

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 Стенд для испытаний коробок передач легковых
автомобилей LADA

Студент

М.А. Маколкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

С.Ю. Данилова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена работа на тему: «Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA».

Цель работы: повышение качества ремонта КПП путем разработки стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

ВКР включает в себя пять разделов.

В первом разделе рассмотрены назначение, общее устройство и работа коробки передач.

Во втором разделе составлено техническое задание и техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей.

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс обкатки коробки передач.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

В пятом разделе определена экономическая эффективность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

Выпускная квалификационная работа состоит из 78 страниц, и включает в себя 8 иллюстраций, 16 таблиц, 44 источников, 1 приложение.

Abstract

The graduation work is devoted to stand developing for testing passenger car «LADA» gearboxes.

In enterprises with the car fleet, the task of vehicles maintaining, and the repair of units and aggregates is successfully implemented by a regulated monitoring system and periodic maintenance.

Break-in is the most important operation of the repair process, in which the running-in process of details working surfaces is realized. This leads to the formation of a new surface microgeometry, which has a positive effect on the operational stability of the nodes and on the perception of operational loads.

The aim of the work is to improve the quality of gearbox repair by developing of the stand for testing passenger car «LADA» gearboxes.

The graduation work consists of 78 pages, including 8 illustrations, 16 tables, 44 sources of literature and 1 annex.

The thesis of graduation project consists of 5 parts.

In the first part we review the assignment, general structure, and principle of gearbox operation.

In the second part we draw up the terms of reference and the technical proposal for the development of the stand construction for testing passenger cars gearboxes. To prepare the engineering calculations of the developed stand, substantiating its operability.

The third part describes in details the technological process of breaking-in the gearbox.

The fourth part describes the safety and ecological compatibility of the developed stand.

The fifth part deals with economic efficiency calculation of the designed construction for testing passenger cars gearboxes.

Содержание

Введение.....	5
1 Назначение, общее устройство и работа коробки передач.....	7
2 Конструкторская часть	16
2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	16
2.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	20
2.3 Расчет конструкции стенда	33
2.4 Руководство по эксплуатации стенда для испытания и обкатки коробки передач автомобилей LADA	36
3 Технологический процесс обкатки коробки передач автомобиля LADA....	41
3.1 Технические условия обслуживания коробки передач.....	41
3.2 Организация технологического процесса обкатки коробки передач	41
4 Безопасность и экологичность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.....	45
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	45
4.2 Определение профессиональных рисков.....	47
4.3 Способы снижения профессиональных рисков	48
4.4 Пожарная безопасность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.....	52
4.5 Экологическая безопасность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.....	54
5 Расчет экономической эффективности стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	56
5.1 Расчет себестоимости проектируемого стенда	56
5.2 Расчет коммерческой эффективности проекта	64
Заключение	72
Список используемой литературы и используемых источников.....	73
Приложение А Спецификация.....	77

Введение

«Одним из резервов увеличения автомобильного парка страны является организация на должном уровне ремонта автомобилей. Необходимость и целесообразность ремонта обусловлены прежде всего тем, что при длительной эксплуатации автомобиля достигают такого состояния, когда затраты средств и труда, связанные с поддержанием их в работоспособном состоянии, превосходят доходы, поступающие от их дальнейшей эксплуатации. Такое техническое состояние автомобилей считается предельным и обусловлено неравнопрочностью их деталей и агрегатов. Известно, что создать равнопрочную машину, все детали которой изнашивались бы равномерно и имели бы одинаковый срок службы, практически невозможно. Следовательно, ремонт автомобиля даже только заменой некоторых деталей, имеющих небольшой ресурс, всегда целесообразен и с экономической точки зрения оправдан» [1].

«Основным источником экономической эффективности ремонта автомобилей является использование остаточного ресурса их деталей. Около семидесяти процентов деталей автомобиля, прошедших срок службы до ремонта, имеют остаточный ресурс и могут быть использованы повторно либо без ремонта, либо после небольшого ремонтного воздействия» [2].

Обкатка является важнейшей операция технологического процесса ремонта, при которой реализуется процесс приработки рабочих поверхностей деталей. Это приводит к образованию новой микрогеометрии поверхностей, наиболее благоприятной для дальнейшей устойчивой работы соединений и восприятия эксплуатационных нагрузок.

«Задачами технологической обкатки являются:

- подготовка поверхностей деталей к восприятию эксплуатационных нагрузок;

- выявление и устранение отказов, возникающих из-за отклонений в качестве запасных частей, в технологии ремонта деталей, сборки сопряжений и узлов двигателей.

Для решения первой задачи используется ряд технологических приемов, позволяющих не только повысить степень приработки, но и сократить продолжительность стендовой обкатки.

Для решения второй задачи необходимо подобрать такие режимы нагружения и продолжительность стендовой обкатки, чтобы большинство отказов, заложенных при ремонте, выявлялось в период технологической обкатки» [3, 4].

Основная приработка соединенных поверхностей происходит в первые 2-3 ч и завершается для двигателей через 50-60 ч, а для агрегатов трансмиссии через 100-120 ч. Ее выполняют в два этапа: первый – обкаткой в условиях предприятия технического сервиса и второй – обкаткой в эксплуатационных условиях при работе с неполной нагрузкой (не более 70% от номинальной).

В рамках данного дипломного проекта предложена разработка конструкции стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

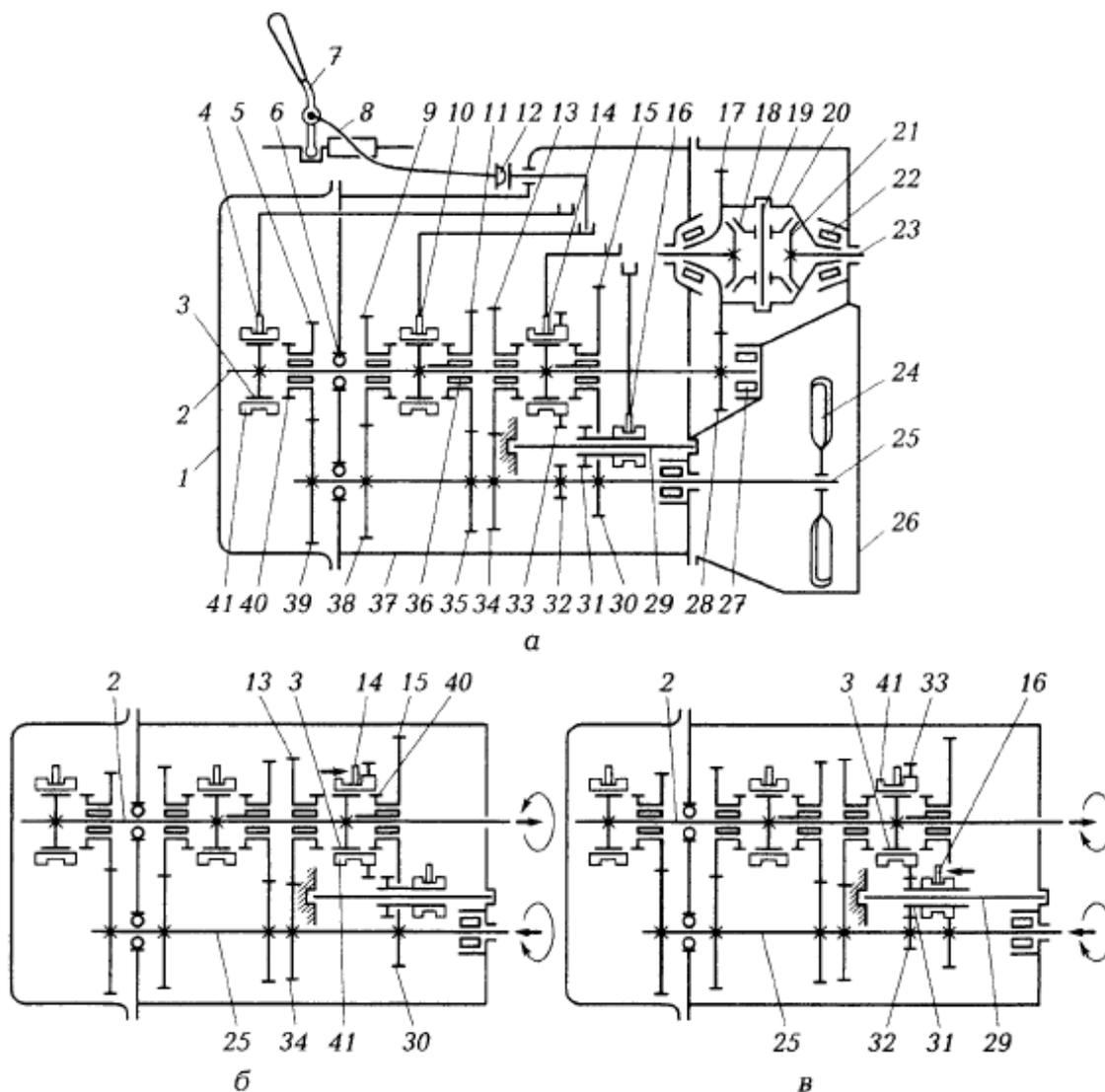
1 Назначение, общее устройство и работа коробки передач

Коробка передач служит для:

- изменения передаточного числа трансмиссии с целью изменения крутящего момента и обеспечения требуемой скорости движения автомобиля,
- изменении направления движения ведущих колес при движении автомобиля задним ходом,
- длительного отсоединения коленчатого вала двигателя от ведущих колес и прерывания передачи на них крутящего момента при движении автомобиля накатом и при его стоянке с работающим двигателем.

Изменение передаточного числа трансмиссии осуществляется путем изменения передаточного числа коробки передач, что позволяет обеспечить необходимое изменение силы тяги на ведущих колесах автомобиля для его динамичного разгона и поддержания требуемой скорости при различных условиях его движения, эффективное торможение автомобиля двигателем, а также наиболее эффективную и экономичную работу двигателя.

Первичный вал 1 (рисунок 1, а) коробки передач через сцепление 2 соединяется с коленчатым валом 4 двигателя и при работающем двигателе и включенном сцеплении вращается заодно с ним с одинаковой частотой. Вторичный вал II коробки передач через главную передачу 10, дифференциал 9 и приводные валы 7, 12 соединен с ведущими колесами автомобиля, которые при движении автомобиля вращаются с частотой, пропорциональной частоте вращения вторичного вала (с коэффициентом пропорциональности, равным передаточному числу главной передачи). Таким образом, от передаточного числа коробки передач зависит общее передаточное число трансмиссии, а значит, и сила тяги на ведущих колесах автомобиля, и частота их вращения и соответственно скорость движения автомобиля.



а – схема общего устройства (рычаг переключения передач в нейтральном положении, все передачи выключены); б – схема передачи крутящего момента при движении автомобиля передним ходом (включена I передача); в – схема передачи крутящего момента при движении автомобиля задним ходом; 1 – крышка картера; 2 – вторичный вал; 3 – ступица синхронизатора; 4 – вилка включения V передачи; 5, 9, 11, 13 и 15 – ведомые шестерни V, IV, III, II, и I передач соответственно; 6 – шариковый подшипник; 7 – рычаг переключения передач; 8 – тяга привода механизма переключения передач; 10 – вилка включения III и IV передач; 12 – шарнир; 14 – вилка включения I и II передач; 16 – вилка включения передачи заднего хода; 17 – ведомая шестерня главной передачи; 18 – сателлит; 19 – ось сателлитов; 20 – коробка дифференциала; 21 – полуосевая шестерня; 22 – подшипник дифференциала; 23 – приводной вал (полуось); 24 – ведомый диск сцепления. 25 – первичный вал; 26 – картер сцепления; 27 – роликовый подшипник; 28 – ведущая шестерня главной передачи; 29 – ось промежуточной шестерни заднего хода; 30, 34, 35, 38 и 39 – ведущие шестерни I, II, III, IV и V передач первичного вала соответственно; 31 – промежуточная шестерня заднего хода; 32 – ведущая шестерня заднего хода первичного вала; 33 – ведомая шестерня заднего хода на скользящей муфте синхронизатора I и II передач; 36 – игольчатый подшипник; 37 – картер; 40 – прямозубый зубчатый венец шестерни; 41 – скользящая муфта синхронизатора

Рисунок 1 – Схемы устройства и работы двухвальной коробки передач переднеприводных автомобилей ВАЗ

На изучаемых автомобилях применяются механические ступенчатые неавтоматические коробки передач. Механическая коробка передач представляет собой зубчатый редуктор, в котором первичный и вторичный валы могут соединяться при помощи одной из имеющихся в нем зубчатых передач (ступеней) с разными передаточными числами. Соединение первичного вала коробки передач со вторичным при помощи какой-либо ее зубчатой передачи называется включением передачи, а их разъединение – соответственно выключением передачи. При включении передачи осуществляется соединение коленчатого вала двигателя с ведущими колесами автомобиля (после включения сцепления), а при выключении передачи – их разъединение.

Передаточное число механической коробки передач равно передаточному числу включенной передачи.

Изменение передаточного числа механической коробки передач производится ступенчато путем выключения включенной передачи (то есть временного разъединения первичного и вторичного валов) и включения другой передачи с требуемым по условиям движения автомобиля передаточным числом. Изменение передаточного числа коробки передач путем перехода с одной передачи на другую называется переключением передач.

На автомобилях с неавтоматической механической коробкой передач переключение передач осуществляется водителем вручную при помощи рычага переключения передач. Рычаг переключения передач механически связан с размещенным в коробке передач специальным механизмом переключения передач, обеспечивающим выключение и включение любой передачи по выбору водителя. Рычаг переключения передач может быть установлен водителем в одно из фиксированных положений, обеспечивающих включение выбранной им передачи, а также в нейтральное положение, при котором все передачи выключены. При нейтральном положении рычага переключения передач, передачи крутящего момента с

первичного вала на вторичный не происходит, так как в этом случае валы не имеют друг с другом жесткой механической связи и могут вращаться независимо друг от друга.

Конструкция механической неавтоматической коробки передач позволяет переключать передачи только после отъединения ее первичного вала от коленчатого вала двигателя с помощью сцепления, т.е. при выключенном сцеплении. Причем включение любой передачи возможно лишь из нейтрального положения рычага переключения передач, поэтому перед включением передачи необходимо выключить предыдущую передачу переводом рычага переключения передач в нейтральное положение.

Правильность выбора передач, своевременность их переключения, а также правильность техники управления рычагом переключения передач на автомобиле с неавтоматической коробкой передач в значительной степени определяют безопасность и экономичность управления автомобилем, а также долговечность работы как самой коробки передач, так и других взаимодействующих с ней агрегатов и полностью зависят от квалификации и опыта водителя.

Механические коробки передач подразделяются по количеству передач (ступеней) переднего хода, а также по количеству установленных в них валов. На изучаемых автомобилях устанавливаются четырехступенчатые или пятиступенчатые двух- или трехвальные коробки передач, имеющие соответственно четыре или пять передач переднего хода, одну передачу заднего хода.

На переднеприводных автомобилях LADA устанавливаются двухвальные пятиступенчатые коробки передач.

Коробка передач состоит их картера 37 (рисунок 1, а), размещаемых внутри картера первичного 25, вторичного 2 и промежуточного (в трехвальных коробках) валов с установленными на них шестернями передач и синхронизаторами и механизма переключения передач, а также

размещаемого снаружи картера привода механизма переключения передач с рычагом 7.

Картер коробки передач отливается из алюминиевого сплава и может состоять из нескольких частей, соединенных для герметичности через уплотнительные прокладки, (снаружи поверхность картера имеет оребрение, повышающее его жесткость, а также увеличивающее площадь поверхности для улучшения отвода теплоты, выделяющейся в процессе работы коробки передач. В картере предусматриваются: отверстие для залива масла и контроля его уровня, отверстие для слива масла в самой нижней части картера, а также располагаемое в его верхней части отверстие предохранительного клапана-сапуна, предотвращающего возникновение при работе коробки передач избыточного давления в картере и вытекание из него по этой причине смазочного масла.

Валы коробки передач устанавливаются параллельно друг другу на двух (двухпорные валы) или трех (трехпорные валы) шариковых или роликовых подшипниках, размещаемых в гнездах картера. В трехвальных коробках передач передний конец первичного вала со шлицами для установки ведомого диска сцепления опирается на шариковый подшипник, запрессованный в гнездо коленчатого вала или маховика.

Установка валов в картере обеспечивает легкое их вращение и в то же время точное взаиморасположение и надежную осевую фиксацию, что необходимо для бесшумной и долговечной работы размещенных на них зубчатых передач. Концы валов, выходящие из картера коробки передач, уплотняются сальниками.

«Шестерни передач переднего хода выполняются косозубыми для повышения бесшумности и долговечности работы зубчатых пар. Ведущие и ведомые шестерни передач переднего хода находятся в постоянном зацеплении друг с другом; они соединены с первичным валом, постоянно вращаются вместе с ним» [3].

Ведомые шестерни переднего хода устанавливаются на вторичном валу подвижно на игольчатых подшипниках 36 (рисунок 1, а) либо непосредственно на термообработанных шейках вторичного вала или втулках (в трехвальных коробках передач автомобилей ВАЗ и в четырехступенчатой коробке передач автомобилей ГАЗ) и могут вращаться независимо от него. Они имеют прямозубые зубчатые венцы 40 для соединения с вторичным валом с помощью специальных устройств – синхронизаторов, устанавливаемых на вторичном валу рядом с ведомыми шестернями включаемых с их помощью передач.

Шестерни передачи заднего хода 31, 32 и 33 во всех коробках передач изучаемых автомобилей, кроме пятиступенчатой коробки передач автомобилей ГАЗ, имеют прямые зубья. Это обеспечивает возможность соединения жестко соединенных с валами ведущей и ведомой шестерен 32 и 33 заднего хода при включении данной передачи путем введения в зацепление с ними промежуточной шестерни 31 заднего хода, свободно перемещаемой по закаленной поверхности своей оси 29, которая устанавливается в картере неподвижно.

Передача крутящего момента от ведущей шестерни на ведомую через промежуточную шестерню при включении передачи заднего хода обеспечивает изменение направления вращения вторичного вала коробки передач по сравнению с передачами переднего хода на противоположное движение, при этом соединенные с вторичным валом – обеспечивается движение автомобиля задним ходом.

В пятиступенчатой коробке передач автомобилей ГАЗ все три шестерни передачи заднего хода косозубые. Они находятся в постоянном зацеплении друг с другом и так же, как и шестерни передач переднего хода, постоянно вращаются вместе с первичным валом. Включение передач заднего хода в этой коробке осуществляется аналогично передачам переднего хода – с помощью синхронизатора.

Синхронизаторы служат для легкого и бесшумного переключения передач. Синхронизатор обеспечивает уравнивание частоты вращения ведомой шестерни включаемой с его помощью передачи с частотой вращения вторичного вала (то есть синхронизацию их вращения) и последующее их жесткое соединение (то есть включение передачи) для передачи крутящего момента от первичного вала коробки передач на вторичный вал.

Основными деталями синхронизатора являются жестко установленные на вторичном валу 2 (рисунок 1, а) на шлицах ступица 3 и скользящая муфта 41. Скользящая муфта синхронизатора имеет внутренние зубья, которые входят в наружные шлицы ступицы 3 и обеспечивают их совместное вращение, позволяя при этом муфте перемещаться (скользить) по ступице.

Принцип действия синхронизатора следующий. При включении передачи (рисунок 1, б) при помощи вилки 14 механизма переключения передач, лапки, которой размещаются в наружной кольцевой проточке скользящей муфты 41, осуществляется перемещение муфты по ступице 3 в сторону ведомой шестерни 15 включаемой (в данном случае I) передачи. В начальный момент взаимодействия синхронизатора с ведомой шестерней 15 за счет трения между ними происходит уравнивание частоты вращения ведомой шестерни с частотой вращения вторичного вала 2 и вращающимися с ним заодно деталями синхронизатора (более подробно устройство и работа синхронизаторов рассматривается далее при описании конструктивных особенностей коробок передач изучаемых автомобилей). После окончательного уравнивания частот, то есть при полной синхронизации вращения скользящая муфта 41 свободно входит своими внутренними зубьями в зацепление с прямозубым зубчатым венцом 40 ведомой шестерни 15, что обеспечивает легкое и бесшумное включение передачи.

Приводом механизма переключения передач является установленный в салоне автомобиля рычаг 7 переключения передач, который соединяется с механизмом переключения передач при помощи тяги 8 с шарниром 12.

Необходимость применения дистанционного привода вызвана удаленностью коробки передач от водительского места и связи с поперечным расположением двигателя и коробки передач на данных автомобилях. На остальных изучаемых автомобилях применяется непосредственный привод механизма переключения передач, при котором рычаг переключения передач устанавливается шарнирно непосредственно на коробке передач. А его рукоятка через окно в тоннеле пола кузова автомобиля выводится внутрь салона, что обеспечивается близостью расположения коробки передач к водительскому месту в связи с продольным расположением двигателя и коробки передач на данных автомобилях.

Для уменьшения трения и износа деталей коробки передач при ее работе осуществляется постоянное их смазывание трансмиссионным маслом, которое заливается в определенном количестве через специальное наливное отверстие в картере и образует в нем масляную ванну. Смазывание деталей осуществляется путем разбрызгивания масла из масляной ванны погруженными в нее вращающимися шестернями на другие, не соприкасающиеся с масляной ванной, детали коробки передач. Масло к подшипникам ведомых шестерен передач на вторичном валу поступает самотеком по сверленным каналам, выполненным во вторичном валу (на переднеприводных автомобилях LADA) или в ведомых шестернях (на остальных изучаемых автомобилях). Для слива масла при периодической его замене, а также при ремонте коробки передач в нижней части ее картера предусматривается сливное отверстие, закрываемое резьбовой пробкой с магнитом для улавливания из масла мелких частиц – продуктов износа деталей.

Правила управления механической коробкой передач. Для уменьшения износа деталей и обеспечения долговечной работы механической коробки передач переключение передач необходимо производить с соблюдением следующих общих для всех коробок передач данного типа правил, обусловленных их устройством и принципом действия.

- 1 Переключение передач производить только при полностью выключенном сцеплении (при полностью нажатой педали сцепления).
- 2 Перемещение рычага переключения передач осуществлять без излишней поспешности, не прилагая к нему чрезмерных усилий.
- 3 Переключение на более высокие передачи при разгоне автомобиля следует выполнять с выдержкой, т.е. после выключения сцепления и предыдущей более низкой передачи производить включение более высокой передачи с минимальным усилием, обеспечивающим достаточное для нормального осуществления процесса синхронизации время (выдержку) и бесшумное включение передачи.
- 4 Переключение на более низкие передачи при необходимости увеличения силы тяги на ведущих колесах или при торможении двигателем, а также включение передачи после движения автомобиля накатом (с выключенной передачей) следует выполнять с «перегазовкой». Для этого при переключении на более низкую передачу после выключения сцепления и предыдущей более высокой передачи нужно вновь включать сцепление и увеличить обороты двигателя кратковременным полным нажатием на педаль «газа», после чего без промедления выключить сцепление и включить более низкую передачу с минимальным усилием. При включении передачи после движения автомобиля накатом нужно при включении сцепления увеличить обороты двигателя кратковременным полным нажатием на педаль «газа», после чего без промедления выключить сцепление и включить требуемую передачу с минимальным усилием.
- 5 Включение передачи заднего хода необходимо производить только после полной остановки автомобиля и с некоторой выдержкой после выключения сцепления, обеспечивающей легкое и бесшумное включение данной передачи.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

2.1.1 Область применения

«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.

2.1.2 Цель и назначение разработки

«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].

Целью разработки данного стенда является упрощение конструкции аналога путём сокращения числа деталей, повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов других аналогов.

2.1.3 Источники информации

При разработке конструкции стенда предлагается использовать следующие источники информации:

1. В.М. Беляев Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / г. Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.;
2. Г.М. Веденяпин Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / – Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Колос, 1973. – 195 с.;
3. «Оборудование для ремонта автомобилей» Справочник под редакцией М.М. Шахнеса. Москва «Транспорт» 1978 г.;
4. М.И. Любин и др. «Справочник по сопротивлению материалов» «Высшая школа» Минск 1969 г.;
5. В.С. Малкин, Н.И. Живоглядов, Е.Е. Андреева «Основы проектирования и эксплуатации технического оборудования» Учебное пособие для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» Тольятти – 2005 г.;
6. В.И. Анурьев «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3-х томах, г. Москва «Машиностроение» 1982 г.
7. и другая зарубежная литература

2.1.4 Технические требования и рекомендации к проектируемой конструкции

«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 стандом:

- 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).

«В разрабатываемой конструкции станда должны применяться покупные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, крепежные изделия и так далее. Также в разрабатываемой конструкции станда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо» [5].

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

- 1) требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стандом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте, освещение органов управления, приборы контроля);
- 2) требованиями к обеспечению должного уровня санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы ежедневного обслуживанию станда);
- 3) 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 станда);

- 4) требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон);
- 5) требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры);
- 7) 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)» [10].

«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 стенда, т не более 1,5.

2.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

2.2.1 Уточнение технического задания

«Техническое задание, выданное кафедрой ПЭА на разработку конструкторской документации по производству стенда для испытания и обкатки коробки передач грузовых автомобилей, дополнительных уточнений не требует.

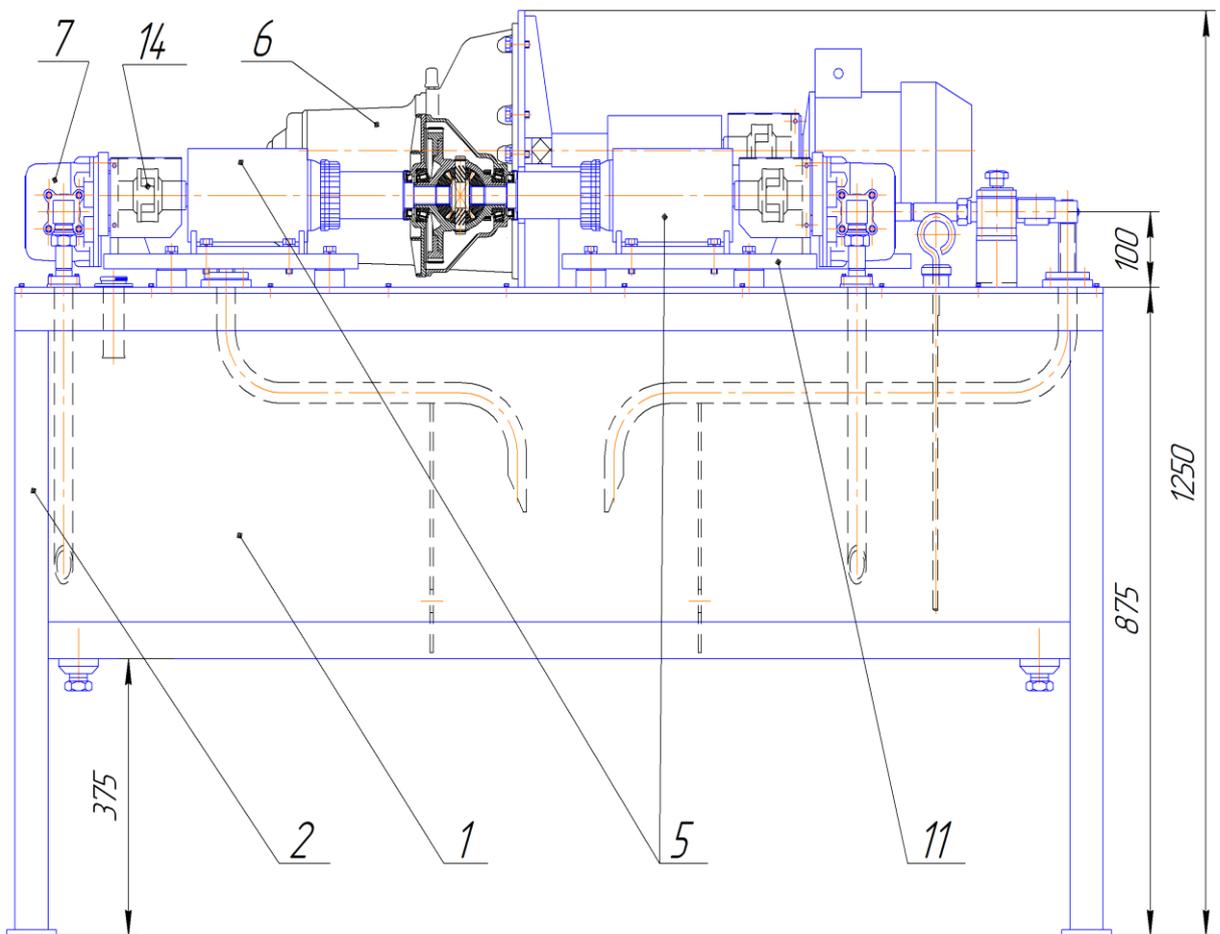
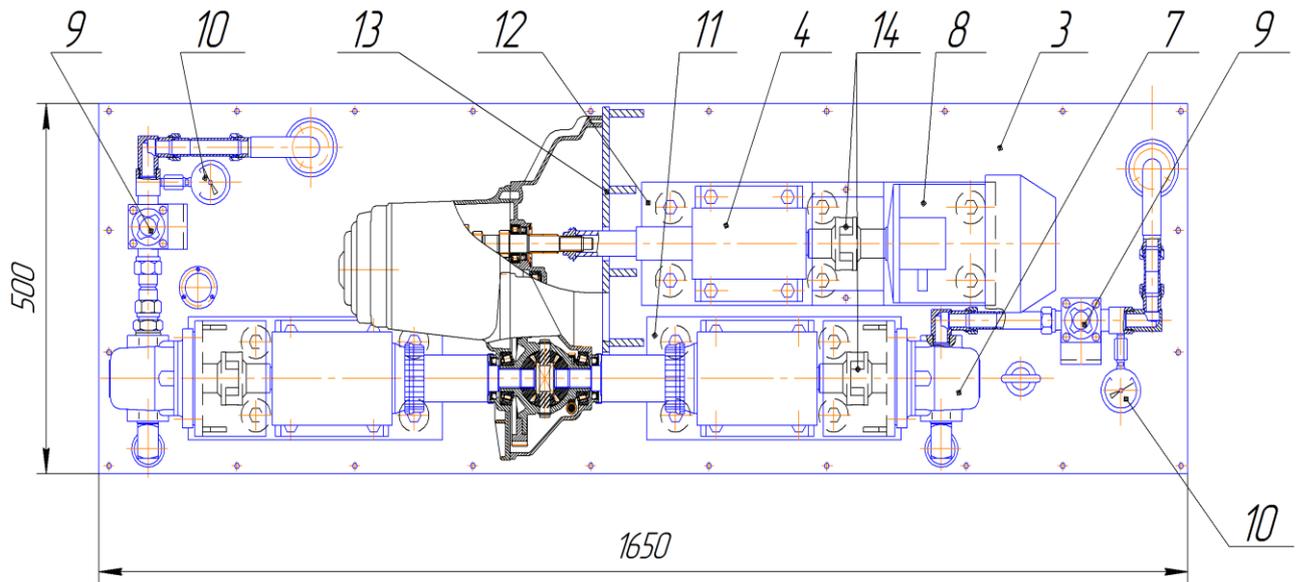
При проектировании используются материалы, собранные в ходе исследований разрабатываемой конструкции на патентную чистоту, весь список рекомендуемой литературы, курс лекций кафедры ПЭА» [7].

2.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Стенд (рисунок 2) 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.

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



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 2 – Общее конструктивное устройство станда

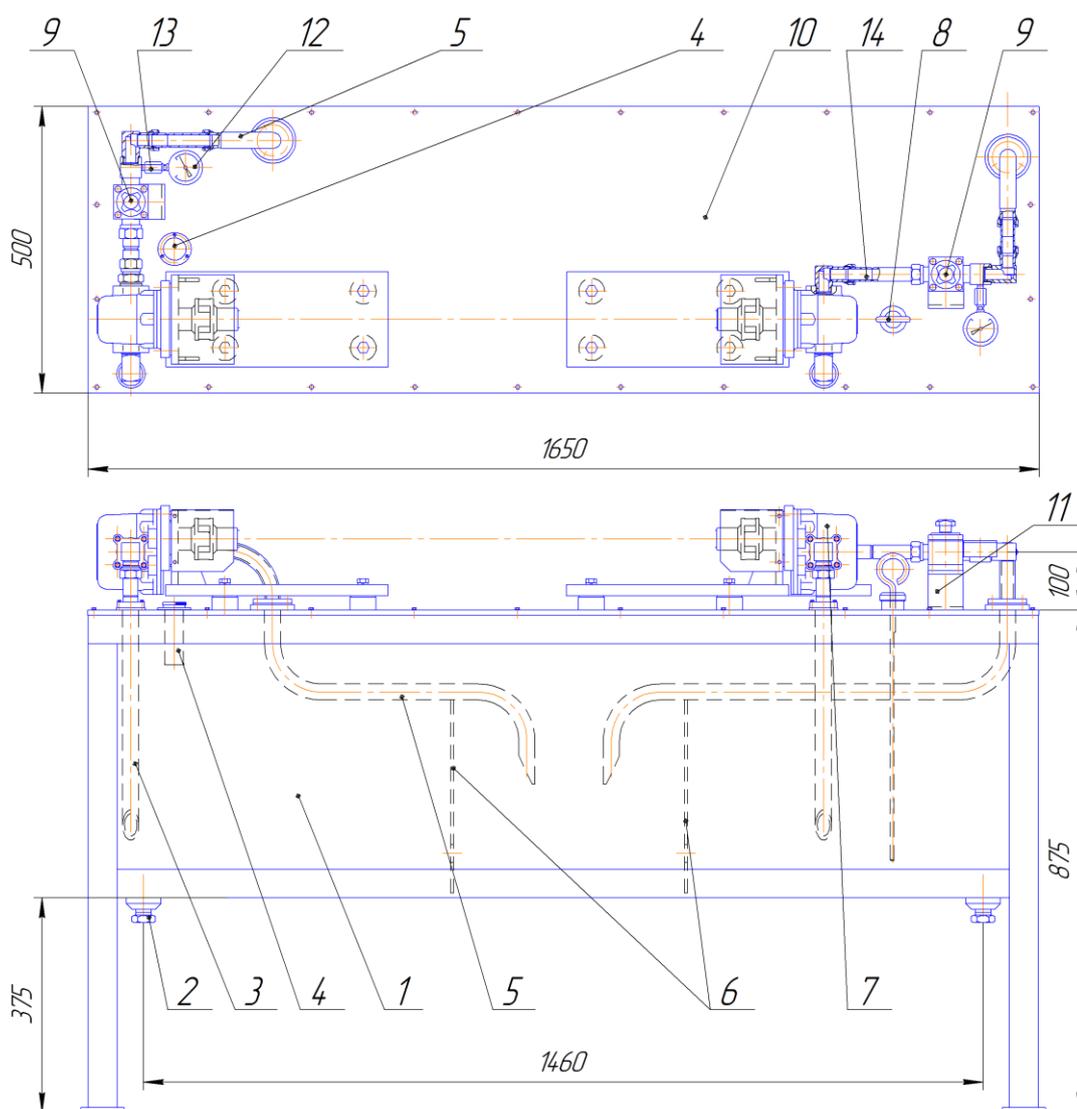
Рама стенда 2 сварена из стандартных стальных профилей – сортамент уголок 50x50 с материалом из низкоуглеродистой конструкционной стали Ст3 ГОСТ 535-88. Образуют форму стола, с верхним уровнем и промежуточным, средним, образующим дно маслобака 1. На верхнем уровне болтами закрепляется плита 3 – выполнена из толстолистовой стали, материал конструкционная сталь марки Сталь 20 ГОСТ 1050-88, толщина листа 10 мм. Из этого же материала, только толщиной 20 мм, изготавливаются основания 11 и 12 – для регулировки по высоте над плитой 3 используются наборные шайбы 20 ГОСТ 11371-78, каждая шайба дает регулировку на 3 мм.

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 3) 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.

Изготовлены из стальных труб, часть каждой находится в баке, часть выходит из бака, загибается вдоль стола в направлении ответного присоединения. В месте выхода из плиты 10 к трубопроводам приварены крепежные фланцы (вид «Д-Д» сборочного чертежа), герметичность установки трубопровода обеспечивается прокладкой из листового паронита.

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.



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 стенда, 11 – кронштейн крана, 12 – манометр, 13 – резьбовой переходник, 14 – переливной патрубок

Рисунок 3 – Конструкция маслобака

Устройство трубопроводов аналогично всасывающих, с отличием – часть, которая находится в баке, изогнута таким образом, что концы трубопровода приходят в среднюю часть бака, между перегородками 6. Перегородки прихвачены сваркой к стенкам бака, делит внутреннее пространство на три части – среднюю и боковые. Перегородки выполнены из тонколистовой низкоуглеродистой стали Ст3 ГОСТ 535-88, в нижней части имеют отверстия большого диаметра для прохождения масла между частями бака.

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 маслососам 7.

В качестве нагнетателя будем использовать масляный насос модели НШ-32 (рисунок 4), 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.

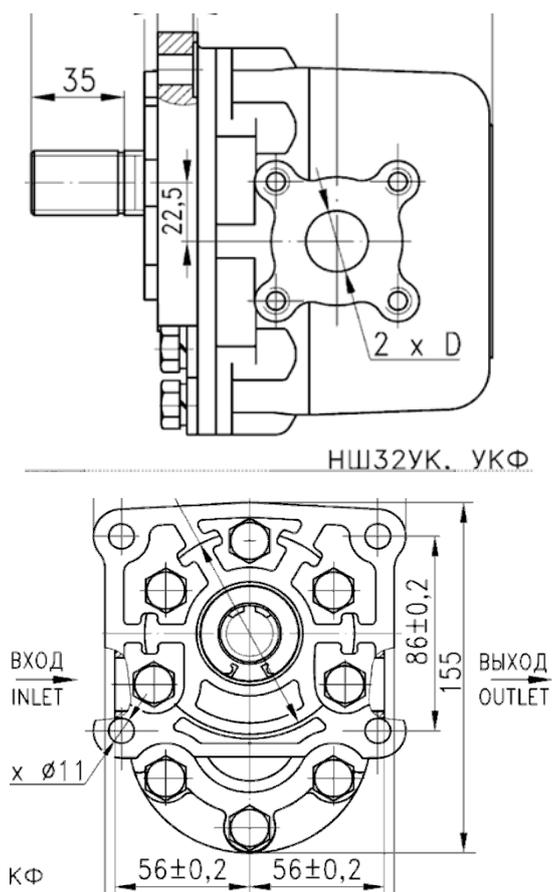


Рисунок 4 – Маслонасос НШ-32

Напорная магистраль каждого маслонасоса через переливной патрубков 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.

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.

Внешний вид модели МПГ55 представлен на рисунке 5, а основные технические характеристики представлены в таблице 1.



Рисунок 5 – Регулятор расхода МПГ55-24

Таблица 1 – 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

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 6.



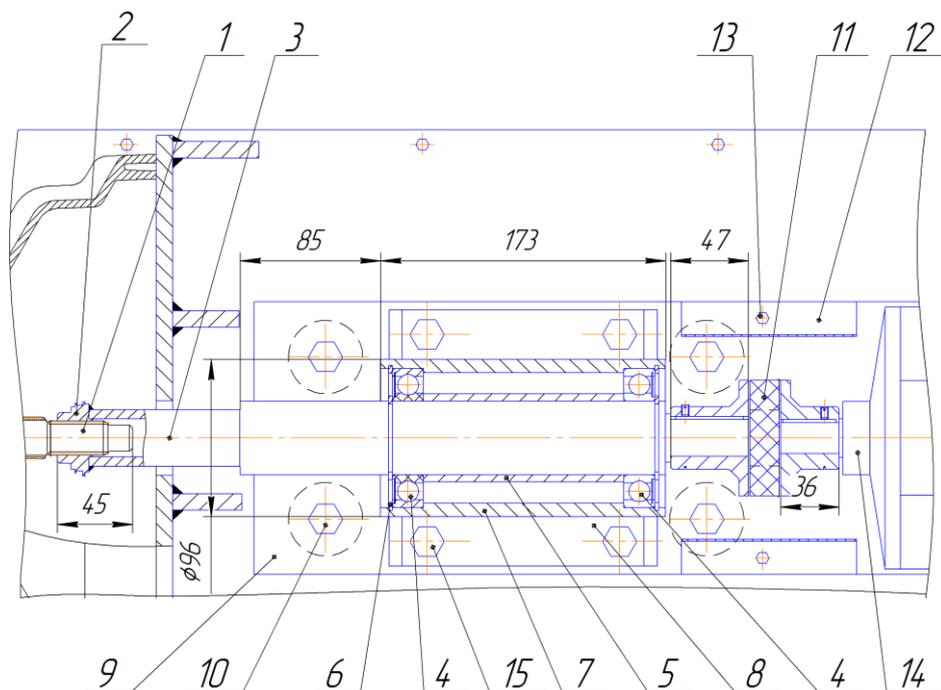
Рисунок 6 – Манометр МП 2-У

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.

Узел присоединения коробки переменных передач к приводному электродвигателю представлен на рисунке 7.

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 7 – 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.

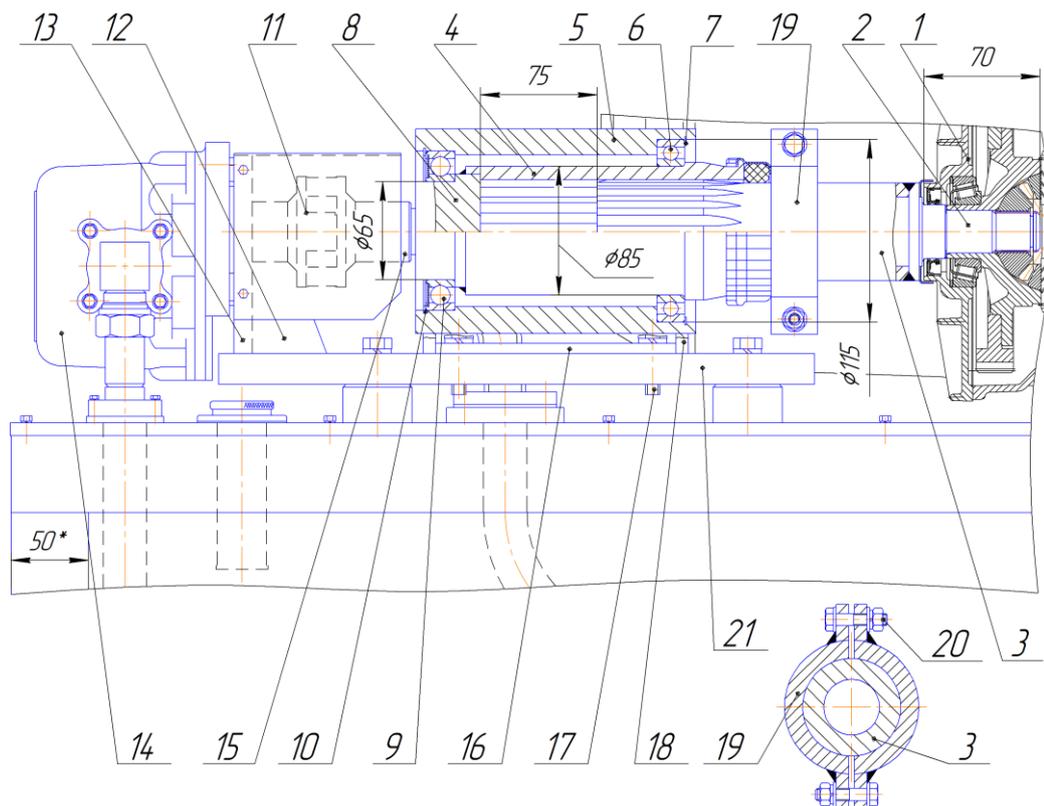
Работа узла:

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).

Внешний вид узла присоединения КПП к валу масляного насоса показан на рисунке 8.

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 8 – 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.

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.

Работа узла: Предварительно ослабляется крепление зажима 19, вал 3 сдвигается в крайнее положение влево (рисунок 8), 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.

2.3.3 Описание работы спроектированного стенда

«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 100-150 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].

2.3.4 Эстетические требования к разрабатываемому изделию

«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].

2.2.5 Эргономические требования

В целом конструкция стенда эргономична, так как обслуживание не сопряжено с большими неудобствами. Все кнопки и органы управления легкодоступны.

2.2.6 Техника безопасности в конструкции

«Для обеспечения требований техники безопасности необходимо:

- при конструировании крепежных узлов не применять хрупких материалов без применения разгрузочных устройств;
- выполнять требования электробезопасности. Для этого следует подводимые к стенду провода изолировать, в конструкции стенда предусмотреть защитное заземление, в электрической схеме выполнить дублирующую обмотку и легкоплавкие предохранительные элементы;
- запрещаются работы по техническому обслуживанию и ремонту стендов без полного снятия напряжения с силового электрического шкафа;
- выполнять требования пожаро- и взрывобезопасности. Для этого на участке размещения оборудования следует предусмотреть уголок пожарника: пожарный щит с огнетушителем и прочим необходимым для тушения оборудованием, также ящик с песком,

- защитные стенки греющихся узлов и агрегатов выполнять из горючестойких материалов;
- участок испытания и доукомплектования двигателей должен быть обеспечен средствами пожаротушения из расчета на 50 м² площади пола один огнетушитель ОП5, один огнетушитель ОУ5 и ящик с песком вместимостью 0,5 м³.
 - обеспечивать удобство работы оператора, геометрия размещения узлов управления и мест обслуживания должны соответствовать антропологическим характеристикам по данным ГОСТ;
 - проведение инструктажа на рабочем месте;
 - необходимо соблюдение чистоты и порядка;
 - перед проведением испытаний обязательно следует проверять крепление всех узлов стенда, исправность защитных ограждений, подъемно-транспортных и других механизмов;
 - запрещается во время испытания агрегата проводить работы по креплению и регулировке» [17].

2.3 Расчет конструкции стенда

2.3.1 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 передач, принимается равным 132 Н·м или 13,2 кг·м [7, стр.49];

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

η_M – механический КПД испытываемого агрегата, выбирается в диапазоне 0,85-0,95 (принимается 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.

2.3.2 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.

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

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:

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

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].

2.4 Руководство по эксплуатации стенда для испытания и обкатки коробки передач автомобилей LADA

Технические характеристики стенда:

- тип стенда стационарный, для испытания под нагрузкой;
- мощность электродвигателя 5,8 кВт;
- нагрузочное устройство насос НШ-32, 2 шт.;
- частота вращения электродвигателя, об/мин 1000;
- габаритные размеры стенда:
 - высота, мм 1250;
 - длина, мм 1650;
 - ширина, мм 500.
- масса стенда, кг 800 кг;
- характеристики питания стенда переменный ток, 380 В.

2.4.1 Общие меры безопасности

«Данный стенд должен использоваться специально обученным и допущенным персоналом. Прочитав и поняв инструкцию по эксплуатации, оператор должен уметь правильно пользоваться данным стендом. Недопустимы любые изменения в модификации стенда.

Требования к рабочему месту: для установки стенда требуется пространство: шириной 2500 мм и глубиной 1000 мм. От стенда до стены должно быть минимум 500 мм – в рабочем положении стенда. Стенд следует устанавливать на твердом, горизонтальном и неповрежденном полу» [20].

«Производитель не несет ответственности за вред, нанесенный вследствие невыполнения правил данной инструкции.

- а) рабочее помещение должно быть чистым и сухим, так как повышенное содержание пыли, паров или высокая влажность снижают надежность работы стенда;
- б) не допускайте детей в рабочую зону, не позволяйте детям играть со стендом;
- в) неиспользуемое оборудование должно храниться в сухом помещении. Если оборудование предполагается хранить долгое время, отключите его от всех источников электричества;
- г) рабочий костюм не должен иметь свободных частей во избежание их захвата вращающимися частями стенда. При работе используйте головной убор, чтобы спрятать длинные волосы;
- д) запрещается находиться внутри зоны периметра стенда во время хода работ (испытаний);
- е) будьте бдительны и концентрируйте внимание на том, что вы делаете. Не забывайте про здравый смысл;
- ж) перед работой на стенде тщательно осмотрите стенда, убедитесь в исправности всех его рабочих частей. В случае их повреждения или большого износа сразу же замените их;
- з) ухаживайте за стендом. Содержите оборудование чистым и сухим для его надежной и безопасной работы;
- и) ради вашей безопасности поручайте техническое обслуживание стенда квалифицированным техническим специалистам» [19].

2.4.2 Описание продукта и комплект поставки

Общее описание основных узлов стенда и их назначение подробно описано в настоящей выпускной квалификационной работе.

Оборудование поставляется в законсервированном состоянии в деревянной упаковке в комплекте согласно таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки изделия

Наименование	Обозначение	Количество	Примечания
Монтажная рама-масляной станции в сборе с трубопроводами и подшипниковыми опорами	10.3.ТЭАиВД.085 .03.01.00	1	–
Приводной электродвигатель	5,8 кВт	1	Покупные изделия
Насос масляный завода	НШ-32	2	Покупные изделия
Регулятор расхода масла	МПГ55-24	2	Покупное изделие
Манометр	МП 2-У	2	Покупное изделие
Комплект метизов, переходников, прокладок, уплотнительных колец и муфт	–	1	–
Схема подключения к электросети	–	1	–
Паспорт	ПС	1	–

2.4.3 Подготовка стенда к работе

Подготовка стенда к работе заключается в следующем:

1. удалить защищенное покрытие со всех неокрашенных поверхностей, произвести сборку стенда из поставленного комплекта согласно сборочному чертежу в определённой последовательности. В случае возникновения вопросов необходимо обратиться на горячую линию дилерского центра;
2. произвести обязательный перечень работ по регулировке и устранению зазоров в узлах кинематической цепочки стенда и узлах гидравлической системы нагрузочных устройств стенда;
3. произвести монтаж и подключение энергосистем стенда и помещения, с обязательным заземлением стенда;

4. смазать шарикоподшипники консистентной смазкой Литол-24, залить масло в раму-маслостанцию станда в необходимом объеме (контроль объема масла осуществлять специально предусмотренным щупом);
5. пульт управления разместить на удаленном расстоянии от станда (не менее 1,5 м от любой точки станда).

2.4.4 Порядок работы на станде

Подробное описание работы на станде и последовательность действий оператора подробно описаны настоящей выпускной квалификационной работе.

«Примечание:

- 1) невыполнение инструкций может привести к увечьям или смерти оператора;
- 2) к работе на станде допускается только специально обученный и высококвалифицированный персонал;
- 3) перед началом работ обязательно проверяйте уровень наличия масла в раме маслостанции станда (без масла или с недостаточным его объемом – эксплуатация станда категорически запрещена)» [19].

2.4.5 Техническое обслуживание станда

Перед началом работы проверяйте техническое состояние станда, а также его основных элементов.

При появлении странных шумов или вибраций немедленно отключите станд от сети. Не используйте его до тех пор, пока неисправность не будет устранена.

Минимум раз в неделю проверяйте состояние приводного электродвигателя, крепежных элементов силовых механизмов станда, причем проверку осуществлять только при отключенном электропитании.

Минимум 1 раз в 6-8 месяцев осуществлять смазку всех трущихся узлов (подшипников качения, втулки скольжения и прочего).

2.4.6 Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие стенда техническим требованиям и обязуется безвозмездно заменять или ремонтировать вышедшие из строя детали в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Срок гарантийной эксплуатации стенда 12 месяцев.

Начало гарантийного срока исчисляется со дня пуска стенда в эксплуатацию, но не позднее шести месяцев для действующих и девяти месяцев для вновь строящихся предприятий с момента прибытия стенда на станцию назначения или с момента получения его на складе изготовителя.

Претензии по неисправностям, возникшим при эксплуатации по вине предприятия-изготовителя, принимаются при наличии заполненного продавцом гарантийного талона в течение одного года.

3 Технологический процесс обкатки коробки передач автомобиля LADA

3.1 Технические условия обслуживания коробки передач

«Уход за коробкой передач заключается в периодической проверке уровня масла и своевременной его смене.

Масло из картера коробки передач сливают через сливное отверстие. Сливное отверстие расположено в нижней части картера коробки передач. При смене масла следует очистить магниты пробки, закрывающее отверстие от металлических частиц, промыть картер коробки передач жидким минеральным маслом и залить масло до верхней метки на щупе, расположенного в заливном отверстии. Уровень масла определяется по меткам на щупе» [17].

3.2 Организация технологического процесса обкатки коробки передач

«После проведения ремонтного воздействия, агрегат нуждается в обкатке, что обусловлено рядом условий:

1. необходимо дать приработаться парам трения, что позволит улучшить микрогеометрию поверхности и в конечном итоге, увеличить срок службы всех пар трения;
2. необходимо выявить возможные неисправности, допущенные при сборке до установки КП на автомобиль;
3. необходимо выявить ресурсные возможности, что возможно только после выведения КП на рабочий режим» [20].

Обкатку предполагается проводить на специальном стенде. Стенд представляет собой рамную конструкцию, на которой расположен приводной электродвигатель, соединяемый с обкатываемой КП и нагрузочные шестеренные насосы серии НШ.

При проведении обкатки, обкатываемая коробка переменных передач посредством муфт соединяется с приводным двигателем и насосами. После присоединения производится заливка масла и пуск стенда. Обкатка производится последовательно на каждой передаче,.

Последовательность проведения обкатки коробки переменных передач автомобилей семейства «Lada» следующая.

«Коробку передач, используя кран или тельферный подъемник, устанавливают на раму стенда. При этом, первичный вал КП соединяют с приводным двигателем, используя шлицевой переходник, а выходные валы соединяют с нагрузочными насосами, используя шлицевые валы, которые соединяют с шестернями дифференциала. На раме КП фиксируется при помощи переднего кронштейна, выполненного в виде пластины, повторяющей плоскость прилегания на картере блока цилиндров двигателя. Дополнительно коробка фиксируется при помощи пары боковых кронштейнов, также присоединяемых в местах штатного крепления на КП. После закрепления производится обкатка на всех передачах, включая задний ход.

При работе насосы перекачивают масло по замкнутому контуру через дроссель, что вызывает изменение крутящего момента и способствует приработке зубьев шестерен КП. Величину нагрузки можно изменять, меняя проходное сечение дросселя, что в свою очередь возможно отслеживать по расходомеру и манометрам. Для увеличения нагрузки следует перекрывать дроссель, создавая большее давление.

Для обеспечения качественной приработки следует производить обкатку на каждой передаче в течении 15-20 мин, из которых первые 5 мин рекомендуется производить обкатку без нагрузки.

После окончания обкатки следует отсоединить обкатываемую КП от стенда, снять ее при помощи тельфера или крана, заменить масло (залить в коробку передач трансмиссионное масло по меткам на щупе) и установить на автомобиль» [19].

Технологический процесс обкатки коробки передач осуществляет слесарь 4-го разряда

Технологический процесс обкатки коробки передач представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Технологическая карта на проведение процесса обкатки коробки передач автомобилей семейства «Lada»

Наименование операции, перехода	Место выполнения	Оборудование	Трудоемкость	Примечание
1	2	3	4	5
1 Установка коробки передач на стенд				
1.1 Смазать шлицевой конец ведущего вала КП	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	–	1,0	Смазка ЛСЦ-15
1.2 Соединить первичный вал КП с валом стенда	То же	–	1,5	Коробку удерживать талем или тельфером
1.3 Вдвинуть шлицевой вал привода в дифференциал КП до упора	То же	–	1,5	–
1.4 Ввернуть болты крепления в картер КП через отверстия крепления во фланце	То же	Кран или тельфер; ключ А.55035	4,0	По штатным местам крепления. Первичный вал должен войти в приводной фланец
2 Обкатка коробки передач				
2.1 Установить передачу на обкатываемой КП	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	–	0,5	–
2.2 Произвести обкатку КП на холостом ходу	То же	–	5	–
2.3 Установить нагрузку на дросселе	То же	–	0,5	Величина нагрузки определяется по давлению на

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
				манометре
2.4 Произвести обкатку КП на соответствующей передаче на рабочем ходу	То же	–	25	Величина нагрузки составляет 60...65% от максимальной
2.5 Для остальных передач повторить пп. 2.1-2.4	То же	–	21	–
3 Снятие коробки передач				
3.1 Разъединить приводные валы и вал нагрузочного устройства	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	Ключ на «14-17»	3,0	–
3.2 Отвернуть болты крепления КП к фланцу	То же	Ключ на «13-14»	3,0	Коробку удерживать талью или тельфером
3.3 Снять КП	То же	–	4,0	При помощи тали или тельфера
3.4 Снять вал со вторичного вала КП	То же	–	0,5	–

4 Безопасность и экологичность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

Экология и безопасность жизнедеятельности являются частью общего технологического комплекса в любой отрасли промышленности.

На автомобильных предприятиях часто внедряются новая техника и передовая технология. При проектировке цеха особое внимание необходимо уделять вопросам охраны труда, техники безопасности и экологии. Одной из основных задач администрации предприятия является ликвидация производственного травматизма и профессиональных заболеваний, охрана здоровья работников, обеспечение безопасности труда и окружающей среды. Задачу сохранения здоровья и работоспособности человека решает охрана труда, которая опирается на систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств. Безопасность труда обеспечивается требованиями нормативно-технической документации, правилами и инструкциями. Охрана труда является одной из основных составляющих ритмичной работы производства, так как улучшение рабочих условий приводит к таким социально важным результатам, как улучшение здоровья трудящихся, более полная удовлетворенность трудом. Улучшение условий труда так же сказываются и на экономических показателях производства (производительность труда, улучшение качества продукции и так далее.). Снижается процент невыхода на работу по причине производственной травмы, отчисление на оплату бюллетени и так далее. Разрабатывая правила техники безопасности, необходимо учитывать особенности производства и условия труда работников. Чтобы исключить

случаи травм в процессе труда, рабочие места организуются в соответствии с ГОСТ 12.2.061, в соответствии с ГОСТ 12.2.003 предъявляются требования к производственному оборудованию, по ГОСТ 12.2.049 соблюдаются общие эргономическим требованиям.

Наиболее общими мероприятиями, направленными на снижение производственного травматизма, являются: рациональное устройство основных и вспомогательных производственных зданий и сооружений; рациональное устройство машин, установок, приборов, инструмента, приспособлений и другого оборудования, их размещение и содержание в исправном состоянии; рациональная организация рабочих мест; изоляция производственного процесса; улучшение технологии производства; механизация; автоматизация; защита работающих; организационно-массовые мероприятия.

Здоровые условия труда на предприятиях автомобильной промышленности нельзя обеспечить без учета особенностей производства, так как для осуществления эффективных оздоровительных мероприятий необходимо исходить из санитарно-гигиенической характеристики каждого отдельного производства. При эксплуатации предприятий и отдельных производственных помещений большое значение имеют условия их содержания. В гигиенически чистых, хорошо освещаемых цехах профессиональные заболевания и травматизм обычно снижаются.

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 4 представлен паспорт безопасности на стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

Таблица 4 – Паспорт безопасности на стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Обкатка коробки передач автомобиля LADA	1 Установка коробки передач на стенд. 2 Обкатка коробки передач. 3 Снятие коробки передач	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA	Перчатки, защитные очки

4.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Установка коробки передач на стенд	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях стенда, коробки передач	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

Продолжение таблицы 5

1	2	3
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	
2 Обкатка коробки передач	Возможность поражения электрическим током	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA, коробка передач
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	
	Повышенный уровень шума	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию.	
	Напряжение зрительных анализаторов.	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
3 Снятие коробки передач	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	Стенд для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA, коробка передач
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях стенда, коробки передач	
	Повышенный уровень шума	

4.3 Способы снижения профессиональных рисков

«Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [25].

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков утвержден Приказом министерства здравоохранения и социального развития РФ от 01.03.2012 г. № 181н (в редакции от 16.06.2014 г.).

«Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- 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) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.

- ж) 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.
- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) 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.
- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) 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.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда» [19].

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части станда	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Оборудование станда защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях станда, коробки передач	Выполнять на регулярной основе планово-предупредительное обслуживание. Эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования, знаки безопасности по ГОСТ, дистанционное управление оборудованием	Спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей
Повышенный уровень шума	«Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами» [29]; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	предварительных и периодических медосмотров	
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой. Монотонность труда, вызывающая монотонию	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

4.4 Пожарная безопасность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

Требования пожарной безопасности – это специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;

- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании но по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки коробки передач автомобиля LADA представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки коробки передач автомобиля LADA

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
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,	Выполнение профилактики оборудования

Продолжение таблицы 7

1	2
планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	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 «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре

4.5 Экологическая безопасность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса обкатки коробки передач автомобиля LADA представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация экологических факторов

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Обкатка коробки передач автомобиля LADA	Мелкодисперсная пыль в воздухе агрегатного отделения	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые/коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки коробки передач автомобиля LADA представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия		
атмосферу	гидросферу	литосферу
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изношенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA»:

- составлен паспорт безопасности для стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA (таблица 4);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA (таблица 5) и способы их снижения (таблица 6);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки коробки передач автомобиля LADA(таблица 7, 8);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки коробки передач автомобиля LADA(таблица 9).

5 Расчет экономической эффективности стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA

5.1 Расчет себестоимости проектируемого стенда

В таблице 10 представлены исходные данные для проведения расчета проектируемого стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей с целью определения экономического эффекта от внедрения данного узла на производство.

Таблица 10 – Исходные данные

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Годовая программа выпуска изделия	$V_{год}$	шт.	100
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	$E_{соц.н.}$	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	$E_{обзав}$	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{ком.}$	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$E_{обор}$	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	$K_{тзр.}$	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	$E_{цех.}$	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	$E_{инстр.}$	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	$K_{рент.}$	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	$K_{вып.}$	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	$K_{прем.}$	%	12
Коэффициент возвратных отходов	$K_{вот.}$	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	$C_{р5}$	руб.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	$C_{р6}$	руб.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	$C_{р6}$	руб.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{инв.}$	%	0,086

Расчет статьи затрат «Сырьё и материалы» выполняется по формуле (110):

$$\sum M = \sum C_{Mi} \cdot Q_{Mi} + \left(\frac{K_{mzp.}}{100} - \frac{K_{вот.}}{100} \right), \quad (110)$$

где C_{Mi} – оптовая цена материала i -го вида, р.;

Q_{Mi} – норма расхода материала i -го вида, кг;

$K_{mzp.}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$K_{вот.}$ – коэффициент возвратных отходов.

В таблице 13 представлены исходные данные для расчета затрат на сырьё и материалы.

Таблица 13 – Расчет затрат на сырьё и материалы

Наименование	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Уголок металлический 50x50x3	м	215,0	20,5	4407,5
Лист холоднокатаный 1260x2520x1,5	шт.	3375,0	2	6750,0
Труба профильная 20x20x1,5	м	79,0	6,0	474,0
Прокат Сталь 3	кг	47,5	2,0	95,0
Поковка 20ХГНМ	кг	130,0	3,0	390,0
Штамповка Сталь 20	кг	250,0	2,0	500,0
Черные металлы (отходы)	кг	55,0	2,0	110,0
Итого:	–	–	–	12726,5

Расчет статьи затрат «Покупные изделия» выполняется по формуле (111):

$$\sum \Pi_u = \sum C_i \cdot n_i + \frac{K_{mzp.}}{100}, \quad (111)$$

где C_i – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.;

n_i – количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.».

В таблице 14 представлены исходные данные для расчета затрат на покупные изделия.

Таблица 14 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество, шт.	Сумма, руб.
Электродвигатель, 5 кВт	шт.	5840,0	1	5840,0
Масляный насос НШ-32	шт.	2350,0	1	2350,0
Регулятор расхода масла МПГ55	шт.	780,0	1	780,0
Манометр МП 2-У	шт.	690,0	4	2760,0
Подшипники	шт.	320,0	4	1280,0
Трубопровод	м	25,5	10	255,0
Метизы	шт.	1,5	200	300,0
Прочее	шт.	500,0	1	500,0
Итого:	–	–	–	14065,0

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих» выполняется по формуле (112):

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{прем}}{100} \right), \quad (112)$$

где Z_m – тарифная заработная плата, руб. (формула 113);

$K_{прем}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве.

$$Z_T = C_{p.i} \cdot T_i, \quad (113)$$

где $C_{p.i}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

T_i – трудоемкость выполнения операции, ч.

В таблице 15 представлены исходные данные для расчета затрат на выполнение операций.

Таблица 15 – Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Заготовительная	5	0,9	95,3	82,9
Токарная	6	0,5	99,4	53,7
Фрезерная	5	0,3	95,3	23,8
Термообработка	7	0,4	103,5	36,2
Шлифовальная	5	0,4	95,3	39,1
Сборочная	7	1,2	103,5	121,1
Итого:	–	–	–	356,9
$K_{\text{прем}}$	12	–	–	42,8
Итого:	–	–	–	399,7

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» выполняется по формуле (114):

$$Z_{\text{доп}} = Z_o \cdot K_{\text{вып}}, \quad (114)$$

где $K_{\text{вып}}$ – коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве.

$$Z_{\text{доп}} = 399,6 \cdot 0,14 = 55,9 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС» выполняется по формуле (115):

$$C_{\text{соц.н.}} = (Z_o + Z_{\text{доп}}) \cdot E_{\text{соц.н.}}, \quad (115)$$

где $E_{\text{соц.н.}}$ – коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС.

$$C_{\text{соц.н.}} = (399,7 + 55,9) \cdot 0,3 = 136,7 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» выполняется по формуле (116):

$$C_{\text{сод.обор.}} = 3_0 \cdot E_{\text{обор.}}, \quad (116)$$

где $E_{\text{обор.}}$ – коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

$$C_{\text{сод.обор.}} = 399,7 \cdot 1,9 = 775,4 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы» выполняется по формуле (117):

$$C_{\text{цех.}} = 3_0 \cdot E_{\text{цех.}}, \quad (117)$$

где $E_{\text{цех.}}$ – коэффициент цеховых расходов.

$$C_{\text{цех.}} = 399,7 \cdot 1,7 = 687,5 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняется по формуле (118):

$$C_{\text{инстр.}} = 3_0 \cdot E_{\text{инстр.}}, \quad (118)$$

где $E_{\text{инстр.}}$ – коэффициент расходов на инструмент и оснастку.

$$C_{\text{инстр.}} = 399,7 \cdot 0,03 = 12,0 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (119):

$$\begin{aligned} C_{\text{цех.себ.}} &= M + \Pi_u + 3_0 + C_{\text{соц.н.}} + 3_{\text{доп}} + C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \\ C_{\text{цех.себ.}} &= 12726,5 + 14065,0 + 399,7 + 136,7 + 55,9 + 775,4 + \\ &+ 687,4 + 12,0 = 28858,6 \text{ р.} \end{aligned} \quad (119)$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы» выполняется по формуле (120):

$$C_{об.зав.} = Z_o \cdot E_{об.зав.}, \quad (120)$$

где $E_{об.зав.}$ – коэффициент общезаводских расходов.

$$C_{об.зав.} = 399,7 \cdot 1,9 = 787,4 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (121):

$$C_{об.зав.себ.} = C_{об.зав.} + C_{цех.себ.}, \quad (121)$$

$$C_{об.зав.себ.} = 787,4 + 28858,6 = 29646,0 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Коммерческие расходы» выполняется по формуле (122):

$$C_{ком.} = C_{об.зав.себ.} \cdot E_{ком.}, \quad (122)$$

где $E_{ком.}$ – коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.

$$C_{ком.} = 29646,0 \cdot 0,0029 = 86,0 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (123):

$$C_{полн.себ.} = C_{об.зав.себ.} + C_{ком.}, \quad (123)$$

$$C_{полн.себ.} = 29646,0 + 86,0 = 29732 \text{ р.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле (124):

$$C_{отп.б.} = C_{полнсеб.} \cdot \left(1 + \frac{K_{рент.}}{100} \right), \quad (124)$$

где $K_{рент.}$ – коэффициент рентабельности и плановых накоплений.

$$C_{отп.б.} = 29732 \cdot (1 + 0,3) = 38651,6 \text{ р.}$$

В таблице 16 представлена сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия.

Таблица 16 – Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия	
		покупное изделие	разрабатываемое изделие
Стоимость основных материалов	M	–	12726,5
Стоимость покупных изделий	$П_u$	–	14065,0
Основная заработная плата производственных рабочих	$З_o$	–	399,7
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$З_{доп}$	–	55,9
Страховые взносы	$C_{соц.н.}$	–	136,7
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор.}$	–	775,4
Цеховые расходы	$C_{цех.}$	–	687,5
Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	–	12,0
Цеховая себестоимость	$C_{цех.себ.}$	–	28858,6
Общезаводские расходы	$C_{об.зав.}$	–	787,4
Общезаводская себестоимость	$C_{об.зав.себ.}$	–	29646,0
Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	–	86,0
Полная себестоимость	$C_{полн.себ.}$	–	29732,0
Отпускная цена	$C_{отп.}$	95000	38651,6

Выполняем расчет безубыточного объема продаж.

Расчет переменных затрат на единицу изделия выполняется по формуле:

$$Z_{\text{перем.уд.}} = M + \Pi_u + Z_o + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}}, \quad (125)$$

$$Z_{\text{перем.уд.}} = 12726,5 + 14065,0 + 399,7 + 55,9 + 136,7 = 27383,8 \text{ р.}$$

Расчет переменных затрат на единицу изделия выполняется по формуле:

$$Z_{\text{перем.}} = Z_{\text{перем.уд.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (127)$$

где $V_{\text{год}}$ – объем производства.

$$Z_{\text{перем.}} = 27383,8 \cdot 100 = 2738380 \text{ р.}$$

Расчет постоянных затрат на единицу изделия выполняется по формуле:

$$Z_{\text{пост.уд.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{ком.}}, \quad (129)$$

$$Z_{\text{пост.уд.}} = 775,4 + 12,0 + 687,5 + 787,4 + 86,9 = 2349,2 \text{ р.}$$

Расчет постоянных затрат на годовую программу выпуска выполняется по формуле:

$$Z_{\text{пост.}} = Z_{\text{пост.уд.баз.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (131)$$

$$Z_{\text{пост.}} = 2349,2 \cdot 100 = 234920 \text{ р.}$$

Расчет амортизационных отчислений выполняется по формуле (133):

$$A_{\text{м.уд.}} = (C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}}) \cdot H_A, \quad (133)$$

где H_A – доля амортизационных отчислений.

$$A_{\text{м.уд.}} = (775,4 + 12,0) \cdot 0,12 = 94,5 \text{ р.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия выполняется по формуле (134):

$$C_{\text{полн.год.}} = C_{\text{полн.с.с.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (134)$$

$$C_{\text{полн.год.}} = 29732,0 \cdot 100 = 2973200 \text{ р.}$$

Расчет выручки от реализации изделия выполняется по формуле (135):

$$\text{Выручка} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (134)$$

$$\text{Выручка} = 38651,6 \cdot 100 = 3865160 \text{ р.}$$

Расчет маржинального дохода выполняется по формуле (135):

$$D_{\text{марж}} = \text{Выручка} - Z_{\text{перем.}}, \quad (135)$$

$$D_{\text{марж}} = 3865160 - 2738380 = 1126780 \text{ р.}$$

Расчет критического объема продаж выполняется по формуле (136):

$$A_{\text{крит}} = \frac{Z_{\text{пост.}}}{(C_{\text{отп.}} - Z_{\text{перем.уд.}})}, \quad (136)$$

$$A_{\text{крит}} = \frac{234920}{(38651,6 - 27383,8)} = 20,8 \approx 21.$$

5.2 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым

годом нарастающим итогом на (137):

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{крит}}}{(n - 1)}, \quad (137)$$

где V_{\max} – максимальный объем продукции, шт.;

$A_{\text{крит}}$ – критический объём продаж проектируемого изделия, шт.;

n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{100 - 21}{(6 - 1)} = 15,8 \text{ шт.}$$

Расчет объема продаж по годам выполняется по формуле (138):

$$V_{\text{прод}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta, \quad (138)$$

$$V_{\text{прод}1} = 21 + 1 \cdot 15,8 = 36,8 \text{ шт.},$$

$$V_{\text{прод}2} = 21 + 2 \cdot 15,8 = 52,6 \text{ шт.},$$

$$V_{\text{прод}3} = 21 + 3 \cdot 15,8 = 68,4 \text{ шт.},$$

$$V_{\text{прод}4} = 21 + 4 \cdot 15,8 = 84,2 \text{ шт.},$$

$$V_{\text{прод}5} = 21 + 5 \cdot 15,8 = 100 \text{ шт.}$$

Расчет выручки по годам выполняется по формуле (139):

$$\text{Выручка}_i = C_{\text{отн.}} \cdot V_{\text{прод}i}, \quad (139)$$

$$\text{Выручка}_1 = 38651,6 \cdot 36,8 = 1422378,9 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_2 = 38651,6 \cdot 52,6 = 2033074,2 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_3 = 38651,6 \cdot 68,4 = 2643769,4 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_4 = 38651,6 \cdot 84,2 = 3254464,7 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_5 = 38651,6 \cdot 100 = 3865160 \text{ р.}$$

Расчет переменных затрат по годам для базового варианта выполняется по формуле (140):

$$Z_{\text{перем.}i} = Z_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод.}i}, \quad (140)$$
$$Z_{\text{перем.}1} = 27383,8 \cdot 36,8 = 1007723,8 \text{ р.},$$
$$Z_{\text{перем.}2} = 27383,8 \cdot 52,6 = 1440387,9 \text{ р.},$$
$$Z_{\text{перем.}3} = 27383,8 \cdot 68,4 = 1873051,9 \text{ р.},$$
$$Z_{\text{перем.}4} = 27383,8 \cdot 84,2 = 2305715,9 \text{ р.},$$
$$Z_{\text{перем.}5} = 27383,8 \cdot 100 = 2738380 \text{ р.}$$

Расчет амортизации (только для проектного варианта) выполняется по формуле (142):

$$A_m = A_{\text{м.уд.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (142)$$
$$A_m = 94,5 \cdot 100 = 9450 \text{ р.}$$

Расчет полной себестоимости по годам для базового варианта выполняется по формуле (143):

$$C_{\text{полн.}i} = Z_{\text{перем.}i} + Z_{\text{пост.}}, \quad (143)$$
$$C_{\text{полн.}1} = 1007723,8 + 234920 = 1242643,8 \text{ р.},$$
$$C_{\text{полн.}2} = 1440387,9 + 234920 = 1675307,9 \text{ р.},$$
$$C_{\text{полн.}3} = 1873051,9 + 234920 = 2107971,92 \text{ р.},$$
$$C_{\text{полн.}4} = 2305715,9 + 234920 = 2540635,9 \text{ р.},$$
$$C_{\text{полн.}5} = 2738380 + 234920 = 2973300 \text{ р.}$$

Расчет налогооблагаемой прибыли по годам выполняется по формуле (145):

$$Pr_{обл.i} = (Выручка - C_{ном.i}), \quad (145)$$

$$Pr_{обл.1} = (1422378,9 - 1242643,8) = 179735,1 \text{ р.},$$

$$Pr_{обл.2} = (2033074,2 - 1675307,9) = 357766,3 \text{ р.},$$

$$Pr_{обл.3} = (2643769,4 - 2107971,9) = 535797,5 \text{ р.},$$

$$Pr_{обл.4} = (3254464,7 - 2540635,9) = 713828,8 \text{ р.},$$

$$Pr_{обл.5} = (3865160 - 2973300) = 891860 \text{ р.}$$

Расчет налога на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам выполняется по формуле (146):

$$H_{np.i} = Pr_{р.обл.i} \cdot 0,2, \quad (146)$$

$$H_{np.1} = 179735,1 \cdot 0,2 = 35947,0 \text{ р.},$$

$$H_{np.2} = 357766,3 \cdot 0,2 = 71553,3 \text{ р.},$$

$$H_{np.3} = 535797,5 \cdot 0,2 = 107159,5 \text{ р.},$$

$$H_{np.4} = 713828,8 \cdot 0,2 = 142765,8 \text{ р.},$$

$$H_{np.5} = 891860 \cdot 0,2 = 178372 \text{ р.}$$

Расчет чистой прибыли по годам выполняется по формуле (147):

$$Pr_{ч.i} = Pr_{обл.i} - H_{np.i}, \quad (147)$$

$$Pr_{ч.1} = 179735,1 - 35947,0 = 143788 \text{ р.}$$

$$Pr_{ч.2} = 357766,3 - 71553,3 = 286213 \text{ р.}$$

$$Pr_{ч.3} = 535797,5 - 107159,5 = 428638 \text{ р.}$$

$$Pr_{ч.4} = 713828,8 - 142765,8 = 571063 \text{ р.}$$

$$Pr_{ч.5} = 891860 - 178372 = 713488 \text{ р.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла конструкции выполняется по формуле (148):

$$Pr_{ож.д} = C_{отп.} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{отп.}, \quad (148)$$

где D_1 и D_2 – долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту, предполагается, что долговечность разрабатываемого станда выше, чем у предлагаемого к приобретению за счет применения более жесткой конструкции 100 тыс. циклов, 120 тыс. циклов, соответственно.

$$Pr_{ож.д} = 38651,6 \cdot \frac{120000}{100000} - 38651,6 = 7730,3 \text{ р.}$$

Расчет текущего чистого дохода (накопленное сальдо) выполняется по формуле (149):

$$ЧД_i = Pr_{ч.и} + A_m + Pr_{ож.д} \cdot V_{прод_i}, \quad (149)$$

$$ЧД_1 = 143788 + 9450 + 7730,3 \cdot 36,8 = 437713,1 \text{ р.}$$

$$ЧД_2 = 286213 + 9450 + 7730,3 \cdot 52,6 = 702276,8 \text{ р.}$$

$$ЧД_3 = 535797,5 + 9450 + 7730,3 \cdot 68,4 = 966840,5 \text{ р.}$$

$$ЧД_4 = 571063 + 9450 + 7730,3 \cdot 84,2 = 1231404,3 \text{ р.}$$

$$ЧД_5 = 713488 + 9450 + 7730,3 \cdot 100 = 1495968,0 \text{ р.}$$

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле (150):

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + E_{cm.i})} \cdot t, \quad (150)$$

где $E_{cm.i}$ – процентная ставка на капитал, $E_{cm.i} = 5\%$;

t – год приведения затрат и результатов.

$$\alpha_1 = 0,952,$$

$$\alpha_2 = 0,907,$$

$$\alpha_3 = 0,864,$$

$$\alpha_4 = 0,823,$$

$$\alpha_5 = 0,783.$$

Для оценки эффективности инвестиционного проекта по шагам расчетного периода используется дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам (текущий чистый дисконтированный доход), который рассчитывается по формуле (151):

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i, \quad (151)$$

$$ДСП_1 = 437713,1 \cdot 0,952 = 416702,8 \text{ р.}$$

$$ДСП_2 = 702276,8 \cdot 0,907 = 636965,1 \text{ р.}$$

$$ДСП_3 = 966840,5 \cdot 0,864 = 835350,2 \text{ р.}$$

$$ДСП_4 = 1231404,3 \cdot 0,823 = 1013445,7 \text{ р.}$$

$$ДСП_5 = 215493588,70 \cdot 0,783 = 1171342,9 \text{ р.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период выполняется по формуле (152):

$$\sum ДСП = ДСП_i, \quad (152)$$

$$\sum ДСП = 416702,8 + 636965,1 + 835350,2 + 1013445,7 +$$

$$+ 1171342,9 = 4073806,8 \text{ р.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях выполняется по формуле (153):

$$J_0 = K_{инв} \cdot \sum C_{полнпр.i}, \quad (153)$$

где $K_{инв}$ – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$J_0 = 0,086 \cdot (559901389,68 + 602128795,51 + 644356201,34 + 686583607,17 + 728811012,99) = 906427,9 \text{ р.}$$

Расчет чистого дисконтированного дохода выполняется по формуле (154):

$$ЧДД = \sum ДСП - J_0, \quad (154)$$

$$ЧДД = 4073806,8 - 906427,9 = 3167378,9 \text{ р.}$$

Расчет индекса доходности выполняется по формуле (155):

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0}, \quad (155)$$

$$JD = \frac{3167378,9}{906427,9} = 3,5.$$

Расчет срока окупаемости проекта выполняется по формуле (156):

$$T_{окуп.} = \frac{J_0}{ЧДД}, \quad (156)$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{906427,9}{3167378,9} = 0,29.$$

Выводы и рекомендации.

Выполнение модернизации позволило увеличить ресурс проектируемого стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA по отношению к предлагаемому к приобретению при одновременном положительном экономическом эффекте $JD = 3,5$.

При расчете экономических показателей по внедрению стенда в массовое производство было определено, что стоимость проектного варианта гораздо ниже себестоимости покупного варианта, и в результате увеличения ресурса проектной конструкции ожидается увеличение продаж, что является положительным экономическим показателем. Для этого произведен расчет на общую эффективность проекта и была вычислена ожидаемая прибыль от внедрения проекта в производство.

Чистый дисконтированный доход от внедрения стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA составляет 3167378,9 р.

Срок окупаемости данного стенда согласно выполненным расчетам равен 0,29 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о возможности его применения на станциях технического обслуживания, АТП и БЦТО, имеющих разномарочный подвижной состав, самостоятельно выполняющих различные виды ремонта и имеющих технологическую потребность в послеремонтной обкатке и испытании агрегатов.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрено назначение, общее устройство и работа коробки передач;
- выполнена конструкторская разработка стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA, составлены техническое задание и предложение, проведен расчет конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда;
- рассмотрен технологический процесс обкатки коробки передач, составлена технологическая карта на проведение процесса обкатки КП автомобиля LADA GRANTA;
- рассмотрена безопасность и экологичность экономической эффективности стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции экономической эффективности стенда для испытаний коробок передач легковых автомобилей LADA. Срок окупаемости данного стенда согласно выполненным расчетам равен 0,29 года, что говорит о минимальном риске проекта. По полученным данным можно говорить о возможности его применения на станциях технического обслуживания, автотранспортных предприятиях и БЦТО, имеющих разномарочный подвижной состав, самостоятельно выполняющих различные виды ремонта и имеющих технологическую потребность в послеремонтной обкатке и испытании агрегатов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аринин И. Н. и др.. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. - Ф.: «Кыргызстан», 1978. – 164 с.
2. Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
3. Ниргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
4. Бойко А. В. Совершенствование методов диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: дис. канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.06.08/ Бойко Александр Владимирович. - Иркутск, 2008. – 217 с.
5. Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
6. Бродский В. В. – М: Наука, 1976. – 224 с.
7. Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей / И. А. Бухарин. – М.-Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. – 292 с.
8. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
9. Веденяпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Веденяпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Колос, 1973. – 195 с.
10. Величко А. В. Анализ процесса торможения автотранспортного средства / А. В. Величко // Транспортные средства Сибири: Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: КГТУ, 1995. – с. 83-89.
11. Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.

12. Генбом Б.Б. Вопросы динамики торможения и теории рабочих процессов тормозных систем автомобилей / Б. Б. Генбом. - Львов: Вища школа, 1974. – 234 с.

13. Гернер В.С. Исследование режимов контроля эффективности действия тормозных механизмов: дис. канд. техн. наук/ В. С. Гернер. - Харьков, 1970. – 153 с.

14. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей. [Текст]. – М. Транспорт. 1970.

15. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.

16. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды; введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 58 с.

17. ГОСТ 25478-91. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки, введ. 01-01-93. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 32 с.

18. ГОСТ 380-98. Сталь углеродистая обыкновенного качества, введ. 01-01-98. – М.: Изд-во стандартов, 1998 – 21 с.

19. ГОСТ 577-68. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01мм. Технические условия, введ. 01-07-68. – М.: Изд-во стандартов, 1998 – 12 с.

20. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки; введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 28 с.

21. Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. Л. Грачев. – М., 1979. – 195 с.

22. Гредескул А. Б. Динамика торможения автомобиля: дис. ... докт. техн. наук / А. Б. Гредескул. – Харьков, 1963. – 271 с.

23. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
24. Гуревич Л. В., Тормозное управление автомобиля / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.
25. Гурьянов С. И. Повышение точности диагностирования тормозных свойств автопоездов на стенде / С. И. Гурьянов. // Диагностика автомобилей: III всесоюзная научно-техническая конференция: тезисы докладов. - Улан-Удэ, 1989. – с. 147-148.
26. Джонсон М. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке/ М. Джонсон, Ф. М. Лион. – Мир, 1981. – 610 с.
27. Дик А. Б. Описание характеристик проскальзывания тормозящего колеса / А. Б. Дик // Надежность и активная безопасность автомобиля : сб. науч. тр. / МАМИ. – М, 1985. – с. 205-216.
28. Димов Н. Н. Оценка возможности воспроизведения реальных режимов торможения автомобиля на стендах с беговыми барабанами : автореферат / Н. Н. Димов. - Харьков, 1987. – 20 с.
29. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / А. А. Хачатуров [и др.]; под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
30. Енаев А. А. Основы теории колебаний автомобиля при торможении и её приложения. – М.: Машиностроение, 2002. – 341 с.
31. Ечеистов Ю. А. Неустановившееся торможение автомобильного колеса / Ю. А. Ечеистов, В. В. Бернацкий // Безопасность и надежность автомобиля : сб. науч. тр. – М: МАМИ, 1981. – с. 16-23.
32. Стенды тормозные малогабаритные «СТМ-3500 М». Методика поверки М 020.000.00.00-01. - Жигулевск, 2005. – с. 11.
33. Стенды тормозные малогабаритные «СТМ-3500 М». Руководство по эксплуатации М 220.000.00.00. - Жигулевск, 2005. – с. 49.
34. Стенды тормозные силовые «СТС». Руководство по эксплуатации 10У. 14.00.00.000. - Великий Новгород, 2007. – с. 52.

35. Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005. Springer, - p. 903.
36. König, R. Schmieretechnik / R. König. – Springer, 1972. – p.164.
37. Bergmann W., Clemett H. Tire Cornering Properties// Tire Science and Technology.- 1975.- Vol.3. - №3.- pp. 135-163.
38. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
39. Morales, F. A review of dynamic CVT-IVT transmissions [Text] / F. Morales, F. Benitez // SAE Technical Paper 2014-01-1734. - 2014. - 11 p
40. Joubert, P., Sweatman, P. Detection of changes in automobile steering sensitivity // Human factors. - 1974. - № 16.
41. West J.P., Hydraulically damped engine - mounting / Automotive Engineer. 1987.- V/12, №1. - P 17-19.
42. Pacejka H.B. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires / H.B. Pacejka// Phys. Tire tract: Theory and Exp. -New - York - London, 1974.
43. Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. – p. 134.
44. Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
	A4			20.ДП.ПЭА.136.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
	A1			20.ДП.ПЭА.136.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
Справ. №					<u>Сборочные единицы</u>			
			1	20.ДП.ПЭА.136.61.01.000	Каркас стенда	1		
			2	20.ДП.ПЭА.136.61.02.000	Плита крепления КПП	1		
			3	20.ДП.ПЭА.136.61.03.000	Кожух	1		
			4	20.ДП.ПЭА.136.61.04.000	Опора приводная	1		
			5	20.ДП.ПЭА.136.61.05.000	Основание электродвигателя	1		
			6	20.ДП.ПЭА.136.61.06.000	Основание опоры	2		
			7	20.ДП.ПЭА.136.61.07.000	Опора нагрузочная	2		
			8	20.ДП.ПЭА.136.61.08.000	Муфта	3		
			9	20.ДП.ПЭА.136.61.09.000	Гидравлическая часть стенда	1		
Подп. и дата					<u>Детали</u>			
			10	20.ДП.ПЭА.136.61.00.010	Зажим	4		
			11	20.ДП.ПЭА.136.61.00.011	Пластина зажима	8		
			12	20.ДП.ПЭА.136.61.00.012	Щуп	1		
			13	20.ДП.ПЭА.136.61.00.013	Втулка дистанционная	12		
			14	20.ДП.ПЭА.136.61.00.014	Плита базовая	1		
			15	20.ДП.ПЭА.136.61.00.015	Гайка гидравлическая 1"	10		
			16	20.ДП.ПЭА.136.61.00.016	Вал	1		
			17	20.ДП.ПЭА.136.61.00.017	Вал	2		
Подп. и дата			18	20.ДП.ПЭА.136.61.00.018	Крышка	2		
				20.ДП.ПЭА.136.61.00.000				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Маколкин М.А.				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Галиев И.Р.					1	2
	Исполн.	Галиев И.Р.				ТГУ, ИМ, гр. АТ-1501		
	Утв.	Бабровский А.В.						

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения А

Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		19	20.ДП.ПЭА.136.61.00.019	Крышка	2		
				<i>Стандартные изделия</i>			
		20		Болт М10х45 ГОСТ 7798-70	16		
		21		Шайба 10Н ГОСТ 6402-70	16		
		22		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	32		
		23		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	6		
		24		Болт М8х45 ГОСТ 7798-70	12		
		25		Шайба 8Н ГОСТ 6402-70	24		
		26		Болт М8х30 ГОСТ 7798-70	12		
		27		Шпонка 5х7х40 ГОСТ 11769-80	1		
		28		Шпонка 5х7х30 ГОСТ 11769-80	1		
		29		Подшипник 60209 ГОСТ 7242-81	2		
		30		Подшипник 60311 ГОСТ 7242-81	2		
		31		Подшипник 1000917 ГОСТ 8338-75	2		
		32		Кольцо А115 ГОСТ 13943-86	2		
		33		Кольцо А105 ГОСТ 13943-86	2		
		34		Кольцо А85 ГОСТ 13943-86	2		
		35		Кольцо 2А45 ГОСТ 13942-86	2		
				<i>Покупные изделия</i>			
		36		Втулка шлицевая сцепления ВА3-2114	1		
		37		Электродвигатель 4А160М6У3 ГОСТ 19523-81	1		
		38		Вал карданный шлицевой 3и/1-157К	2		
		39		Вал ШРУС ВА3-2108	2		
		40		Втулка карданная шлицевая 3и/1-157К	2		
		41		Насос НШ-32УКФ ООО"ИМПЕЛ"	2		
		42		Регулятор расхода МПГ-55-24	2		
		43		Манометр МП 2-У	2		
		44		Горловина заливная с фильтром 40-РКШ	1		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	Маколкин М.А.			20.ДП.ПЭА.136.61.00.000	Лист
			Галиев И.Р.				
Взам. инв. №	Инд. № д.д.д.	Подп. и дата	№ док.м.	Подп.	Дата	Формат А4	

Копировал

Формат А4