колеса, мин⁻¹» [9].

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,22 \cdot 396,28}{60} = 4,56 \text{ м/с,}$$

$$F_n = \frac{0,05 \cdot 4,56^2}{60} = 9,45 \text{ Н.}$$

«Сосредоточенная сила, приложенная к центру лопатки, определяется по формуле:

$$F_M = \frac{M_2}{R \cdot Z}, \quad (37)$$

где Z – число турбинного колеса, принимается равным 30» [9].

$$F_M = \frac{1541,55}{0,11 \cdot 30} = 467,1 \text{ Н.}$$

«Изгибающий момент определяется по формуле:

$$M_u = F_M \cdot l, \quad (38)$$

где l – расстояние от поверхности крепления лопатки турбинного колеса до точки приложения силы, принимается равным 0,037 м» [9].

$$M_u = 467,1 \cdot 0,037 = 17,3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Выполняем построение эпюр силы и изгибающего момента (рисунок 14).

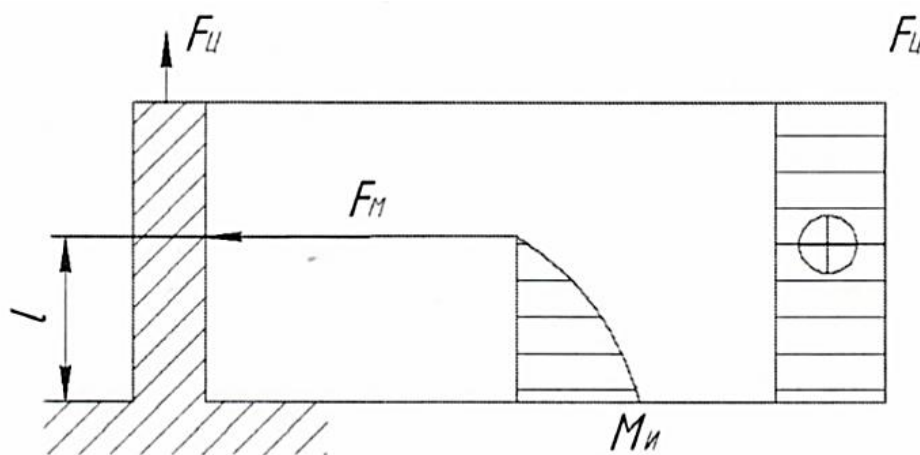


Рисунок 14 – Эпюры момента и центробежной силы

«Находим предел прочности лопатки турбинного колеса по формуле:

$$\sigma = \frac{F_n}{A} + \frac{M_u}{W_x}, \quad (39)$$

где A – площадь сечения лопатки (рисунок 15);

W_x – осевой момент сопротивления» [9].

$$W_x = \frac{b \cdot t^2}{6}. \quad (40)$$

$$A = 0,046 \cdot 0,006 = 2,76 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

$$W_x = \frac{0,046 \cdot 0,006^2}{6} = 2,76 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2,$$

$$\sigma = \frac{9,45}{2,76 \cdot 10^{-4}} + \frac{17,3}{2,76 \cdot 10^{-7}} = 62,7 \text{ МПа.}$$

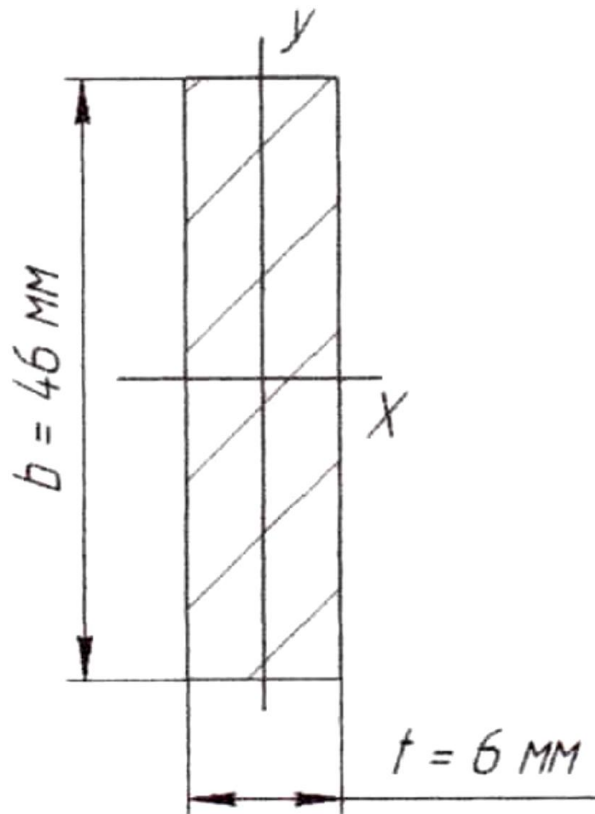


Рисунок 15 – Размеры сечения лопатки турбинного колеса

«Выполняем сравнение допускаемого предела прочности лопатки турбинного колеса с расчетным пределом прочности:

$$[\sigma] \geq \sigma \text{ » [3],} \quad (41)$$

$$[157] \text{ МПа} \geq 62,7 \text{ МПа} \text{ – условие прочности выполняется}$$

Расчёт вала ретардера на прочность.

«При подаче масла в ретардер между вращающимся турбинным колесом и неподвижным турбинным колесом происходит столкновение с лопатками, образуется завихрение жидкости, которое создаёт тормозной момент и осевую силу, стремящуюся раздвинуть турбинные колеса друг от друга. Вследствие завихрения жидкости осевая сила на одном турбинном колесе компенсируется осевой силой на втором, из этого следует, что осевая сила, стремящаяся сдвинуть вал настолько мала, что её не учитываем, следовательно на растяжение вал рассчитывать не нужно» [11].

«Рассчитываем вал на сопротивление кручению:

$$\tau = \frac{M_{\text{торм}}}{W_p} \leq [\tau], \quad (42)$$

где $M_{\text{торм}}$ – тормозной момент на валу 2;

W_p – полярный момент, м^3

$$W_p = 0,2 \cdot d^3, \quad (43)$$

где d – диаметр наименьшей ступени вала, принимается равным 0,048 м» [12].

$$W_p = 0,2 \cdot 0,048^3 = 2,21 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

$$\tau = \frac{1541,55}{2,21 \cdot 10^{-5}} = 69,81 \text{ МПа.}$$

«Рассчитываем допустимые касательные напряжения:

$$[\tau] = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau} \cdot S}, \quad (44)$$

где τ_{-1} – предел выносливости при кручении, МПа.

Предел выносливости при кручении определяется по формуле (45).

$$\tau_{-1} = 0,28 \cdot \sigma_B, \quad (45)$$

где σ_B – допускаемое напряжение, для Стали 40Х принимается равным 980 МПа» [12].

$$\tau_{-1} = 0,28 \cdot 980 = 274,4 \text{ МПа.}$$

$$[\tau] = \frac{274,4}{1,58 \cdot 1,5} = 115,78 \text{ МПа.}$$

$$[\tau] \geq \tau, \quad (46)$$

$$[115,78] > 69,8 \text{ – условие выполняется.}$$

«Расчёт на смятие наружного шлицевого соединения.

Предполагается, что напряжения располагаются равномерно по длине и высоте зуба, поэтому расчет на смятие шлицевого соединения, на которое устанавливается подвижное турбинное колесо, производится упрощенно.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M_2}{d_{cp} \cdot z \cdot h \cdot l \cdot K_3} \leq [\sigma]_{см}, \quad (47)$$

где d_{cp} – средний диаметр, м;

$$d_{cp} = h \cdot z, \quad (48)$$

h – высота зуба шлица, м;

z – число зубьев;

l – рабочая длина зуба, м;

K_3 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между зубьями, принимается равным 0,8;

$[\sigma]_{см}$ – допустимое напряжение на смятие, МПа» [13].

Все геометрические параметры берем с чертежа вала:

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 1541,55}{0,005 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 0,005 \cdot 0,04 \cdot 0,8} = 60,21 \text{ МПа.}$$

Допустимое напряжение на смятие выбираем по таблице [13]:

$$[\sigma]_{см} = 100 \text{ МПа.}$$

«Выполняем сравнение расчетного напряжения на смятие и допустимого:

$$[\sigma]_{см} \geq \sigma_{см} \text{ » [3],} \quad (49)$$

$$[60,2] \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа} \text{ – условие выполняется.}$$

Расчёт на смятие внутреннего шлицевого соединения.

«Предполагаем, что напряжения располагаются равномерно по длине и высоте зуба, поэтому расчет на смятие внутреннего шлицевого соединения, в которое заводится выходной вал из коробки переключения передач, производим упрощенно» [13].

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M_{\max}}{d_{cp} \cdot z \cdot h \cdot l \cdot K_3} \leq [\sigma]_{см} \gg [13], \quad (50)$$

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 2000}{0,003 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 0,003 \cdot 0,046 \cdot 0,8} = 88,71 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение на смятие выбираем по таблице [13]:
 $[\sigma]_{см} = 100 \text{ МПа.}$

Выполняем сравнение расчетного напряжения на смятие и допускаемого по формуле (49):

$$[\sigma]_{см} \geq \sigma_{см},$$

$$[88,7] \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа} \text{ – условие выполняется.}$$

Выводы по разделу.

В работе были проведены расчеты на прочность и жесткость конструкции, а также на нагрузки, которые будут действовать на ретардер в процессе его работы. Были учтены все необходимые параметры, такие как скорость движения автомобиля, вес автомобиля, максимальная нагрузка на ретардер и другие.

После проведения всех необходимых расчетов была разработана конструкция ретардера, учитывающая все технические требования и обеспечивающая его надежную и эффективную работу. Конструкция была подготовлена для изготовления и монтажа на выбранный автомобиль.

Таким образом, в результате работы была разработана конструкция ретардера, отвечающая всем техническим требованиям и обеспечивающая эффективную работу автомобиля с установленным ретардером.

4 Технологический раздел

В процессе сборки автомобилей и тракторов происходит объединение деталей в определенной последовательности для создания узлов, механизмов или готового транспортного средства в соответствии с установленными техническими требованиями. Этот процесс может осуществляться как на заводе, где производятся детали, так и на специализированном сборочном предприятии. В настоящее время в автотракторостроении преобладает первый способ организации производства.

Сборочные работы требуют больше затрат труда по сравнению с литейными, сварочными и другими видами работ. Однако механизация процесса сборки может существенно снизить трудоемкость и является важным резервом для улучшения производства. В автотракторостроении часто используется массовое и крупносерийное производство, что способствует механизации и автоматизации сборочных процессов.

Несмотря на то, что трудоемкость в других цехах снижается быстрее, чем в сборочных, значение сборочных работ остается значительным, порядка 25% от общей трудоемкости.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

При выборе технологического процесса сборки необходимо учитывать следующие факторы:

- требования к качеству продукции: необходимо выбрать технологию, которая обеспечит высокое качество сборки изделий и минимизирует возможность дефектов;
- сроки производства: выбор технологии должен обеспечить выполнение заказов в заданные сроки и обеспечить эффективность процесса сборки;

- себестоимость производства: необходимо выбрать технологию, которая позволит снизить затраты на производство и повысить прибыльность предприятия;
- объем производства: технология должна быть масштабируемой и способной обеспечить производство большого количества изделий;
- технические возможности оборудования: необходимо учитывать наличие необходимого оборудования и его технические характеристики при выборе технологии сборки.

Исходя из вышеперечисленных факторов, выбор технологического процесса сборки должен быть обоснован и основан на комплексном анализе всех аспектов производства.

Таким образом, при выборе технологического процесса необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы, чтобы обеспечить оптимальное производство продукции.

Кроме того, размеры изделия также оказывают влияние на выбор технологического процесса. Производство крупных изделий может потребовать применения кранов и другой тяжелой техники, в то время как для мелких изделий могут применяться автоматизированные линии сборки.

В случае с разработкой конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ, вероятно, спрос будет невелик, поэтому рационально организовать сборку по принципу мелкосерийного производства.

«При этом используется стационарная непоточная сборка с разделением процесса на узловую и общую сборку. Работы выполняются бригадами рабочих, специализирующихся в соответствующих областях сборки.

Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (51)$$

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

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 150 шт.» [12].

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{150} = 828 \text{ ч.}$$

После этапа разработки создаем план технологического процесса сборки, который включает в себя графическое изображение последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта.

«План описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием. Важные компоненты этого плана включают получение материалов, подготовительные операции (например, разметка, нарезка, обработка), сборку изделия из деталей, окончательную обработку (включая шлифовку, полировку, окраску), контроль качества (проверку соответствия требованиям) и упаковку и хранение готового продукта» [12].

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень сборочных работ узловой и общей сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять корпус ретардера правый	0,3
Осмотреть корпус ретардера правый на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии корпуса заданным стандартам	1,5
Установить корпус ретардера правый в приспособление для сборки	0,2
Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3	0,1

Продолжение таблицы 8

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или повреждений	0,3
Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в корпус ретардера правый	1
Взять подшипник 7510А ГОСТ 27365-87	0,1
Осмотреть подшипник 7510А ГОСТ 27365-87 на наличие трещин или повреждений	0,
Установить подшипник 7510А ГОСТ 27365-87 в корпус ретардера правый	1
Взять крышку подшипника	0,1
Осмотреть крышку подшипника на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам	1
Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3	0,1
Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или повреждений	0,3
Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в крышку подшипника	1
Взять винты ГОСТ 11738-84 М10-6g×60.45Н	0,1
Закрутить винты крепления крышки подшипника к корпусу ретардера правому	2
Взять колесо турбинное подвижное	0,1
Осмотреть колесо турбинное подвижное на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии колеса турбинного подвижного заданным стандартам	1
Взять вал	0,1
Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии вала заданным стандартам	1
Установить колесо турбинное подвижное на вал	1
Установить вал в сборе в корпус ретардера правый	1
Взять крышку подшипника	0,1
Осмотреть крышку подшипника на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам	1
Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3	0,1
Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или повреждений	1
Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в крышку подшипника	1

Продолжение таблицы 8

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30	0,1
Установить штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30	1,2
Взять колесо турбинное неподвижное	0,1
Осмотреть колесо турбинное неподвижное на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии колеса турбинного неподвижного заданным стандартам	1
Установить колесо турбинное неподвижное в крышку	1
Установить крышку в колесо турбинное неподвижное	1
Взять винты ГОСТ 11738-84 M10-6g×60.45H	0,1
Закрутить винты ГОСТ 11738-84 M10-6g×60.45H в крышку	2
Взять прокладку	0,1
Установить прокладку на корпус ретардера правый	0,4
Взять штифты ГОСТ 3128-70 10h9×80	0,1
Установить штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30 в корпус ретардера правый	2
Взять корпус ретардера левый	0,1
Осмотреть корпус ретардера левый на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии корпуса заданным стандартам	1
Установить корпус ретардера левый на корпус ретардера правый	1
Взять болты, шайбы, гайки	0,1
Установить болты, шайбы, гайки на корпус и затянуть	2
Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку	15
Итого:	44,8

«Определим общее оперативное время на все виды работ:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (52)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ит}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (53)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается равным 5%» [23].

$$t_{ит}^{общ} = 44,8 + 44,8 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 48,68 \text{ мин.}$$

4.2 Разработка технологического процесса сборки

Составим порядок выполнения технологических операций, укажем используемые приспособления и занесем время, требуемое для выполнения каждой операции, в таблицу 9.

Таблица 9 – Технологический процесс сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
005	Сборочная	1	Взять корпус ретардера правый	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2" DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	29,8
		2	Осмотреть корпус ретардера правый на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии корпуса заданным стандартам		
		3	Установить корпус ретардера правый в приспособление для сборки		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		4	Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3		
		5	Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или повреждений		
		6	Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в корпус ретардера правый		
		7	Взять подшипник 7510А ГОСТ 27365-87		
		8	Осмотреть подшипник 7510А ГОСТ 27365-87 на наличие трещин или повреждений		
		9	Установить подшипник 7510А ГОСТ 27365-87 в корпус ретардера правый		
		10	Взять крышку подшипника		
		11	Осмотреть крышку подшипника на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам		
		12	Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-		
		13	Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		14	Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в крышку подшипника		
		15	Взять винты ГОСТ 11738-84 М10-6g×60.45Н		
		16	Закрутить винты крепления крышки подшипника к корпусу ретардера правому		
		17	Взять колесо турбинное подвижное		
		18	Осмотреть колесо турбинное подвижное на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии колеса турбинного подвижного заданным стандартам		
		18	Взять вал		
		19	Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии вала заданным стандартам		
		20	Установить колесо турбинное подвижное на вал		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		21	Установить вал в сборе в корпус ретардера правый		
		22	Взять крышку подшипника		
		23	Осмотреть крышку подшипника на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии крышки заданным стандартам		
		24	Взять манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3		
		25	Осмотреть манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 на наличие трещин или повреждений		
		26	Установить манжету ГОСТ 8752-79 1.1-48×70-3 в крышку подшипника		
		27	Взять штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30		
		28	Установить штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30		
		29	Взять колесо турбинное неподвижное		
		30	Осмотреть колесо турбинное неподвижное на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии колеса турбинного неподвижного заданным стандартам		
		31	Установить колесо турбинное неподвижное в крышку		
		32	Установить крышку в колесо турбинное неподвижное		
		33	Взять винты ГОСТ 11738-84 М10-6g×60.45Н		
		34	Закрутить винты ГОСТ 11738-84 М10-6g×60.45Н в крышку		
		35	Взять прокладку		
		36	Установить прокладку на корпус ретардера правый		
		37	Взять штифты ГОСТ 3128-70 10h9×80		
		38	Установить штифты ГОСТ 3128-70 10h9×30 в корпус ретардера правый		
		32	Взять корпус ретардера левый		
		33	Осмотреть корпус ретардера левый на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии корпуса заданным стандартам		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		39	Установить корпус ретардера левый на корпус ретардера правый		
		40	Взять болты, шайбы, гайки		
		41	Установить болты, шайбы, гайки на корпус и затянуть		
010	Регулировочная	42	Выполнить регулировку		15

Выводы по разделу.

При выборе технологического процесса для сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ были учтены следующие факторы: сложность конструкции и требования к качеству сборки, наличие необходимого оборудования и инструментов, оптимизация процесса с учетом экономии времени и ресурсов. Трудоемкость сборки была определена на основе анализа каждого этапа технологического процесса, а также учетом времени, необходимого для выполнения каждой операции.

Разработанный технологический процесс сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ включает следующие этапы: подготовка необходимых комплектующих и инструментов; установка дисков и колодок на тормозной механизм, установка тормозного замедлителя на тягач, проведение контроля качества собранной конструкции.

Графическая часть ВКР включает в себя схему технологического процесса с указанием последовательности операций, необходимых инструментов и оборудования, а также контрольных точек. Таким образом, разработанный технологический процесс обеспечивает эффективную и качественную сборку конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

Производственная и экологическая безопасность играют ключевую роль при разработке и реализации любого дипломного проекта.

Ниже перечислены основные меры, которые могут быть применены для обеспечения безопасности производства и окружающей среды в рамках дипломного проекта:

- использование безопасного оборудования и технологий: необходимо убедиться, что все используемые в проекте материалы, оборудование и технологии соответствуют безопасным стандартам и требованиям;
- обучение персонала: все участники проекта должны быть обучены правилам безопасного труда и экологической ответственности;
- соблюдение законов и нормативов: необходимо следить за тем, чтобы все действия в рамках проекта соответствовали законодательству в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- выбор экологически безопасных материалов: при проектировании и изготовлении продукции необходимо отдавать предпочтение материалам, которые меньше вредят окружающей среде;
- ответственная утилизация отходов: необходимо правильно управлять отходами, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

В настоящее время проявляется все больший интерес к человеческим ресурсам, и условия работы на производстве стали более благоприятными и обеспечивают высокие стандарты по охране труда. В перспективе благополучие работников становится источником стабильности, процветания и повышения производительности.

Согласно статистике, затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте в различных странах колеблются от 2,6% до 3,8% от валового национального продукта.

Затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте могут включать в себя следующие расходы:

- медицинские расходы на лечение работников, пострадавших в результате несчастного случая на рабочем месте;
- компенсации и выплаты пострадавшим работникам, включая возмещение утраты заработка и компенсацию за временную нетрудоспособность;
- затраты на профилактику и обучение работников по предотвращению несчастных случаев и профессиональных рисков.
- юридические расходы на расследование и урегулирование случаев несчастных случаев на рабочем месте;
- расходы на страхование ответственности работодателя за несчастные случаи на рабочем месте.

Эффективное управление профессиональными рисками и безопасностью на рабочем месте может помочь снизить затраты на несчастные случаи и повысить производительность и уровень удовлетворенности работников.

5.1 Описание технологического процесса сборки конструкции тормоза-замедлителя с конструктивной и организационно-технической стороны

Для того чтобы тщательно изучить технологический процесс сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ, включая его конструктивные особенности и организационно-технические аспекты, требуется подготовить технологический паспорт (таблица 10).

Технологический паспорт обязателен для многих видов продукции, особенно технически сложных или подлежащих обязательному сертификационному контролю. Он помогает упростить процесс технического управления и обеспечить безопасное использование и обслуживание продукции.

Таблица 10 – Технологический паспорт технологического процесса сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность сотрудника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Сборка конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ	1 Подготовка деталей к сборке. 2 Подборка правого корпуса ретардера. 3 Сборка вала. 4 Установка вала в корпус. 5 Подборка левого корпуса ретардера. 6 Окончательная сборка	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	Солидол «с», графитная смазка, перчатки

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важно проводить анализ идентификации профессиональных рисков для обеспечения безопасности и здоровья работников, а также обеспечения нормального функционирования организации.

Для этого необходимо провести следующие шаги:

- идентификация опасностей: определение всех потенциальных и реальных опасностей, которые могут быть причиной профессиональных рисков. Это может включать физические, химические, биологические, психологические и эргономические опасности;

- оценка риска: определение вероятности возникновения негативных событий, связанных с опасностями, и их потенциальных последствий на здоровье и безопасность работников;
- управление рисками: разработка и внедрение мер по уменьшению и контролю рисков, включая обучение сотрудников, использование персональных защитных средств, технические улучшения, проведение аудитов и так далее;
- мониторинг и анализ: регулярное проведение анализа профессиональных рисков, оценка эффективности принятых мер по управлению рисками и корректировка стратегии при необходимости.

Идентификация профессиональных рисков позволит организации эффективно управлять ими, минимизировать потенциальные угрозы для здоровья и безопасности работников и обеспечить бесперебойное функционирование

Таблица 11 содержит результаты идентификации профессиональных рисков сборки конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ.

Таблица 11 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка деталей к сборке. 2 Подсборка правого корпуса ретардера. 3 Сборка вала. 4 Установка вала в корпус. 5 Подсборка левого корпуса ретардера. 6 Окончательная сборка	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля	Элементы конструкции рабочего оборудования
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [7]. Различные химические средства для очистки и обработки автомобилей
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент

Продолжение таблицы 11

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
	Возможность поражения электрическим током	«Электроинструмент» [7]
	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [16].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7].
	«Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию» [7].	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Факторы, противодействующие производственному риску и повышающие безопасность труда:

- совершенная организация охраны труда;
- высокий профессиональный уровень персонала предприятия, соответствие профессиональных качеств выполняемым трудовым обязанностям;
- высокая дисциплинированность, ответственность, соответствие личностных, психофизиологических, идеологических качеств характеру выполняемых работ;
- соответствие условий труда нормативным требованиям;

- соответствие технических средств (машины, механизмы, оборудование, оснастка, инструмент и другое), инженерных сооружений и СИЗ требованиям безопасности.

Для более глубокого понимания рабочих процессов и принятия обоснованных решений необходимо проводить обучение персонала. Правильное планирование рабочих задач способствует снижению рисков и уменьшает вероятность возникновения проблем в рабочей сфере.

Использование защитной экипировки и оборудования, особенно в определенных профессиях, является обязательным для снижения рисков. Например, использование шлемов и защитных очков на строительных площадках.

Регулярные проверки оборудования и проведение технического обслуживания помогают выявить и устранить потенциальные проблемы до их возникновения.

Для решения выявленных проблем следует использовать методы и средства, соответствующие нормативным требованиям, а также принимать меры, направленные на снижение профессиональных рисков, как указано в соответствующей таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях рабочего оборудования»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия:	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – «обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015» [20]. 	
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> – проведение аудиометрического исследования сотрудников, работающих в условиях повышенного шума, для раннего выявления проблем со слухом; – обучение сотрудников правильным методам защиты от шума, включая использование наушников или берушей. – регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы предотвратить его излишний шум; – организация периодических перерывов для отдыха от шумного окружения и возможность работать в тишине; – проведение обучающих программ по управлению стрессом и релаксации для сотрудников, работающих в условиях повышенного шума; – внедрение технологий снижения шума на производстве, таких как звукопоглощающие материалы или звукопоглощающие экраны. 	«Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [20].
Возможность поражения электрическим током	<ul style="list-style-type: none"> – обучение сотрудников правилам безопасности при работе с электричеством. Включает в себя обучение о том, как правильно обращаться с электрическими приборами, как избегать контакта с 	«Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [15].

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>обнаженными проводами и как правильно использовать средства защиты;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение регулярных инструктажей и тренировок по безопасной работе с электричеством. Это поможет сотрудникам освежить знания и навыки, а также позволит им узнать о последних изменениях в правилах безопасности; – установка специального оборудования и средств защиты на рабочих местах. Это могут быть изоляционные материалы, предохранители, заземляющие устройства и другие средства, которые помогут предотвратить поражение электрическим током; – проведение регулярной проверки электрооборудования и проводов на предмет повреждений и износа. Это позволит выявить потенциально опасные ситуации и предотвратить аварии; – организация системы контроля за соблюдением правил безопасности при работе с электричеством. Это может включать в себя проведение аудитов, проверок и инспекций, а также наказание за нарушения правил; – проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников, работающих с электричеством. Это позволит выявить возможные заболевания или состояния, которые могут увеличить риск поражения электрическим током; – создание системы экстренной помощи и обучение 	

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	сотрудников оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Это поможет быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать возможные последствия.	
Отсутствие или недостаток естественного света	<ul style="list-style-type: none"> – организация рабочих мест таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение. Размещение рабочих столов и рабочих зон у окон или вблизи них; – установка специальных светопрозрачных перегородок или стен, которые позволяют естественному свету проникать внутрь помещения. 	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 оснащённости средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7]. 	–
Монотонность труда	– обучение и развитие сотрудников: организация тренингов, семинаров, курсов повышения квалификации помогут работникам развивать свои навыки и умения, что сделает их работу более интересной и	–

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>разнообразной;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ротация рабочих мест: периодическое изменение рабочих обязанностей и рабочих мест поможет работникам избежать монотонности и рутины, а также приобрести новый опыт и знания. – внедрение новых технологий и методов работы: использование современных технологий и инструментов поможет сотрудникам выполнять свою работу более эффективно и интересно; – организация командных проектов и задач: работа в команде над общим проектом или задачей способствует разнообразию и дает возможность общения и взаимодействия с коллегами; – проведение корпоративных мероприятий и мероприятий по «team building»: организация различных мероприятий, таких как выездные тренинги, корпоративные вечеринки, спортивные соревнования и так далее, поможет работникам расслабиться, отдохнуть и наладить отношения с коллегами; – поддержка и стимулирование саморазвития: компания может предоставлять сотрудникам доступ к литературе, курсам и тренингам по саморазвитию и личностному росту, что поможет им расширить свои горизонты и избежать монотонности в работе. 	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – документ, в котором излагаются все аспекты процедур предотвращения пожара, процедур эвакуации и политики

реагирования на пожар. Он включает планы действий в чрезвычайных ситуациях и процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации, которые необходимо соблюдать в случае пожара.

План пожарной безопасности содержит рекомендации, позволяющие всем на рабочем месте знать, что делать, чтобы свести к минимуму ущерб, причиненный пожаром. Это важный документ, необходимый для любого здания, содержащий важную информацию о том, как бороться с пожаром.

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 13).

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Агрегатное отделение	Технологическое оборудование, применяемое в агрегатном отделении	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» [7].

«В статье 42 Федерального закона 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, защиты органов дыхания;

– ручной, механизированный инструмент» [16].

«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 – 1 шт.;
- 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» [16].

Разработка планов действий для соблюдения требований пожарной безопасности является необходимой процедурой, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества в случае возникновения пожара. В таких планах должны быть определены конкретные шаги и процедуры, которые необходимо выполнить в случае пожара, а также ответственные лица и их обязанности.

Планы действий должны включать такие меры, как эвакуация людей, использование пожаротушения, вызов пожарной службы, обучение персонала и проведение учебных тренировок. Кроме того, важно регулярно проверять и обновлять планы действий, чтобы они были актуальными и эффективными.

Соблюдение требований пожарной безопасности и разработка соответствующих планов действий помогут предотвратить возникновение

пожаров, а в случае их возникновения минимизировать ущерб и обеспечить безопасность всех присутствующих.

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при сборке конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ и заносим мероприятия по пожарной безопасности в таблицу 14.

Таблица 14 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ

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» [15]
«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» [20]
«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» [15]
«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» [15].
«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» [16]
«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» [7]

Все работодатели также должны:

- контролировать накопление легковоспламеняющихся и горючих отходов;

- включать санитарные процедуры в план противопожарной защиты;
- информировать сотрудников об опасностях материалов и процессов, которым они подвергаются;
- пересмотреть с каждым новым сотрудником те части плана противопожарной защиты, которые сотрудник должен знать, чтобы защититься в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- регулярно и надлежащим образом обслуживать оборудование или системы, установленные на тепловыделяющем оборудовании, чтобы предотвратить случайное возгорание горючих материалов.

5.5 Обеспечение экологической безопасности процесса

Экологическая безопасность, часто используемая как синоним защиты окружающей среды, относится к практике защиты мира природы и ее ресурсов от вреда, деградации или загрязнения. Она охватывает различные аспекты человеческой деятельности, влияющие на окружающую среду, и направлена на смягчение этих последствий для благополучия нынешнего и будущих поколений.

Необходимость экологической безопасности невозможно переоценить, так как она имеет решающее значение для сохранения экосистем, здоровья живых организмов и устойчивости планеты. Более того, она играет ключевую роль в обеспечении доступности природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Внедрение устойчивых практик предполагает сокращение отходов, сохранение ресурсов и минимизацию углеродного следа. Предприятия и частные лица могут применять устойчивые методы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду.

Поддержание чистоты воздуха имеет важное значение для экологической безопасности. Усилия по контролю загрязнения воздуха

включают стандарты выбросов, продвижение чистых источников энергии и сокращение промышленных выбросов.

Вода – ограниченный ресурс, и ее сохранение имеет решающее значение для экологической безопасности. Внедрение методов водосбережения дома, в сельском хозяйстве и промышленности может помочь сохранить этот драгоценный ресурс.

Сокращение отходов и переработка материалов являются эффективными способами повышения экологической безопасности. Эти методы уменьшают нагрузку на свалки и уменьшают потребность в сырье.

Биоразнообразие имеет важное значение для сбалансированной экосистемы. Усилия по сохранению включают защиту исчезающих видов, сохранение естественной среды обитания и содействие устойчивому землепользованию.

Повышение энергоэффективности имеет жизненно важное значение для сокращения выбросов парниковых газов. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий – шаги к экологической безопасности.

Транспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Варианты экологически чистого транспорта, такие как электромобили и общественный транспорт, могут снизить воздействие транспорта на окружающую среду.

Многие предприятия сейчас переходят на корпоративную социальную ответственность, осознавая свою ответственность перед окружающей средой, тем самым сокращая выбросы и продвигая устойчивые методы работы.

Частные лица могут внести свой вклад в экологическую безопасность. Простые действия, такие как сокращение потребления воды и энергии, поддержка экологически чистых продуктов и участие в общественных мероприятиях по уборке, – все это способствует более чистой планете.

Будущее экологической безопасности – за инновациями и коллективными усилиями. Достижения в области технологий и растущее

осознание экологических проблем обещают сделать мир более зеленым и безопасным.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при сборке тормоза и сведем их в таблицу 15.

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

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка конструкции тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

Выводы по разделу.

В разделе, посвященном производственной и экологической безопасности проекта были проведены анализ рисков и разработаны мероприятия по обеспечению безопасности труда на производстве, включая обучение персонала, использование специальной защитной одежды и средств индивидуальной защиты, а также контроль за соблюдением техники безопасности.

Для обеспечения экологической безопасности были разработаны мероприятия по утилизации отходов производства, контролю выбросов вредных веществ в атмосферу, а также использованию экологически чистых материалов и технологий.

Все эти мероприятия позволят обеспечить безопасность производства и экологическую чистоту при сборке конструкции.

6 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта определяется как способность проекта приносить прибыль или экономическую выгоду в сравнении с затратами, вложенными в него. Для оценки экономической эффективности проекта обычно используются различные показатели, такие как инвестиционная привлекательность, внутренняя норма доходности (IRR), чистая приведенная стоимость (NPV) и другие.

Для того чтобы проект был экономически эффективным, необходимо соблюдать баланс между затратами и ожидаемой прибылью, а также учитывать риски и неопределенность, которые могут повлиять на результаты проекта. Также важно проводить регулярный мониторинг и оценку экономической эффективности проекта на протяжении всего его жизненного цикла. В целом, экономическая эффективность проекта является ключевым критерием успеха и позволяет оценить целесообразность его реализации и вложения ресурсов в него.

«Рассчитаем затраты на изготовление тормоза-замедлителя для седельного тягача КАМАЗ по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{сб.н}} + C_{\text{о.н}}, \quad (54)$$

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

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

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

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [27]

«Рассчитываем стоимость изготовления корпусных деталей по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (55)$$

где Q_k – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

C_k – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [27].

В таблице 16 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 16 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Наименование детали	Марка металла	Масса материала заготовки, кг.	Масса детали, кг.	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рамка для фиксации тормоза-замедлителя (труба: 40×60)	Ст3сп1 ГОСТ 535-2005	7,0	6,50	110,0	770,0
Итого:	–	–	–	–	770,0

«Рассчитываем затраты на изготовление оригинальных деталей по формуле:

$$C_{o.d} = C_{прн} \cdot C_M, \quad (56)$$

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.

$$C_{прн} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (57)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, чел.-ч.;

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

Тарифную ставку считаем из расчёта минимального размера заработной платы, которая составляет 19292 р. в соответствии с законом № 82-ФЗ.

Принимаем тарифную ставку из учета минимальной заработной платы для первого разряда: $19292/(7 \cdot 21) = 87,02$ 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. Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $87,02 \cdot 1,42 = 123,56$ р./ч.;

k_i – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, 1,025...1,03» [27].

В таблице 17 представлена средняя трудоёмкость на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 17 – Средняя трудоёмкость на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Марка металла	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Трудоёмкость изготовления одной единицы, чел.-ч.	Суммарная трудоёмкость изготовления, чел.-ч.
Вал	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	1	5,50	1,50	1,5
Крышка	Сталь 40Х ГОСТ 1050-88	2	2,0	1,0	2,0
Корпус ретардера правый	Сплав АК8л ГОСТ15833-93	1	2,60	2,0	2,0
Корпус ретардера правый	Сплав АК8л ГОСТ15833-93	1	2,60	2,0	2,0
Колесо турбинное	Сплав АК9 ГОСТ1583-93	2	5,0	3,0	3,0
Полукольцо	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	2	0,5	0,50	1,0
Прокладка	Картон	4	0,10	0,10	0,40
Итого:	–	–	–	–	11,90

$$C_{ПРН} = 11,9 \cdot 123,56 \cdot 1,03 = 661,39 \text{ р.}$$

«Расчитываем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{Д} = \frac{(5...12) \cdot C_{ПРН}}{100} \gg [22], \quad (58)$$

$$C_{Д} = \frac{10 \cdot 661,39}{100} = 66,14 \text{ р.}$$

«Рассчитываем начисления на заработную плату по формуле:

$$C_{СОЦ} = \frac{30 \cdot (C_{ПРН} + C_{Д})}{100} \gg [22], \quad (59)$$

$$C_{СОЦ} = \frac{30 \cdot (661,39 + 66,14)}{100} = 218,26 \text{ р.},$$

$$C_{ОСН} = 661,39 + 66,14 + 218,26 = 945,79 \text{ р.}$$

В таблице 18 приведена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 18 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	661,39
Дополнительная заработная плата	66,14
Начисления на заработную плату	218,26
Итого:	945,79

«Рассчитываем стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей по формуле:

$$C_{М} = Ц \cdot Q_3, \quad (60)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [27].

В таблице 19 представлена стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 19 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Марка металла	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Вал	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	1	5,50	155,0	852,50
Крышка	Сталь 40Х ГОСТ 1050-88	2	2,0	155,0	310,0
Корпус ретардера правый	Сплав АК8л ГОСТ15833-93	1	2,60	165,0	429,0
Корпус ретардера правый	Сплав АК8л ГОСТ15833-93	1	2,60	165,0	429,0
Колесо турбинное	Сплав АК9 ГОСТ1583-93	2	5,0	165,0	825,0
Полукольцо	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	2	0,5	155,0	77,50
Прокладка	Картон	4	0,10	10,0	1,0
Итого:	–	–	–	–	2924,0

$$C_M = 155 \cdot 5,5 + 155 \cdot 2 + 165 \cdot 2,6 + 165 \cdot 2,6 + 165 \cdot 5 + 155 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,1 = 2924 \text{ р.},$$

$$C_{o.d} = 661,39 + 66,14 + 218,26 + 2924 = 3869,79 \text{ р.}$$

Сводим затраты на изготовление оригинальных деталей в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	661,39
Дополнительная заработная плата	66,14
Начисления на заработную плату	218,26
Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей	2924,0
Итого:	3869,79

«Рассчитываем полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке по формуле:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (61)$$

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

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

$C_{соц.сб}$ – отчисления соцстраху рабочих, р.» [27].

«Рассчитываем основную заработную плату рабочих, занятых на сборке по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_q \cdot k_t, \quad (62)$$

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

$$T_{CB} = k_c \cdot \sum t_{c.б}, \quad (63)$$

где $t_{c.б}$ – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч., по справочным данным принимаем равным 7,95 чел.-ч.

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, принимаем равным 1,25» [27].

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 7,9 = 9,94 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

$$C_{CB} = 9,94 \cdot 53,96 \cdot 1,03 = 552,45 \text{ р.},$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 552,45 = 55,25 \text{ р.},$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (552,45 + 55,25) = 182,31 \text{ р.}$$

$$C_{сб.л} = 552,45 + 55,25 + 182,31 = 790,01 \text{ р.}$$

В таблице 21 представлен расчет полной заработной платы производственных рабочих занятых на сборке.

Таблица 21 – Полная заработная плата производственных рабочих

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата рабочих	552,45
Дополнительная заработная плата рабочих	55,25
Отчисления соцстраху	182,31
Итого:	790,01

«Рассчитываем общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции по формуле (61):

$$C_{OH} = \frac{C'_{IP} \cdot R_{OH}}{100}, \quad (64)$$

где C'_{IP} – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении аппарата, р.;

R_{OH} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [27].

$$C'_{IP} = C_{IP} + C_{СБ.П}, \quad (65)$$

$$C'_{IP} = 661,39 + 66,14 + 552,45 + 55,25 = 1335,23 \text{ р.},$$

$$C_{OH} = \frac{1335,23 \cdot 15}{100} = 200,28 \text{ р.}$$

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов (подшипники, гайки, болты) представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Наименование материала	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Подшипники конические	шт.	2	125,0	250,0
Манжета	шт.	4	65,0	260,0
Болт	шт.	36	2,5	90,0
Шайба	шт.	14	1,5	21,0
Гайка	шт.	14	2,0	28,0
Штифт	шт.	4	6,0	24,0
Итого:	–	–	–	673,0

$$C_{п.д} = 1250 + 260 + 90 + 21 + 28 + 24 = 673 \text{ р.}$$

Сравнение будем вести с вторичным ретардером, который устанавливается на грузовые автомобили MAN.

Далее рассчитываем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости конструкторской разработки.

Рассчитываем затраты на изготовление конструкции:

$$C_{кон} = 770 + 3869,79 + 790,01 + 200,28 + 673 = 6303,08 \text{ р.}$$

Сводим затраты на изготовление конструкторской разработки тормоза-замедлителя в таблицу 23.

Таблица 23 – Затраты на изготовление конструкторской разработки тормоза-замедлителя

Обозначение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	770,0
Стоимость оригинальных деталей	3869,79
Общая заработная плата на сборку	790,01
Общепроизводственные накладные расходы	200,28
Стоимость покупных изделий	673,0
Итого:	6303,08

Стоимость проектируемого тормоза-замедлителя с учётом установки на автомобиль составит: $6303,08 \cdot 1,125 = 7090,97 \text{ р.}$

Итак, производим сравнение нашей конструкции вторичного ретардера стоимостью с установкой 7090,97 р. со вторичным ретардером автомобиля MAN стоимостью с установкой $7090,97 \cdot 1,125 = 7977,34 \text{ р.}$

«Рассчитываем годовую экономию от снижения себестоимости при внедрении конструкции по формуле (63):

$$\mathcal{E}_T = (T_C - T_H) \cdot 12 \cdot C_q + \mathcal{E}_K, \quad (66)$$

где T_C – среднемесячная трудоемкость при старой технологии, чел.-ч;

- T_H – среднемесячная трудоемкость при новой технологии, чел.-ч;
 \mathcal{E}_K – экономия денежных средств при использовании конструкции;
 12 – количество месяцев в году;
 C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по 4-му разряду» [27].

Экономия денежных средств достигается за счёт снижения среднемесячной трудоёмкости при применении новой технологии и как следствие снижение трудоёмкости приводит к экономии денежных средств.

$$\mathcal{E}_Г = (22,84 - 21,84) \cdot 12 \cdot 123,56 + (12456 - 7977,34) = 5126 \text{ р.}$$

Рассчитываем срок окупаемости по формуле:

$$O_{OK} = \frac{C_{KON}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (67)$$

$$O_{OK} = \frac{7977,34}{5126,18} = 1,56 \text{ года.}$$

Рассчитываем годовой экономический эффект от внедрения конструкции по формуле:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{KON}, \quad (68)$$

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = 5126 - 0,15 \cdot 7977,34 = 3929,58 \text{ р.}$$

Все полученные результаты сводим в таблицу 24.

Таблица 24 – Результаты расчета

Показатель	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	руб.	12456,0	7977,34
Трудоёмкость при использовании конструкции	чел.-ч.	22,84	21,84

Продолжение таблицы 24

Показатель	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Годовая экономия от снижения при внедрении конструкции	руб.	–	5126,18
Годовой экономический эффект	руб.	–	3929,58
Срок окупаемости	год.	–	1,56

Выводы по разделу.

Анализируя расчеты, проведенные в данном разделе делаем вывод, что годовая экономия достигаемая за счёт снижения трудоёмкости на поставленные работы и за счёт меньшей стоимости разработанной конструкции вторичного ретардера составляет 5126,18 р.,

Срок окупаемости в 1,56 года также говорит о том, что вложенные средства быстро окупятся и дальнейшая эксплуатация будет приносить прибыль.

Таким образом, внедрение новой конструкции вторичного ретардера является экономически целесообразным решением и позволит компании сэкономить значительные средства на производстве. Важно также отметить, что улучшение процесса производства и снижение трудозатрат могут повысить эффективность работы сотрудников и улучшить качество выпускаемой продукции.

Заключение

Дипломный проект выполнен на тему: «Повышение эффективности тормозной системы грузового автомобиля КамАЗ путем разработки тормоза-замедлителя». В начале исследований была поставлена цель – разработать тормоз-замедлитель (вторичный ретардер, который устанавливается после КПП).

В результате выполнения работы было реализовано следующее:

- выполнен обзор существующих конструкций ретардеров и компоновочных схем их размещения на автомобиле, оценены достоинства и недостатки каждой из них;
- выбран автомобиль КамАЗ для модернизации тормозной системы;
- проведен тягово-динамический расчет автомобиля с построением соответствующих графиков (внешняя скоростная характеристика, тяговых качеств, ускорения, пути и времени разгона);
- разработана структурная схема проектируемого ретардера;
- произведены основные расчёты проектируемой схемы;
- разработаны сборочный чертёж проектируемой конструкции;
- разработаны мероприятия БЖД;
- рассчитаны технико-экономические показатели проекта;
- сделаны выводы и предложения.

Годовая экономия конструкторской разработки тормоза-замедлителя составляет 5126,18 р., экономия достигается за счёт снижения стоимости конструкции и за счёт снижения трудоёмкости с 2,0 чел.·ч. до 1,0 чел.·ч. Стоимость разработки составила 7977,34 р., стоимость аналога – 12456,0 р. Срок окупаемости капитальных вложений 1,56 года. Срок окупаемости относительно невелик.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аринин И. Н. и др.. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. – Ф.: «Кыргызстан», 1978. – 164 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С, Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы, учебник для вузов, 1982, 280с.
3. Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
4. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: Учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 240 с.
5. Гавриленко Г.А.; Рымаренко Л.И. Гидродинамические передачи - М: Машиностроение, 1998, 346 с.
6. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
7. Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.
8. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
9. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М.Н. Ерохина. - М.: КолосС, 2004.-462 с: ил.
10. Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник / М. В. Буторина [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2004. - 518 с.
11. Колосков М.М., Долбенко Ю.В. Марочник сталей и сплавов. - М.: Машиностроение, 2004. - 672 с.

12. Краткий автомобильный справочник./НИИАТ. М. Транспорт, 1988 – 224 с.
13. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
14. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
15. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП-01-91). – М.: Минавтотранс РСФСР, 1991. – 105 с.
16. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта/М-во автомоб. трансп. РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
17. Проектирование и расчёт подъёмно-транспортных машин общего назначения. Под ред. М.Н. Ерохина и А.В. Карпа.- М.: Колос, 1999.- 288с.
18. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Рулевое управление/Пер. с нем. В.Н. Пальянова; Под ред. А. А. Гальбрейха.- М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
19. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – Ростов., 2004. – 448с.
20. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : Учеб. пособие / В. И. Сметанин. - Москва : КолосС, 2003. - 230 с.
21. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-56 с.
22. Справочник автомобилиста. Учебник для студ. учреждений проф. образования. - М.: Издательский центр “Академия”, 2004. - 480с.
23. Теория автомобиля и автомобильного двигателя: М.Д. Артомонов, В.В. Илларионов, М.М. Морин. М., Машиностроение, 1968 – 283 с.

24. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Кузнецова Е.С. – М.: Наука, 2004 – 535с.
25. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. М.: Машгиз, 1963 – 263 с.
26. Черемисинов В.И. Расчет деталей машин. - Киров: РИО ВГСХА, 2001.-233 с.
27. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, 1950 – 384 с.
28. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.
29. Щинов П.Е. Проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – 4-е изд., переработанное и дополненное. – Киров: Вятская ГСХА, 2011. – 83 с.
30. Экология транспорта : учебник. / Е.И.Павлова. - М. : Высш. шк., 2010. - 366, [2] с.
31. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 p.
32. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.
33. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.
34. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
35. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<i>Документация</i>		
	A4			24.ДП.01.194.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1			24.ДП.01.194.6100.000.ВО	Чертеж общего вида	1	
Стрел. №					<i>Заимствованные изделия</i>		
			1		Автомобиль КАМАЗ	1	
					<i>Покупные изделия</i>		
			2		Болт ГОСТ 15589-70 M20x1,5-35	4	
			3		Шайба ГОСТ 6402 20.65Г	4	
			4		Гайка ГОСТ 15526-70 M20x1,5	4	
Инд. № дробл.					<i>Вновь разработанные изделия</i>		
	A1		5	24.ДП.01.194.6100.000.СБ	Тормоз-замедлитель	2	
			6	24.ДП.01.194.6106.000.СБ	Вал карданный	1	
				24.ДП.01.194.6100.000			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инд. № подл.	Разраб.		Ерофеев А.О.			Лист	Листов
	Проб.		Угарова Л.А.			1	1
	Н.контр.		Угарова Л.А.			ТГУ, АТс-1901Б	
	Утв.		Байраковский А.В.				
Вид общий седельного тягача КАМАЗ							
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>	

Рисунок А.1 – Спецификация на вид общий седельного тягача КАМАЗ

Продолжение Приложения А

Фирма/Зона/Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
					Изм.	Лист
		<u>Документация</u>				
A1	24.ДП.01.194.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	1			
		<u>Детали</u>				
A1	1 24.ДП.01.194.6100.001	Корпус ретардера левый	1			
A3	2 24.ДП.01.194.6100.002	Корпус ретардера правый	1			
A3	3 24.ДП.01.194.6100.003	Колесо турбинное неподвижное	1			
A3	4 24.ДП.01.194.6100.004	Колесо турбинное подвижное	1			
	5 24.ДП.01.194.6100.005	Вал	1			
	6 24.ДП.01.194.6100.006	Крышка подшипника	1			
A3	7 24.ДП.01.194.6100.007	Крышка подшипника	1			
	8 24.ДП.01.194.6100.008	Шайба разъемная	1			
	9 24.ДП.01.194.6100.009	Прокладка регулировочная				
		специальная	3			
	10 24.ДП.01.194.6100.010	Прокладка специальная	1			
		<u>Стандартные изделия</u>				
	11	Болт М10-6дх4.58 ГОСТ 155 89-70	18			
	12	Болт М10-6дх110.109 ГОСТ 7798-70	12			
		Винты ГОСТ 11738-84				
	13	М6-6дх20.14Н	6			
	14	М10-6дх30.14Н	8			
	15	М10-6дх60.45Н	8			
24.ДП.01.194.6100.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Ерофеев А.О.			Лит.	Лист
Проб.		Угарова Л.А.			Д	1
Н.контр.		Угарова Л.А.			Листов	
Утв.		Байраковский А.В.			2	
Тормоз-замедлитель					ТГУ, АТс-1901б	
Копировал					Формат А4	

Рисунок А.2 – Спецификация на тормоз-замедлитель

