

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 кафедры)

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 стенда для испытания и обкатки коробок передач
грузовых автомобилей КамАЗ

Обучающийся

А.С. Юрченко

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

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

Консультанты

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

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 80 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 выполнена классификация современных механических коробок, рассмотрены основные модификации коробок переменных передач КамАЗ.

Во втором разделе сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска. Объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

В третьем разделе составлены технические задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены расчеты приводного электродвигателя, маховой массы нагрузочного устройства.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.

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

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны.

Abstract

The topic of the given graduation work is: «The design development of the stand for testing and running-in the gearboxes of «KamAZ» trucks».

The aim of the project is to develop the construction of the stand for testing and running-in the gearboxes of «KamAZ» trucks.

The graduation work may be divided into several logically connected parts: an introduction, six general parts, a conclusion, a list of 35 references, appendices and a graphic part.

This study examines the classification of the modern mechanical gearboxes and the main modifications of «KamAZ» gearboxes.

The work touches upon the comparison of the essential features of the designed stand with analogues from the patent search to determine the compliance of the developed stand with the criteria of patentability. After analyzing the selected analogues, we come to the conclusion that developed stand doesn't have the patentability criteria.

We also prepare the terms of reference and technical proposal for the design development of the stand for testing and running-in the gearboxes of «KamAZ» trucks, make the calculations of the drive electric motor, and flywheel mass of the loading device.

We outline the technological process for assembling the considered stand.

The issues of the safety and sustainability of the stand are highlighted in the project's general part.

In the last part the readers' attention is drawn to the economic efficiency calculation of the stand for testing and running-in the gearboxes of «KamAZ» trucks.

Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса	9
1.1 Классификации современных механических коробок.....	10
1.2 Модификации коробок переменных передач КамАЗ.....	12
2 Патентный анализ аналогов	15
2.1 Описание объекта исследования	15
2.2 Формирование программы исследования	16
2.3 Определение стран проверки.....	16
2.4 Определение категории объекта.....	16
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию	16
2.6 Установление глубины патентного поиска	16
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска.....	23
3 Конструкторская часть	25
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.....	25
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	29
3.3 Расчет конструкции стенда	34
4 Технологический раздел.....	40
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	40
4.2 Определение трудоемкости сборки.....	43
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.....	43
5 Безопасность и экологичность технического объекта	49
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	52
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	52

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	54
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	59
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	61
6 Экономическая эффективность проекта	63
Заключение	71
Список используемой литературы и используемых источников	72
Приложение А. Спецификация	78

Введение

Автомобиль в процессе его изготовления на заводе-изготовителе является изделием основного производства, так как предназначен для реализации. Как продукт автомобильной промышленности он является также изделием требуемого функционального назначения, современного конструктивного исполнения и определенного уровня технологичности.

Функциональная завершенность изделия по назначению заключается в том, что каждая его составляющая должна представлять собой функционально завершенное изделие, для которого характерно выполнение заданных функций и способность выполнять эти функции отдельно от изделия в целом.

«В процессе эксплуатации автомобиля появляются отказы и неисправности, устраняемые при его текущем ремонте.

Если автомобиль соответствует всем требованиям нормативно-технической документации, он считается исправным. В отличие от исправного работоспособный автомобиль должен удовлетворять только тем требованиям, которые позволяют его эксплуатировать по назначению без угрозы безопасности движения. Он может быть исправным, имея ухудшенный внешний вид, пониженное давление в системе смазки двигателя и прочее» [21].

«Под ремонтом подразумевается комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий, а также ресурсов изделий и их составных частей. Необходимость и целесообразность ремонта автомобилей вызвана, прежде всего, неравнопрочностью их составных частей (сборочных единиц и деталей). Известно, что создать равнопрочный автомобиль, все детали которого изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, невозможно. Поэтому в процессе эксплуатации автомобили проходят периодическое техническое обслуживание и при необходимости – текущий ремонт (далее – ТР), который

путем замены отдельных деталей и агрегатов позволяет поддерживать транспортные средства в технически исправном состоянии. Основная задача текущего ремонта – привести технику в работоспособное состояние, чтобы обеспечить гарантированную ее работоспособность на пробеге до очередного планового ремонта, причем этот пробег должен быть не менее пробега до очередного планового технического обслуживания ТО-2.

Капитальный ремонт (далее – КР) обеспечивает исправность и полный ресурс автомобиля или агрегата путем восстановления и замены необходимых сборочных единиц и деталей, включая базовые. Основным источником эффективности КР транспортных средств является использование остаточного ресурса их деталей» [2].

«Основная задача, к достижению которой стремятся авторемонтные предприятия – это уменьшение стоимости ремонта автомобилей и агрегатов при гарантии послеремонтного ресурса. Поэтому главные предпосылки, главные стимулы использования новейших технических достижений в сервисе автомобилей – интересы и требования заказчика» [18].

«Принимая во внимание то обстоятельство, что автомобиль это объект повышенной опасности, главное требование к ремонтным предприятиям – обеспечение гарантированного качества ремонта на уровне завода-изготовителя этого автомобиля. Поэтому между производителями автомобилей и ремонтными организациями имеет место тесный повседневный контакт, а задачи изготовителя и ремонтного предприятия тесно взаимосвязаны между собой и могут быть успешно решены только совместными усилиями» [6].

«Анализ результатов исследований ремонтного фонда автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт на авторемонтные предприятия, показывает, что детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют в среднем около 20%. К ним относятся поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др. Количество деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в

допустимых пределах, что позволяет использовать их без ремонта, достигает 30-35%. Остальные детали автомобиля (40-45%) могут быть использованы повторно только после их восстановления. Это большинство наиболее сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля, в частности блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головка цилиндров, картеры коробки передач и заднего моста и другие. Стоимость восстановления этих деталей не превышает 10-50% стоимости их изготовления» [18].

«По статистике значительное количество отказов деталей автомобилей обусловлено износом рабочих поверхностей (до 50%), различного рода повреждениями (в том числе и в результате аварии) – 17,1%, трещинами – 7,8%. Большинство отказов автомобилей (до 43%) приходится на долю двигателя.

Опыт показывает, что при незначительном износе (не более 0,3 мм) примерно 85% деталей может быть восстановлено нанесением покрытия незначительной толщины. Многократное использование детали возможно при нанесении металла на ее несущие поверхности с дальнейшей механической обработкой» [3].

Эффективность работ по восстановлению деталей автомобилей зависит от правильного выбора технологии, оборудования, технологической оснастки и организации контроля качества.

Целью ВКР является разработка конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.

1 Состояние вопроса

«Потребность в наличии коробки переменных передач (далее – КПП) вызвана фактом: любой современный двигатель имеет относительно неширокий диапазон оборотов коленвала, в котором и крутящий момент, и мощность имеют свои максимальные значения при заданной величине расхода топлива. Помимо того, любой двигатель нельзя раскручивать беспредельно – для любого мотора существует некая «красная зона», то есть такая частота вращения коленвала, которую превышать просто недопустимо, иначе не избежать серьезных поломок» [30].

«Коробкой передач принято называть механизм, главным предназначением которого является передача движения вращательного характера с коленвала двигателя на кардан или передние полуоси (в задне- или переднеприводных моделях соответственно), тем самым управляя этим автомобилем посредством изменения таких параметров, как скорость вращения и крутящий момент, а также направление движения (вперед или назад).

Естественно, никакая коробка не способна увеличить мощность мотора, но зато она способна изменять то, что есть, для наилучшего его согласования с реальными условиями эксплуатации, изменяя для этого передаточное число между своими входом и выходом так, чтобы обеспечивались наивыгоднейшие топливо-экономические и тягово-скоростные свойства. Кроме того, к «обязанностям» коробки передач относится реализация холостого режима работы мотора и способности автомашины передвигаться задним ходом» [29].

«Необходимость применения коробок передач обусловлена различием угловых скоростей коленвала и ведущих колес, которое не позволяет осуществлять привод ведущих колес непосредственно от коленвала. Так, коленвал современного двигателя имеет, как правило, угловую скорость в

диапазоне между 500 и 9000 об/мин, а угловая скорость ведущих колес может находиться в диапазоне между 0 и 1800 об/мин.

Из этого следует, что совместить одно с другим по этому параметру, не применяя коробку передач, никак не получится. Наконец, современные ДВС имеют довольно узкий диапазон, в котором они обладают выгодными характеристиками по крутящему моменту – от 3000 до 7000 об/мин, «привязать» который к реальным условиям эксплуатации никак не получается, если пытаться обойтись без устройств типа КПП.

Для обхода данных проблем необходимо изменять такие параметры, как частота вращения ведомой шестерни и крутящий момент на ее валу при помощи специально подобранных шестерен. Теперь, начиная движение, выбор первой передачи будет означать, что мы выбрали пару шестерен с тем значением передаточного числа, которое соответствует включенной первой передаче. Поскольку обычно передаточные числа уменьшаются с ростом номера передачи, то в данном случае будем иметь наибольшее значение передаточного числа, наименьшую частоту вращения ведущих колес, но зато максимально возможное значение крутящего момента.

В течение дальнейшего разгона одна за другой включаются следующие передачи, благодаря чему повышается частота вращения колес, но падает крутящий момент. Даже это краткое описание показывает – коробка передач выполняет важные функции, без которых ни о какой езде не было бы никакого разговора» [31].

1.1 Классификации современных механических коробок

«Все коробки условно делятся на виды в зависимости от количества реализуемых ими ступеней передач. Различают четырех-, пяти-, шести-, и даже семиступенчатые коробки. Увеличение числа передач зиждется на необходимости передавать крутящий момент в наиболее эффективных пределах. Так, если двигатель имеет наибольшее значение крутящего

момента на сравнительно невысоких оборотах, то разгонять его до более высоких оборотов нет смысла – развиваемая им мощность будет лишь падать при повышении частоты вращения. В таких ситуациях гораздо более эффективным решением будет применение соответствующей коробки» [4].

«Коробки передач бывают трех- и двухвальными в зависимости от того, сколько валов они содержат. Трёхвальными коробками (описаны выше) оборудуются автомашины как с передним, так и с задним приводом, а двухвальными коробками оборудуются, в основном, переднеприводные легковые автомобили. Двухвальная коробка, как следует из названия, содержит в себе лишь два вала, хотя в целом их расположение и назначение аналогичны трёхвальной коробке. Отличия заключаются в расположении валов относительно друг друга – оно параллельное в двухвальной коробке. Второе отличие состоит в схеме создания передач – в трёхвальной коробке одна передача реализуется двумя парами шестерен, а в двухвальной – лишь одной парой. Двухвальные коробки не имеют прямой передачи, зато могут иметь не один, а сразу несколько ведомых валов» [21].

«Достоинства механических коробок:

- стоимость и масса механической КПП относительно ниже, чем те же параметры у других типов коробок;
- КПД механической КПП передач выше, нежели у коробок других типов;
- благодаря своей высокой надежности, механической КПП имеет большой срок службы;
- механическая коробка предоставляет большой выбор стилей езды в различных условиях эксплуатации автомобиля, например, бездорожье, грязь, гололед;
- машину с механической коробкой передач при необходимости можно буксировать куда угодно, не опасаясь неприятных последствий со стороны коробки;

- наличие именно ручной коробки обеспечивает возможность запуска автомобиля с «толкача» и допускает отсоединение трансмиссии от двигателя.

Недостатки механических коробок:

- в условиях длительной езды по городу или в пробках значительно больше утомляет водителя;
- нуждается в наличии у водителя определенных навыков управления автомобилем типа плавного перехода между передачами;
- сравнительно большое время смены передач, поскольку оно нуждается во временном отключении коробки от двигателя (выключении сцепления);
- относительно небольшой ресурс механизма сцепления» [12].

1.2 Модификации коробок переменных передач КамАЗ

«Коробка передач автомобилей КамАЗ имеет отличия в сравнении с коробками аналогичных грузовых автомобилей. Связано это с жесткими условиями эксплуатации транспортного средства, а так же с большим объёмом и весом перевозимого груза, соответственно с большими нагрузками.

От того, какие нагрузки испытывает и в каких условиях эксплуатируется транспортное средство, зависит тип устанавливаемой коробки: КПП-14, КПП-15, КПП-16, КПП КамАЗ ZF.

Четырнадцатая трансмиссия (рисунок 1) представляет собой пяти ступенчатое устройство, в состав которого входит редуктор.

Пятнадцатая модификация (рисунок 2) изделия с десятью ступенями, в отличие от КамАЗ-14, укомплектована делителем с двумя ступенями, дислокация устройства – передняя часть коробки» [2].



Рисунок 1 – Коробка передач КамАЗ-14



Рисунок 2 – Коробка передач КамАЗ-15

«Управляются трансмиссии механически, дистанционно, при помощи рычага качения, расположенного на силовой установке. Управление механическим редуктором происходит за счёт пневматики и механики, через селектор. Водитель непосредственно воздействует на кулису.

Шестнадцатая коробка, с восемью ступенями переключения, механического типа. Конструкция включает редуктор на четыре ступени и понижающую коробку, закреплённую позади конструкции.

На заглушку КПП устанавливается основа штока, переключающего ступени, сам рычаг выполнен в оригинальном конструкторском решении. Изделие содержит шток управляющий редуктором, рычаг, страховку, исключающую ошибочный запуск реверса и клапаны, управляемые

пневматикой и переключающие механизм, повышающий крутящий момент» [3].

Коробка передач ZF (рисунок 3) на КамАЗ с девятью ступенями, снабжается вспомогательной понижающей передачей, в отличие от модели 16.

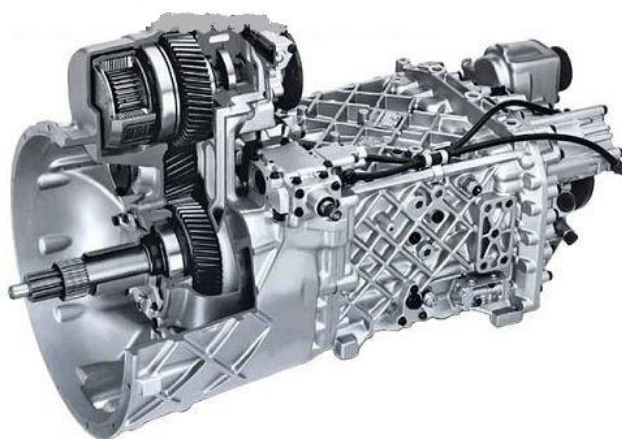


Рисунок 3 – Коробка передач КамАЗ ZF

«Коробка передач КамАЗ 5320 оснащена пятью ступенями. Поскольку техника эксплуатируется в жестких условиях, её оснащают большими передаточными числами для работы на низких оборотах. Переключение происходит поэтапно, трансмиссия легко подстраивается, под дорожные условия.

Управление передачами на современных автомобилях различаются. Механизм с меньшим количеством передач, эксплуатируют на транспорте с меньшей грузоподъемностью и габаритами. Модификации на 10 ступеней устанавливают на автопоезда. КамАЗ пользуется спросом в 40 странах, поскольку управляющие механизмы надёжны и долговечны» [10].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» выполнена классификация современных механических коробок, рассмотрены основные модификации коробок переменных передач КамАЗ.

2.2 Формирование программы исследования

Целью исследования: создание объекта с лучшей функциональностью, что позволит быстрее проводить обслуживание.

2.3 Определение стран проверки

«Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрии автомобильного транспорта, и в этих странах может быть наиболее полная информация об исследуемой области техники: Российская Федерация, Великобритания, Германия, США, Франция, Япония» [24].

2.4 Определение категории объекта

Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей: нагрузочное устройство, силовой элемент, рама, привод.

2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию привода, рамы и силового элемента.

2.6 Установление глубины патентного поиска

«Определение рубрики МПК и индекса УДК, АПУ, ключевые слова или словосочетания.

Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений: Раздел G – физика, класс G01 – измерение, испытание; подкласс G01M – проверка статической и динамической

балансировки машин; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам; главные дробные рубрики G01M13/00 – испытание деталей машин и G01M15/00 – испытание машин и двигателей; дробная рубрика G01M13/02 – испытание передаточных механизмов» [5].

«Индекс УДК: 6 – прикладные науки, медицина и техника; 65 – управление предприятиями, организация производства, торговли и транспорта; 656 – транспортное обслуживание, организация и управление перевозками. Почтовая связь; 656.1 – эксплуатация наземного безрельсового транспорта, движение по улицам и дорогам; 656.1.5 – организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта» [13].

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в конструкцию стенда испытаний КП медленно. Так как разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 15 лет» [5].

Составляем регламент патентно-информационного поиска и заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

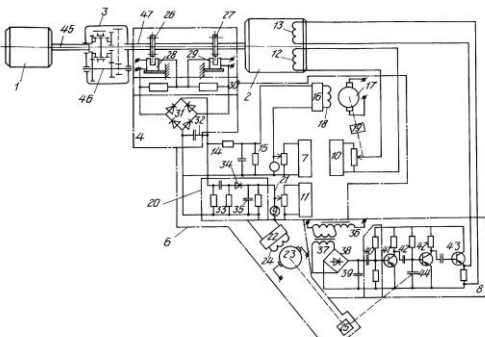
Предмет поиска (объект исследования)	Рубрики: МПК (МКИ) УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
«Стенд обкатки КП	656.1.5 G01M15/00 G01M13/02	Российская Федерация, Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	(1997-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам; Журналы: Автомобиль, автомобильное хозяйство, За рулем, Автомобильная промышленность, Автомобильный транспорт, Автомобильная промышленность США, Мимоза(MIMOSA) Сайты: www.fips.ru , www.zr.ru , www.garo.ru » [8]

Выполняем патентно-информационный поиск и сводим информацию в таблицу 2.

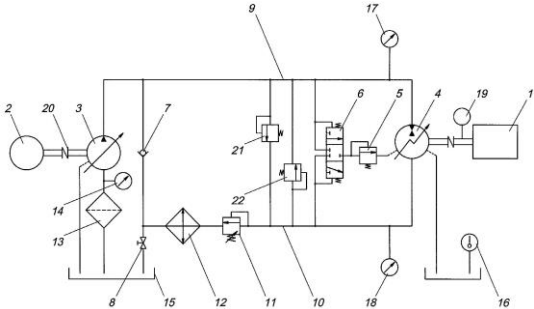
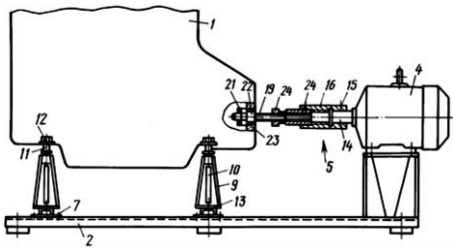
Таблица 2 – Патентно-информационный поиск

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Стенд для испытаний механических коробок передач	G01M13/02 Пашкевич М.Ф.; Герашенко В.В.; Яскевич М.Я.; Пашкевич В.М. 1991.10.18 1995.09.10 патент № 2043296 Россия	«Стенд содержит привод и электротормоз, кинематически соединенные с валами испытываемой механической коробки передач, кинематически связанный с ведомым валом коробки передач датчик момента, выполненный в виде индукционного преобразователя момента, первый регистрирующий прибор, регулятор нагрузки, связанный с электротормозом, первый регулируемый источник постоянного тока и регулируемый преобразователь случайных сигналов, отличающийся тем, что он снабжен вторым регистрирующим прибором, вторым и третьим регулируемым источниками постоянного тока, электротормоз выполнен с двумя обмотками возбуждения, регулятор нагрузки выполнен двухканальным, первый канал которого включает в себя подключенный к выходу датчика момента сглаживающий фильтр, первый сумматор, первый вход которого подключен к выходу сглаживающего фильтра, а второй к первому регулируемому источнику постоянного тока, первый усилитель, подключенный к выходу первого сумматора, и первый электродвигатель, обмотка управления которого подключена к выходу первого усилителя, а выходной вал посредством редуктора соединен с регулятором второго регулируемого источника постоянного тока, второй канал регулятора нагрузки включает в себя подключенный к выходу датчика момента	да	да

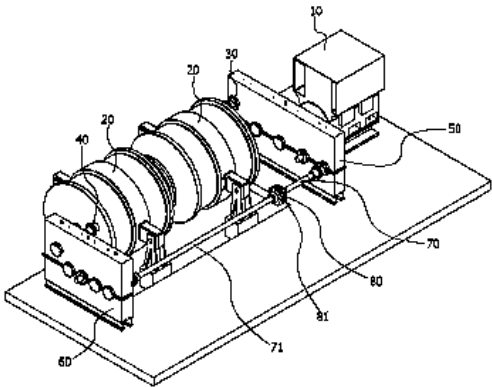
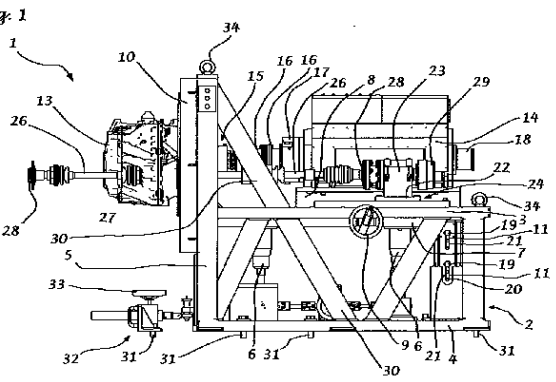
Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		блок определения среднеквадратического отклонения, второй сумматор, первый вход которого подключен к выходу последнего, а второй вход к третьему регулируемому источнику постоянного тока, второй усилитель, подключенный к выходу второго сумматора, и второй микроэлектродвигатель, обмотка управления которого подключена к выходу второго усилителя, а выходной вал посредством второго редуктора соединен с регулятором преобразователя случайных сигналов» [23] 		
Стенд для испытаний и обкатки	G01M15/00 Куранов В.Г.; Соловьев Р.Ю.; Григорьев П.В.; 2004.03.18 2006.01.10 патент № 2267761 Россия	«Стенд содержит испытуемую машину и приводной двигатель, соединенный с испытуемой машиной гидropередачей, включающей регулируемый насос, кинематически связанный с коробкой передач, бак и обратимую гидромашину, связанную кинематически с испытуемой машиной, а также гидролинией подвода с регулируемым насосом и гидролинией отвода с баком через регулируемый клапан, причем между гидролиниями установлены предохранительные клапаны и золотник с переливным клапаном, отличающийся тем, что, с целью снижения металлоемкости и повышения надежности стенда, обратимая гидромашина	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		выполнена ступенчато регулируемой; гидролиния отвода соединена с гидролинией подвода через обратный клапан и с баком через вентиль; выход переливного клапана соединен с полостью корпуса обратимой гидромашины, которая дополнительной гидролинией соединена с баком» [20] 		
Стенд для обкатки и испытания коробки передач	G01M15/00 Мокшин В.В.; Иванов А.И.; Микулич П.Ф.; Подовиннико в В.В. 1996.07.04 1998.03.20 пат. № 2107175 Россия	«Стенд для обкатки и испытания коробки передач, содержащий основание, нагрузочное и соединительное устройства, продольные направляющие, закрепленные на основании, раму, установленную на продольных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования, ложементы для размещения коробки передач, отличающийся тем, что имеет поперечные направляющие и стойки, причем рама выполнена в виде автономных балок, поперечные направляющие закреплены на балках, а стойки установлены на поперечных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования» [26] 	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Аппаратура для обкатки и испытания коробки передач	G01M15/00 Lee Geun Ho [KR]; Nam Yong Yun [KR]; Kim Jae Dong [KR]; Rim Chae Whan [KR] 2011.06.01 2011.12.28 патент № KR101099695 Корея	Начальная настройка аппаратуры и крутящего момента производится тестированием первой и второй передачи коробки передач, производя взаимное зацепление различных грузов (маховиков). 	да	да
Стенд для тестирования и обкатки коробок передач	G01M15/00 Apold Dieter; Jansen Michael; Papen Marc Von [DE] 2011.06.21 2011.12.22 патент № DE102011114 610 Германия	Стенд содержит двигатель и крепление для коробки передач с опорной плитой, а также элемент управления. При этом возможно перемещение плиты и двигателя. Также имеются подшипники для монтажа коробки передач, окончательный монтаж осуществляется за счёт перемещения каретки. 	да	да

Вторичные источники: Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин (рисунок 5).



Рисунок 5 – Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин

Производитель: ТехАВТО, Россия.

Источник: www.teh-avto.ru

«Стенд КС-02 для обкатки КПП грузовых автомобилей: ЯМЗ-239, -2391, -2393, -238А, -238М, -238ВК, -238ВМ, -236Н, -236Л, -236У, -236П, -336, -3361; КАМАЗ-14, -15; МАЗ-202; ЗИЛ-130, -4331; ГАЗ-53, -4301.

Обкаточный стенд для КПП грузовых автомобилей, приобретают организации, которые занимаются текущим или капитальным ремонтом двигателей и имеющие технологическую потребность в послеремонтной обкатке и испытании агрегатов. Стенд обкаточный обеспечивает приработку и испытание агрегатов в соответствии с ТУ и руководствами по ремонту» [4].

«Преимущества обкаточного стенда:

- универсальность, малая энергоёмкость;
- стенд устанавливается на виброизолирующие опоры, не требуется фундаментного задания;
- автоматизированный процесс обкатки и удобство монтажа и обслуживания;

- надёжность и безопасность;
- интерфейс /связь с ПК/: визуальный контроль за процессом обкатки, распечатка протокола обкатки, сбор и хранение результатов.

Контролируемые параметры обкаточного стенда КС-02: частота вращения входного/выходного вала КПП, тормозной момент на выходном валу КПП, время (продолжительность обкатки), время обкатки в одном режиме, передаточное число» [19].

Проведя патентный поиск, было установлено, что идет модернизация в направлении усовершенствования рамы и привода.

Было найдено 4 патента и один документ из вторичных источников, из которых выбрали наиболее интересные для нашего исследования: патент № KR101099695 и «Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин».

2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска

Новый разработанный объект исследования показан в конструкторской части дипломного проекта.

Для исследования патентоспособности будет использоваться уже определенный ранее регламент и проведенный патентный поиск.

Выявим существенные признаки ИТР и аналогов и занесем в таблицу 3.

Таблица 3 – Существенные признаки ИТР и аналогов

Конструкция проектируемого объекта	Проект	Аналоги	
		А 1 Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин	А 2 № KR101099695
Нагрузочное устройство	0	+	+
Силовой элемент	0	+	-
Рама	0	+	-
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		4	2

Согласно таблице прототип: «Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин» - (П).

Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог А1 «Стенд КС-02 послеремонтной обкатки КПП грузовых автомашин», производитель: ТехАВТО, Россия, источник: www.teh-avto.ru. Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде для обкатки КПП грузовых автомобилей.

Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники.

Проведенные патентные исследования сопоставления совокупностей существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска «Стенд для обкатки КПП грузовых автомобилей КС-021», № KR101099695, показал, что объект не обладает критериями патентоспособности.

Устройство можно сделать и использовать в условиях АТП, СТО с минимальными экономическими и трудовыми затратами.

Выводы по разделу.

В разделе «Патентный анализ аналогов» сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Требуется разработать стенд для совместного или отдельного испытания коробки передач и двигателя силовой установки ЯМЗ-238Д (рисунок 6) причем как с возможностью испытания под нагрузкой так и без нагрузки.

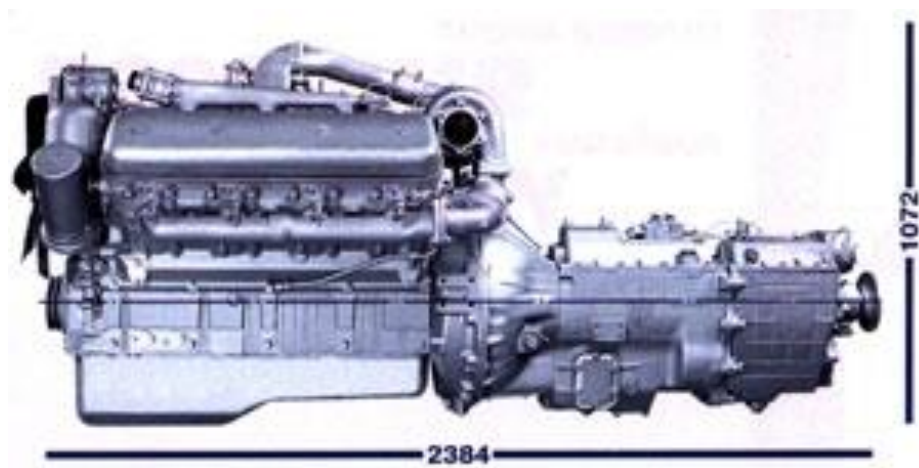


Рисунок 6 – Силовая установка ЯМЗ-238Д

«Стенд предполагается использовать на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание грузовых автомобилей в следующих условиях:

- пол бетонный (возможно покрытый деревянной шашкой или металлической плиткой);
- температура в помещении от 15°C до 40°C, влажность от 60 до 80%;
- освещенность – внутренним и внешним освещением;
- энергия: переменный ток с напряжением в сети 380 В.

Целью разработки данного стенда является удешевление конструкции аналога путём объединения двух стендов, что способствует сокращению числа деталей, повышению технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов других аналогов, а также максимально возможное применение стандартных и покупных изделий» [14].

«Источниками информации, которые принимаются во внимание при разработке данного стенда, являются:

- 1) Каталоги оборудования разных производителей.
- 2) С.М. Круглов «Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей» М.: Высш. шк., 1987г.
- 3) Орлов П.И. «Основы конструирования» в 3х томах. Москва «Машиностроение» 1977 г.
- 4) «Оборудование для ремонта автомобилей» Справочник под редакцией М.М. Шахнеса. Москва «Транспорт» 1978 г.
- 5) В.В. Крамаренко «Техническое обслуживание автомобилей» Москва «Транспорт» 1968 г
- 6) В.И. Анурьев «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3х томах. Москва «Машиностроение» 1982 г» [28].

«Разрабатываемый стенд должен обладать технико-экономическими характеристиками, не уступающими характеристикам стендов аналогичного назначения:

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

- тип стенда стационарный, с маховой массой;
- мощность электродвигателя, не более кВт 30;
- частота вращения электродвигателя, не более об/мин 3000;
- габаритные размеры стенда (ВхДхШ), не более м 1,5х4,5х1,7;
- масса, не более кг 1000» [24].

По возможности предусмотреть изготовление стенда силами АТП или СТО (возможность выполнения токарных, фрезерных, шлифовальных,

слесарных и сварочных работ). Срок эксплуатации станда – 10 лет. При разработке конструкции станда должны выполняться требования к патентной чистоте.

«Разрабатываемый станд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция станда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течении хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки.

В разрабатываемой конструкции станда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, металлопрокат, крепежные изделия и т.д. Также в разрабатываемой конструкции станда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. И с целью упрощения и удешевления конструкции в производстве необходимо также максимально применить покупные изделия, что так же позволит сократить и время на изготовление станда» [26].

«При эксплуатации станда должны выполняться требования стандартов безопасности труда. Безопасность труда обеспечиваются следующими требованиями:

- требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стандом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля);
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы по уборке и протирке элементов станда, и тому подобное);

- требованиями электробезопасности (должна быть предусмотрена электроизоляция, стойкая к химическому и механическому воздействию, электроаппаратура должна быть заземлена, а также защитные включения тока при перегрузках и при необходимости экстренного отключения стенда);
- требованиями пожаро и взрывобезопасности (обеспечивается наличие огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, устанавливается ящик с песком и другие приспособления для устранения пожара);
- требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон и тому подобное);
- требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры и тому подобное)
- стенд должен отвечать эргономическим требованиям: пульт управления должен находиться на уровне груди с удобным размещением кнопок и органов управления и не вызывать повышенной усталости в работе оператора» [22].

«Конструкция стенда должна отвечать требованиям пожаро и электробезопасности.

Стенд должен отвечать эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, общая концепция стенда не должна оказывать морального давления на психику человека.

При разработке стенда должны выполняться требования к патентной чистоте.

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В.

Стенд должен удовлетворять условиям сборки-разборки. При хранении и транспортировке стенд должен разбираться и упаковываться в ящики, если это необходимо» [11].

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Выполним анализ аналогов и определимся с компоновочным решением стенда.

Стенд обкаточный универсальный КС 276-03 (рисунок 7) для обкатки двигателей КаМАЗ-740, ЯМЗ-236, 238, ЗИЛ-130, 375, 508.10, ЗМЗ-53, ГАЗ-52, Д-245.12 Бычок, 30 кВт, используется для эксплуатирующих организаций НГДУ, АТП, БЦТО, РММ, которые имеют разномарочный подвижной состав автомашин, самостоятельно выполняющих текущий или капитальный ремонт.



Рисунок 7 – Стенд обкаточный универсальный КС 276-03

«Стенд для обкатки КС-276 позволяет выполнять приработку и испытание ДВС различных марок грузовых и легковых автомобилей,

автобусов, тракторов в трех режимах: в холодном режиме, в горячем без нагрузки и в горячем под нагрузкой» [1].

В таблице 4 представлены технические характеристики стенда обкаточного универсального КС 276-03.

Таблица 4 – Технические характеристики стенда обкаточного универсального КС 276-03

Параметр	Значение
Габаритные размеры, мм	3020×1010×1400
Принцип нагружения	динамический
Питающая сеть	3 фазы
Режим работы:	в холодном, в горячем без нагрузки и под нагрузкой
Масса, кг	1230
Мощность приводного электродвигателя, при 735 мин ⁻¹ , кВт	30

В соответствии с ТЗ необходимо разработать стенд с возможностью обкатки как агрегатов по отдельности так и совместно, причем с применением маховых масс (обкатка под нагрузкой).

Очевидно, что для выполнения такого условия необходимо некое устройство, распределяющее как крутящий момент от общего приводного устройства (электродвигатель), так и разнонаправленность осей вращения приводных нагрузочных валов.

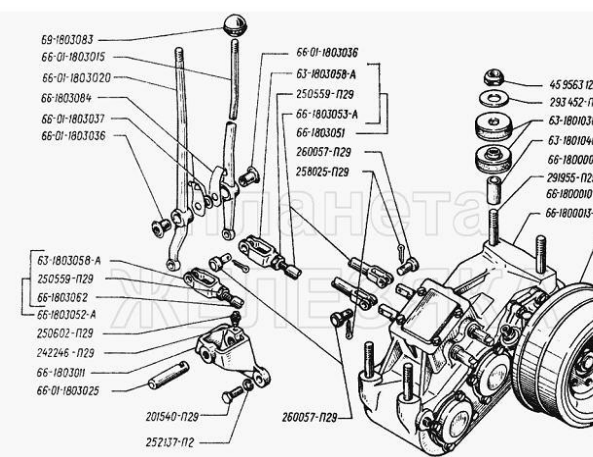
Наиболее подходящим, как с точки зрения конструктива (назначение, характеристики, компактность), так и с экономической точки зрения (доступность – не требуется самостоятельного изготовления) является раздаточная коробка.

«Раздаточные коробки, как правило, изготавливаются в виде отдельного агрегата, который крепится самостоятельно на раме или непосредственно на картере коробки передач. Реже раздаточные коробки и коробки передач объединяет общий картер. Чаще всего раздаточные коробки выпускаются с двумя передачами, прямой и понижающей, представляя собой четырехвальный демультипликатор, смонтированный в едином корпусе» [6].

Exploded view diagram of a front wheel hub and steering knuckle assembly. The diagram shows the hub, knuckle, and various connecting components with their respective part numbers.

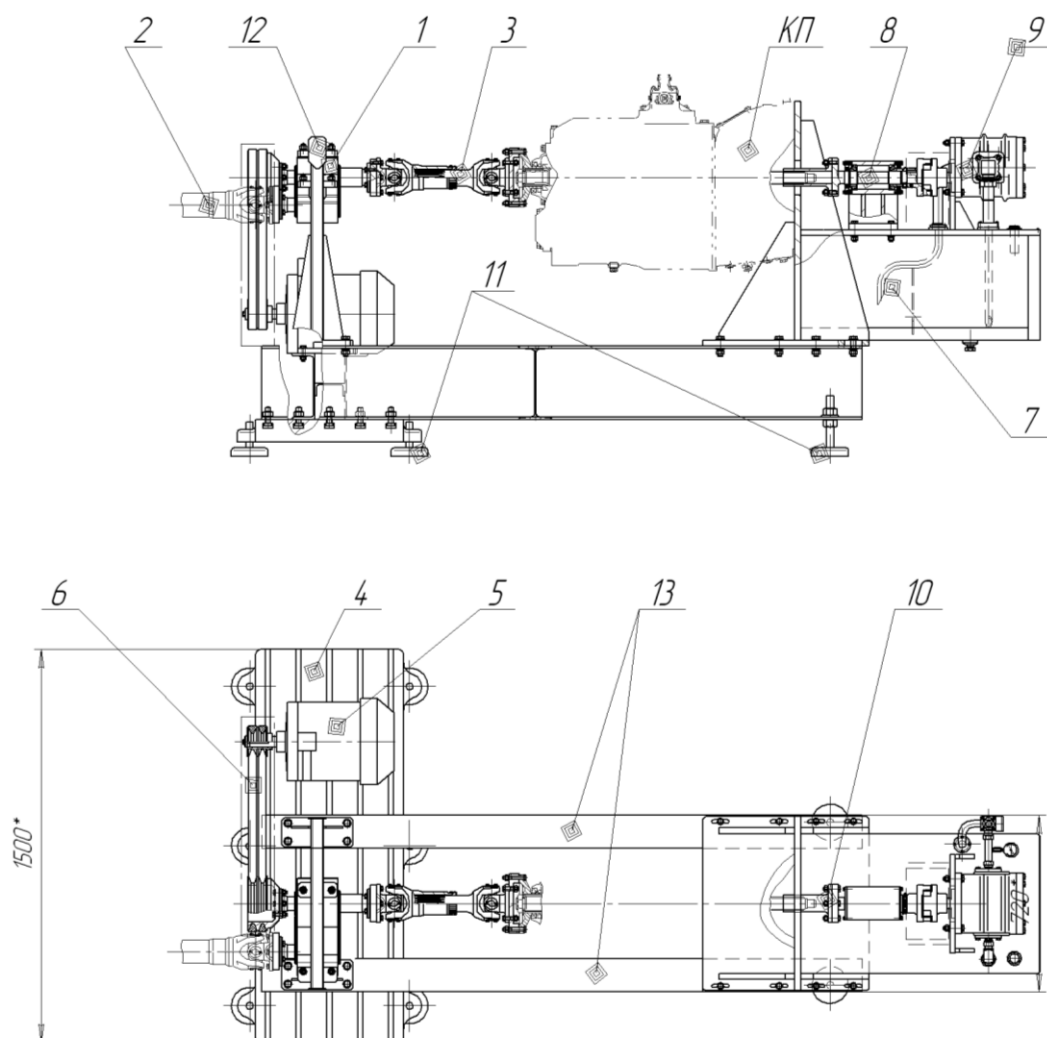
Part numbers shown in the diagram:

- 290863-129
- 252137-12
- 251815-129
- 66-2701010-03
- 51-4913-A
- 66-2702015
- 53-2701048-02
- 51-4913-A
- 66-2701010-03
- 66-2701015-A
- 53-2701048-02
- 51-4913-A
- 51-4913-A
- 53-2701048-02
- 252137-12
- 290863-129
- 80470455
- 290487-18
- 51-2701039
- 51-4930
- 252154-12
- 290487-18
- 53-2701089
- 264072-18
- 66-2701010-03
- 66-2701010-03
- 53-2701087
- 53-2701085
- 66-50-2701053-F
- 66-2701015-A
- 51-4913-A
- 66-50-2701054
- 53A-2701122-01
- 53A-2701030
- 53A-2701031
- 298780-1
- 53A-2701026-01



Выбор схемы и общее конструктивное решение стенда (рисунок 9) обусловлено следующими соображениями:

31



- 1 – раздаточная коробка; 2 – длинный карданный вал; 3 – короткий карданный вал;
 4 – базовая плита; 5 – электродвигатель; 6 – приводные ремни; 7 – маслостанция;
 8 – подшипниковый корпус; 9 – масляный насос; 10 – переходная втулка;
 11 – виброопоры; 12 – подрамник раздаточной коробки; 13 – балки несущие

Рисунок 9 – Схема стенда испытания и обкатки КП

В качестве нагрузочных валов 2 и 3 выбор пал на карданные валы от грузового автомобиля ЗИЛ-157К, так как их габаритный размер (длина валов) наиболее целесообразно вписывается в общий конструктив стенда (карданные валы от ГАЗ-66 более сложные конструктивно, дороже и не приемлемы по габаритным размерам).

С целью «не раздувания» габаритных размеров стенда, которые к тому же ограничены – решено было размещать приводной электродвигатель 5 на плите 4, что также способствует уменьшению вибраций при работе стенда, а

также такая компоновка позволяет не предусматривать дополнительного устройства для крепления электродвигателя и натяжения приводных ремней. При этом не нарушаются правила техники безопасности и сохраняется доступ ко всем узлам и механизмам стенда – для проведения ремонтно-профилактических работ.

Кинематическое соединение приводного электродвигателя 5 с раздаточной коробкой 1 предлагается осуществить при помощи клиноременной передачи 6, так как в пользу ее применения склоняют такие параметры как: сравнительная бесшумность, надежность, ремонтпригодность, сравнительная не дороговизна новых ремней.

Испытуемый двигатель предполагается размещать на отдельном стенде-кантователе (не входит в разработку), поэтому предусматривать какое-либо дополнительное крепление двигателя не требуется и предусматриваем только соединительный фланец на конце карданного (нагрузочного) вала 2. Для закрепления КП применяем подвижную каретку 7, на которой так же размещаем масляный насос 9. Выходной вал КП соединяется с насосом 9 при помощи специальной втулки 10 через подшипниковый корпус 8 и муфту.

В качестве связующих несущих балок, на которых должны располагаться наиболее нагруженные узлы и механизмы стенда (раздаточная коробка 1, КП) решено было применить наиболее жесткий тип и одновременно по возможности наименее металлоемкий – двутавровые балки (поз. 13). Один конец этих балок жестко скреплен с плитой 4 болтовыми соединениями, а консольный конец опирается на виброопорах 11, что также способствует снижению вибраций при работе и не снижает жесткости стенда.

«Пульт управления стендом размещаем в удаленности от стенда из соображений техники безопасности и во избежание получения травм.

Конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае максимально использовать симметрию в расположении парных узлов не удалось, тем не

менее, результирующая форма очертаний узлов и деталей проста и строга и не подразумевает двойственного назначения.

Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Не симметричность формы стенда придает еще более выраженную степень статичности и устойчивости» [22].

«Окраска стенда должна производиться также в соответствии с эстетическими требованиями. Все корпусные части стенда в светло-зеленый цвет, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью, защитные кожухи окрашивать в желтые цвета» [8].

Спецификация на стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3).

3.3 Расчет конструкции стенда

Расчет приводного электродвигателя, определение режимов обкатки КП и ДВС.

Расчет будем вести для случая одновременного испытания КП и ДВС с применением маховых масс – как самый нагруженный режим.

Приработку и испытание производят при постоянной частоте вращения ведущего вала (ведущей шестерни) испытываемого агрегата от 1400 до 1500 об/мин. Продолжительность испытания техническими условиями не регламентируется, на большинстве ремонтных предприятий она составляет от 20 до 25 мин и в том числе от 12 до 15 мин под нагрузкой.

Принятая ранее в качестве редуктора – раздаточная коробка ГАЗ-66 обладает следующими техническими характеристиками:

- максимальный крутящий момент на первичном валу, Н·м 1900;
- передаточные числа передачи, на высшей/низшей 1,0/1,982.

ДВС и КП силовой установки ЯМЗ-238Д имеют следующие технические характеристики (таблица 5).

Таблица 5 – Технические характеристики силовой установки ЯМЗ-238

Параметр	Значение
Коробка передач	
ЯМЗ-238А	механическая, восьмиступенчатая с синхронизаторами на всех передачах переднего хода
Диапазон передаточных чисел	7,73-0,71
ЯМЗ-238Б	механическая, восьмиступенчатая с синхронизаторами на всех передачах переднего хода
Диапазон передаточных чисел	7,73-0,71
ЯМЗ-238М	механическая, восьмиступенчатая с синхронизаторами на всех передачах переднего хода
Диапазон передаточных чисел	от 0,71 до 7,30
Двигатель	
Диаметр и ход поршня, мм	130/140
Мощность при частоте вращения 2100 мин. ⁻¹ , кВт (л.с.)	243 (330)
Максимальный крутящий момент при частоте вращения 1200...1400 мин. ⁻¹ , Н·м (кгс·м)	1225/125

Таким образом, в качестве оптимального и самого нагруженного режима испытания ДВС и КП принимаем режим при котором раздаточная коробка задействует оба нагрузочных вала (на ДВС и КП) на пониженной передаче (передаточное отношение равно 1,982, и делит нагрузку по степени загрузки на каждый агрегат, при условии, что в нашем случае ДВС проходит только холодную обкатку.

В качестве приводного устройства применен асинхронный электродвигатель переменного тока, с частотой вращения 3000 об/мин, с регулировкой оборотов при помощи частотного регулятора (для плавного пуска и нарастания оборотов) - поскольку электродвигатель не на прямую соединен с испытываемыми агрегатами, а через понижающий редуктор (раздаточную коробку), а рекомендованное значение от 1400 до 1500 об/мин.

«Мощность электродвигателя приводного устройства определяется по формуле:

$$N_{\text{э}} = \frac{M_T \cdot n}{974 \cdot \eta_M \cdot i}, \quad (1)$$

где M_T – максимальный тормозной момент на обоих нагрузочных валах коробки передач и ДВС, $M_T = 1040 \text{ Н} \cdot \text{м} = 104 \text{ кгс} \cdot \text{м}$ (рекомендуемый момент нагрузочного устройства на КП на первой передаче);

n – частота вращения электродвигателя, $n = 3000 \text{ об/мин.}$;

η_M – механический КПД испытываемого агрегата, для «цепи»: электродвигатель, ремни/шкивы, раздаточная КП/карданные валы, испытываемая КП $\eta_M = 0,85$ » [16].

Но, поскольку на стенде также предполагается одновременная холодная обкатка двигателя ЯМЗ-238 (то есть приработка без нагрузки), то необходимо также учесть неизбежно возникающие потери мощности на преодоление сопротивления всех движущихся частей обкатываемого ДВС. Эти потери мощности (в основном на трение деталей в КШМ ДВС) отражает механический КПД двигателя ЯМЗ-238, его значение берем из данных завода изготовителя $\eta_{\text{мд}} = 0,85$.

«Тогда общий механический КПД (для всех «механических звеньев цепи»):

$$\eta_M = 0,85 \cdot 0,85 = 0,7225.,$$

i – передаточное число всех узлов (раздаточной КП и испытываемой КП), $i = 7,73$ (для первой передачи КП ЯМЗ-238, $i = 1,982$)» [16].

$$N_{\text{э}} = \frac{104 \cdot 3000}{974 \cdot 0,7225 \cdot 7,73 \cdot 1,982} = 28,94 \text{ кВт.}$$

Тогда выбираем по каталогу асинхронный электродвигатель мощностью 30 кВт с частотой вращения 3000 об/мин – АИР180М2 У2 380 В, 50 Гц, IM1081 ТУ16-526.621-85.

Расчет маховой массы нагрузочного устройства.

В качестве маховых масс предполагается использовать в нагрузочном устройстве «болванки» простой цилиндрической формы. Соответственно, расчет сводится к определению количества используемых маховиков и их массы.

«Маховую массу для нагрузочного устройства можно рассчитать из условия сохранения кинетической энергии при переключении нагрузки в стенде с приводного электродвигателя на маховик нагрузочного устройства:

$$E_{\Pi} = E_M, \quad (2)$$

где E_{Π} – кинетическая энергия, развиваемая приводным электродвигателем. Определяется по формуле (3):

$$E_{\Pi} = \frac{m \cdot n^2 \cdot R^2 \cdot i}{2}, \quad (3)$$

где m – условная вращаемая масса привода (масса каждого вращающегося узла от электродвигателя до выходного вала испытываемой КП (шкивы, шестерни, карданный вал, оси).

R – условный радиус вращения массы m , $R = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$;

n – частота вращения вала приводного электродвигателя, $n = 3000 \text{ об/мин.}$;

i – передаточное отношение всех звеньев кинематической «цепи», $i = 7,73 \cdot 1,982 = 15,32$.

E_M – кинетическая энергия маховых масс.

$$m = m_1 + m_2 + m_3, \quad (4)$$

$$m = 1 + 4 + 10 + 15 = 30 \text{ кг.}$$

$$E_M = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (5)$$

где I – момент инерции маховых масс,

$$I = I_M \cdot N, \quad (6)$$

где I_M – момент инерции одной «болванки», примененной в качестве маховой массы в нагрузочном устройстве стенда;

N – количество болванок» [16].

«Болванка» изготавливается в виде тяжелого обода простой цилиндрической формы, поэтому I_M можно определить по формуле:

$$I_M = \frac{G \cdot D^2}{2,5}, \quad (7)$$

где G – масса «болванки»,

D – диаметр «болванки», принимается равным 0,5 м.

$$G = V \cdot \rho, \quad (8)$$

где V – объем тела, принимаем «болванку» с размерами: 50×5 см;

ρ – плотность тела, для стали 7,82 г/см³.

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H, \quad (9)$$

где R – радиус цилиндра, 0,25 м;

H – высота цилиндра, 0,05 м.

$$V = 3,14 \cdot 25^2 \cdot 5 = 9812,5 \text{ см}^3.$$

$$G = 9812,5 \cdot 7,82 = 76734 \text{ г} = 76,7 \text{ кг.}$$

$$I_M = \frac{76,7 \cdot 0,5^2}{2,5} = 7,67 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Тогда количество «болванок» определяем из условия $E_n = E_M$, то есть:

$$\frac{m \cdot n^2 \cdot R^2 \cdot i}{2} = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (10)$$

$$I = m \cdot R^2 \cdot i,$$

$$N = \frac{m \cdot R^2 \cdot i}{I_M},$$

$$N = \frac{30 \cdot 0,225^2 \cdot 15,32}{7,67} = 3,03 \text{ шт.}$$

Вывод: в конструкции нагрузочного устройства требуется использование трех стальных маховиков («болванок» диаметром 50 см и толщиной 5 см). Недостающие 0,03 шт. компенсируются за счет вала установленного в подшипниковых корпусах на котором будут закреплены эти самые три маховика – то есть изготовление дополнительного маленького маховика не требуется.

«Но поскольку маховые массы не обеспечивают плавное нарастание нагрузки, то целесообразно применить масляный насос марки НШ-250, который обеспечит плавное нарастание нагрузки путем манипуляций дросселем на выходе насоса. Насос масляный НШ-250, цифра обозначает рабочий объем камеры насоса, то есть объем, вытесняемый насосом за один оборот» [16].

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены расчеты приводного электродвигателя, маховой массы нагрузочного устройства.

4 Технологический раздел

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [7].

Для сборки станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

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

Определяем такт выпуска:

$$T_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (11)$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стандах;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 40 шт.

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{40} = 3105 \text{ мин.}$$

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

Технологическая схема сборки станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ представлена в графической части ВКР. На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 6), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 6 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять раму станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	1,5
Осмотреть раму станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	2
Взять плиту в сборе	0,9
Осмотреть плиту в сборе	1,2
Взять платформу электродвигателя	0,3
Осмотреть платформу электродвигателя	0,5
Взять болт М20Т (10 шт.), гайку М20 (10 шт.), шайбу 20 (10 шт.)	0,4
Закрепить плиту в сборе, платформу электродвигателя на раме станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ при помощи болтов М20Т (10 шт.), гаек М20 (10 шт.), шайб 20 (10 шт.)	15
Взять виброопору (2 шт.)	0,6
Взять гайку М30 (4 шт.), шайбу 30У (4 шт.)	0,3
Закрепить виброопору (2 шт.) на раме станда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ при помощи гайки М30 (4 шт.), шайбы 30У (4 шт.)	4
Взять подрамник в сборе	0,8
Осмотреть подрамник в сборе	0,4
Взять болт М18 (4 шт.), гайку М18 (4 шт.), шайбу 18 (4 шт.), шайбу 18Н (4 шт.)	0,2
Закрепить подрамник в сборе на раме станда при помощи болта М18 (4 шт.), гайки М18 (4 шт.), шайбы 18 (4 шт.), шайбы 18Н (4 шт.)	4

Продолжение таблицы 6

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять электродвигатель АИР180М2	0,3
Осмотреть электродвигатель АИР180М2	0,4
Взять болт М14×60 (4 шт.), шайбу 14Н (4 шт.), гайку М14 (4 шт.)	0,3
Установить электродвигатель АИР180М2 на платформе электродвигателя при помощи болта М14×60 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.), гайки М14 (4 шт.)	4
Взять шкив приводной, болт М14×50, шайбу 7019-0 622	0,3
Установить шкив приводной на вал электродвигателя АИР180М2 при помощи болта М14×50, шайбы 7019-0 622	2
Взять переходник на карданный вал	0,3
Осмотреть переходник на карданный вал	0,4
Взять шкив ведомый	0,2
Взять болт М14×60 (4 шт.), шайбу 14Н (4 шт.), гайку М14 (4 шт.)	0,3
Установить шкив ведомый на переходник на карданный вал при помощи болта М14×60 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.), гайки М14 (4 шт.)	4
Взять переходник на карданный вал с установленным шкивом и установить на подрамник в сборе	0,3
Взять каретку в сборе	0,4
Осмотреть каретку в сборе	0,6
Взять болт М18 (8 шт.), гайку М18 (8 шт.), шайбу 18 (8 шт.), шайбу 18Н (8 шт.)	0,4
Установить каретку в сборе на раме стенда при помощи болта М18 (8 шт.), гайки М18 (8 шт.), шайбы 18 (8 шт.), шайбы 18Н (8 шт.)	8
Взять маслостанцию в сборе	1
Осмотреть маслостанцию в сборе	2,1
Установить маслостанцию в сборе на раму стенда	1
Взять масляный насос НШ-250	0,3
Осмотреть масляный насос НШ-250	0,5
Установить масляный насос НШ-250 на маслостанцию в сборе	3,4
Взять корпус в сборе	0,4
Осмотреть корпус в сборе	0,5
Взять гайку М14 (4 шт.), шайбу 14 Н (4 шт.), болт М14×80 (4 шт.)	0,3
Установить корпус в сборе на маслостанцию в сборе при помощи гайки М14 (4 шт.), шайбы 14 Н (4 шт.), болта М14×80 (4 шт.)	4
Взять корпус подшипниковый разъемный В2-120-50-2К	0,3
Осмотреть корпус подшипниковый разъемный 2-120-50-2К	0,5
Установить корпус подшипниковый разъемный 2-120-50-2К на вал насоса НШ-250 и вал корпуса в сборе	2
Взять втулку в сборе	0,3
Осмотреть втулку в сборе	0,4
Взять гайку М14 (4 шт.), шайбу 14 Н (4 шт.), болт М14×80 (4 шт.)	0,3
Установить втулку в сборе на фланец корпуса в сборе при помощи гайки М14 (4 шт.), шайбы 14 Н (4 шт.), болта М14×80 (4 шт.)	4
Выполнить регулировочные операции по настройке стенда	25
Выполнить испытание стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	65
Итого:	165,6

4.2 Определение трудоемкости сборки

Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (12)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ит}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (13)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, которая принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем равным 5%.

$$t_{ит}^{общ} = 165,6 + 165,6 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 178,8 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Технологический процесс сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
005	Сборочная	1	Взять раму стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина, отвертки	75,6
		2	Осмотреть раму стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ		
		3	Взять плиту в сборе		
		4	Осмотреть плиту в сборе		
		5	Взять платформу электродвигателя		
		6	Осмотреть платформу электродвигателя		
		7	Взять болт М20Т (10 шт.), гайку М20 (10 шт.), шайбу 20 (10 шт.)		
		8	Закрепить плиту в сборе, платформу электродвигателя на раме стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ при помощи болтов М20Т (10 шт.), гаек М20 (10 шт.), шайб 20 (10 шт.)		
		9	Взять виброопору (2 шт.)		
		10	Взять гайку М30 (4 шт.), шайбу 30У (4 шт.)		
		11	Закрепить виброопору (2 шт.) на раме стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ при помощи гайки М30 (4 шт.), шайбы 30У (4 шт.)		

Продолжение таблицы 7

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		12	Взять подрамник в сборе		
		13	Осмотреть подрамник в сборе		
		14	Взять болт М18 (4 шт.), гайку М18 (4 шт.), шайбу 18 (4 шт.), шайбу 18Н (4 шт.)		
		15	Закрепить подрамник в сборе на раме стенда при помощи болта М18 (4 шт.), гайки М18 (4 шт.), шайбы 18 (4 шт.), шайбы 18Н (4 шт.)		
		16	Взять электродвигатель АИР180М2		
		17	Осмотреть электродвигатель АИР180М2		
		18	Взять болт М14×60 (4 шт.), шайбу 14Н (4 шт.), гайку М14 (4 шт.)		
		19	Установить электродвигатель АИР180М2 на платформе электродвигателя при помощи болта М14×60 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.), гайки М14 (4 шт.)		
		20	Взять шкив приводной, болт М14×50, шайбу 7019-0 622		
		21	Установить шкив приводной на вал электродвигателя АИР180М2 при помощи болта М14×50, шайбы 7019-0 622		
		22	Взять переходник на карданный вал		

Продолжение таблицы 7

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		23	Осмотреть переходник на карданный вал		
		24	Взять шкив ведомый		
		25	Взять болт М14×60 (4 шт.), шайбу 14Н (4 шт.), гайку М14 (4 шт.)		
		26	Установить шкив ведомый на переходник на карданный вал при помощи болта М14×60 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.), гайки М14 (4 шт.)		
		27	Взять переходник на карданный вал с установленным шкивом и установить на подрамник в сборе		
		28	Взять каретку в сборе		
		29	Осмотреть каретку в сборе		
		30	Взять болт М18 (8 шт.), гайку М18 (8 шт.), шайбу 18 (8 шт.), шайбу 18Н (8 шт.)		
		31	Установить каретку в сборе на раме стенда при помощи болта М18 (8 шт.), гайки М18 (8 шт.), шайбы 18 (8 шт.), шайбы 18Н (8 шт.)		
		32	Взять маслостанцию в сборе		
		33	Осмотреть маслостанцию в сборе		
		34	Установить маслостанцию в сборе на раму стенда		
		35	Взять масляный насос НШ-250		
		36	Осмотреть масляный насос НШ-250		
		37	Установить масляный насос НШ-250 на маслостанцию в сборе		

Продолжение таблицы 7

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		38	Взять корпус в сборе		
		39	Осмотреть корпус в сборе		
		40	Взять гайку М14 (4 шт.), шайбу 14 Н (4 шт.), болт М14×80 (4 шт.)		
		41	Установить корпус в сборе на маслостанцию в сборе при помощи гайки М14 (4 шт.), шайбы 14 Н (4 шт.), болта М14×80 (4 шт.)		
		42	Взять корпус подшипниковый разъемный В2-120-50-2К		
		43	Осмотреть корпус подшипниковый разъемный 2-120-50-2К		
		44	Установить корпус подшипниковый разъемный 2-120-50-2К на вал насоса НШ-250 и вал корпуса в сборе		
		45	Взять втулку в сборе		
		46	Осмотреть втулку в сборе		
		47	Взять гайку М14 (4 шт.), шайбу 14 Н (4 шт.), болт М14×80 (4 шт.)		
		48	Установить втулку в сборе на фланец корпуса в сборе при помощи гайки М14 (4 шт.), шайбы 14 Н (4 шт.), болта М14×80 (4 шт.)		
010	Регулировочная	1	Выполнить регулировочные операции по настройке стенда	Набор ключей, отвертки	90

Продолжение таблицы 7

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		2	Выполнить испытание стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

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

«По оценкам Международной организации труда, каждый год в результате несчастных случаев на рабочем месте или болезней погибает 2,83 млн человек. Во всем мире насчитывается около 381 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Международная организация труда установила, что вредные и опасные вещества вызывают более 650 тыс. смертей в год, а строительная отрасль является источником наибольшего количества несчастных случаев» [27].

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

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

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

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

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

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

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

- коммуникации. Высокоскоростная связь и информация в режиме реального времени позволяют работодателям знать о состоянии качества воздуха, тепла и конкретных рисках, чтобы они могли устранить эти опасности до того, как они нанесут травму. Если произойдет травма, сотрудникам нужна надежная связь, чтобы позвать на помощь и сообщить об этом первым;
- идентификация опасности. Мгновенное управление безопасностью с помощью мобильного устройства может помочь организациям выявлять и устранять опасности по мере их возникновения. Рабочие могут фотографировать опасности и заполнять мобильные контрольные списки безопасности, а также проводить инструктаж на рабочем месте, для обеспечения безопасности всех работников;

- виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность и дополненная реальность могут помочь в обучении сотрудников тому, как справляться с опасными ситуациями, не подвергая их опасности. Дополненная реальность может позволить техническим специалистам или опытным работникам обучать других таким процессам, как ремонт машин, без необходимости физического увеличения числа людей в окружающей среде. Это может быть полезно, если сама процедура ремонта опасна, опасны условия;
- дроны. Дроны можно использовать, когда объекты слишком опасны для людей, чтобы исследовать их, например, если произошла утечка газа или другой химический разлив. Дроны могут собирать информацию и позволять командам по очистке определять наиболее безопасный план действий, не подвергаясь опасности;
- автоматизация и робототехника. Автоматизация повышает безопасность, снимая с людей бремя тяжелой ручной работы. Роботы могут выполнять тяжелую работу, позволяя людям сосредоточиться на более творческих задачах. Это особенно полезно на складах с недоукомплектованным персоналом и других объектах, где необходимость поддерживать производительность может создать культуру, при которой некоторый риск принимается в обмен на более быстрое выполнение работы. Добавление роботов к рабочей силе может облегчить нагрузку и снизить риск. Роботы также могут помочь на производственных объектах или строительных площадках, где людям больше не нужно ходить с места на место, чтобы забрать материалы, необходимые для их части сборки или сборки. Вместо этого роботы могут доставлять им нужные детали, когда они им нужны, сокращая расстояние, которое проходят люди, и тем самым снижая утомляемость и риск несчастных случаев.

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ составлен технологический паспорт, представленный в таблице 8.

Таблица 8 – Технологический паспорт технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытание и обкатка коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ	1 Установка коробки передачи грузового автомобиля КамАЗ на стенд. 2 Выполнение обкатки КП без нагрузки. 3 Выполнение поиска резонансных частот. 4 Выполнение обкатки КП с нагрузкой. 5 Снятие КП со стенда	Слесарь-моторист 5 разряда	Стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, кран-балка, набор инструментов, щуп, отвертка комбинированная, манометр А.60162	Спецодежда, перчатки, ветошь

5.2 Идентификация профессиональных рисков

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

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

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

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка коробки передачи грузового автомобиля КамАЗ на стенд. 2 Выполнение обкатки КП без нагрузки. 3 Выполнение поиска резонансных частот. 4 Выполнение обкатки КП с нагрузкой. 5 Снятие КП со стенда	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, кран-балка, технологическое оборудование агрегатного участка
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования	Детали и агрегаты стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, поверхности коробки передач» [11]
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Повышенный уровень шума	Стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, технологическое оборудование агрегатного участка
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [10].

«Основные мероприятия:

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

- 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [10].
- б) обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
 - в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
 - г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии с действующими нормами;
 - д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
 - е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
 - ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;

- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [10].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	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)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [10].

Продолжение таблицы 10

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

Продолжение таблицы 10

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	– «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии); – в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; – применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы «человек-машина»; – установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [10].	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 11).

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 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.

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

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при испытании и обкатки коробок передач грузовых автомобилей 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
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [27]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Выполняем идентификацию вредных и опасных экологических факторов, возникающих при испытании и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ и сведем их в таблицу 13.

Таблица 13 – Идентификация вредных и опасных экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обкатка и испытание коробок передач автомобилей LADA	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	–	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые и коммунальные отходы и мусор» [17].

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ:

- «атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые, коммунальные отходы сортируются, перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [10].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан технологический паспорт процесса – испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ;
- выявлены профессиональные риски при испытании и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при испытании и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 13).

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач автомобилей КамАЗ:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (14)$$

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

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

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

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

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [11].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (15)$$

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

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [11].

В таблице 14 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 14 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама для стенда из стандартного металлопроката	Ст3	150	150	78,8	11820
Итого:	–	–	–	–	51480

$$C_{к.д} = 78,8 \cdot 150 = 11820 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{прн} + C_M, \quad (16)$$

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.» [11].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (17)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, зажим – 1 шт., вал – 1 шт., вал – 2 шт., втулка дистанционная – 1 шт., пластина зажима – 1 чел.-ч.; трудоёмкость на изготовление деталей: зажим – 0,4 чел.-ч., вал – 0,5 чел.-ч., вал – 0,55 чел.-ч., втулка дистанционная – 0,3 чел.-ч., пластина зажима – 0,42 чел.-ч.

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

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

$$t = (1 \cdot t_{\text{зажим}} + 1 \cdot t_{\text{вал}} + 2 \cdot t_{\text{вал}} + 1 \cdot t_{\text{втулка}} + 1 \cdot t_{\text{пластина}}),$$

$$t = 1 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,55 + 1 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,42 = 3,82 \text{ чел.-ч.}$$

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

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [11].

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

$$C_{\text{пр}} = 3,82 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 580,7 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}} / 100, \quad (18)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot 580,7 / 100 = 58,07 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}) / 100, \quad (19)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (580,7 + 58,07) / 100 = 191,63 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma \text{пр}} = 580,71 + 58,07 + 191,63 = 830,41 \text{ р.}$$

В таблице 15 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 15 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	580,71
Дополнительная заработная плата	58,07
Начисления на заработную плату	191,63
Итого:	830,41

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

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (20)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 16 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 16 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Зажим	Сталь 40	1	0,4	74,8	29,92
Вал	Сталь 45	1	1,8	78,3	140,94
Вал	Сталь 45	2	3,7	78,3	289,71
Втулка дистанционная	Сталь 40	1	1	74,8	74,8
Пластина зажима	Ст3	1	0,6	68,9	41,34
Итого:	–	–	–	–	576,71

$$C_M = 0,4 \cdot 74,8 + 1,8 \cdot 78,3 + 3,7 \cdot 78,3 + 1 \cdot 74,8 + 0,6 \cdot 68,9 = 576,71 \text{ р.}$$

$$C_{ОД} = 830,41 + 576,71 = 1576,41 \text{ р.}$$

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

$$C_{СБ.П} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (21)$$

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

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

$C_{СОЦ.СБ}$ – страховые взносы в фонды, р» [11].

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

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (22)$$

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

«Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (23)$$

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

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

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей станда равной 6 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 7,5 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1140,13 \text{ р.,}$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 1140,13 = 114,01 \text{ р.,}$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (1140,13 + 114,01) = 376,24 \text{ р.}$$

$$C_{СБ.П} = 1140,13 + 114,01 + 376,24 = 1630,39 \text{ р.}$$

В таблице 17 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 17 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	1140,13
Дополнительная заработная плата	114,01
Страховые взносы в фонды	376,24
Итого	1630,39

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{IP}' \cdot R_{OP})}{100}, \quad (24)$$

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

R_{OP} – доля общепроизводственных накладных расходов, %» [25].

$$C_{IP}' = (C_{IP} + C_{CB}). \quad (25)$$

Подставив числовые значения в формулу 69 получим:

$$C_{IP}' = 580,7 + 1140,13 = 1720,83 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(1720,83 \cdot 15)}{100} = 258,12 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: электродвигатель 4A160M6Y3 – 1 шт., вал карданный шлицевой ЗиЛ – 2 шт., ШРУС ВА3-2108 – 2 шт., насос НШ-32 – 2 шт., манометр – 2 шт., регулятор расхода – 2 шт., а также метизы» [9].

Перечень покупных деталей представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты по статье «Материалы» на разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Электродвигатель 4А160М6УЗ	1	8700	8700
Вал карданный шлицевой ЗиЛ	2	6500	13000
ШРУС ВАЗ-2108	2	2100	4200
Насос НШ-32	2	10800	21600
Манометр	2	1290	2580
Регулятор расхода	2	4500	9000
Метизы	64	10	640
Грунт-эмаль	1	1100	1100
Краска акриловая по металлу	1	1850	1850
Итого:			62670

$$C_{ИД} = 8700 + 13000 + 4200 + 21600 + 2580 + 9000 + 640 + 1100 + 1850 = 62670 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции (таблица 19).

$$C_{КОН} = 11820 + 1576,41 + 1630,39 + 258,12 + 62670 = 77954,92 \text{ р.}$$

Таблица 19 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	11820
Затраты на изготовление оригинальных деталей	1576,41
Затраты на сборку	1630,39
Общепроизводственные накладные расходы	258,12
Стоимость покупных изделий (деталей)	62670
Итого:	77954,92

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ» равны 77954,92 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (26)$$

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

$$\mathcal{E}_r = 135000 - 77954,92 = 57045,08 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{OK} = \frac{C_{KOH}}{\mathcal{E}_r}, \quad (27)$$

$$O_{OK} = \frac{77954,92}{57045,08} = 1,36 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\phi} = \mathcal{E}_r - 0,15 \cdot C_{KOH} \quad (28)$$

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\phi} = 57045,08 - 0,15 \cdot 77954,92 = 45351,84 \text{ р.}$$

В таблице 20 представлены основные показатели проекта.

Таблица 20 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	135000	77954,92
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	57045,08
Экономический эффект	р.	–	45351,84
Срок окупаемости	год	–	1,36

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ составляет 77954,92 р., срок окупаемости равен 1,36 года.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- выполнена классификация современных механических коробок, рассмотрены основные модификации коробок переменных передач КамАЗ;
- сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска. Объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ, выполнены расчеты приводного электродвигателя, маховой массы нагрузочного устройства. Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание и обкатку коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ в соответствии с необходимыми требованиями;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 77954,92 р., что значительно дешевле вариантов стендов для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ представленных на рынке.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова". - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

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

3 Беляев В. П. Стендовые испытания автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с.

4 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

5 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические

комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

6 Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И. Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курганский государственный университет". - Курган : Курганский государственный университет, 2020. - 92 с.

7 Власов Ю. А. Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

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

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

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

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

12 Дрючин Д. А. Проектирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий на основе их кооперации с сервисными предприятиями [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Д. А. Дрючин, Г. А. Шахлевич, С. Н. Якунин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет". - Оренбург : ОГУ, 2016. - 124 с

13 Испытания машин : учебное пособие / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. С. Дьяков, П. В. Потапов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгГТУ, 2020. - 135, [1] с.

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

15 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное

учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

16 Метод испытания металлов на циклическую трещиностойкость при продольном сдвиге / А. Е. Андрейкив, И. П. Гордынский, В. А. Зазуляк, Я. Л. Иваницкий. - Львов : ФМИ, 1987. - 22 с.

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

18 Набоких В. А. Испытания автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 550100 "Автомобиле- и тракторостроение" / В. А. Набоких. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 223 с.

19 Петров В. И. Технологическое оборудование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие / В. И. Петров, Н. В. Григорьева ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : Изд-во ТулГУ, 2012-. - 21 см. Ч. 2: Типаж, проектирование и эксплуатация технологического оборудования. - 2012. - 545 с.

20 Прейс В. В. Методологические основы проектирования технологических машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / В. В. Прейс ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : ТулГУ, 2015. - 103 с.

21 Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное наглядное пособие по направлению

подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства : учебное наглядное электронное издание / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Кафедра механизации строительства ; составители: Д. Ю. Густов, М. А. Степанов. - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

22 Проектирование технологического оборудования : учебное пособие / И. Р. Кузеев, С. С. Хайрудинова, М. И. Баязитов [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". - Уфа : УГНТУ, 2018. - 140 с.

23 Соломатин Н. С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / Н. С. Соломатин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский гос. ун-т, Ин-т машиностроения, Каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - 2-е изд. - Тольятти, Самарская обл. : Изд-во ТГУ, 2013. - 142 с.

24 Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство), уровень образования - бакалавриат, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация: Автомобили и тракторы), уровень образования - специалитет / А. В. Агафонов, П. А. Табаков, Д. И. Федоров, В. В. Чегулов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования Московский политехнический университет, Чебоксарский институт (филиал). - Чебоксары : Политех, 2019. - 162 с.

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

26 Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). - Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.

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

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

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

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

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

Приложение А

Спецификация

[illegible]

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Продолжение Приложения А

[illegible]

Рисунок А.2 – Спецификация на стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ

Продолжение Приложения А

[illegible]

Рисунок А.3 – Спецификация на стенд для испытания и обкатки коробок передач грузовых автомобилей КамАЗ