

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач
автомобилей LADA

Обучающийся

Е.Н. Сенин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(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 испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 86 страниц с приложениями.

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

В первом разделе рассмотрено назначение коробки передач, классификация современных механических коробок передач, а также современные разработки КПП.

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 техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA, выполнен расчет приводного электродвигателя, подбор масляного насоса.

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

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

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA с экономической стороны.

Abstract

The topic of the graduation project is: «The design development of the stand for testing and running-in the gearboxes of «LADA» cars».

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

The graduation project consists of an introduction, a general part, including 6 chapters, a conclusion, a list of 32 references, appendices, and a graphic part on 10 A1 sheets, which performed in the automated system for the development and execution of design and project documentation «KOMPAS-Graph».

The general part starts with information about the purpose of the gearbox, the classification of modern manual gearboxes, and modern developments of the gearboxes.

Next, we check the stand for testing and running-in the gearboxes of «LADA» cars for patentability.

In the third chapter of the general part we prepare the terms of reference and the technical proposal for the developed stand, calculate the drive electrical motor, and select the oil pump.

We also concentrate on the technological process of assembling the stand for testing and running-in the gearboxes of «LADA» cars: we make the justification for the choice of the technological process and determine the assembly complexity.

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

In the last part of the graduation project the economic efficiency of the project are explained.

Содержание

Введение	6
1 Состояние вопроса	9
1.1 Испытание агрегатов, узлов и деталей автомобилей	13
1.2 Классификации современных механических коробок	16
1.3 Современные разработки КПП.....	18
2 Патентный анализ аналогов.....	20
2.1 Описание объекта исследования	20
2.2 Формирование программы исследования	21
2.3 Определение стран проверки.....	21
2.4 Определение категории объекта.....	21
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию	21
2.6 Установление глубины патентного поиска.....	21
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска	28
3 Конструкторская часть.....	30
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	30
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA.....	33
3.3 Расчет конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA.....	44
4 Технологический раздел	48
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	48
4.2 Определение трудоемкости сборки	50
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	51
5 Безопасность и экологичность технического объекта	55

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA.....	58
5.2 Идентификация профессиональных рисков	58
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	60
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	66
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA.....	68
6 Экономическая эффективность проекта	70
Заключение	78
Список используемой литературы и используемых источников	79
Приложение А. Спецификация	85

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 функции и способность выполнять эти функции отдельно от изделия в целом.

Рабочие свойства автомобиля в течение его эксплуатации постепенно ухудшаются, по причине изнашивания деталей, узлов и агрегатов, входящих в конструкцию автомобиля, от постоянных вибраций различных амплитуд и частот, усталости материала, а также негативного воздействия окружающей среды (влажности воздуха, перепадов температуры, воздействия соляных растворов и так далее) [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» [21].

«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.

Основная задача, к достижению которой стремятся авторемонтные предприятия (далее – АРП) – 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» [21].

«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» [1].

«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» [21].

Автомобильный рынок России уже долгое время переживает большие трудности. В 2021 году обозначилась серьезная проблема с поставками новых автомобилей из-за пандемии коронавируса. В магазинах наблюдался сильный дефицит нового транспорта. Преимущественно это происходило из-за недостатка электронных компонентов, разрывом цепочек поставок и ростом цен на сырье (в первую очередь на сталь) необходимых для производства машин.

Теперь же к этому прибавилась еще одна проблема – санкционные ограничения, наложенные США и Европой на российские организации.

В условиях санкционных ограничений в отношении Российской Федерации и как следствие дефицита иностранных запчастей и деталей, повышения цен на автомобили, запчасти, поднятие расценок на техническое обслуживание, представляется интересным проведение качественной диагностики автомобиля, для своевременного выявления и предотвращения возможного дорогостоящего ремонта [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 испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA.

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.

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)» [21].

«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 топливно-экономические и тягово-скоростные свойства. Кроме того, к «обязанностям» коробки передач относится реализация холостого режима работы мотора и способности автомашины передвигаться задним ходом» [31].

«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» [30].

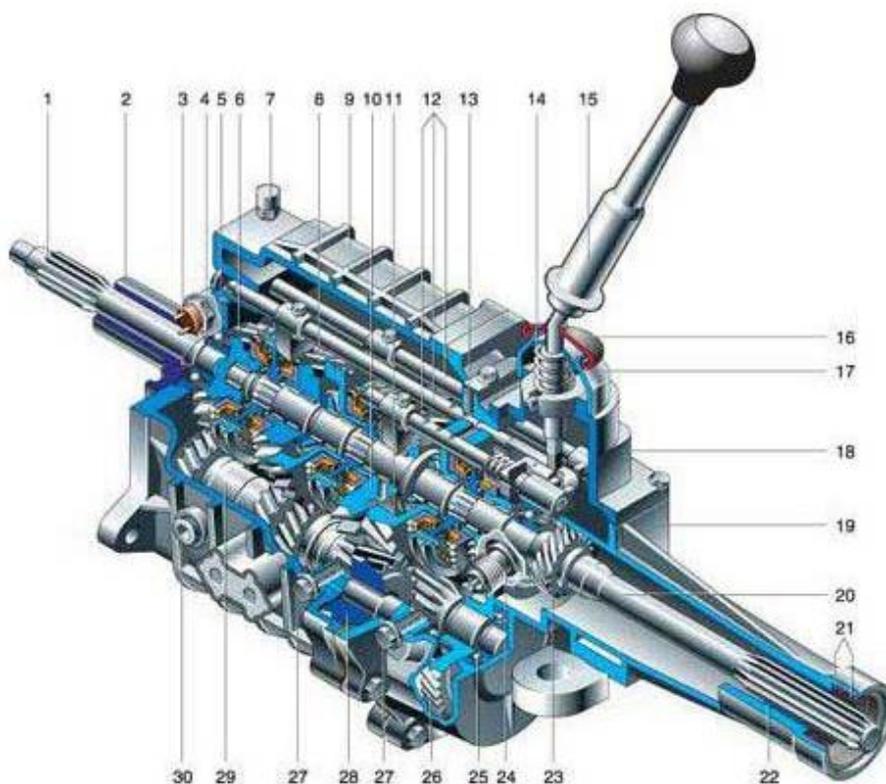
«Для обхода данных проблем необходимо изменять такие параметры, как частота вращения ведомой шестерни и крутящий момент на ее валу при помощи специально подобранных шестерен. Теперь, начиная движение, выбор первой передачи будет означать, что мы выбрали пару шестерен с тем значением передаточного числа, 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» [22].

«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. Итак, коробка передач, по существу, является многоступенчатым редуктором, с помощью которого обеспечивается возможность преобразования вращательного движения коленвала в поступательное движение автомобиля» [7].

Устройство механической трёхвальной коробки представлено на рисунке 1.

«Устройство механической коробки передач трехвального исполнения предусматривает размещение в картере коробки трех валов – первичного, вторичного и промежуточного. Первичный вал (или ведущий) благодаря

механизму сцепления может сочленяться с маховиком и вращаться вместе с ним. Вторичный вал (или ведомый) имеет постоянное соединение с карданным валом. Вращение первичного вала с помощью вала промежуточного может передаваться вторичному.



1 – ведущий вал; 2 – крышка подшипника; 3 – выключателе света заднего хода, 4 – манжета ведущего вала; 5 – задний подшипник ведущего вала; 6 – шестерня привода промежуточного вала; 7 – сапун; 8 – шестерня III передачи; 9 – передний картер; 10 – шестерня I передачи; 11 – шестерня заднего хода; 12 – штоки переключения передач; 13 – шарик-фиксатор; 14 – пружина; 15 – рычаг переключения; 16 – защитный уплотнитель; 17- колпак рычага; 18 – корпус рычага переключения; 19 – задний картер; 20 – ведомый вал; 21 – манжеты удлинителя заднего картера; 22 – втулка; 23 – шестерня привода спидометра; 24 – привод спидометра; 25 – задний подшипник промежуточного вала; 26 – шестерня V передачи; 27 – болты крепления оси промежуточной шестерни заднего хода, 28 – промежуточная шестерня заднего хода; 29 – промежуточный вал; 30 – маслозаливная пробка

Рисунок 1 – Схема трёхвальной коробки передач заднего привода автомобиля

Расположены первичный и вторичный валы последовательно, а опорой вторичного вала является подшипник, запрессованный в хвостовик первичного вала. Таким образом, жесткой связи между собой два этих вала

не имеют, а их вращение происходит независимо. Промежуточный вал смонтирован параллельно названным валам» [9].

«На всех валах установлены шестерни. Первичный вал несет на себе ведущую шестерню, вращающую промежуточный вал. Последний несет на себе блок шестерен, жестко с ним соединенный и часто выполняемый с ним как единое целое. Вторичный вал несет на себе ведомые шестерни – эти шестерни имеют возможность перемещения по шлицам вдоль вала.

На последнем валу располагаются также муфты, включающие те или иные передачи. В зависимости от числа муфт коробки передач бывают двухходовые, трёхходовые и так далее. Современная четырёхходовая коробка, например, может иметь 6 или 7 прямых передач плюс задний ход.

В ручной коробке переход от одной передачи к другой осуществляет водитель с помощью специального рычага, находящегося внутри салона автомашины. Дабы избежать включения двух передач одновременно (чревато поломкой коробки), в ней установлен специальный замок, а во избежание самопроизвольного выключения передач имеется специальный блокирующий механизм» [9].

«Применение различных передаточных чисел пар шестерен позволяет получать от двигателя и передавать далее на ведущие колеса автомобиля разные крутящие моменты. Иначе говоря, вращение коленвала двигателя в 1000 об/мин можно преобразовать, при выборе соответствующих передач, во вращение ведущих колес автомобиля со скоростью, например, в 333 или 250 об/мин и так далее.

Реализация возможности передвижения автомобиля задним ходом обеспечивается наличием в коробке передач соответствующего механизма, состоящего из дополнительного вала и установленной на нем шестерни заднего хода. Если выбрать задний ход, то между вторичным и промежуточным валами будет дополнительно включена эта шестерня, благодаря которой вторичный вал коробки передач будет вращаться в

противоположную, по сравнению с обычным направлением, сторону за счет нечетного количества сцепленных друг с другом шестерен» [12].

1.1 Испытание агрегатов, узлов и деталей автомобилей

«Усталость материала – деградация механических свойств материала в результате постепенного накопления повреждений под действием переменных (часто циклических) напряжений с образованием и развитием трещин, что обуславливает его разрушение за определённое время» [15].

Испытание на усталость является полезным методом для определения характеристики поведения материала или компонента при циклическом нагружении.

Испытание на усталость измеряет, как циклические силы будут воздействовать на материал с течением времени. Путем анализа различных размеров циклических нагрузок при различных скоростях и условиях окружающей среды можно создавать прогнозные модели поведения материала. Хотя большая часть испытаний на усталость выполняется для построения зависимости напряжения (S) от количества циклов до разрушения (N) (также известной как кривая SN), они также могут быть полезны для моделирования конкретных сценариев и исследования реальных усталостных отказов. Понимание усталостных свойств является одним из наиболее важных элементов исследований и разработок, безопасности продукции и программ испытания материалов.

Циклы от 100 до 10000 называются малоцикловой усталостью (LCF), а более 10000 – многоцикловой усталостью (HCF). Это важно, учитывая, что автомобили или их компоненты вполне могут иметь много миллионов циклов [34].

В автомобильной промышленности в основном используется сталь для конструкционных деталей, литой алюминий для блоков и головок цилиндров и чугун для коленчатых валов. Алюминий все чаще используется в кузовных

панелях и конструктивных элементах автомобилей. Тем не менее, более крупные транспортные средства, такие как грузовики, могут использовать чугун в таких деталях, как головки и блоки цилиндров, из-за связанных с ними нагрузок и температур. Однако сталь и алюминий все чаще формируются новыми способами, например гидроформованием для создания трубчатых деталей, с целью снижения веса материалов по сравнению со старыми конструкциями из сплошных стержней или пластин.

В целях испытаний на усталость можно разделить использование материалов на конструктивные части автомобиля и трансмиссию. Конструктивная часть автомобиля включает в себя центральные стойки дверей и подножки. Другие конструкционные детали включают в себя рамы, бамперы, кронштейны, опоры двигателя, детали сидений, спинки сидений и колеса, все из которых тестируются на уровне материалов и компонентов с точки зрения вибрации, а также ударопрочности. Из-за дороговизны и сложности головки и блоки обычно не испытываются на усталость. Головки и блоки обычно испытывают на усталость с помощью контрольных образцов, которые представляют собой испытательные образцы, вырезанные из компонентов и подвергнутые механической обработке. Тем не менее, коленчатые валы и целые двигатели по-прежнему подвергаются динамометрическим испытаниям в тяжелых условиях перегрева и нагрузки.

В автомобилестроении используются композиты с полимерной матрицей (РМС) и полимеры, армированные углеродным волокном (CFRP). По сравнению с металлами эти материалы создают интересные проблемы для испытаний на усталость. С точки зрения организации самих испытаний, испытания композитов требуют передовых методов обработки, чтобы избежать вырывания волокна, чувствительных тензодатчиков для измерения малых нагрузок и передовых методов захвата, чтобы избежать переломов захвата, которые не происходят с металлами.

Из-за своей анизотропной природы полимеры представляют собой еще одну проблему. Свойства этих материалов меняются в зависимости от

направления, поэтому методы укладки, включающие офсетные методы, предназначены для устранения анизотропии. В результате любые испытания на усталость требуют учета направления нагрузки для сборных конструкций.

Хотя основные принципы испытаний на усталость не изменились за последние пятьдесят лет, испытания образцов, безусловно, претерпели значительные изменения. Оцифровка контрольных и аналитических данных для получения информации об усталостной долговечности при деформации стала самым большим изменением в испытаниях на усталость.

Очень важным событием, которое набирает обороты в отрасли, является растущее распространение методов производства «точно в срок». Это побудило производителей оценить, как они могут сократить время, затрачиваемое на этап испытаний на усталость. Естественно, длительные циклы испытаний требуют определенных временных рамок, а увеличение частоты испытаний на усталость повлияет на температуру, создаваемую в образце для испытаний на усталость, что может изменить требуемые результаты и условия.

В отрасли конечная цель состоит в том, чтобы добавить к текущим испытаниям LCF/HCF испытания на усталостную усталость при сверхвысоких циклах (VHCF), что позволит более точно прогнозировать долгосрочную усталостную долговечность в автомобильном секторе. Методы VHCF предполагают радикальное переосмысление усталостных испытаний. Разработка испытаний VHCF в настоящее время включает в себя пропускание звуковых волн через образцы, а не существующие методы применения усталостных деформаций к образцам с помощью движущихся сервогидравлических приводов [26].

Еще одно важное изменение – это моделирование усталостных испытаний материалов. Прогнозируется, что модели представят виртуальные процессы литья и тестирования, что является серьезным изменением в отрасли. Эти виртуальные процессы неизбежно обеспечат значительную экономию на существующих физических методах обработки металлов и

испытаний, поскольку сертификация материалов требует значительных затрат.

Прогнозирование срока службы – это большая область исследований, которая позволит производителям пересмотреть свои процессы, чтобы быстро обеспечить улучшенные свойства материалов и улучшить производительность своей продукции и транспортных средств.

Новые технологии производства, такие как 3D-печать, ставят новые задачи. В конечном счете, на данном этапе невозможно точно предсказать огромный диапазон преимуществ (или, возможно, недостатков) сопротивления усталости таких материалов. По мере того, как будет собрано больше информации об их производстве и производительности, будет принято решение об увеличении их использования.

1.2 Классификации современных механических коробок

«По числу передач.

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» [14].

По числу валов.

«Коробки передач бывают трех- и двухвальные 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» [14].

«Достоинства механических коробок:

- стоимость и масса «механики» относительно ниже, чем те же параметры у других типов коробок;
- КПД «механики» выше, нежели у коробок других типов;
- благодаря своей высокой надежности, «механика» имеет большой срок службы;
- механическая коробка предоставляет большой выбор стилей езды в различных условиях эксплуатации автомобиля, например, бездорожье, грязь, гололед;
- машину с «механикой» 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» [16].

1.3 Современные разработки КПП

«Нынешнее разнообразие коробок передач – это не застывший металлосборник, а впитывающий в себя все новое – мир коробок передач. Тем не менее, обычные коробки, появившиеся одновременно с появлением автомобиля, имеют наименьшие темпы развития, а роботизированные – наивысшие, при этом последние перестают быть обычными модернизированными коробками, все далее уходя от них – сказывается полное управление электроникой и приводами, а их проектирование идет уже по своей особой технологии. То есть эти коробки, фактически, все больше удаляются от механики, их породившей.

Это видно и по результатам – лучшие коробки-роботы от Ferrari обеспечивают переключение передач за время не более 60 мс, а коробки передач типа DSG способны включать отдельные передачи за 8 мс. Благодаря этому Volkswagen Golf, например, оснащенный семиступенчатой коробкой этого типа, примерно на 20% экономичнее, нежели такой же автомобиль, но оборудованный традиционной механикой» [13].

«В последние годы резко улучшились характеристики систем смазки – ныне выпускаемые коробки передач нередко оснащены системой смазки под давлением, а иногда – еще и совместного использования с двигателем. Такое решение дает возможность резко увеличить ресурс работы коробки передач относительно привычной всем системы смазки за счёт присутствующего в картере двигателя масла, а также обеспечить необходимое охлаждение коробки передач благодаря постоянной циркуляции масла. Сегодня существует уже довольно большое число механических коробок, но

использующих для своей смазки масло ATF, то есть масло для коробок-автомат.

В заключение стоит сказать, что тенденцией современного времени является и то, что устройство механической коробки передач все больше усложняется в погоне за динамикой, скоростью, экономичностью. Какой она будет в будущем, трудно сказать» [22].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрено назначение коробки передач, классификация современных механических коробок передач, а также современные разработки КПП.

2 Патентный анализ аналогов

2.1 Описание объекта исследования

«Стенд (рисунок 2) содержит основание с закрепленными на нем продольными направляющими, нагрузочное устройство и соединительное устройство. На продольные направляющие опираются балки, скрепленные с ними крепежными болтами. В балках образованы поперечные направляющие и установлены стойки, в которые установлены винты. На винтах закреплены ложементы с прижимными болтами. Стойки скреплены с поперечными направляющими крепежными болтами. На валу нагрузочного устройства закреплен болтом внешний цилиндр соединительного устройства. Во внешнем цилиндре установлен внутренний цилиндр, соединенный с ним посредством первого шлицевого соединения. Во внутреннем цилиндре установлен вал, соединенный с ним посредством второго шлицевого соединения. На внешнем цилиндре и на внутреннем цилиндре установлены фиксаторы, подпружиненные пружинами. На внутреннем цилиндре и на валу образованы выемки для размещения фиксаторов» [15].

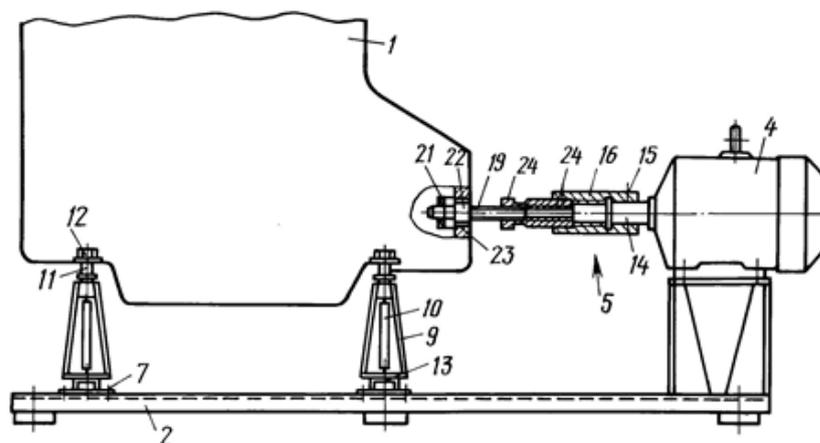


Рисунок 2 – Объект исследования

Недостатки объекта исследования (стенд обкатки КП) – имеет низкую функциональность.

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» [16].

«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.

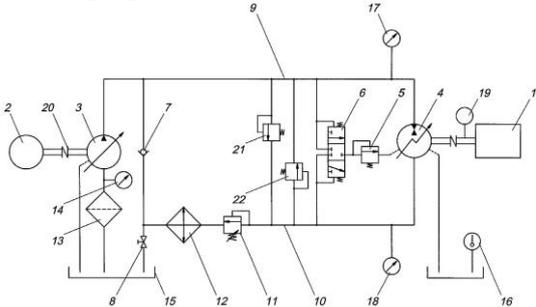
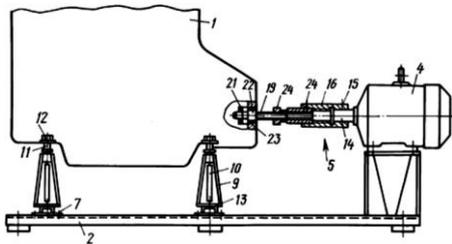
Таблица 2 – Патентно-информационный поиск

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.; Герасченко 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

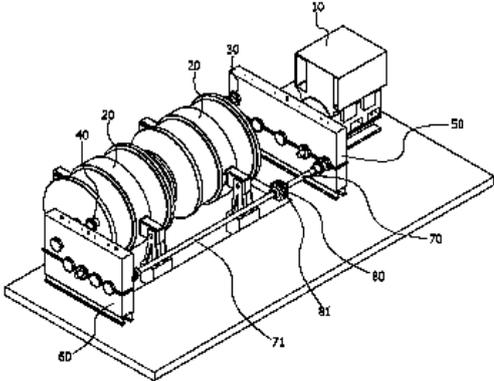
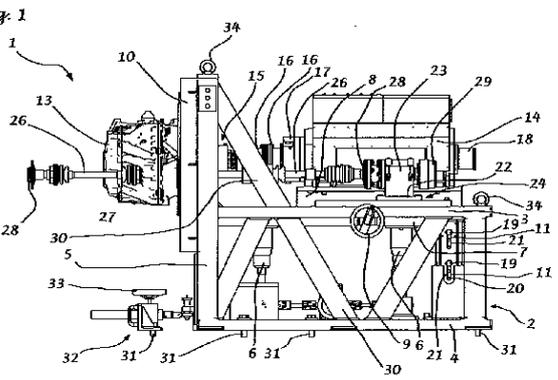
Продолжение таблицы 2

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
		<p>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]</p>		
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
		<p>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» [23]</p> 		
Стенд для обкатки и испытания коробки передач	<p>G01M15/00 Мокшин В.В.; Иванов А.И.; Микулич П.Ф.; Подовиннико в В.В. 1996.07.04 1998.03.20 пат. № 2107175 Россия</p>	<p>«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]</p> 	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 Apolo 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 для тестирования и обкатки коробки передач (рисунок 3).

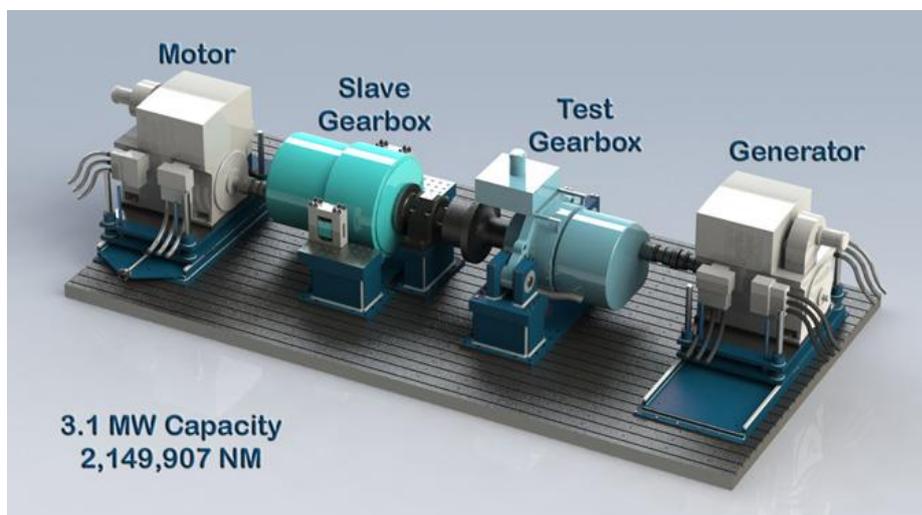


Рисунок 3 – Стенд для тестирования и обкатки коробки передач GEARBOX EXPRESS

Производитель: GEARBOX EXPRESS США.

Источник: www.gearboxexpress.com.

Основные технические моменты:

- переменная скорость работы двигателя;
- сложные элементы управления позволяют в широком диапазоне менять скорости и моменты;
- опционально: генерируется электричество, которое подается обратно в систему;
- блочная система позволяет улучшать стенд без замены всех его частей;
- измерение температуры работающих элементов;
- контроль смазки при обкатке, постоянная фильтрация масла при обкатке коробки передач.

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

Было найдено 6 патентов и один документ из вторичных источников, из которых выбрали наиболее интересные для нашего исследования: патент № 2267761 и «Стенд для тестирования и обкатки коробки передач».

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 для тестирования и обкатки коробки передач»	А 2 № 2267761
Нагрузочное устройство	0	+	+
Силовой элемент	0	+	-
Рама	0	+	-
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		4	2

Согласно таблице прототип: «Стенд для тестирования и обкатки коробки передач» – (П).

Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог А1 «Стенд для тестирования и обкатки коробки передач», производитель: GEARBOX EXPRESS США; источник: gearboxexpress.com. Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде обкатки КП.

Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники.

Проведенные патентные исследования сопоставления совокупностей существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных

ранее из патентного поиска «Стенд для тестирования и обкатки коробки передач», № 2267761, показали, 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 испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA

«Данное устройство относится к испытательной технике, и может быть использовано при испытании и обкатки коробки передач легковых автомобилей как стенд с асинхронным электродвигателем и динамическим нагружением» [6].

«Нагружение осуществляется созданием сопротивления в гидросистеме, приводимой через обкатываемую коробку передач. Стенд может применяться на производственно-технических площадках автотранспортных предприятиях, хозяйствах и крупных (централизованных) станциях технического обслуживания, выполняющие различные виды ремонта и имеющие потребность в проведении обкатки и испытании агрегатов после проведения соответствующих работ.

Назначением данной разработки является разработка конструкторской документации, на основе которой разрабатывается рабочая документация, в соответствии с которой будет изготовлен опытный образец стенда для проведения требуемых испытаний, в том числе на надежность.

После проведения всех необходимых испытаний и работ по доводке стенда принимается решение о запуске его в серийное производство» [4].

«При разработке конструкции стенда предлагается использовать следующие источники информации:

- Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И. Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин;
- 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;

- 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» – Москва : АСВ, 2018 г.
- Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: электронное учебно-методическое пособие / В. С. Малкин; Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2019 г.

«Разрабатываемый стенд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция стенда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течение хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки» [5].

Стенд обеспечивают приработку и испытание агрегатов в соответствии с техническими условиями и руководствами по ремонту.

Количество обслуживаемого персонала не более двух человек, желательна разработка конструкции, обслуживаемой одним оператором.

Контролируемые параметры на пульте управления стендом:

- частота вращения на входном валу коробки переменных передач;
- частота вращения на выходных валах коробки переменных передач;
- тормозной момент на выходных валах коробки переменных передач;
- время (продолжительность обкатки) [26].

В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться покупные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, крепежные изделия и так далее. Также в

разрабатываемой конструкции стенда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо [5].

«При эксплуатации стенда должны выполняться требования стандартов безопасности труда, которая обеспечиваются следующими требованиями:

- требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стендом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте, освещение органов управления, приборы контроля);
- требованиями к обеспечению должного уровня санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы ежедневному обслуживанию стенда);
- 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 к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон);
- требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры);
- 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)» [2].

«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» [8].

«Для питания электропривода стенда определены следующие параметры питающей сети:

- число фаз 3;
- напряжение, В 380;
- частота, Гц 50.

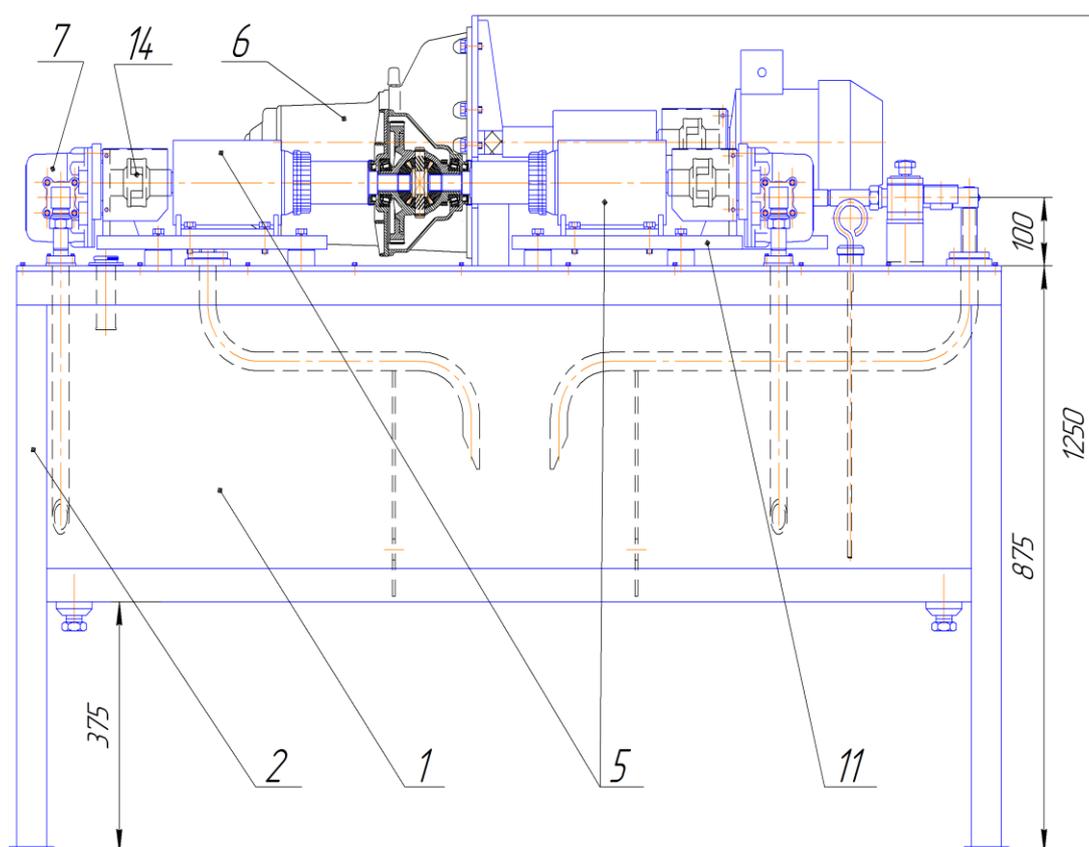
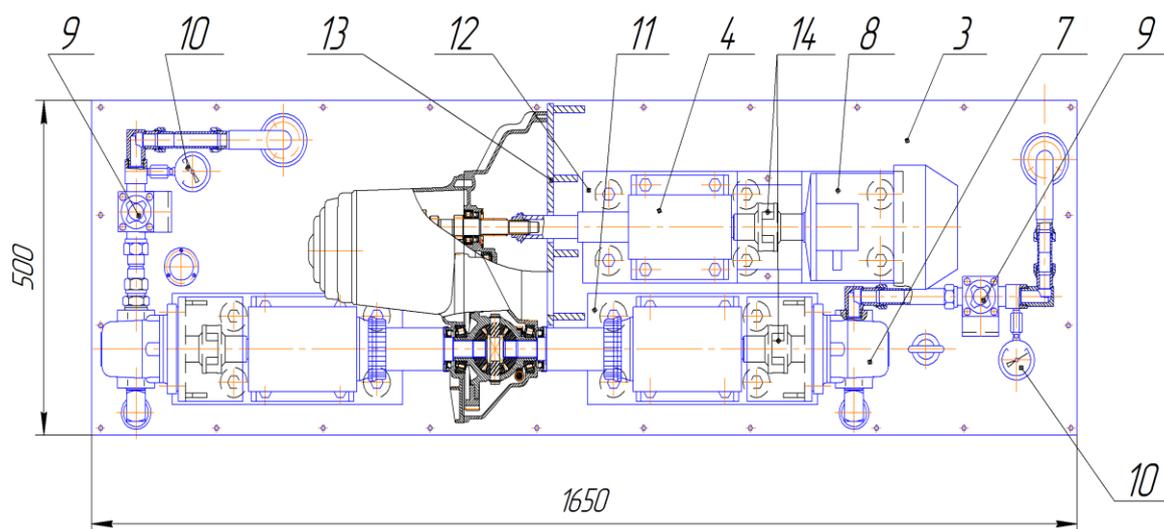
Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

- 1) Тип стенда стационарный, с динамическим нагружением;
- 2) Мощность электродвигателя, кВт не более 25;
- 3) Частота вращения электродвигателя, мин⁻¹ не менее 1500;
- 4) Габаритные размеры стенда, не более:
 - высота, мм 2000;
 - длина, мм 2000;
 - ширина, мм 1000.
- 5) Масса, кг не более 1500» [6].

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA

При проектировании используются материалы, собранные в ходе исследований разрабатываемой конструкции на патентную чистоту, весь список рекомендуемой литературы, курс лекций кафедры ПЭА» [17].

Стенд (рисунок 4) состоит из маслобака 1, расположенного в каркасе 2. Сверху на каркасе располагается базовая плита 3, на которой смонтированы основные механические узлы стенда и гидроаппаратура высокого давления.



1 – маслобак; 2 – каркас станда; 3 – базовая плита; 4, 5 – узел подключения коробки переменных передач; 6 – обкатываемая коробка переменных передач; 7 – масляный насос; 8 – приводной электродвигатель; 9 – кран; 10 – манометр; 11, 12 – основания узлов подключения; 13 – монтажная плита коробки переменных передач; 14 – муфта

Рисунок 4 – Общее конструктивное устройство станда

В центре станда, на вертикальной плите 13, закрепляется корпус обкатываемой КПП 6. Входной вал КПП подключается к приводному электродвигателю 8 через узел 4 (в правой части станда) через муфту 14.

Электродвигатель с муфтой установлены на основании 12, имеющее возможность регулировки по высоте прокладочными шайбами. На выходе КПП, в дифференциал, вставляются валы узлов 5. Узлы 4 и 5 подключения КПП рассмотрены подробнее в след. пунктах ПЗ. На противоположных концах узлов 5 через муфты 14 подключаются нагрузочные устройства в виде масляных насосов 7. Насосы с муфтой установлены на независимых основаниях 11, имеющие возможность регулировки по высоте прокладочными шайбами. Насосы входят в гидрооборудование маслобака 1.

В гидроаппаратуру стенда дополнительно входят контрольные манометры 10 и регулировочные краны 9. Устройство бака рассмотрено в следующем пункте работы.

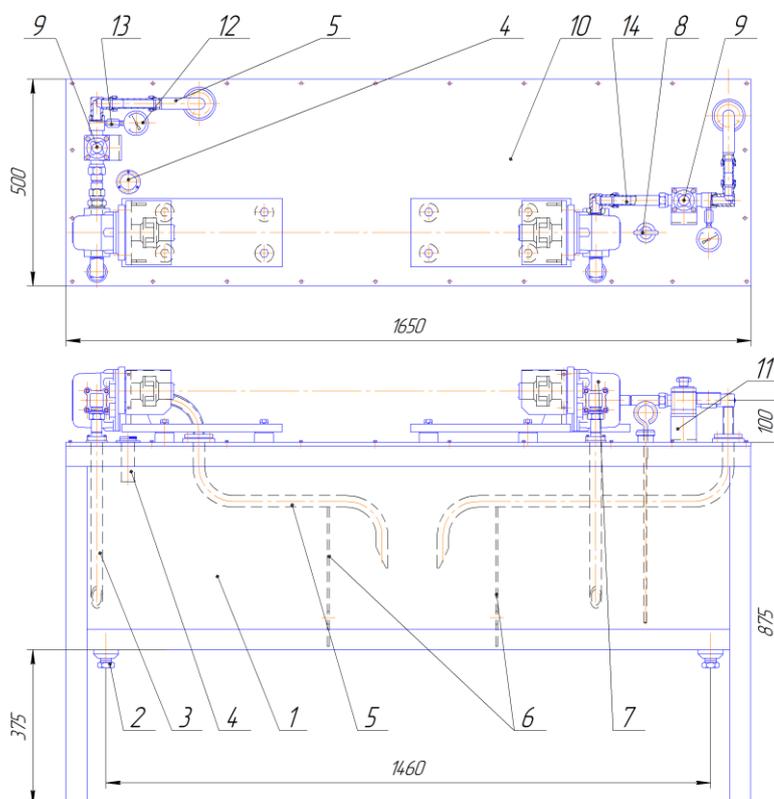
Монтажная плита 13 вертикально приварена к базовой плите 3, укреплена приварными косынками. Материал этих деталей соответствует материалу плиты 3. Далее рассмотрим перечисленные узлы подробнее, для выбора наиболее оптимального варианта конструкции.

Маслобак (рисунок 5) состоит из стенок 1, на нижней стенке (дно) установлены сливные пробки 2. Ввиду большой длины бака количество пробок две штуки. Стенки герметично приварены к каркасу стенда. Сверху на болтах устанавливается базовая плита 10, герметичность установки обеспечивается прокладкой из листового паронита, под прилегающие к каркасу края плиты. По краям бака располагаются всасывающие трубопроводы 3. Их две штуки, одна штука на каждый маслонасос 7.

В левой стороне бака также находится заливная горловина 4 с сетчатым фильтром (вид «Е» сборочного чертежа). Конструкция горловины герметичная. По краям бака также расположены сливные трубопроводы 5, также две штуки.

В правой части бака расположен контрольный щуп 8. Его конструкция показана на виде «Ж» сборочного чертежа. В боковой стороне втулки, в которую вставляется щуп, предусмотрены отверстия для вентиляции бака и обеспечения изменения объема воздуха при изменении объема масла.

Отверстия располагаются сразу под крышкой, на расстоянии от плиты 10 – в труднодоступном для пыли и грязи месте. Всасывающие патрубки бака ведут к маслонасосам 7.



1 – стенки маслобака, 2 – сливная пробка, 3 – всасывающий трубопровод, 4 – заливная горловина, 5 – сливной трубопровод, 6 – перегородки, 7 – масляный насос, 8 – щуп, 9 – кран, 10 – основание станда, 11 – кронштейн крана, 12 – манометр, 13 – резьбовой переходник, 14 – переливной патрубок

Рисунок 5 – Конструкция маслобака

«В качестве нагнетателя будем использовать масляный насос модели НШ-32 (рисунок 6), цифры которой обозначают рабочий объем камеры насоса, то есть объем, вытесняемый насосом за один оборот.

Выбран малый объем, так как согласно расчету большая производительность маслосистемы не требуется» [29].

«Напорная магистраль каждого маслонасоса через переливной патрубок 14 подключается к дросселирующему крану 9 и манометру 12. Патрубок 14 представляет собой две трубки, на конце каждой нарезана присоединительная резьба под гидравлическую гайку высокого давления.



Рисунок 6 – Маслонасос НШ-32

Для установки на стенд, каждый конец изготавливается большей длины, чем требуется, вворачивается на резьбе в свое соединение, размечается место стыка трубок, трубки снимаются, обрезаются в нужный размер и свариваются в единый трубопровод с резьбовыми концами. По такому принципу устроены все соединительные трубопроводы поверх бака. Кран представляет собой регулятор расхода рабочей жидкости, по конструкции - комбинация дросселя с регулятором, поддерживающий постоянный перепад на дросселирующей щели» [29].

«Внешний вид модели МПГ55 представлен на рисунке 7, а основные технические характеристики представлены в таблице 4.



Рисунок 7 – Регулятор расхода МПГ55-24

Таблица 4 – Технические характеристики регуляторов расхода МПГ55

Параметр	МПГ55-22	МПГ55-24	МПГ55-25
Условный проход, мм	10	20	32
Расход масла, л/мин:			
– максимальный;	25	100	200
– минимальный.	0,04	0,09	0,15
Номинальное рабочее давление, МПа	20	20	20
Перепад давления в дросселе, МПа	0,2	0,2	0,2
Масса, кг	1,6	2,5	8» [27].

Для регулировки по высоте трубопроводов, кран устанавливается на кронштейнах 11.

«Манометр избыточного давления модели МП 2-У служит для измерения избыточного и вакуумметрического давления неагрессивных, некристаллизующихся по отношению к медным сплавам жидкостей» [12].

Внешний вид показан на рисунке 8.



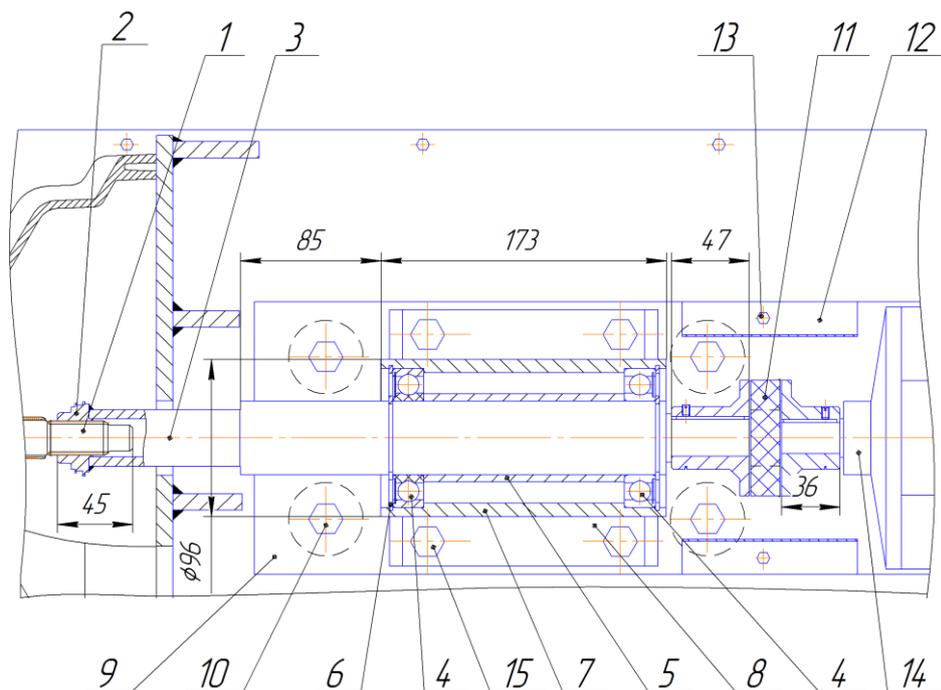
Рисунок 8 – Манометр МП 2-У

«Работа узла. При вращении электродвигателем входного вала КПП крутящий момент последовательно передаётся на валы масляных насосов. Каждый масляный насос начинает качать масло из бака и сливать его по сливному патрубку в него же. На пути сливного патрубка регулировка краном (регулятором расхода) уменьшает пропускное сечение магистрали,

создавая дополнительную нагрузку на масляный насос, и, соответственно, нагрузку на коробку передач. Слив горячего масла происходит в середину бака, перегородки в баке не дают маслу сразу попасть во всасывающие патрубки. Охлажденное масло опускается вниз и проходит к всасывающим патрубкам через нижние отверстия в перегородках. Давление в обеих ветвях контролируется по манометрам, тем самым обеспечивается возможность регулирования распределения нагружающего момента между ветвями» [6].

«Узел присоединения коробки переменных передач к приводному электродвигателю представлен на рисунке 9.

Коробка переменных передач присоединяется входным валом 1, конец вала выполнен со шлицевым соединением. На вал одевается вал 3 промежуточной опоры. Для снижения технологичности изготовления левый конец вала представляет собой обрезанную шлицевую втулки 2 от диска сцепления ВАЗ, втулка сваривается с валом.



- 1 – входной вал КПП; 2 – шлицевая втулка; 3 – вал промежуточной опоры; 4 – подшипник; 5 – втулка распорная; 6 – стопорные кольца; 7 – втулка распорная; 8 – основание опоры; 9 – основание; 10 – болтовое соединение; 11 – муфта; 12 – съемный кожух; 13 – болтовое соединение; 14 – приводной электродвигатель; 15 – болтовое соединение

Рисунок 9 – Узел присоединения КПП к приводному электродвигателю

Количество втулок определяется в соответствии с количеством дисков сцепления для сохранения прочности соединения. В нашем случае 1 штука. На валу установлены открытые радиальные шарикоподшипники 4, раскрепленные втулкой 5 и зафиксированные стопорными кольцами 6. По наружным кольцам подшипники закрепляются стопорными кольцами в корпусе 7 промежуточной опоры. Корпус приварен к собственному основанию 8 через усилительные косынки. Основание 8 крепится к общему основанию 9 всего узла сквозными болтовыми соединениями 15. Основание 9 в свою очередь крепится к стенду через болтовые соединения 10. На выходном конце вала 3 устанавливается муфта 11 – общемашиностроительного применения для соединения соосных валов при передаче крутящего момента, и уменьшения динамических нагрузок при угловых, радиальных и осевых смещениях валов. По требованиям правил безопасности, муфта закрывается кожухом 12, выполненным из тонколистовой стали и крепящемуся к основанию 9 через болтовое соединение 13. Муфта соединяет вал 3 и приводной электродвигатель 14 через упругий элемент» [6].

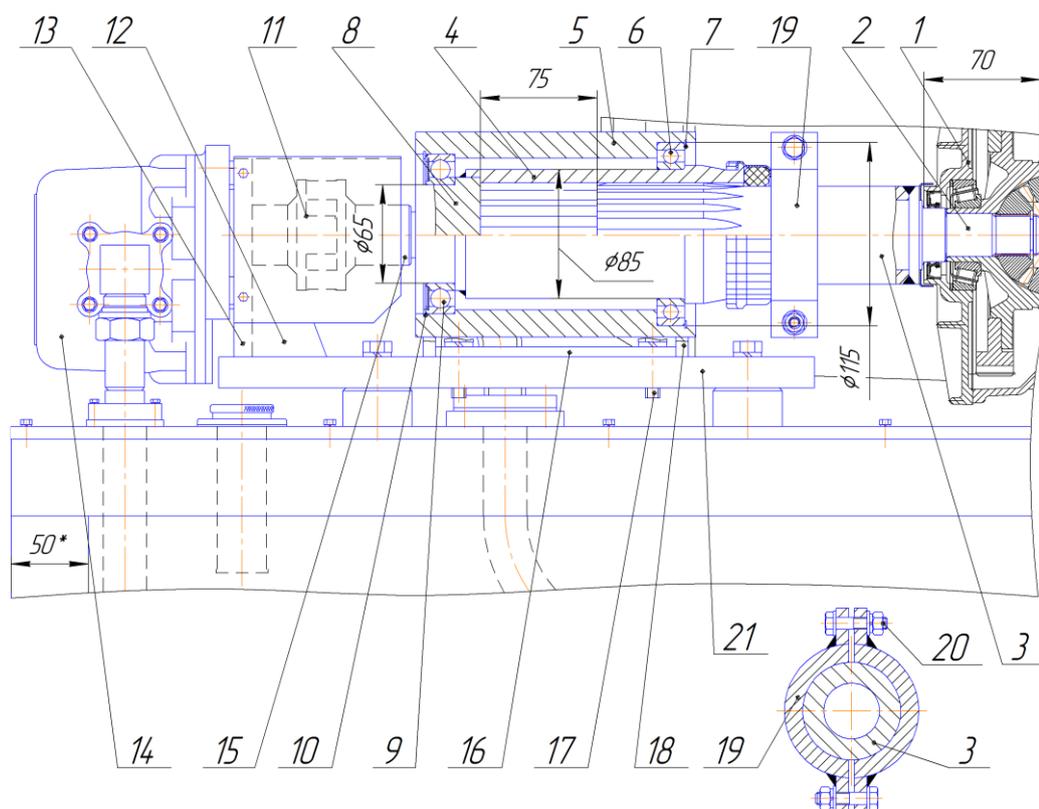
Работа узла:

«КПП подводится входным валом 1 к шлицевой втулке 1 вала 3 промежуточной опоры 7, втулка 2 насаживается на вал, корпус КПП подается вправо, устанавливается на плиту стенда, фиксируется жестко болтами, при этом втулка надвигается на вал 1 не менее 45 мм (обеспечение полного контакта шлицов, условие прочности зубьев шлицевой втулки)» [30].

«Внешний вид узла присоединения КПП к валу масляного насоса показан на рисунке 10.

На стенде используется два таких узла, которые устанавливаются слева и справа от КПП. В конструкции используется множество унифицированных автомобильных узлов для снижения технологичности изготовления и повышения ресурса работы узла. Присоединительная часть КПП является дифференциалом 1, к которому присоединяется обрезанная часть от гранаты

ВАЗ-2108, как подходящая по ответным шлицевым зубьям – вал 2. К нему приваривается проточенный вал 3, которым является часть шлицевого вала карданной передачи автомобиля ЗиЛ-157К, как подходящая по длине свободного хода зубьев (75 мм). Шлицы вала 3 ходят в ответной втулке 4. По наружной поверхности втулка 4 проточена для установки в подшипник 7, в левой части проточка под приварку посадочной втулки 8, служащей для установки в подшипник 10 и соединения с муфтой 11.



1 – дифференциал коробки передач; 2,3,8 – вал; 4 – шлицевая втулка; 5 – корпус опоры; 6,9 – подшипники; 7,10 – стопорные кольца; 11 – муфта; 12 – косынка; 13 – кронштейн; 14 – масляный насос, 15 – муфта; 16 – основание опоры; 18 – косынка; 19 – зажим; 20 – болтовое соединение; 21 – основание узла

Рисунок 10 – Узел присоединения КПП к приводному электродвигателю

Подшипники зафиксированы в корпусе 5 промежуточной опоры стопорными кольцами 7 и 10. Различие колец в диаметре. Корпус 5 приваривается к собственному основанию 16 через косынки 18. Устанавливается на общем для всего узла основании 21 через сквозные

болтовые соединения 17. Основание 21 устанавливается на стенде аналогично основанию узла присоединения входного вала КП» [30].

«На выходном валу 8 промежуточной опоры устанавливается муфта 11, закрытая съемным кожухом и аналогичная муфте узла присоединения входного вала КП. Выходной конец муфты крепится к валу маслонасоса 14. Маслонасос установлен своим посадочным фланцем на кронштейн 13, который через усилительные косынки 12 приварен к основанию 21. В рабочем положении (выдвинутом состоянии) вал 3 фиксируется от смещения съемным зажимом 19, представляющим собой два полукольца с приварными к ним пластинами, через которые полукольца затягиваются на валу 3 сквозными болтовыми соединениями 20. Болты расположены ассиметрично для обеспечения сохранения балансировки вала при вращении» [30].

Работа узла:

Предварительно ослабляется крепление зажима 19, вал 3 сдвигается в крайнее положение влево (рисунок 10), на время и для обеспечения одевания втулки входного вала КП, корпус КП устанавливается на стенд, фиксируется жестко, после этого вал 3 вставляется в дифференциал 1 КП, и фиксируется установкой зажима 19 [6].

«Целью испытаний является проверка качества восстановления отдельных деталей и в целом качества сборки является. Испытания проводят под нагрузкой и без нагрузки. Сначала коробку передач испытывают без нагрузки на всех передачах при частоте вращения первичного вала 900-1000 об/мин. Продолжительность испытания определяется временем, необходимым для прослушивания работы коробки передач и выявления дефектов. При тех же частотах испытывают на каждой передаче по 2-3 мин и под нагрузкой от 100 до 150 Н·м на первичном валу. В ходе испытаний проверяют, нет ли подтеканий масла, самопроизвольного выключения передач, повышенного шума, ударов, стуков» [13].

Последовательность обкатки: «КП устанавливается на стенд, жестко фиксируется, подключается к приводному электродвигателю и нагрузочному

устройству (маслонасосам), одеваются защитные кожуха, фиксируются подвижные узлы. Краны маслонасосов открыты на полную, в маслонасосах не создается сопротивление вращению. Включается режим разгона КПП – включается электродвигатель стенда на последней передаче, входной вал разгоняется до 1000 об/мин, до такой же частоты разгоняются валы маслонасосов (так как передаточное отношение передачи 1). Разгон выполняется в короткое время, при разгоне дефекты не выявляются. При достижении 1000 об/мин оборотов испытание идет в режиме без нагрузки. После краны регулируются оператором, притормаживая вращение валов в КПП и создавая требуемый тормозной момент. Оператор сопоставляет давление на выходе крана с величиной получаемого нагрузочного момента по специальной таблице, до получения нагружения 100 Н·м, При достижении требуемого тормозного момента производится обкатка под нагрузкой, выявляются дефекты при работе под нагрузкой на четвертой передаче. После обкатки электродвигатель обесточивается, имитируя отключение диска сцепления, производится переключение передачи на третью. Производится разгон валов до частоты вращения первичного вала $900-1000 \text{ мин}^{-1}$, а на выходе КПП (маслонасосов) до частоты 1500 мин^{-1} (так как передаточное отношение третьей передачи 1,5). Снова испытания без нагрузки, на новых частотах вращения. После испытания без нагрузки задается нагрузка 67 Н·м, но при этом приводная, передаваемая через валы КПП мощность от электродвигателя, равна мощности при испытании на четвертой передаче» [14].

«Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. Если смотреть на стенд сбоку, то конструкция стенда симметрична (пульт управления визуально дополняет симметрию по ширине).

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и имеет в большинстве своем повторение горизонтальных и вертикальных линий. Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает

удаление грязи и пыли. Симметрия формы стенда также служит для выражения статичности, главный вид придает ему выражение динамичности.

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» [15].

Спецификация на стенд для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2).

3.3 Расчет конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA

Расчет приводного электродвигателя, определение режимов обкатки.

«Приработку и испытание производят при постоянной частоте вращения ведущего вала испытываемого агрегата 900-1000 об/мин. Продолжительность испытания техническими условиями не регламентируется, на большинстве ремонтных предприятий она составляет 20-25 мин и в том числе 12-15 мин под нагрузкой до 15 кг·м (для легковых автомобилей).

В качестве приводного устройства применен асинхронный трехфазный электродвигатель переменного тока, с частотой вращения 1000 об/мин, с регулировкой оборотов при помощи частотного регулятора. Поскольку частота вращения ротора электродвигателя совпадает с предусмотренной техническими условиями частотой вращения ведущих валов испытываемых агрегатов трансмиссии, то в конструкции стенда применено прямое соединение электродвигателя с испытываемым агрегатом» [12].

«Мощность электродвигателя приводного устройства определяется по формуле:

$$N_{\text{э}} = \frac{M_T \cdot n}{716,2 \cdot \eta_M \cdot i}, \quad (1)$$

где M_T – максимальный тормозной момент на ведомом валу коробки

передат, принимается равным 132 Н·м или 13,2 кг·м;

n – частота вращения первичного вала коробки передат, рекомендуемое значение 1000 об/мин;

η_M – механический КПД испытываемого агрегата, выбирается в диапазоне 0,85-0,95 (принимаем 0,9);

i – передаточное отношение передачи КПП для режима с максимальным обкаточным моментом, для 1-ой передачи КПП LADA GRANTA передаточное отношение равно 3,64» [7].

Подставив исходные данные в формулу (1) и получим:

$$N_{\text{э}} = \frac{13,2 \cdot 1000}{716,2 \cdot 0,9 \cdot 3,64} = 5,62 \text{ кВт}.$$

По справочной литературе выбираем асинхронный электродвигатель 4А160М6УЗ по ГОСТ 19523-81, частотой вращения 1000 об/мин и мощностью 5,8 кВт.

Подбор масляного насоса.

«Предварительно выбирается тип насоса – шестеренный, НШ. Самая распространенная (не усиленная, не специального исполнения) серия насосов имеет одинаковое давление на выходе 160 бар или 16 МПа. Модель насоса определяется объемом камеры нагнетания» [15].

«Для шестеренного насоса объем камеры равен водоизмещению насоса за один оборот.

$$D = \frac{Q \cdot 1000}{n_{\text{эл}} \cdot z}, \quad (2)$$

где z – передаточное отношение привода от электродвигателя к насосу, принимаем равным 1;

$n_{эл}$ – частота вращения вала электродвигателя, принимаем равной 1000 об/мин;

Q – поток насоса, ограниченный отношением приводной мощности электродвигателя и развиваемого давления насоса, определяется из выражения» [6].

$$N_э = \frac{Q \cdot p}{60}. \quad (3)$$

Тогда поток насоса определяется по формуле:

$$Q = \frac{N_э \cdot 60}{p}, \quad (4)$$

$$Q = \frac{5,8 \cdot 60}{16} = 21,75 \text{ л/мин.}$$

Подставляем значения в формулу (2) и получаем:

$$D = \frac{21,75 \cdot 1000}{1000 \cdot 1} = 21,75 \text{ см}^3 / \text{об.}$$

«По найденному значению объема камеры, подбирается ближайший насос НШ-32-3У1 со следующими техническими характеристиками выбранного насоса:

- наименование НШ - насос шестеренный;
- рабочий объем, см³ 32;
- давление, МПа 16;

- направление вращения ведущего ротора правое, если смотреть со стороны привода (левое – обозначается буквой Л);
- климатическое исполнение и категория размещения У1;
- кинематическая вязкость перекачиваемого масла 0,15-0,75» [19].

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA, выполнен расчет приводного электродвигателя, подбор масляного насоса.

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» [29].

Для сборки станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA 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:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (5)$$

где $F_{д}$ – 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 200 шт.

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{200} = 621 \text{ мин.}$$

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

Технологическая схема сборки станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA представлена в графической части ВКР.

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

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 5), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 5 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Поднять при помощи тельфера раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	4
Осмотреть раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	1,5
Установить раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA на предполагаемое место	5,6
Взять основание опоры	0,4
Осмотреть основание опоры	0,6
Установить основание опоры на раму станда при помощи болтов (4 шт.)	2
Взять опору нагрузочную в сборе	0,4
Осмотреть опору нагрузочную в сборе	0,6
Установить опору нагрузочную в сборе на раму станда при помощи 4 болтов	4
Взять насос НШ-32УКФ	0,3
Осмотреть насос НШ-32УКФ	0,4
Установить насос НШ-32УКФ на раму станда	3
Соединить насос НШ-32УКФ с опорой нагрузочной в сборе	2,5
Выполнить соединение насоса НШ-32УКФ с гидравлической частью станда	15
Взять основание опоры	0,4
Осмотреть основание опоры	0,6
Установить основание опоры на раму станда при помощи болтов (4 шт.)	2

Продолжение таблицы 5

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять опору нагрузочную в сборе	0,4
Осмотреть опору нагрузочную в сборе	0,6
Установить опору нагрузочную в сборе на раму стенда при помощи 4 болтов	4
Взять насос НШ-32УКФ	0,3
Осмотреть насос НШ-32УКФ	0,4
Установить насос НШ-32УКФ на раму стенда	3
Соединить насос НШ-32УКФ с опорой нагрузочной в сборе	2,5
Выполнить соединение насоса НШ-32УКФ с гидравлической частью стенда	15
Взять основание электродвигателя	0,3
Осмотреть основание электродвигателя	0,5
Установить основание электродвигателя на раму стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA при помощи 6 болтов	6
Взять электродвигатель 4A160M6УЗ ГОСТ 19523-81	0,3
Осмотреть электродвигатель 4A160M6УЗ ГОСТ 19523-81	0,4
Установить электродвигатель 4A160M6УЗ ГОСТ 19523-81 на основание электродвигателя при помощи 4 болтов	4
Взять опору приводную	0,3
Осмотреть опору приводную	0,5
Установить опору приводную на основание электродвигателя	2,5
Соединить вал опоры приводной с валом электродвигателя при помощи муфты	3
Взять кожух	0,3
Осмотреть кожух	0,5
Установить кожух на муфту, соединяющую вал опоры приводной с валом электродвигателя	2,5
Выполнить настройку стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	30
Выполнить испытание стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	60
Итого:	180,6

4.2 Определение трудоемкости сборки

Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (6)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{шт}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (7)$$

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%.

$$t_{шт}^{общ} = 180,6 + 180,6 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 195,05 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический процесс сборки станда

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
005	Сборочная	1	Поднять при помощи тельфера раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина, отвертки	90,6
		2	Осмотреть раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA		
		3	Установить раму станда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			LADA на предполагаемое место		
		4	Взять основание опоры		
		5	Осмотреть основание опоры		
		6	Установить основание опоры на раму стенда при помощи болтов (4 шт.)		
		7	Взять опору нагрузочную в сборе		
		8	Осмотреть опору нагрузочную в сборе		
		9	Установить опору нагрузочную в сборе на раму стенда при помощи 4 болтов		
		10	Взять насос НШ-32УКФ		
		11	Осмотреть насос НШ-32УКФ		
		12	Установить насос НШ-32УКФ на раму стенда		
		13	Соединить насос НШ-32УКФ с опорой нагрузочной в сборе		
		14	Выполнить соединение насоса НШ-32УКФ с гидравлической частью стенда		
		15	Взять основание опоры		
		16	Осмотреть основание опоры		
		17	Установить основание опоры на раму стенда при помощи болтов (4 шт.)		
		18	Взять опору нагрузочную в сборе		
		19	Осмотреть опору нагрузочную в сборе		
		20	Установить опору нагрузочную в сборе		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			на раму стенда при помощи 4 болтов		
		21	Взять насос НШ-32УКФ		
		22	Осмотреть насос НШ-32УКФ		
		23	Установить насос НШ-32УКФ на раму стенда		
		24	Соединить насос НШ-32УКФ с опорой нагрузочной в сборе		
		25	Выполнить соединение насоса НШ-32УКФ с гидравлической частью стенда		
		26	Взять основание электродвигателя		
		27	Осмотреть основание электродвигателя		
		28	Установить основание электродвигателя на раму стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA при помощи 6 болтов		
		29	Взять электродвигатель 4А160М6УЗ ГОСТ 19523-81		
		30	Осмотреть электродвигатель 4А160М6УЗ ГОСТ 19523-81		
		31	Установить электродвигатель 4А160М6УЗ ГОСТ 19523-81 на основание электродвигателя при помощи 4 болтов		
		32	Взять опору приводную		
		33	Осмотреть опору приводную		

Продолжение таблицы 6

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		34	Установить опору приводную на основание электродвигателя		
		35	Соединить вал опоры приводной с валом электродвигателя при помощи муфты		
		36	Взять кожух		
		37	Осмотреть кожух		
		38	Установить кожух на муфту, соединяющую вал опоры приводной с валом электродвигателя		
010	Регулировочная	1	Выполнить настройку стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA	Набор ключей, отвертки	90
		2	Выполнить испытание стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA		

Выводы по разделу.

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

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.

«Во всем мире насчитывается около 382 млн несчастных случаев на производстве и 172 млн жертв профессиональных заболеваний.

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 обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA составлен технологический паспорт, представленный в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический паспорт технологического процесса обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обкатка и испытание коробок передач автомобилей LADA	1 Установка КП автомобиля LADA на стенд. 2 Выполнение обкатки КП без нагрузки и с нагрузкой. 3 Снятие КП со стенда.	Слесарь-моторист 4 разряда	Стенд для обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA, 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 обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка КП автомобиля LADA на стенд. 2 Выполнение обкатки КП без нагрузки и с нагрузкой. 3 Снятие КП со стенда.	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования»	Стенд для обкатки и испытания коробок передач» [30]. автомобилей LADA, кран-балка, технологическое оборудование агрегатного участка
	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях технологического оборудования»	Детали и агрегаты стенда для обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA, поверхности коробки передач» [30].
	Повышенный уровень шума	Стенд для обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA, технологическое оборудование агрегатного участка

Продолжение таблицы 8

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	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 соответствие 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;
- к) и других мероприятий пожарной безопасности в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) Российской Федерации» [13].

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 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – 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].
«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 противозумные наушники, беруши противозумные» [10].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой»	Оздоровительно-профилактические мероприятия: медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение	–

Продолжение таблицы 9

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащённости средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [10]. 	–
«Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединённых операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечёт 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]. – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, 	–

Продолжение таблицы 9

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>сонливости, апатии);</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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» [10]; – «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 10).

Таблица 10 – 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» [23].

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 автоматической пожарной сигнализации, автоматической установки пожаротушения, системы оповещения и управления эвакуацией, пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения;
- пожарное оборудование;
- средства индивидуальной защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [23].

«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, полотно асбестовое), универсальный порошковый и воздушно-пенный огнетушители;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения;
- 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» [23].

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 обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при обкатке и испытании коробок передач

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	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя

Продолжение таблицы 11

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
оборудования	лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [28]

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

Выполняем идентификацию вредных и опасных экологических факторов, возникающих при обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA и сведем их в таблицу 12.

Таблица 12 – 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 коммунальный мусор» [29].

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA:

- 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» [22];

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан технологический паспорт процесса обкатки и испытания коробок передач автомобилей LADA;
- выявлены профессиональные риски при обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA, определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при обкатке и испытании коробок передач автомобилей LADA и разработаны мероприятия по их снижению.

6 Экономическая эффективность проекта

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

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (8)$$

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:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (9)$$

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 13 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 13 – 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:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (10)$$

где $C_{п.р.н}$ – 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.» [25].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (11)$$

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:

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

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

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{СОЦ}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{Д}}) / 100, \quad (13)$$

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

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

В таблице 14 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 14 – 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:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (14)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 15 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 15 – 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:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (15)$$

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

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

$C_{\text{соц.сб}}$ – страховые взносы в фонды, р» [11].

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

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\text{д.сб}} \cdot k_t, \quad (16)$$

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

Значение определяем по формуле:

$$T_{\text{сб}} = k_c \cdot \Sigma t_{\text{сб}}, \quad (17)$$

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

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

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

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

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

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

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

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

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

В таблице 16 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 16 – 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:

$$C_{OH} = \frac{(C'_{PP} \cdot R_{OH})}{100}, \quad (18)$$

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

R_{OH} – доля общепроизводственных накладных расходов, %» [11].

$$C'_{PP} = (C_{PP} + C_{СБ}). \quad (19)$$

Подставив числовые значения в формулы (18, 19) получим:

$$C'_{PP} = 580,7 + 1140,13 = 1720,83 \text{ р.},$$

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

«Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: электродвигатель 4А160М6УЗ – 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. Перечень покупных деталей представлен в таблице 17» [20].

Таблица 17 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую 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 Tikkurila Metallista	1	1850	1850
Итого:			62670

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

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 18.

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

Таблица 18 – 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 испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA равны 77954,92 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (20)$$

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

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

«Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{OK} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (21)$$

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

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (22)$$

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

В таблице 19 представлены основные показатели проекта.

Таблица 19 – 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» [11].

Выводы по разделу.

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

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрено назначение коробки передач, классификация современных механических коробок передач, а также современные разработки КПП;
- 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 испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA, выполнен расчет приводного электродвигателя, подбор масляного насоса. Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание и обкатку коробок передач автомобилей LADA в соответствии с необходимыми требованиями;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 77954,92 р., что значительно дешевле вариантов стендов для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA 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 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.

22 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.

23 Справочник конструктора : справочно-методическое пособие / [Б. П. Белозеров и др.] ; под ред. И. И. Матюшева. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехника, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 1025 с.

24 Сырямин Ю. Н. Эксплуатационные испытания автомобилей : практикум / Ю. Н. Сырямин, А. Ю. Кирпичников, А. С. Алехин ; Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2020. - 72, [1] с.

25 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.

26 Халтурин Д. В. Испытание автомобилей и тракторов [Текст] : практикум для студентов 5-го курса, обучающихся по профилю "Автомобили и тракторы" направления подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / Д. В. Халтурин, Н. И. Финченко, А. В. Давыдов. - Томск : Изд-во ТГАСУ, 2017. - 171 с.

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

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

29 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.

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

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

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

Приложение А
Спецификация

Лист		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
									№
Лист 1		A4			22.ДП.ПЭА.202.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
		A1			22.ДП.ПЭА.202.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
							<u>Сборочные единицы</u>		
Лист 2				1	22.ДП.ПЭА.202.61.01.000	Рама	1		
				2	22.ДП.ПЭА.202.61.02.000	Блок маховых масс	1		
				3	22.ДП.ПЭА.202.61.03.000	Барабан в сборе	2		
				4	22.ДП.ПЭА.202.61.04.000	Платформа	2		
				5	22.ДП.ПЭА.202.61.05.000	Полумуфта в сборе	1		
				6	22.ДП.ПЭА.202.61.06.000	Крышка большая	1		
				7	22.ДП.ПЭА.202.61.07.000	Крышка малая	1		
				8	22.ДП.ПЭА.202.61.08.000	Узел фиксации ведомых колес	2		
Лист 3						<u>Детали</u>			
				10	22.ДП.ПЭА.202.61.00.010	Переходник	1		
				11	22.ДП.ПЭА.202.61.00.011	Ручник	4		
				12	22.ДП.ПЭА.202.61.00.012	Втулка	8		
				13	22.ДП.ПЭА.202.61.00.013	Швеллер	1		
Лист 4						<u>Стандартные изделия</u>			
				15		Болт М10х38 ГОСТ 7798-70	4		
				16		Болт М14х28 ГОСТ 7798-70	4		
				17		Винт М6х14 ГОСТ 1485-84	3		
Лист 5		22.ДП.ПЭА.202.61.00.000							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стенд для определения тяговых качеств легковых автомобиля		
Разраб.	Резаев				Лит	Лист			
Проб.	Угарова					1	2		
Н.контр.	Угарова				ТГУ, ИМ, г.р. АТС-17012				
Утв.	Бобровский				Формат А4				

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для испытаний и обкатки коробок передач автомобилей LADA

