

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка универсального стенда для обкатки двигателей  
легковых автомобилей

Студент

Е.О. Пойлов

(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)

канд. экон. наук, доцент Е.А. Боргардт

(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: «Разработка универсального стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей».

Цель работы: разработка конструкции универсального стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

ВКР включает в себя шесть разделов.

В первом разделе рассмотрены методы определения качества приработки, а также оборудование и оснастка для обкатки двигателей.

Во втором разделе проведен поиск аналогов разрабатываемой конструкции стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

Во третьем разделе выполнена разработка стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей, предложены технические задание и предложение, проведены расчеты основных элементов конструкции, составлено руководство по эксплуатации стенда.

В четвертом разделе рассмотрен технологический процесс обкатки двигателя.

В пятом разделе рассмотрены безопасность и экологичность универсального стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

В шестом разделе определена экономическая эффективность универсального стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

Выпускная квалификационная работа состоит из 80 страниц, и включает в себя 5 иллюстраций, 15 таблиц, 41 источник, 1 приложение.

## **Abstract**

The topic of the given graduation work is: «The development of a universal stand for running-in a car engine».

The correct engine run-in after overhaul sets the future resource of the restored motor.

The initial preparation of the engine for work operation affects its service life, even given the same assembly quality and the same spare parts. Thus, how long the engine will operate after overhaul, largely depends on its first hours of operation or first kilometers.

Engine run-in is the process of the engine operating in a gentle mode or simulating its operation on a special stand. Run-in of the engine after overhaul allows to accurately position the parts to each other and ensure their work.

The aim of the work is to develop the construction of a universal stand for running-in a car engine.

The graduation work consists of 80 pages, including 5 illustrations, 15 tables, 41 sources of literature and 1 annex.

The thesis of graduation project consists of 6 parts.

In the first part we examine methods for determining the quality of running-in, equipment and accessories for engine break-in.

In the second part we search for alternatives of the developed construction of a universal stand for running-in a car engine.

In the third part we develop the stand construction for running-in the car's engines, draw up the terms of reference and the technical proposal for the development stand, make the calculation of the main construction elements. Also, the operating instructions are compiled.

In the fourth part we consider the technological process of engine running-in.

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

The sixth part deals with economic efficiency calculation of the project.

## Содержание

Введение.....	6
1 Испытание двигателей.....	10
1.1 Методы определения качества приработки .....	10
1.2 Оборудование и оснастка для обкатки двигателей .....	12
2 Поиск аналогов разрабатываемой конструкции .....	17
2.1 Обоснование в необходимости информационного поиска .....	17
2.2 Исследование достигнутого уровня вида техники .....	18
2.3 Составление регламента патентно-информационного поиска.....	18
2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта .....	24
2.5 Исследование предложенного объекта техники на наличие критериев патентоспособности .....	25
2.6 Исследование предложенного усовершенствованного стенда .....	25
3 Разработка стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей .....	27
3.1 Техническое задание.....	27
3.2 Техническое предложение .....	28
3.3 Расчеты основных элементов конструкции .....	31
3.4 Руководство по эксплуатации стенда для обкатки двигателя.....	35
4 Технологический процесс обкатки двигателя.....	36
4.1 Условия работы агрегата, возможные неисправности и методы их устранения.....	36
4.2 Разработка технологической карты.....	38
5 Безопасность и экологичность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей .....	41
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей .....	41
5.2 Определение профессиональных рисков.....	43
5.3 Способы снижения профессиональных рисков .....	44

5.4 Пожарная безопасность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.....	48
5.5 Экологическая безопасность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.....	51
6 Экономическая эффективность дипломного проекта .....	53
6.1 Расчет себестоимости проектируемого узла автомобиля.....	53
6.2 Расчет коммерческой эффективности проекта .....	63
Заключение .....	73
Список используемой литературы и используемых источников.....	74
Приложение А Спецификация.....	78

## Введение

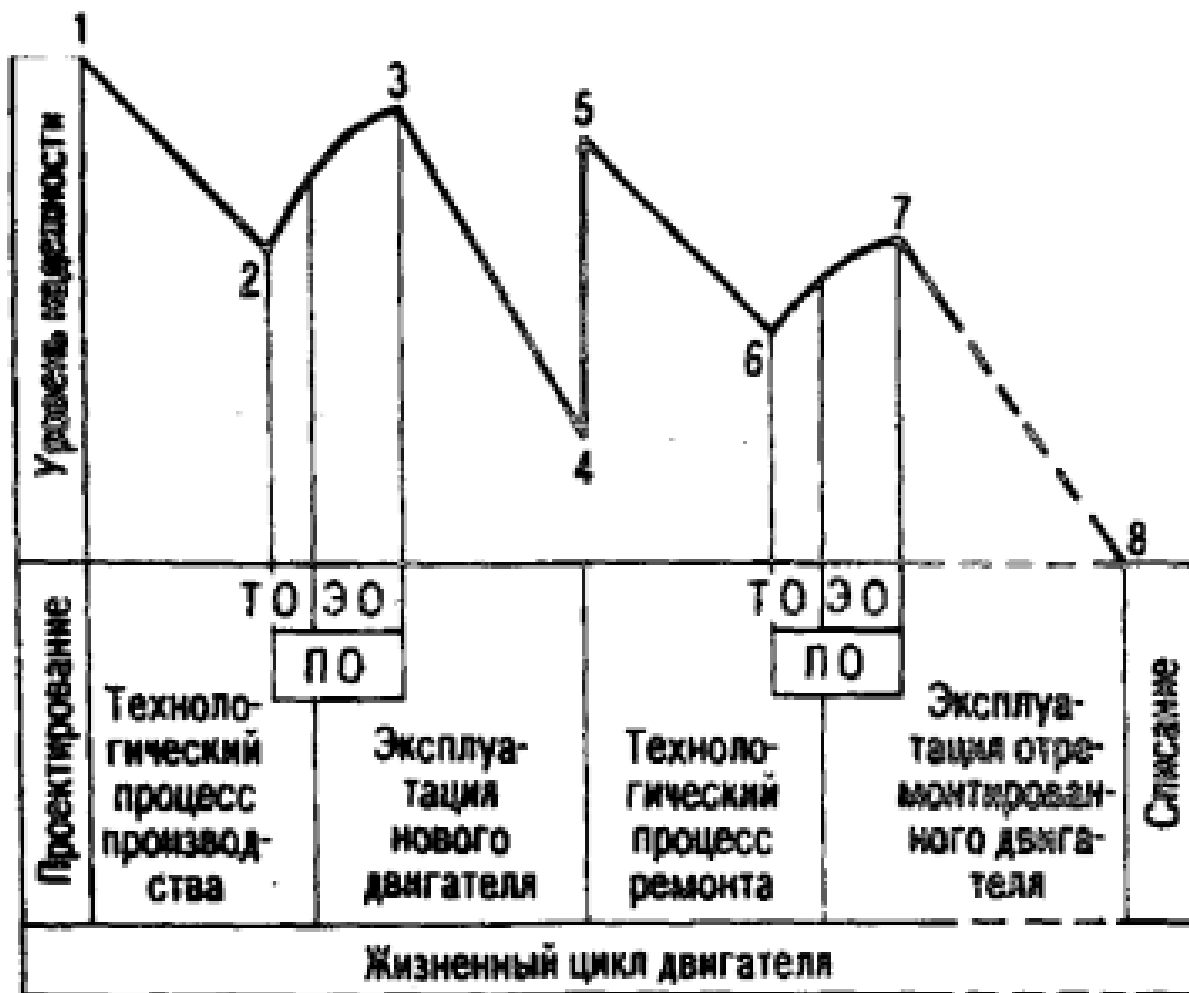
Качество продукции затрагивает жизненные интересы человека и включает в себя комплекс показателей назначения и использования: технических, эстетических, эргономических, экономических. надежности. Для тракторов, автомобилей и особенно важна группа показателей надежности, в первую очередь это безотказность и долговечность. Следует иметь в виду, что показатели надежности реализуются в конкретных условиях эксплуатации, которыми во многом определяется их величина. В хозяйствах с нормальным уровнем технической эксплуатации обеспечиваются более высокие показатели надежности, чем в рядовых условиях эксплуатации. Поэтому оценка качества изготовления или ремонта двигателей затруднена из-за существенного отличия фактических уровней технического использования факторов и автомобилей в хозяйствах.

Процесс эксплуатации с изделием происходят изменения технических, эстетических и экономических показателей. Показатели надежности имеют более тесную функциональную взаимосвязь с продолжительностью эксплуатации. Изменение надежности двигателя за жизненный цикл и роль в этом обкатки показаны на рисунке 1.

Потенциальный уровень надежности (точка 1) закладывается при проектировании двигателя (когда обосновывается схема, проводятся расчеты рабочего процесса, принимаются конструкторские решения по системам смазки, охлаждения и топливоподачи, рассчитываются детали, подбираются износостойкие материалы и покрытия, обосновываются технические условия на изготовление деталей, сборку, обкатку и испытание двигателей). Обоснованность и прогрессивность конструкторской проработки и технологии изготовления определяют величину показателей надежности.

В реальных заводских условиях из-за имеющихся отклонений в технологическом процессе изготовления деталей и сборки двигателей, а также недостаточного качества комплектующих изделий уровень надежности

снижается (линия 1-2). В процессе технологической заводской и последующей эксплуатационной обкатки надежность повышается (линия 2-3), так как снижается интенсивность износа сопрягаемых деталей, выявляются и устраняются приработочные отказы.



ТО – технологическая обкатка; ЭО – эксплуатационная обкатка; ПО – полная обкатка

Рисунок 1 – Схема изменения уровня надежности автотракторных двигателей по стадиям жизненного цикла

Естественно, что в зависимости от качества технологии изготовления (ремонта) и поставленной задачи обеспечения уровня эксплуатационной годности технологический процесс обкатки может быть организован по-разному, поэтому его вклад в обеспечение уровня надежности может существенно различаться. В частности, продолжительность обкатки меньше

на предприятиях-изготовителях, нежели на ремонтных предприятиях, так как на них обеспечивается более высокое качество деталей и сборки сопряжений.

«В условиях эксплуатации из-за естественного изнашивания происходит неизбежное снижение (линии 3-4) надежности двигателей, так как увеличиваются зазоры и уменьшаются натяги в сопряжениях, накапливаются усталостные повреждения в деталях. В реальных условиях эксплуатации из-за неполного проведения технического обслуживания интенсивность потерь надежности значительно выше, чем при нормальной эксплуатации, когда полностью обеспечивается весь цикл предупредительных работ» [4].

«При ремонте двигателя должна восстанавливаться близкая к первоначальной надежность (точка 5). В соответствии с ГОСТ 18523-79 «Дизели тракторные и комбайновые. Технические условия на сдачу в капитальный ремонт и выпуск из капитального ремонта» и ГОСТ 22581-77 «Автомобили и их составные части, выпускаемые из капитального ремонта. Общие технические требования» межремонтный ресурс и средняя наработка на отказ должны быть не менее 80 % этих показателей для новых двигателей. Вследствие отклонений в технологии ремонта межремонтная фактическая надежность снижается (линия 5-6), частично эти потери компенсируются технологической и эксплуатационной обкаткой (линия 6-7). Влияние технологического процесса обкатки на эксплуатационную надежность значительно больше для отремонтированных двигателей, собранных из деталей более низкого качества, чем для новых двигателей» [5].

При эксплуатации отремонтированных двигателей происходит снижение (линия 7-8) уровня надежности, причем более интенсивное, чем у новых двигателей. Это объясняется более низким техническим потенциалом отремонтированных двигателей, а зачастую ухудшением технического обслуживания. После этого повторяется цикл ремонт-эксплуатация или проводится списание (точка 8) двигателя

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.

В целях решения первой задачи применяется ряд технологических мероприятий, позволяющих не только повысить степень приработки, но и сократить продолжительность стендовой обкатки. Подбор рациональных нагрузочно-скоростных режимов, обкаточных масел и присадок к маслу и топливу является одной из главных предпосылок повышения качества приработки сопряжений двигателей.

В целях решения второй задачи выполняется подбор таких режимов нагружения и продолжительность стендовой обкатки, чтобы большинство отказов, заложенных при ремонте двигателей, выявлялось в период технологической обкатки. Оптимальная технология полной обкатки двигателей должна определяться не только условиями обеспечения заданных технических характеристик и показателей надежности, но и соображениями экономической целесообразности.

## **1 Испытание двигателей**

Для оценки качества и управления процессом приработки двигателей необходимо иметь объективную информацию о их техническом состоянии и надежности. При этом большое значение имеют достоверность, оперативность и стоимость применяемого метода.

### **1.1 Методы определения качества приработки**

Современные методы оценки качества приработки довольно разнообразны и позволяют определить степень приработки двигателя в целом и отдельных его сопряжений.

«Все показатели, позволяющие характеризовать качество обкатки двигателей в целом, можно разделить на пять групп:

- технические показатели (мощность двигателя, мощность механических потерь, расход топлива, расход масла на угар, прорыв газов в картер, частота вращения и др.);
- физико-химические показатели (износостойкость, микротвердость, шероховатость, структура и др.);
- показатели изменчивости (скорость, время, стабилизация, характер и др.);
- показатели надежности (долговечность, безотказность и др.);
- экономические показатели (затраты времени, труда и денежных средств на технологическую, эксплуатационную и полную обкатку)» [5].

Показатели первой и третьей групп относятся к безразборным методам оценки качества приработки двигателей и поэтому наиболее оперативные, дешевые и чаще используемые в практике.

Физико-химические показатели из-за сложности определения, необходимости использования дорогостоящего оборудования и разборки

двигателей не нашли применения в производстве и используются в основном при научных исследованиях.

Показатели четвертой и пятой групп характеризуют эффективность технологического процесса обкатки. Они наиболее важны для потребителей.

Измерения отдельных, даже обобщающих, показателей недостаточно для качественной оценки степени приработки двигателя в целом. Наиболее полную и объективную информацию о качестве его обкатки можно получить при одновременном определении группы показателей. Наиболее предпочтительными следует считать методы непосредственного измерения структурных диагностических параметров (оценки усилий и перемещений, анализ герметичности, определение суммарных зазоров и т. п.).

В процессе приработки происходят структурные, физико-химические и геометрические изменения сопрягаемых деталей и смазочной среды, поэтому качество приработки двигателей можно оценить не только по состоянию поверхностей трения, но и смазки. Однако для определения некоторых показателей необходима частичная или полная разборка двигателя, поэтому такие способы неприемлемы в практическом использовании.

Критерием окончания приработки сопрягаемых деталей, узлов и двигателя в целом может быть стабилизация по времени изменения нижеуказанных или других параметров: количества прорывающихся в картер газов; политропы сжатия и расширения; механических потерь; удельного расхода топлива; давления и температуры отработавших газов; износа поверхностей трения.

Количество прорывающихся в картер газов во многом зависит от случайных факторов (положения компрессионных колец и режимов работы), Показатели политроп сжатия и расширения труднораспределимы. Значения расхода топлива, давления и температуры отработавших газов имеют относительно небольшой диапазон изменения за время обкатки. Определение динамики износа - трудоемкая и дорогостоящая операция. На существующих обкаточно-тормозных стендах относительно невысокая частота прокрутки

коленчатого вала двигателя, поэтому определенные значения механических потерь невелики, следовательно, трудно определить с достаточной точностью изменение этого параметра

Аналогично можно отметить недостатки и других методов оценки, поскольку они предназначены для решения узких технических задач. Проведя анализ большого перечня разнообразных методов наблюдается сложность и нерешенность проблемы достоверности и оперативности оценки качества обкатки двигателей.

## **1.2 Оборудование и оснастка для обкатки двигателей**

Обкатка двигателей может проводиться с использованием следующего оборудования и схем нагружения:

- 1 на простейшем стенде, предназначенном только для обкатки и испытания на этапе холостого хода двигателя;
- 2 на стенде, включающем в себя электрический двигатель и редуктор (коробка передач), позволяющем обкатывать двигатель только на этапах прокрутки и холостого хода. Частичное нагружение двигателя на таких стендах может обеспечиваться бестормозными методами или посредством нагружения гидронасоса дизеля или гидронасосов, дополнительно установленных на стенде и приводимых во вращение через к ли но ременную передачу от шкива коленчатого вала двигателя. Частичное нагружение двигателя может выполняться за счет сопротивления прокрутки через редуктор другого обкатываемого двигателя.

Первые две группы стендов – это самодельные конструкции, изготавливаемые и используемые в мастерских при малой программе ремонта и небольших производственных площадях. Необходимость их изготовления вызывается также дефицитом стендов.

- 3 на гидротормозном стенде, где торможение двигателя выполняется за счет сопротивления потока воды. Для обкатки на режимах прокрутки может дополнительно использоваться электродвигатель;
- 4 на электротормозном стенде, основа которого - электродвигатель с фазным ротором, обеспечивающий прокрутку автотракторного двигателя в режиме электродвигателя и нагружение его в режиме генератора;
- 5 стенды для обкатки двигателя, установленного на трактор. Нагружение двигателя при этом может создаваться электротормозным стендом КИ-4893, в котором с одной стороны вала электродвигателя сделан привод для двигателя, устанавливаемого на стенд, а с другой стороны - через вал отбора мощности на двигатель трактора; воздушным тормозом, подсоединенным к валу отбора мощности трактора; гидронасосами, имеющимися на двигателе или дополнительно подсоединенными к валу отбора мощности;
- 6 стенды на основе электрических индукторных тормозов (производства фирм «Шейк», «Хофман»);
- 7 стенды на основе электрических тормозов постоянного тока.
- 8 стенды с использованием инерционных тормозов.

При текущем ремонте двигателя, а также в случае отсутствия стендов обкатка начинается сразу на тракторе или автомобиле. Нагрузка создается методом отключения цилиндров или работой двигателя на переменных режимах.

В комплекте оборудования для нормального обеспечения процесса обкатки необходимо иметь: стенд обкаточно-тормозной; устройство для отвода выпускных газов; систему топливоподачи, содержащую баки, трубопроводы и весовые устройства; вентиляционные устройства для отвода газов, образующихся при обкатке; систему охлаждения двигателя; систему подачи и очистки смазочного масла; устройство дистанционного управления

и автоматизации обкатки; стенды для контрольного осмотра двигателей; подъемно-транспортные устройства для перемещения, установки и снятия двигателя.

Обкаточные стенды. Для обкатки двигателей в зарубежных странах используются в основном гидротормозные стенды, более надежные работе и имеющие значительно меньшие вес и габариты по сравнению с электротормозными стендами. Стенды японского производства, используемые для обкатки дизелей тракторов «Камацу», имеют следующие основные данные: Стенд SF-3,5 при мощности торможения 440 кВт и частоте вращения вала до 3500 мин<sup>-1</sup> имеет габариты 960×715×1450 мм. При массе 1000 кг. Стенд P-3,5C при мощности торможения 736 кВт и частоте вращения вала до 3500 мин<sup>-1</sup> имеет габариты 1900×1000×1020 мм при массе 1200 кг. Стенд P-1,5, предназначенный для обкатки пусковых двигателей, обеспечивает мощность торможения до 44 кВт при частотах вращения вала 3000...6000 мин<sup>-1</sup> и имеет массу 160 кг при габаритах 730×2200×1060 мм.

При высокой технической культуре изготовления и ремонта двигателей возможно исключение этапов прокрутки и, следовательно, проведение обкатки на гидротормозных стендах. Специализированные стенды выпускаются для группы однотипных по номинальным мощностям и частотам вращения коленчатого вала двигателей, поэтому при сложившейся ситуации со стендами надо иметь для обеспечения всех потребностей не менее 1...2 стендов для обкатки пусковых двигателей и до 3-х стендов для обкатки автомобильных и тракторных двигателей. Зачастую отремонтированные двигатели обкатываются путем холостой работы и под нагрузкой непосредственно на тракторе (автомобиле). При низком качестве заменяемых деталей и перешлифовки шеек коленчатого вала, а также из-за отсутствия обкаточных стендов иногда вынуждены прибегать к обкатке двигателей путем буксировки и прокрутки двигателя от колес автомобиля. Естественно, что качественной обкатки в этом случае нельзя обеспечить.

Стенд КИ-4893 позволяет проводить обкатку и испытание дизеля непосредственно на тракторе, используя вал отбора мощности.

Марка стенда выбирается, исходя из режима обкатки двигателя. При этом необходимо, чтобы максимальная частота вращения двигателя на холостом ходу была близкой, но не выше двойной синхронной частоты вращения ротора электродвигателя, а максимальный крутящий момент двигателя не превышал номинального значения крутящего момента электродвигателя стенда.

Изменение крутящего момента электродвигателя стенда происходит при уменьшении электрического сопротивления в цепи фазного ротора. При заглаблении ножей реостата в электролит происходит уменьшение межфазного омического сопротивления обмотки ротора, приводящего к увеличению силы тока в обмотке ротора и его магнитной индукции.

В качестве электролита используется водный раствор кальцинированной соды с концентрацией 0,5... 1,0% для обкатки двигателей малой и средней мощности и 2...3% - при обкатке двигателей большой мощности. Несмотря на то что в реостате с помощью автоматического устройства поддерживается температура электролита 50...60°C, происходит интенсивное испарение воды, поэтому ее следует регулярно добавлять в бак так, чтобы уровень электролита был не ниже 100 мм от верхнего края бака.

У стенда КИ-5773Л взамен жидкостного реостата стенда КИ-5773 использовано тиристорное устройство, позволяющее обеспечить торможение двигателя в широком диапазоне (600...3000 мин<sup>-1</sup>) частот вращения коленчатого вала, что делает этот стенд более универсальным.

Сложным вопросом обкатки различных двигателей на стендах являются конструктивные различия их по узлам крепления, отводу выпускных газов и соединению с электродвигателем стенда.

В комплектации обкаточно-тормозных стендов имеются необходимые приспособления для установки двигателей. Совмещение осей коленчатого вала и стенда выполняется перемещением стоек по плитам стенда и

вращением винтового механизма стоек. Быстрое и достаточно точное центрирование следует проводить с помощью специально изготовленных для различных марок двигателей оправок.

На заводах-изготовителях и на крупных ремонтных предприятиях используются приспособления-спутники. Двигатель закрепляется на спутнике, к нему подключаются системы топливо- и маслонадачи, охлаждения двигателя и отвода выпускных газов. Далее спутник устанавливается на стенд с автоматическим подсоединением всех систем к общим коммуникациям обкаточного участка. При использовании спутников повышаются производительность и условия труда слесарей-обкатчиков, более эффективно используются стенды. С их помощью можно частично решить проблему недостаточной универсальности стендов для обкатки и испытания двигателей, применив различные переходные модули.

Последние модели стендов оборудованы устройствами дистанционного контроля показаний весового механизма тормоза, тахометра, манометра и термометров, управления подачей топлива, заглублением и выглублением ножей реостата.

Аттестация обкаточно-тормозных стендов должна проводиться ежегодно лабораторией Госстандарта или ведомственной лабораторией. При этом проверяются тахометр, весовое устройство, термометры, манометры и весы для определения расхода топлива. Кроме того, раз в полгода целесообразно проводить техническое обслуживание стендов, предусматривающее при необходимости замену ножей реостата и циферблата весового механизма, проверку концентрации и загрязненности и возможную замену электролита.



## **2 Поиск аналогов разрабатываемой конструкции**

### **2.1 Обоснование в необходимости информационного поиска**

Для проведения информационного исследования необходимо определиться с объектом усовершенствования. По теме выпускной квалификационной работе этим объектом является стенд для обкатки двигателя легкового автомобиля 2 класса. Следующим этапом необходимо выявить прогрессивные технические решения, применяемые в различных областях науки и техники путем проведения патентного исследования достигнутого уровня развития техники, и использовать полученные данные для разработки, модернизации усовершенствованного объекта техники.

Чтобы в дальнейшем иметь возможность использовать усовершенствованный объект техники необходимо доказать его патентную чистоту по отношению к другим техническим решениям того же назначения, которая определяется в ходе экспертизы (ГОСТ Р 15.011–96).

Из известных устройств можно выделить наиболее близкую по конструктивным признакам модель: Стенд КС-276-04, показанный на сайте <https://www.teh-avto.ru/dizelnyj-servis/stendy-obkatochnye/stend-kc-276-04-obkatki-i-proverki-dvigatелеj-universalnaya-model/>, который состоит из пульта управления (ПУ), рамы нагрузочной, электродвигателя, защитного кожуха привода, механизма управления подачей топлива, винтовой опоры, электропневматического блока, автономной системы охлаждения, универсальных гибких жаропрочных рукавов для выхлопных газов, персонального компьютера.

На базовом предприятии на операции обкатки ДВС применяют стенд для обкатки двигателя внутреннего сгорания. Стенд для обкатки ДВС эксплуатируется в организациях, которые производят ремонт двигателей собственного парка автомашин, а так же ремонт двигателей автомобилей

привлеченных из вне. Стенд позволяет производить холодную и горячую обкатку ДВС легковых автомобилей.

## **2.2 Исследование достигнутого уровня вида техники**

Недостатком стенда является наличие 4-х опор для крепления двигателя, что усложняет установку двигателя на стенд, так как опоры расположены таким образом, что не соответствуют штатным креплениям опор двигателя на автомобиле, это влечет за собой изготовление нестандартных креплений и как следствие усложнение и удорожание конструкции стенда, увеличение трудоемкости и времени установки двигателя на стенд.

«Задачи патентно – информационного исследования:

- а) выявление новых технических решений для:
  - улучшения конструкции стенда
  - унификации использованных деталей, узлов, агрегатов.
- б) определение уровня техники для разрабатываемого нового технического решения и проверки его на патентоспособность» [5]

## **2.3 Составление регламента патентно-информационного поиска**

Регламент поиска определяет перечень исследуемых технических решений, их рубрику по Международной патентной классификации изобретений и индекс Универсальной десятичной классификации (УДК), страны поиска, его ретроспективность, перечень источников информации, по которым предполагается провести поиск.

Совершенствуемый объект – для обкатки двигателя легкового автомобиля, относится к категории устройство. Данный стенд состоит из рамы, к которой по средствам болтового соединения крепятся опоры, предназначенные для крепления к ним ДВС. В конструкции стенда

предусмотрен радиатор, предназначенный для охлаждения систем двигателя, вентилятор – для охлаждения радиатора, механизм управления подачей топлива в двигатель, картер сцепления, необходимый для обеспечения соосности вала двигателя и вала электродвигателя, а также электродвигатель, за счет которого обеспечивается кручение вала двигателя и дальнейшая работа стенда. ТС для патентно-информационного поиска – конструкция в целом.

После изучения вторичной документации можно сделать вывод о том, что стенд в целом и отдельные его элементы конструкции слабо подвергались модернизации, поэтому устанавливаем ретроспективность в 35 лет. В качестве стран поиска выбираем ведущие страны в области автомобилестроения: Россия (СССР), Германия, США, Франция и Япония.

Производим определение классификаций объекта исследования в соответствии с утвержденной международной патентной классификации. Стенд можно отнести к двум разделам классификации F, G. Более подробно эти разделы рассмотрим далее.

Раздел F относится к машиностроению, освещению, отоплению, двигателям и насосам, оружию и боеприпасам и к взрывным работам:

- F02 – двигатели внутреннего сгорания; силовые установки, работающие на горячих газах или продуктах сгорания.
- F02B – поршневые двигатели внутреннего сгорания; двигатели, работающие от сжигания топлива вообще;
- 79/00 – обкатка поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- F02B 79/00 – обкатка двигателей внутреннего сгорания.

Раздел G относится к физике:

- G01 – измерение и испытание;
- G01M – проверка статической и динамической балансировки машин; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам;
- 15/00 – Испытания машин или двигателей;

- G01M 15/00 – испытание машин и двигателей;
- G01M 15/02 – Конструктивные элементы и принадлежности устройств для проведения испытаний;
- G01M 15/04 – Испытания двигателей внутреннего сгорания, например диагностические испытания поршневых двигателей;
- G01M 15/05 – Комбинированный мониторинг двух или более различных параметров двигателя.

Производим определение классификаций объекта исследования в соответствии с утвержденной универсальной десятичной классификацией (УДК):

- 62 – инженерное дело, техника в целом;
- 621 – Общее машиностроение. Ядерная техника. Электротехника. Технология машиностроения в целом;
- 621.01/.03 – Машиноведение;
- 621.4 – тепловые двигатели (кроме паровых машин и паровых турбин);
- 621.43 – двигатели внутреннего сгорания;
- 621.431 – двигатели внутреннего сгорания. Общие вопросы.

Таблица 1 – Регламент информационного поиска

Предмет поиска	Классификационная рубрика: МПК, УДК	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы
Стенд для обкатки ДВС	МПК F02B79/00 G01M15/00	Россия Франция Великобритания Германия США Япония	35 лет	<a href="http://www.kopis.ru/produpro/138">http://www.kopis.ru/produpro/138</a> <a href="http://www.copktb.ru/prodproduc/obkatka%20mobil.hth">http://www.copktb.ru/prodproduc/obkatka%20mobil.hth</a> <a href="http://www.1avtorem.ru/pages/rer-avto22.html">http://www.1avtorem.ru/pages/rer-avto22.html</a> <a href="http://www.tehavto.ru/prodproduc/520.html">http://www.tehavto.ru/prodproduc/520.html</a> <a href="http://www.diagmeas.ru/stsststend.html">http://www.diagmeas.ru/stsststend.html</a> <a href="http://repairservice1.narod.ru/stend.htm">http://repairservice1.narod.ru/stend.htm</a> <a href="http://www1.fips.ru">www1.fips.ru</a>

Таблица 2 – Сведения об уровне развития техники

Название изобретения, страна выдачи, классификационные индексы, заявитель (патентообладатель), номер заявки, дата публикации	Сущность технического решения, новизна	Уровень развития вида техники	
		да	нет
<p>Стенд для обкатки и испытания двигателя внутреннего сгорания (19) RU (11) 96114020 (13) А (51) МПК: 6 F02B79/00, G01M15/00                      Заявитель: Мокшин В.В.                      Заявка: 96114020/06 от 04.07.1996                      Дата публикации заявки: 07.08.1998</p>	<p>«1. Стенд для обкатки и испытания двигателя внутреннего сгорания, содержащий основание, нагрузочное и соединительное устройства, продольные направляющие, закрепленные на основании, раму, установленную на продольных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования, ложементы для размещения двигателя, отличающийся тем, что имеет поперечные направляющие и стойки, причем рама выполнена в виде автономных балок, поперечные направляющие закреплены на балках, а стойки установлены на поперечных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования.                      2. Стенд по п. 1, отличающийся тем, что, ложементы закреплены на стойках с возможностью перемещения по вертикали и фиксирования в избранном положении.                      3. Стенд по п. 1, отличающийся тем, что соединительное устройство выполнено в виде телескопически соединенных между собой внешнего цилиндра, внутреннего цилиндра и вала с зацепляющими зубьями для соединения с валом двигателя, причем внешний цилиндр скреплен с нагрузочным устройством, внутренний цилиндр соединен с внешним цилиндром посредством первого шлицевого соединения, вал соединен с внутренним цилиндром посредством второго шлицевого соединения, на внешнем и внутреннем цилиндрах установлены фиксаторы, на внутреннем цилиндре и на валу образованы выемки для размещения фиксаторов» [4]</p>	да	-
<p>Стенд для обкатки и испытания двигателя внутреннего сгорания (19) RU (11) 2229612 (13) С2 (51) МПК: F02B79/00                      Патентообладатель: Оренбургский государственный университет                      Заявка:</p>	<p>«Изобретение относится к двигателестроению, в частности к электротормозным стендам для проведения обкатки и диагностики двигателей внутреннего сгорания. Изобретение позволяет диагностировать техническое состояние двигателя на данный момент с позиции экологической безопасности, а также улучшить качество обкатки и повысить его надежность. Стенд обкатки и диагностики двигателей внутреннего сгорания содержит электрический двигатель-тормоз, регулировочный реостат, весовой механизм с пультом контрольных приборов, приспособление для замера расхода</p>		нет

Продолжение таблицы 2

Название изобретения, страна выдачи, классификационные индексы, заявитель (патентообладатель), номер заявки, дата публикации	Сущность технического решения, новизна	Уровень развития вида техники	
		да	нет
2002117809/06 от 02.07.2002 Дата публикации заявки: 27.01.2004	топлива, датчики оборотов на валу, температуры, давления в масляной магистрали, момента на валу двигателя внутреннего сгорания, подсоединенные к управляющему устройству, к входу которого подсоединены также входы и выходы датчиков-эталон температур, момента на валу двигателя внутреннего сгорания, оборотов на валу. Стенд также содержит газоанализатор, определяющий концентрацию углеводородов (СН) и монооксида углерода (СО) в отработавших газах, и датчики-эталон концентрации углеводородов (СН) и монооксида углерода (СО), входы и выходы которых соединены с входами управляющего устройства» [4]		
Стенд обкатки и диагностики двигателей внутреннего сгорания (19) RU (11) 2118680 (13) С1 (51) МПК: F02В79/00, G01M15/00 Заявитель: Оренбургский государственный университет Заявка: 96109098/06 от 30.04.1996 Опубликовано: 10.09.1998	«Стенд содержит электрический двигатель-тормоз, регулировочный реостат, весовой механизм с пультом контрольных приборов, приспособление для замера расхода топлива, датчики оборотов на валу, температуры, давления в масляной магистрали, момента на валу ДВС, подсоединенные к управляющего устройству, к входу которого подсоединены также входы и выходы датчиков-эталон температур, момента на валу ДВС, оборотов на валу» [4]		нет
Стенд для испытания двигателя внутреннего сгорания (19) RU (11) 92003644 (13) А (51) МПК: G01M15/00 Заявитель (и): Чикунов Ю.М. Заявка: 92003644/06 от 04.11.1992 Опубликовано: 27.01.1995	«Предназначен для холодной обкатки двигателя. Сущность решения состоит в том, что стенд содержит машину постоянного тока, вал которой соединен с валом двигателя, трехпозиционный выключатель, средний зажим которого соединен с коллектором электрической машины, а к крайним зажимам подключены встречные диоды, противоположные выводы которых соединены с преобразователем, обеспечивающим изменение направления тока. В цепь якоря электрической машины последовательно с коллектором включен пусковой реостат, шунтируемый выключателем. Преобразователь выполнен групповым (один на несколько стендов) и непосредственно соединен с промышленной сетью» [4]		нет

Продолжение таблицы 2

<p>Название изобретения, страна выдачи, классификационные индексы, заявитель (патентообладатель), номер заявки, дата публикации</p>	<p>Сущность технического решения, новизна</p>	<p>Уровень развития вида техники</p>	
<p>Стенд для диагностики, ремонта и обкатки двигателя (19) RU (11) 2261348 (13) C2 (51) МПК F02B79/00, G01M15/00 Патентообладатель: Оренбургский государственный аграрный университет (RU) Заявка: 2003123757/06 от 28.07.2003 Дата публикации заявки: 20.01.2005</p>	<p>Изобретение относится к двигателестроению, в частности к измерительной технике, и может быть использовано при ремонтно-диагностических работах с двигателями внутреннего сгорания. Изобретение позволяет облегчить крепление ДВС, повысить универсальность стенда и расширить функциональные возможности. Стенд для диагностики, ремонта и обкатки ДВС содержит подвижную платформу, средство для закрепления двигателя, представляющее собой поворотную цапфу с крепежной плитой, расположенной на рычаге. Внутри платформы смонтирован горизонтальный вал. Рычаг расположен на горизонтальном валу.</p>	<p>да</p>	
<p>Стенд для испытания и обкатки (19) RU (11) 2004107873 (13) A (51) МПК G01M15/00 Заявитель: Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машино-тракторного парка (ГОСНИТИ) Заявка: 2004107873/06, 18.03.2004 Дата публикации заявки: 27.09.2005</p>	<p>«1. Стенд для испытания и обкатки преимущественно двигателей внутреннего сгорания, содержащий испытываемую машину и приводной двигатель, соединенный с испытываемой машиной гидropередачей, включающей регулируемый насос, кинематически связанный с приводным двигателем, бак и обратимую гидромашину, связанную кинематически с испытываемой машиной, а также гидролинией подвода с регулируемым насосом и гидролинией отвода с баком через регулируемый клапан, причем между гидролиниями установлены предохранительные клапаны и золотник с переливным клапаном, отличающийся тем, что, с целью снижения металлоемкости и повышения надежности стенда, обратимая гидромашина выполнена ступенчато регулируемой; гидролиния отвода соединена с гидролинией подвода через обратный клапан и с баком через вентиль; выход переливного клапана соединен с полостью корпуса обратимой гидромашины, которая дополнительной гидролинией соединена с баком» [4] 2. Стенд по п.1, отличающийся тем, что между выходом регулируемого клапана и вентилем установлен теплообменник.</p>	<p>да</p>	

## 2.4 Анализ результатов информационного поиска и разработка нового технического объекта

Разработка нового технического решения возможна на основании анализа аналогов, в ходе которого необходимо оценить технические решения, положительные эффекты от их применения и задачи, на решение которых они были направлены. Для оценки показателей используем числовые показатели от «-2» до «+2», где числовые показатели «0», «1», «2» являются преимуществом, «-1», «-2» – недостатками. Для удобства оценки заносятся в таблицу 3 и по суммарной оценке каждого аналога определяется перспективный объект. Аналог, имеющий наибольшую суммарную оценку, считается наиболее прогрессивным техническим решением и его принимают для использования в усовершенствованном объекте.

Таблица 3 – Анализ результатов поиска

Задача, технический результат	Проектируемый объект	Аналоги		
		№1	№6	№5
Холодная и горячая обкатка	0	2	2	2
Автоматизация	0	2	1	1
Простота конструкции	0	2	-1	1
Повышение надежности обкатки	0	1	2	1
Малая металлоемкость	0	2	2	1
Итого:	0	9	7	6

Вывод: После проведенного анализа, выявили аналог, который имеет наибольшую суммарную оценку, данный аналог является наиболее прогрессивным техническим решением.

Стенд для обкатки двигателя состоит из нагрузочной рамы, к которой по средствам болтового соединения крепятся опоры, предназначенные для крепления к ним ДВС. В конструкции стенда предусмотрен радиатор, предназначенный для охлаждения систем двигателя, вентилятор – для охлаждения радиатора, механизм управления подачей топлива в двигатель, жаропрочный рукав для отвода выхлопных газов, картер сцепления,



необходимый для обеспечения соосности вала двигателя и вала электродвигателя, а также электродвигатель, за счет которого обеспечивается кручение вала двигателя и дальнейшая работа стенда.

## **2.5 Исследование предложенного объекта техники на наличие критериев патентоспособности**

Прототипом является стенд для обкатки двигателя внутреннего сгорания КИ-5274, так как в конструкции данного стенда используются максимально близкие конструктивные признаки и узлы.

Проведем сравнение компоновки стендов (таблица 4).

Таблица 4 – Компоновка сравниваемых объектов

Предлагаемая конструкция	Аналог	Прототип КИ-5274
Рама	+	+
Опоры	+	+
Электродвигатель	+	+
Радиатор	+	+
Вентилятор	+	+
Топливный бак	+	+
Картер сцепления	-	-
Соединительная муфта	-	-

В ходе анализа данной таблицы мы видим, что технические решения, такие как, картер сцепления и соединительная муфта отсутствуют как в аналоге, так и в прототипе. На основании этого мы можем сделать вывод о том, что изобретению присущ изобретательский уровень.

## **2.6 Исследование предложенного усовершенствованного стенда**

Для определения критерия новизны предлагаемого усовершенствованного технического решения проводим сопоставительный анализ известных технических решений (аналоги и прототип), результаты заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Сопоставительный анализ известных технических решений

Объект исследования	Аналог	Прототип	Общие признаки	Отличительные признаки	Технический результат
Стенд состоит из рамы. На раме по средствам болтового соединения закреплены 3 опоры, на которые крепиться двигатель в штатные отверстия для крепления. В конструкции предусмотрены радиатор, для охлаждения систем двигателя, и вентилятор – для охлаждения радиатора, механизм управления подачей топлива в двигатель, картер сцепления, электродвигатель, за счет которого обеспечивается кручение вала двигателя и дальнейшая работа стенда	Стенд для обкатки двигателя внутреннего сгорания, содержащий основание, нагрузочное и соединительное устройства, продольные направляющие, ложементы, раму	Стенд содержит основание, нагрузочное и соединительное устройства, продольные направляющие, закрепленные на основании, раму, установленную на продольных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования, ложементы для размещения двигателя, имеют поперечные направляющие и стойки, причем рама выполнена в виде автономных балок, поперечные направляющие закреплены на балках, а стойки установлены на поперечных направляющих с возможностью перемещения и фиксирования	Рама, опоры, нагрузочные и соединительные устройства	Стенд отличается тем, что, вал двигателя соединяется с валом электродвигателя при помощи соединительной муфты. Стенд отличается тем, что, в конструкции предусмотрены опоры для крепления двигателя с использованием штатных креплений двигателя в автомобиле, что исключает возможность усложнения и удорожания конструкции	Упрощение конструкции, снижение себестоимости, исключение возникновения несоосности валов

После проведенного анализа мы видим, что существуют отличительные признаки, значит, данное техническое решение обладает конструктивной новизной.

### **3 Разработка стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей**

#### **3.1 Техническое задание**

Стенд для обкатки ДВС эксплуатируется в организациях, которые производят ремонт ДВС собственного парка автомашин, а так же ремонт двигателей автомобилей привлеченных извне. Стенд позволяет производить холодную, горячую обкатку двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей.

Во время обкатки на ощупь проверяют нагрев трущихся поверхностей. Прослушивают стуки и шумы внутри двигателя. Не свойственные нормальной работе двигателя стуки и шумы в механизмах не допускаются. При их обнаружении обкатку двигателя прерывают до устранения причины ненормальной работы механизма.

Во время обкатки не допускается:

- подтекание масла, охлаждающей жидкости, топлива;
- подсосывание воздуха в местах крепления впускного коллектора;
- не свойственные нормальной работе двигателя шумы и стуки в механизмах.

По окончании обкатки двигатель осматривают. Проверяют возможность его запуска от пускового двигателя или стартера, затем снимают с обкаточного стенда.

Стенд будет эксплуатироваться в закрытом помещении с естественным и искусственным освещением и вентиляцией. Стенд должен просто и удобно монтироваться, демонтироваться и обслуживаться. Стенд для обкатки двигателя должен состоять рамы, электродвигателя, механизма управления подачей топлива, системы охлаждения, рукава для отвода выхлопных газов, картера сцепления.

Рама должна быть сварная, выдерживать высокие нагрузки и быть надежно закрепленной. Пропорции контуров оборудования должны обеспечивать композиционное равновесие.

При транспортировке оборудования необходимо чтобы электродвигатель, радиатор, вентилятор, картер сцепления, демонтировались. Упаковки с оборудованием необходимо хранить в один ярус. Погрузка и разгрузка оборудования осуществляется с помощью погрузчика.

### **3.2 Техническое предложение**

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать конструкцию стенда для обкатки ДВС легковых автомобилей.

Стенд для обкатки ДВС легковых автомобилей эксплуатируется в организациях, которые производят ремонт двигателей собственного парка автомобилей, а так же ремонт двигателей автомобилей привлеченных из вне. Стенд должен позволять производить холодную и горячую обкатку двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей.

Из известных устройств можно выделить наиболее близкую по конструктивным признакам модель: Стенд КС-276-04, показанный на сайте <https://www.teh-avto.ru/dizelnyj-servis/stendy-obkatochnye/stend-kc-276-04-obkatki-i-proverki-dvigatелеj-universalnaya-model/>, который состоит из пульта управления (ПУ), рамы нагрузочной, электродвигателя, защитного кожуха привода, механизма управления подачей топлива, винтовой опоры, электропневматического блока, автономной системы охлаждения, универсальных гибких жаропрочных рукавов для выхлопных газов, персонального компьютера.

Недостатком данной конструкции является наличие 4-х опор для крепления двигателя, что усложняет установку двигателя на стенд, так как опоры расположены таким образом, что не соответствуют штатным креплениям опор двигателя на автомобиле, это влечет за собой изготовление

нестандартных креплений и как следствие усложнение и удорожание конструкции стенда, увеличение трудоемкости и времени установки двигателя на стенд.

Задачей разработки является упрощение конструкции, унификация узлов и креплений, снижение себестоимости. Техническим результатом является унификация узлов и креплений, повышение надежности обкатки ДВС, а также уменьшение металлоемкости.

Технический результат достигается тем, что в конструкции проектируемого стенда предусмотрено наличие 3-х опор, что облегчает установку и снятие двигателя со стенда, при этом используются штатные крепления опор двигателя на автомобиле, что исключает возможность изготовления дополнительных нестандартных креплений.

В конструкции стенда предусмотрен картер сцепления, обеспечивающий соосность вала двигателя и электродвигателя и исключающий возможность появления вибраций при проведении обкатки ДВС. Спроектированное устройство представляет собой рамную конструкцию, выполненную на основе стального проката в форме швеллера, на которой установлены радиатор, вентилятор, опоры для крепления двигателя, картер сцепления, электродвигатель, топливный бак, рукав для отвода выхлопных газов. Положительный результат заключается в упрощении конструкции, унификации узлов, снижении металлоемкости и себестоимости, повышении надежности обкатки ДВС.

Стенд для обкатки ДВС (рисунок 2), состоящий из нагрузочной рамы, механизма для подачи топлива в двигатель, радиатора, вентилятора, картера сцепления, отличается тем, в конструкции предусмотрен картер сцепления, соединяющий вал двигателя и электродвигателя. Изобретение относится к транспорту и может быть использовано на предприятиях, осуществляющих ремонт ДВС легковых автомобилей. Стенд для обкатки ДВС представляет собой рамную конструкцию, выполненную на основе стального проката в форме швеллера, на которой установлены радиатор, вентилятор, опоры для

крепления двигателя, картер сцепления, электродвигатель, топливный бак, рукав для отвода выхлопных газов.

В качестве устройства, регулирующего частоту вращения электродвигателя, примем частотный регулятор модели PI8100a 004G1 мощностью 37 кВт. Чтобы не подвергать устройство нагрузке от вибраций, расположим его отдельно от конструкции.

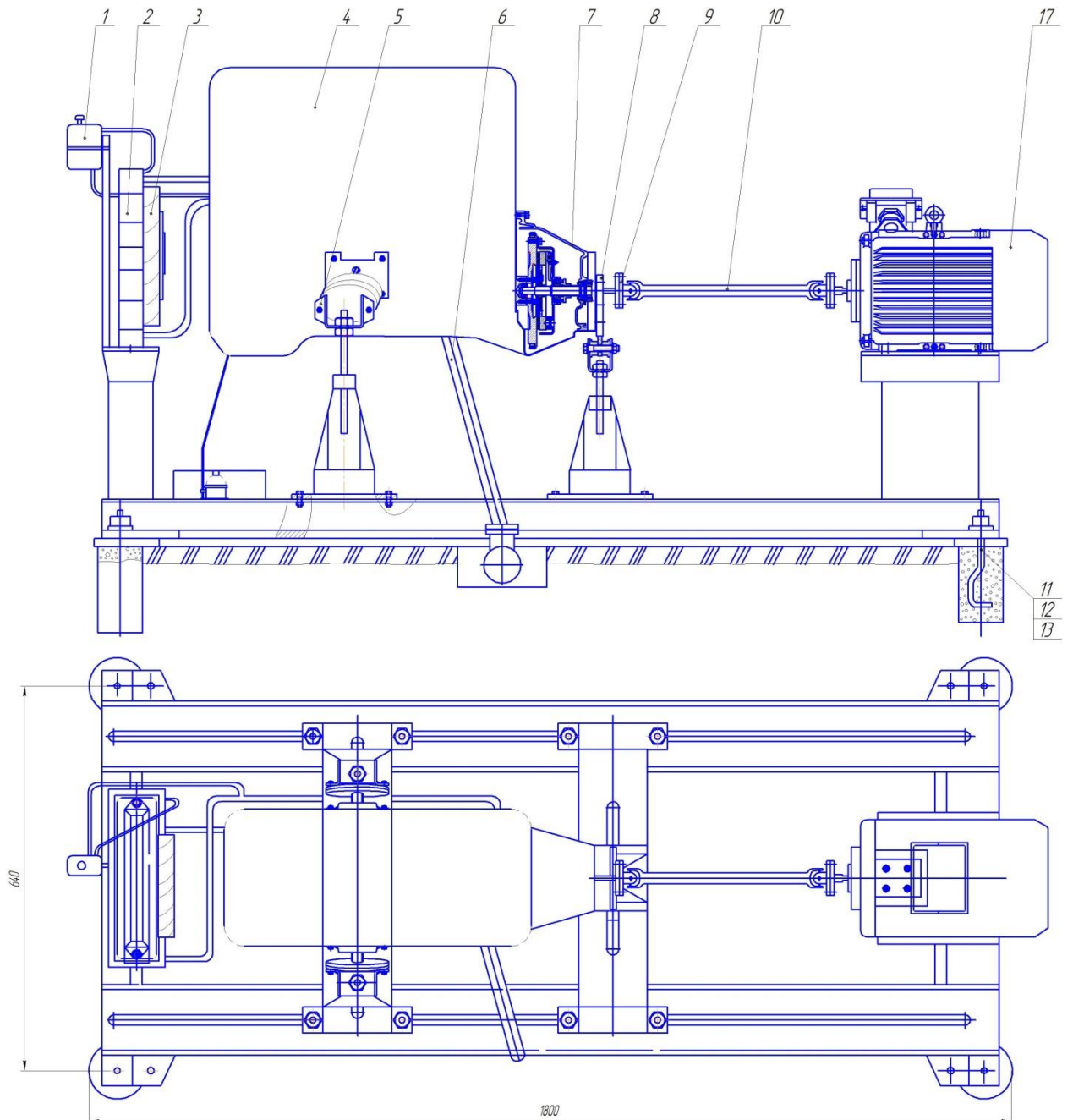


Рисунок 2 – Устройство стенда для обкатки двигателя легкового автомобиля

### 3.3 Расчеты основных элементов конструкции

Расчет болтов соединительной муфты на срез. Согласно техническим характеристикам автомобильный двигатель развивает максимальный момент равен 157 Н·м.

Расчетный момент для болтового соединения рассчитывается по формуле:

$$T_K = k \cdot T \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент режима.

$$T_K = 1,5 \cdot 157 = 235,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Окружная сила рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{2 \cdot T_K}{D \cdot z}, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр окружности, на которой расположены болты, равный 200 мм;

$z$  – количество болтов.

$$F = \frac{2 \cdot 235,5}{200 \cdot 6} = 393 \text{ Н}.$$

Проверяем на срез по условию прочности, который определяется по формуле:

$$\tau = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{4 \cdot 393}{3,14 \cdot 0,0012^2} = 3,47 \text{ МПа} .$$

Так как предельно допустимая нагрузка составляет 50 МПа, а нагрузка составляет 3,47 МПа, то условие прочности выполнено.

Подбор электродвигателя.

Мощность электродвигателя определяется по формуле:

$$P_{эл.} = 0,4 \cdot P_{авт} \quad (4)$$

где  $P_{авт}$  – мощность обкатываемого автомобильного двигателя.

Принимаем стандартный асинхронный электродвигатель  $P_{эл.}=30$  кВт. Марка двигателя 4А 180М4У3. Двигатель выбран с частотой вращения 1000 об/мин.

$$P_{эл.} = 0,4 \cdot 30 = 12 \text{ кВт} .$$

Расчет шлицевого соединения.

Угловая скорость вала рассчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} , \quad (5)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104 \text{ рад/с} .$$

Крутящий момент рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{P}{\omega} , \quad (6)$$



$$T = \frac{30000}{104} = 288 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Внешний диаметр вала рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}}, \quad (7)$$

где  $[\tau]$  – допускаемое напряжение на кручение, равное 15 МПа.

$$D = \sqrt[3]{\frac{288 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 15}} = 39,93 \text{ мм}.$$

На основании проведенного расчета принимаем внешний диаметр равный 40 мм.

Проектируем прямобочное шлицевое соединение по ГОСТ 1139-80 (рисунок 3), его параметры представлены в таблице 6.

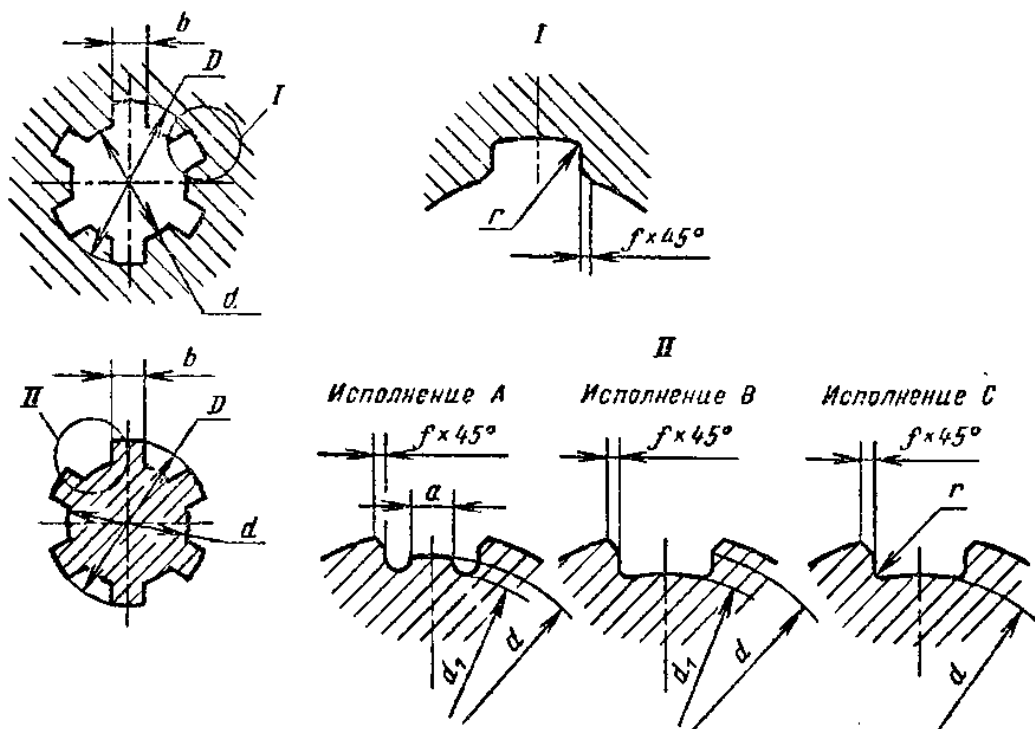


Рисунок 3 – Параметры прямобочного шлицевого соединения

Таблица 6 – Параметры прямобочного шлицевого соединения

Число зубьев $z$	$d$	$D$	$b$	$d_1$	$a$	$f$	r, не более
				не менее			
Легкая серия							
6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	0,2
	26	30	6	24,6	3,85		
	28	32	7	26,7	4,03		
8	32	36	6	30,4	2,71	0,4	0,3
	36	40	7	34,5	3,46		
	42	46	8	40,4	5,03		
	46	50	9	44,6	5,75		

На основании указанного выше принимаем количество зубьев принимаем равным 8, внешний диаметр зубьев – 40 мм, внутренней диаметр – 36 мм, ширина зуба – 7 мм,

Расчетная поверхность смятия рассчитывается по формуле:

$$A_{см} = \left( \frac{D-d}{2} - 2 \cdot f \right) \cdot l, \quad (8)$$

где  $l$  – длина ступицы шлицевого соединения, равная 100 мм

$$A_{см} = \left( \frac{40-36}{2} - 2 \cdot 0,4 \right) \cdot 100 = 120 \text{ мм}^2,$$

$$R_{cp} = 0,25 \cdot (D + d), \quad (9)$$

$$R_{cp} = 0,25 \cdot (40 + 36) = 19 \text{ мм}.$$

Напряжение смятия в соединении рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{T}{0,75 \cdot z \cdot A_{см} \cdot R_{cp}}, \quad (10)$$

$$\sigma_{см} = \frac{191 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 8 \cdot 120 \cdot 19} = 14 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}] = 30 \text{ МПа}.$$

Прочность шлицевого соединения обеспечена.

### **3.4 Руководство по эксплуатации стенда для обкатки двигателя**

Руководство по эксплуатации предназначено для изучения и правильной эксплуатации стенда для обкатки двигателей внутреннего сгорания.

Стенд для обкатки ДВС эксплуатируется в организациях, которые производят ремонт двигателей собственного парка автомашин, а так же ремонт двигателей автомобилей привлеченных извне.

Стенд должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями правил техники безопасности. Запрещаются работы по монтажу, ремонту или ТО составных частей и электрооборудования стенда без полного отключения его от питающей сети.

Перед началом работы необходимо проверить:

- а) крепление всех составных частей и деталей;
- б) убедиться в достаточности освещения рабочего места и путей транспортировки двигателей.

До использования стенд должен храниться в упаковке в разобранном состоянии в отапливаемых или не отапливаемых помещениях при температуре окружающей среды от плюс 10 °С до плюс 40 °С.

Стенд допускается транспортировать в упаковке всеми видами транспорта в соответствии с правилами, действующими на конкретном виде транспорта. Упаковки с оборудованием необходимо хранить в один ярус. Погрузка и разгрузка оборудования осуществляется с помощью погрузчика.

После выработки ресурса узлов, агрегатов, деталей необходимо произвести их демонтаж и дальше утилизировать как отходы производства и потребления.

## 4 Технологический процесс обкатки двигателя

### 4.1 Условия работы агрегата, возможные неисправности и методы их устранения

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) – механическое устройство, в котором химическая энергия сгорающего топлива превращается в тепловую, а затем в механическую энергию. Бензиновый двигатель состоит из кривошипно-шатунного механизма, газораспределительного механизма, системы питания, системы смазки, системы охлаждения и электрооборудования.

«В основе принципа работы любого ДВС лежит воспламенение небольшого количества топлива в небольшом замкнутом пространстве. При этом выделяется большое количество энергии, в виде теплового расширения нагретых газов. Так как давление под поршнем равно атмосферному, а компрессия в цилиндре намного превышает его, то под действием разницы давлений поршень совершает движение. Для того чтобы двигатель внутреннего сгорания постоянно производил полезную механическую энергию, камеру сгорания цилиндра необходимо циклично заполнять новыми дозами воздушно-топливной смеси. В результате, поршень приводит в действие коленчатый вал, который придает движение колесам» [1]

Таблица 7 – Возможные неисправности и методы их устранения

Причины неисправности	Способ устранения
Двигатель не запускается	
Засорены топливные шланги, топливный фильтр неисправен топливный насос.	Промойте и продуйте топливный бак и топливные шланги, замените насос, фильтр
Неисправна система зажигания	Починить ЭСУД
Двигатель работает неустойчиво или глохнет на холостом ходу	
Недостаточное давление в топливной рампе	Смотри "Двигатель не пускается"
Неисправен регулятор холостого хода	Заменить регулятор холостого хода
Подсос воздуха через шланги вентиляции картера двигателя и шланг, соединяющий впускную трубу с вакуумным усилителем тормозов	Подтяните хомуты крепления, поврежденные шланги заменить

Продолжение таблицы 7

Причины неисправности	Способ устранения
Нарушены зазоры в механизме привода клапанов	Отрегулируйте зазоры
Неисправна система зажигания	Отрегулировать
Двигатель не развивает полной мощности и недостаточно динамичен	
Неполное открытие дроссельной заслонки	Отрегулируйте привод дроссельной заслонки
Неисправен датчик положения дроссельной заслонки	Заметьте датчик
Загрязнен воздушный фильтр	Замените фильтрующий фильтр
Нарушены зазоры в механизме привода клапанов	Отрегулируйте зазоры
Недостаточная компрессия - ниже 1,0 МПа	Замените поврежденные кольца и поршень
Пробита прокладка головки блока цилиндров	Замените прокладку
Прогорание поршней, поломка или залегание поршневых колец	Очистите кольца и канавки поршней от нагара, замените поврежденные кольца и поршень
Плохое прилегание клапанов к седлам	Замените поврежденные клапаны
Чрезмерный износ цилиндров и поршневых колец	Замените поршни, расточите и цилиндры
Недостаточное давление масла в прогретом двигателе	
Использование масла несоответствующей марки	Замените масло рекомендованным
Разжижение или вспенивание масла из-за проникновения в масляной картер топлива или охлаждающей жидкости	Устраните причины проникновения топлива или охлаждающей жидкости. Замените масло.
Загрязнение рабочей полости или износ деталей масляного насоса	Промойте или отремонтируйте масляный насос
Засорение масляного фильтра	Замените фильтр
Ослабление крепления или засорение маслоприемника	Закрепите маслоприемник, промойте фильтр
Увеличенный зазор между вкладышами коренных и шатунных подшипников и шейками коленчатого вала	Прошлифуйте шейки и замените вкладыши
Трещины, поры в стенках масляных каналов блока цилиндров или засорение масляных магистралей	Отремонтируйте блок цилиндров. При невозможности ремонта замените блок
Неплотная установка заглушек масляных каналов или их отсутствие	Восстановите герметичность заглушек, установите отсутствующие заглушки
Посторонние стуки в прогретом двигателе при увеличении частоты вращения коленчатого вала	
Крутильные колебания шкива коленчатого вала	Заменить шкив
Натяжение ремня привода недостаточное или появление на нем трещин	Отрегулируйте натяжение ремня, замените поврежденный ремень
Ослабли крепления маховика	Затяните болты крепления маховика требуемым усилием

## Продолжение таблицы 7

Причины неисправности	Способ устранения
Повышенная вибрация двигателя	
Разные поршни разной массы	Разберите шатунно поршневую группу, подберите поршни по массе
Недостаточное значение компрессии в цилиндрах	Смотри "Проверка компрессии в цилиндрах"
Ослабли крепления шкива коленчатого вала	Подтяните крепления
Повышенный расход масла	
Утекание масла через уплотнители	Подтяните крепления или замените прокладки и сальник
Засорена система картера вентиляции	Промойте все детали вентиляции картера
Слишком большой износ поршневых колец или цилиндров двигателя	Расточите цилиндры и замените новыми поршнями и кольцами
Перегрев двигателя	
Недостаточное количество жидкости в системе охлаждения	Добавьте охлаждающую жидкость в расширительный бачок
Неисправен термостат	Поменяйте термостат
Неисправен вентилятор системы охлаждения	Проверьте электродвигатель вентилятора и реле
Неисправна крышка бачка	Замените крышку расширительного бачка
Использование бензина с пониженным октановым числом	Залейте бензин с соответствующим октановым числом
Падение жидкости в расширительном бачке	
Поврежден радиатор (радиатор печки)	Замените радиаторы
Повреждение шлангов трубопроводов, ослабление хомутов	Замените неисправные шланги, подтяните хомуты
Подтекание жидкости через микротрещины в блоке или головке блока цилиндров	Проверьте герметичность блока и головки блока цилиндров, при обнаружении трещин заменить детали

Следующим этапом предлагается разработать технологическую карту обкатки двигателя внутреннего сгорания.

### 4.2 Разработка технологической карты

Разработана технологическая карта обкатки двигателя внутреннего сгорания с общей трудоемкостью равной 1,08 чел.-ч., исполнителем работ является слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда. В таблице 8 представлена технологическая карта обкатки двигателя внутреннего сгорания

Таблица 8 – Технологическая карта обкатки двигателя внутреннего сгорания

Наименование и содержание работ	Количество точек воздействия	Место выполнения работы	Приборы и инструменты	Трудоемкость, чел.-мин	Технические требования
1	2	3	4	5	6
1 Установить двигатель на стенд	1	Сверху	Кран-балка	2	–
2 Закрепить двигатель на стенде	–	–	–	–	–
2.1 Соединить вал электродвигателя с двигателем	1	Сбоку	–	2	–
2.2 Соединить картер сцепления с двигателем	4	Сбоку	Гаечный ключ	4	Ключ на 19
2.3 Закрепить двигатель на опорах стенда	8	Сверху	Гаечный ключ	8	Ключ на 17
2.4 Подключить к двигателю патрубки для подачи охлаждающей жидкости	1	Сбоку	Отвертка	2	–
2.5 Подключить к двигателю шланг для подачи топлива	1	Сбоку	Отвертка	2	–
2.6 Подключить к двигателю рукав для отвода газов	1	Снизу	Гаечный ключ	2	Ключ на 13
3 Провести холодную обкатку двигателя	–	Стенд	–	-	–
3.1 Провести обкатку при 500 об/мин	–	–	Стенд	-	–
4 Провести горячую обкатку двигателя	–	–	Стенд	10	–
4.1 Провести обкатку при 2000 об/мин	–	–	Стенд	10	–
5 Произвести контрольную приемку двигателя	–	–	–	-	–
5.1 Двигатель прошел обкатку, запись в журнале	–	–	Визуально	1	–
5.2 Отсутствие стуков и шумов при работе двигателя	–	–	Визуально	1	–
5.3 Отсутствие течи	–	–	Визуально	1	–

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
масла, топлива и других жидкостей					
6 Снять двигатель со стенда	–	–	Стенд	–	–
6.1 Отсоединить шланг для подачи топлива	1	Сбоку	Отвертка	2	–
6.2 Отсоединить патрубки для подачи охлаждающей жидкости	1	Сбоку	Отвертка	2	–
6.3 Отсоединить рукав для отвода выхлопных газов	1	Снизу	Гаечный ключ	2	Ключ на 13
6.4 Отсоединить картер сцепления от двигателя	4	Сбоку	Гаечный ключ	4	Ключ на 19
6.5 Открутить двигатель от опор стенда	8	Сверху	Гаечный ключ	8	Ключ на 17
6.6 Отсоединить вал электродвигателя от двигателя	1	Сбоку	–	2	–
Общее оперативное время:				65	–



## **5 Безопасность и экологичность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей**

### **5.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей**

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.

Охрана окружающей среды – это прежде всего рациональное использование природных ресурсов и их постоянное воспроизводство.

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 9 представлен паспорт безопасности на стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей

Таблица 9 – Паспорт безопасности на стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей

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 двигателя легкового автомобиля	1 Установка двигателя на стенд 2 Проведение холодной обкатки двигателя 3 Проведение горячей обкатки двигателя 4 Проведение контрольной приемки двигателя 5 Снятие двигателя со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей	Перчатки, защитные очки

## 5.2 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 обкатки двигателей легковых автомобилей представлена в таблице 10.

Таблица 10 – 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 двигателя на стенд	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях стенда, коробки передач	Стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей, двигатель
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	
2 Проведение холодной обкатки двигателя. 3 Проведение горячей обкатки двигателя	Возможность поражения электрическим током	Стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей, двигатель
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	
	Повышенный уровень шума	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию.	
	Напряжение зрительных анализаторов.	
4 Проведение контрольной приемки двигателя	Монотонность труда, вызывающая монотонию.	Процесс приемки двигателя
	Напряжение зрительных анализаторов.	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
5 Снятие двигателя со стенда	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях стенда, коробки передач	Стенд для обкатки двигателей легковых автомобилей, двигатель
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части стенда	

### 5.3 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).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

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.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 11.

Таблица 11 – 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,	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)

Продолжение таблицы 11

1	2	3
	комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных 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	–

#### 5.4 Пожарная безопасность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – 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 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 двигателей легковых автомобилей представлена в таблице 12.

Таблица 12 – 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, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, 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, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

## 5.5 Экологическая безопасность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса обкатки двигателей легковых автомобилей представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация экологических факторов технологического процесса обкатки двигателей легковых автомобилей

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Обкатка двигателей легковых автомобилей	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 двигателей легковых автомобилей представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки двигателей легковых автомобилей

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки двигателей легковых автомобилей на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод.	Изношенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным

## Продолжение таблицы 9

1	2	3
Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Персональная ответственность за охрану окружающей среды	оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей»:

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

## 6 Экономическая эффективность дипломного проекта

Обкатка является важнейшей операцией 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.

Задачи технологической обкатки: 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.

Основная приработка соединенных поверхностей происходит в первые 2-3 ч и завершается для двигателей через 50-60, 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).

### 6.1 Расчет себестоимости проектируемого стенда для обкатки двигателей

В таблице 10 представлены исходные данные для расчета проектируемого стенда для обкатки двигателей.

Таблица 10 – Исходные данные

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
1	2	3	4
Годовая программа выпуска изделия	$V_{год}$	шт.	120000
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	$E_{соц.н.}$	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	$E_{обза}$	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	$E_{ком.}$	%	0,29

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
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	$C_{р5}$	р.	95,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	$C_{р6}$	р.	99,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	$C_{р6}$	р.	103,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	$K_{инв.}$	%	0,086

Расчет статьи затрат «Сырьё и материалы» выполняется по формуле (11):

$$\sum M = \sum C_{Mi} \cdot Q_{Mi} + \left( \frac{K_{тзр.}}{100} - \frac{K_{вот.}}{100} \right), \quad (11)$$

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

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

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

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

В таблице 11 представлены исходные данные для расчета затрат на сырьё и материалы.

Таблица 11 – Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Литье СЧ-21	кг	145,5	2,54	369,57
Прокат Сталь 3	кг	47,36	2,17	102,77
Поковка 20ХГНМ	кг	130,07	2,98	387,61
Бронза (отходы)	кг	3,1	1,1	3,41
Штамповка Сталь 20	кг	134,72	1,87	251,93
Черные металлы (отходы)	кг	4,7	1,44	6,77
Итого:	–	–	–	1149,54

Расчет статьи затрат «Покупные изделия» выполняется по формуле (12):

$$\sum \Pi_u = \sum C_i \cdot n_i + \frac{K_{мзр}}{100}, \quad (12)$$

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

$n_i$  – количество покупных изделий и полуфабрикатов  $i$ -го вида,

шт.»

В таблице 12 представлены исходные данные для расчета затрат на покупные изделия.

Таблица 12 – Расчет затрат на покупные изделия

Наименование	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество, шт	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Гофр защитный	шт.	157,58	2	315,16
Хомут	шт.	85,54	4	342,16
Колпачок защитный	шт.	15,87	6	95,22
Втулка направляющая	шт.	452,87	2	905,74
Болт крепления	шт.	65,21	4	260,84

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
Гайка	шт.	25,84	4	103,36
Итого:	–	–	–	2051,81

Расчет статьи затрат «Основная заработная плата производственных рабочих» выполняется по формуле (13):

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{прем}}}{100}\right), \quad (13)$$

где  $Z_m$  – тарифная заработная плата, р. (формула 14);

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

$$Z_T = C_{p.i} \cdot T_i, \quad (14)$$

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

$T_i$  – трудоемкость выполнения операции, ч.

В таблице 13 представлены исходные данные для расчета затрат на выполнение операций.

Таблица 13 – Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	2	3	4	5
Заготовительная	5	0,87	95,29	82,90
Токарная	6	0,54	99,44	53,70
Фрезерная	5	0,25	95,29	23,82
Термообработка	7	0,35	103,53	36,24
Шлифовальная	5	0,41	95,29	39,07



Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Сборочная	7	1,17	103,53	121,13
Итого:	–	–	–	356,86
$K_{прем}$	12	–	–	42,82
Итого:	–	–	–	399,68

Расчет статьи затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» выполняется по формуле (15):

$$Z_{дон} = Z_o \cdot K_{вып}, \quad (15)$$

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

$$Z_{дон} = 399,68 \cdot 0,14 = 55,96 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС» выполняется по формуле (16):

$$C_{соц.н.} = (Z_o + Z_{дон}) \cdot E_{соц.н.}, \quad (16)$$

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

$$C_{соц.н.} = (399,68 + 55,96) \cdot 0,14 = 55,96 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» выполняется по формуле (17):

$$C_{сод.обор} = Z_o \cdot E_{обор}, \quad (17)$$

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

$$C_{\text{сод.обор}} = 399,68 \cdot 1,94 = 775,38 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы» выполняется по формуле (18):

$$C_{\text{цех.}} = Z_o \cdot E_{\text{цех.}}, \quad (18)$$

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

$$C_{\text{цех.}} = 399,68 \cdot 1,72 = 687,44 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняется по формуле (19):

$$C_{\text{инстр.}} = Z_o \cdot E_{\text{инстр.}}, \quad (19)$$

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

$$C_{\text{инстр.}} = 399,68 \cdot 0,03 = 11,99 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (20):

$$C_{\text{цех.себ.}} = M + \Pi_u + Z_o + C_{\text{соц.н.}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{сод.обор}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{инстр.}} \quad (20)$$

$$C_{\text{цех.себ.}} = 1149,54 + 2051,81 + 399,68 + 136,69 + 55,96 + 775,38 + 687,44 + 11,99 = 5268,49 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы» выполняется по формуле (21):

$$C_{\text{об.зав.}} = Z_o \cdot E_{\text{об.зав.}}, \quad (21)$$

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

$$C_{\text{об.зав.}} = 399,68 \cdot 1,97 = 787,37 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (22):

$$C_{об.зав.себ.} = C_{об.зав.} + C_{цех.себ.}, \quad (22)$$

$$C_{об.зав.себ.} = 787,37 + 5268,49 = 6055,86 \text{ р.}$$

Расчет статьи затрат «Коммерческие расходы» выполняется по формуле (23):

$$C_{ком.} = C_{об.зав.себ.} \cdot E_{ком.}, \quad (23)$$

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

$$C_{ком.} = 6055,86 \cdot 0,0029 = 17,56 \text{ р.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле (24):

$$C_{полн.себ.} = C_{об.зав.себ.} + C_{ком.}, \quad (24)$$

$$C_{полн.себ.} = 6055,86 + 17,56 = 6073,43 \text{ р.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле (25):

$$Ц_{отп.б.} = C_{полн.себ.} \cdot \left( 1 + \frac{K_{рент.}}{100} \right), \quad (25)$$

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

$$Ц_{отп.б.} = 6073,43 \cdot (1 + 0,3) = 7895,45 \text{ р.}$$

В таблице 14 представлена сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия.

Таблица 14 – Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	$M$	1264,50	1149,54
Стоимость покупных изделий	$\Pi_u$	2051,81	2051,81
Основная заработная плата производственных рабочих	$Z_o$	399,68	399,68
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп}$	55,96	55,96
Страховые взносы	$C_{соц.н.}$	136,69	136,69
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор.}$	775,38	775,38
Цеховые расходы	$C_{цех.}$	687,45	687,45
Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр.}$	11,99	11,99
Цеховая себестоимость	$C_{цех.себ.}$	5383,45	5268,49
Общезаводские расходы	$C_{об.зав.}$	787,37	787,37
Общезаводская себестоимость	$C_{об.зав.себ.}$	6170,82	6055,86
Коммерческие расходы	$C_{ком.}$	17,90	17,56
Полная себестоимость	$C_{полн.себ.}$	6188,71	6073,43
Отпускная цена	$C_{отп.}$	8045,33	8045,33»

Выполняем расчет безубыточного объема продаж.

Расчет переменных затрат на единицу изделия (для базы и для проекта) выполняется по формулам (26, 27):

$$Z_{перем.уд.баз.} = M + \Pi_u + Z_o + Z_{доп} + C_{соц.н.} \quad (26)$$

$$Z_{перем.уд.баз.} = 1264,5 + 2051,81 + 399,68 + 55,96 + 136,69 = 3908,63 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.уд.проект}} = M + \Pi_u + Z_o + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц.н.}} \quad (27)$$

$$Z_{\text{перем.уд.проект}} = 1149,54 + 2051,81 + 399,68 + 55,96 + 136,69 = 3793,68 \text{ р.}$$

Расчет переменных затрат на единицу изделия (для базы и для проекта) выполняется по формулам (28, 29):

$$Z_{\text{перем.баз.}} = Z_{\text{перем.уд.баз.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (28)$$

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

$$Z_{\text{перем.баз.}} = 3908,63 \cdot 120000 = 469035635,71 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.проект}} = Z_{\text{перем.уд.проект}} \cdot V_{\text{год}} \quad (29)$$

$$Z_{\text{перем.проект}} = 3793,68 \cdot 120000 = 455241101,38 \text{ р.}$$

Расчет постоянных затрат на единицу изделия (для базы и для проекта) выполняется по формулам (30, 31):

$$Z_{\text{пост.уд.баз.}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (30)$$

$$Z_{\text{пост.уд.баз.}} = 775,38 + 11,99 + 687,45 + 787,37 + 17,9 = 2280,08 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{пост.уд.проект}} = C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}} + C_{\text{цех.}} + C_{\text{об.зав.}} + C_{\text{ком.}} \quad (31)$$

$$Z_{\text{пост.уд.проект}} = 775,38 + 11,99 + 687,45 + 787,37 + 17,56 = 2279,75 \text{ р.}$$

Расчет постоянных затрат на годовую программу выпуска изделия (для базы и для проекта) выполняется по формулам (32, 33):

$$Z_{\text{пост.баз.}} = Z_{\text{пост.уд.баз.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (32)$$

$$Z_{\text{пост.баз.}} = 2280,08 \cdot 120000 = 273609915,77 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{пост.проект}} = Z_{\text{пост.уд.проект}} \cdot V_{\text{год}} \quad (33)$$

$$З_{\text{пост.проект.}} = 2279,75 \cdot 120000 = 273569911,62 \text{ р.}$$

Расчет амортизационных отчислений выполняется по формуле (34):

$$A_{\text{м.уд.}} = (C_{\text{сод.обор.}} + C_{\text{инстр.}}) \cdot H_A, \quad (34)$$

где  $H_A$  – доля амортизационных отчислений.

$$A_{\text{м.уд.}} = (775,38 + 11,99) \cdot 0,12 = 94,48 \text{ р.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия выполняется по формуле (35):

$$C_{\text{полн.год.пр.}} = C_{\text{полн.с.с.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (35)$$

$$C_{\text{полн.год.пр.}} = 6073,43 \cdot 120000 = 728811012,99 \text{ р.}$$

Расчет выручки от реализации изделия выполняется по формуле (36):

$$\text{Выручка} = Ц_{\text{отп.пр.}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (36)$$

$$\text{Выручка} = 8045,33 \cdot 120000 = 965439216,92 \text{ р.}$$

Расчет маржинального дохода выполняется по формуле (37):

$$D_{\text{марж}} = \text{Выручка} - З_{\text{перем.пр.}}, \quad (37)$$

$$D_{\text{марж}} = 965439216,92 - 455241101,38 = 510198115,55 \text{ р.}$$

Расчет критического объема продаж выполняется по формуле (38):

$$A_{\text{крит}} = \frac{З_{\text{пост.пр.}}}{(Ц_{\text{отп.пр.}} - З_{\text{перем.уд.пр.}})}, \quad (38)$$

$$A_{крит} = \frac{273569911,62}{(8045,33 - 3793,68)} = 64344,4 \text{ р.}$$

Строим график безубыточности (рисунок 4).

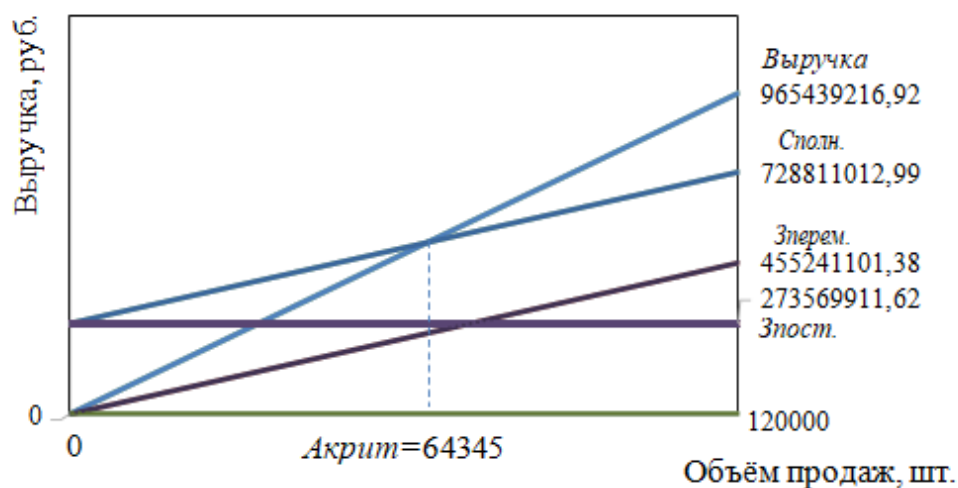


Рисунок 4 – График точки безубыточности

## 6.2 Расчет коммерческой эффективности проекта

Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на (39):

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{крит}}{(n - 1)}, \quad (39)$$

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

$A_{крит}$  – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.

$n$  – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{120000 - 64345}{(6 - 1)} = 11131 \text{ шт.}$$

Расчет объема продаж по годам выполняется по формуле (40):

$$V_{\text{прод}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta, \quad (40)$$

$$V_{\text{прод}1} = 64345 + 1 \cdot 11131 = 75476 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод}2} = 64345 + 2 \cdot 11131 = 86607 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод}3} = 64345 + 3 \cdot 11131 = 97738 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод}4} = 64345 + 4 \cdot 11131 = 108869 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод}5} = 64345 + 5 \cdot 11131 = 120000 \text{ шт.}$$

Расчет выручки по годам выполняется по формуле (41):

$$\text{Выручка}_{.i} = Ц_{\text{отн.}} \cdot V_{\text{прод}i}, \quad (41)$$

$$\text{Выручка}_{.1} = 8045,33 \cdot 75476 = 607229086,14 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_{.2} = 8045,33 \cdot 86607 = 696781618,83 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_{.3} = 8045,33 \cdot 97738 = 786334151,53 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_{.4} = 8045,33 \cdot 108869 = 875886684,23 \text{ р.},$$

$$\text{Выручка}_{.5} = 8045,33 \cdot 120000 = 965439216,92 \text{ р.}$$

Расчет переменных затрат по годам для базового варианта выполняется по формуле (42):

$$З_{\text{перем.баз}i} = З_{\text{перем.уд.б.}} \cdot V_{\text{прод}i}, \quad (42)$$

$$З_{\text{перем.баз}1} = 3908,63 \cdot 75476 = 295007780,34 \text{ р.}$$

$$З_{\text{перем.баз}2} = 3908,63 \cdot 86607 = 338514744,18 \text{ р.}$$

$$З_{\text{перем.баз}3} = 3908,63 \cdot 97738 = 382021708,03 \text{ р.}$$



$$Z_{\text{перем.баз.4}} = 3908,63 \cdot 108869 = 425528671,87 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.баз.5}} = 3908,63 \cdot 120000 = 469035635,71 \text{ р.}$$

Расчет переменных затрат по годам для проектного варианта выполняется по формуле (43):

$$Z_{\text{перем.проект.}i} = Z_{\text{перем.уд.проект.}} \cdot V_{\text{прод.}i}, \quad (43)$$

$$Z_{\text{перем.проект.1}} = 3793,68 \cdot 75476 = 286331478,06 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.проект.2}} = 3793,68 \cdot 86607 = 328558883,89 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.проект.3}} = 3793,68 \cdot 97738 = 370786289,72 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.проект.4}} = 3793,68 \cdot 108869 = 413013695,55 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{перем.проект.5}} = 3793,68 \cdot 120000 = 455241101,38 \text{ р.}$$

Расчет амортизации (только для проектного варианта) выполняется по формуле (44):

$$A_M = A_{\text{м.уд...}} \cdot V_{\text{год}}, \quad (44)$$

$$A_M = 94,48 \cdot 120000 = 11338114,52 \text{ р.}$$

Расчет полной себестоимости по годам для базового варианта выполняется по формуле (45):

$$C_{\text{полн.б.}i} = Z_{\text{перем.баз.}i} + Z_{\text{пост.баз.}}, \quad (45)$$

$$C_{\text{полн.баз.1}} = 295007780,34 + 273609915,77 = 568617696,11 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.баз.2}} = 338514744,18 + 273609915,77 = 612124659,95 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.баз.2}} = 338514744,18 + 273609915,77 = 612124659,95 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.баз.3}} = 382021708,03 + 273609915,77 = 655631623,79 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.баз.5}} = 469035635,71 + 273609915,77 = 742645551,48 \text{ р.}$$

Расчет полной себестоимости по годам для проектного варианта выполняется по формуле (46):

$$C_{\text{полн.проекті}} = Z_{\text{перем.проекті}} + Z_{\text{пост.проект}}, \quad (46)$$

$$C_{\text{полн.проект1}} = 286331478,06 + 273569911,62 = 559901389,68 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.проект2}} = 328558883,89 + 273569911,62 = 602128795,51 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.проект3}} = 370786289,72 + 273569911,62 = 644356201,34 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.проект4}} = 413013695,55 + 273569911,62 = 686583607,17 \text{ р.}$$

$$C_{\text{полн.проект5}} = 455241101,38 + 273569911,62 = 728811012,99 \text{ р.}$$

Расчет налогооблагаемой прибыли по годам выполняется по формуле (47):

$$Pr_{\text{обл.і}} = (\text{Выручка} - C_{\text{полн.проекті}}) - (\text{Выручка} - C_{\text{полн.баз.і}}), \quad (47)$$

$$Pr_{\text{обл.1}} = (607229086,14 - 559901389,68) - (607229086,14 - 568617696,11) = 8716306,43 \text{ р.}$$

$$Pr_{\text{обл.2}} = (696781618,83 - 602128795,51) - (696781618,83 - 612124659,95) = 9995864,44 \text{ р.}$$

$$Pr_{\text{обл.3}} = (786334151,53 - 644356201,34) - (786334151,53 - 655631623,79) = 11275422,46 \text{ р.}$$

$$Pr_{\text{обл.4}} = (875886684,23 - 686583607,17) - (875886684,23 - 699138587,64) = 12554980,47 \text{ р.}$$

$$Pr_{\text{обл.5}} = (965439216,92 - 728811012,99) - (965439216,92 - 742645551,48) = 13834538,48 \text{ р.}$$

Расчет налога на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам выполняется по формуле (48):

$$H_{np.i} = \Pi_{п.обл.i} \cdot 0,2, \quad (48)$$

$$H_{np.1} = 8716306,43 \cdot 0,2 = 1743261,29 \text{ р.}$$

$$H_{np.2} = 9995864,44 \cdot 0,2 = 1999172,89 \text{ р.}$$

$$H_{np.3} = 11275422,46 \cdot 0,2 = 2255084,49 \text{ р.}$$

$$H_{np.4} = 12554980,47 \cdot 0,2 = 2510996,09 \text{ р.}$$

$$H_{np.5} = 13834538,48 \cdot 0,2 = 2766907,70 \text{ р.}$$

Расчет чистой прибыли по годам выполняется по формуле (49):

$$\Pi_{р.ч.i} = \Pi_{р.обл.i} - H_{np.i}, \quad (49)$$

$$\Pi_{р.ч.1} = 8716306,43 - 1743261,29 = 6973045,14 \text{ р.}$$

$$\Pi_{р.ч.2} = 9995864,44 - 1999172,89 = 7996691,55 \text{ р.}$$

$$\Pi_{р.ч.3} = 11275422,46 - 2255084,49 = 9020337,97 \text{ р.}$$

$$\Pi_{р.ч.4} = 12554980,47 - 2510996,09 = 10043984,38 \text{ р.}$$

$$\Pi_{р.ч.5} = 13834538,48 - 2766907,70 = 11067630,79 \text{ р.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируемого узла конструкции выполняется по формуле (50):

$$\Pi_{р.э.д} = \Pi_{омн.} \cdot \frac{D_2}{D_1} - \Pi_{омн.}, \quad (50)$$

где  $D_1$  и  $D_2$  – долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту,  $D_1 = 100000$  циклов,  $D_2 = 120000$  циклов.

$$Pr_{ож.д} = 8045,33 \cdot \frac{120000}{100000} - 8045,33 = 1609,07 \text{ р.}$$

Расчет текущего чистого дохода (накопленное сальдо) выполняется по формуле (51):

$$ЧД_i = Pr_{ч.i} + A_m + Pr_{ож.д} \cdot V_{прод_i} \quad (51)$$

$$ЧД_1 = 6973045,14 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 75476 = 139756976,89 \text{ р.}$$

$$ЧД_2 = 7996691,55 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 86607 = 158691129,84 \text{ р.}$$

$$ЧД_3 = 9020337,97 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 97738 = 177625282,79 \text{ р.}$$

$$ЧД_4 = 10043984,38 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 108869 = 196559435,75 \text{ р.}$$

$$ЧД_5 = 11067630,79 + 11338114,52 + 1609,07 \cdot 120000 = 215493588,70 \text{ р.}$$

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле (52):

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + E_{cm.i})} \cdot t, \quad (52)$$

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 (53):

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i, \quad (53)$$

$$ДСП_1 = 139756976,89 \cdot 0,952 = 133048642 \text{ р.}$$

$$ДСП_2 = 158691129,84 \cdot 0,907 = 143932854,77 \text{ р.}$$

$$ДСП_3 = 177625282,79 \cdot 0,864 = 153468244,33 \text{ р.}$$

$$ДСП_4 = 196559435,75 \cdot 0,823 = 161768415,62 \text{ р.}$$

$$ДСП_5 = 215493588,70 \cdot 0,783 = 168731479,95 \text{ р.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период выполняется по формуле (54):

$$\sum ДСП = ДСП_i, \quad (54)$$

$$\sum ДСП = 133048642 + 143932854,77 + 153468244,33 + 161768415,62 + 168731479,95 = 760949636,67 \text{ р.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях выполняется по формуле (55):

$$J_0 = K_{инв} \cdot \sum C_{полн.пр.i}, \quad (55)$$

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

$$J_0 = 0,086 \cdot (559901389,68 + 602128795,51 + 644356201,34 + 686583607,17 + 728811012,99) = 277073166,57 \text{ р.}$$

Расчет чистого дисконтированного дохода выполняется по формуле (56):

$$ЧДД = \sum ДСП - J_0, \quad (56)$$

$$ЧДД = 760949636,67 - 277073166,57 = 483876470,10 \text{ р.}$$

Расчет индекса доходности выполняется по формуле (57):

$$JD = \frac{ЧДД}{J_0}, \quad (57)$$

$$JD = \frac{483876470,10}{277073166,57} = 1,75.$$

Расчет срока окупаемости проекта выполняется по формуле (58):

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{J_0}{ЧДД}, \quad (58)$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{277073166,57}{483876470,10} = 0,57.$$

Строим график зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж (рисунок 5).

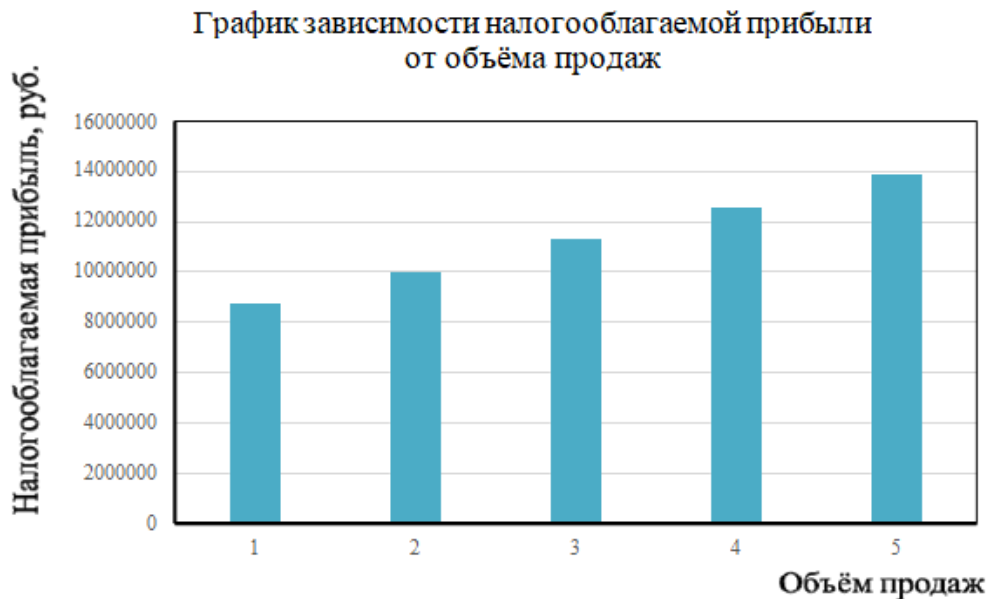


Рисунок 5 – График зависимости налогооблагаемой прибыли от объёма продаж

В таблице 15 представлены показатели коммерческой эффективности проекта.

Таблица 15 – Показатели коммерческой эффективности проекта

Наименование показателей	Годы					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Объем продаж $V_{prod}$	–	75476	86607	97738	108869	120000
Отпускная цена за единицу продукции (руб.) $C_{отт.}$	–	8045,33	–	–	–	–
Выручка, н. (тыс. руб.)	–	607229	696782	786334	875887	965439
Переменные затраты, (тыс. руб.) $Z_{перемб.}$	–	295008	338515	382022	425529	469036
Переменные затраты, (тыс. руб.) $Z_{перемн.}$	–	286331	328559	370786	413014	455241
Амортизация, $A_m$ (тыс. руб.)	–	11338	–	–	–	–
Постоянные затраты, (тыс. руб.) $Z_{постб.}$	–	273610	–	–	–	–
Постоянные затраты, (тыс. руб.) $Z_{постн.}$	–	273570	–	–	–	–
Полная себестоимость, (тыс. руб.) $C_{полн.себ.б}$	–	568618	612125	655632	699139	742646
Полная себестоимость, (тыс. руб.) $C_{полн.себ.н}$	–	559901	602129	644356	686584	728811
Налогооблагаемая прибыль, б (тыс. руб.)	–	38611	84657	130703	176748	222794
Налогооблагаемая прибыль, н	–	47328	94653	141978	189303	236628
Налог на прибыль, б (тыс. руб.)	–	7722	16931	26141	35350	44559
Налог на прибыль, н	–	9466	18931	28396	37861	47326
Прибыль чистая, б	–	30889	67726	104562	141398	178235
Прибыль чистая, н	–	37862	75722	113582	151442	189303
Чистый поток реальных денег $ЧД_i$ (тыс. руб.)	–	139757	158691	177625	196559	215494
Коэффициент дисконтирования $\alpha_i$ при $E_{ст.i}$	–	0,952	0,907	0,864	0,823	0,783
Чистый дисконтированный поток реальных денег, $ДСП$	–	133049	143933	153468	161768	168731
Капиталообразующие инвестиции $J_0$ (тыс. руб.)	277073	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7
Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, сумма ЧДД	–	483876	–	–	–	–
Индекс доходности, $JD$	–	1,75	–	–	–	–
Срок окупаемости проекта $T_{окуп.год}$	–	0,57	–	–	–	–

Выводы и рекомендации.

Выполнение модернизации позволило увеличить ресурс проектируемого стенда для обкатки двигателей при одновременном положительном экономическом эффекте  $JD = 1,75$ .

При расчете экономических показателей по внедрению проектного стенда для обкатки двигателей в массовое производство было определено, что себестоимость проектного варианта ниже, чем себестоимость для базового 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 обкатки двигателей составляет 483876 р.

Срок окупаемости данного проекта равен 0,57 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 двигателей.



## Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка универсального стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрены методы определения качества приработки, а также оборудование и оснастка для обкатки двигателей;
- проведен поиск аналогов разрабатываемой конструкции стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей;
- выполнена конструкторская разработка стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей;
- составлены техническое задание и предложение;
- выполнен расчет основных элементов конструкции стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей;
- рассмотрены условия работы двигателя внутреннего сгорания, возможные неисправности и методы их устранения;
- предложен технологический процесс обкатки двигателя, общая трудоемкость 1,08 чел.-ч., исполнитель слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для обкатки двигателей легковых автомобилей.

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.

## 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 Ходес, И. В. Обкатка двигателя, трансмиссии и трактора : Учеб. пособие по спец. "Автомобиле- и тракторостроение" / М-во общ. и проф. образования РФ. Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград, 1998. - 56 с.
- 5 Нигаматов, М. Х. Ускоренная обкатка двигателей после ремонта / М. Х. Нигаматов. - М. : Колос, 1984. - 79 с.
- 6 Гурвич, И. Б. Обкатка автомобильных двигателей [Текст] : Из опыта Горьк. автозавода / Канд. техн. наук И. Б. Гурвич ; Под ред. д-ра техн. наук проф. Г. Г. Калиша. - Москва : Отд. науч.-техн. пропаганды и информации, 1957. - 96 с.
- 7 Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
- 8 Бродский В. В. – М: Наука, 1976. – 224 с.
- 9 Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей / И. А. Бухарин. – М.-Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. – 292 с.
- 10 Ведыняпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Ведыняпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
- 11 Ведыняпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Ведыняпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Колос, 1973. – 195 с.
- 12 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.

13 Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.

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

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

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

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

18 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.

19 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.

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

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

22 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.

- 23 Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. Л. Грачев. – М., 1979. – 195 с.
- 24 Гредескул А. Б. Динамика торможения автомобиля: дис. ... докт. техн. наук / А. Б. Гредескул. – Харьков, 1963. – 271 с.
- 25 Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
- 26 Гуревич Л. В., Тормозное управление автомобиля / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.
- 27 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.
- 28 Джонсон М. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке/ М. Джонсон, Ф. М. Лион. – Мир, 1981. – 610 с.
- 29 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.
- 30 Димов Н. Н. Оценка возможности воспроизведения реальных режимов торможения автомобиля на стендах с беговыми барабанами : автореферат / Н. Н. Димов. - Харьков, 1987. – 20 с.
- 31 Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / А. А. Хачатуров [и др.]; под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
- 32 Енаев А. А. Основы теории колебаний автомобиля при торможении и её приложения. – М.: Машиностроение, 2002. – 341 с.
- 33 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.
- 34 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие

/ Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

35 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

36 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

37 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

38 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. – p. 134.

39 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

40 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1972. – p.164.

41 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А  
**Спецификация**

	Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.					<u>Документация</u>			
	A4			20.ДП.ПЭА.173.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
	A1			20.ДП.ПЭА.173.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
Строч. №					<u>Сборочные единицы</u>			
			1	20.ДП.ПЭА.173.61.01.000	Рама	1		
			2	20.ДП.ПЭА.173.61.02.000	Кронштейн радиатора	1		
			3	20.ДП.ПЭА.173.61.03.000	Радиатор ВАЗ-2123	1		
			4	20.ДП.ПЭА.173.61.04.000	Стойка винтовая	4		
			5	20.ДП.ПЭА.173.61.05.000	Карданная передача ВАЗ-2121	1		
			6	20.ДП.ПЭА.173.61.06.000	Датчик крутящего момента	1 1		
			7	20.ДП.ПЭА.173.61.07.000	Опора виброизолирующая	6		
			8	20.ДП.ПЭА.173.61.08.000	Направляющая	2		
			9	20.ДП.ПЭА.173.61.09.000	Кронштейн датчика	1		
					<u>Детали</u>			
			10	20.ДП.ПЭА.173.61.00.010	Диск промежуточный	1		
			11	20.ДП.ПЭА.173.61.00.011	Полумуфта соединительная	1		
		12	20.ДП.ПЭА.173.61.00.012	Втулка опорная	6			
		13	20.ДП.ПЭА.173.61.00.013	Втулка	6			
				<b>20.ДП.ПЭА.173.61.00.000</b>				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Пайлов Е.О.				Лист	Лист	Листов
	Пров.	Галиев И.Р.					1	3
	Руков.	Галиев И.Р.				ТГУ, ИМ,		
	Н.контр.	Галиев И.Р.				гр. АТ-1503		
	Утв.	Бабровский А.В.				Формат А4		
				Стенд для обкатки двигателей				
				Копировал				

Продолжение Приложения А

Инв. № пап.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № док.	Подп. и дата	Формат	Экз	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
									<u>Стандартные изделия</u>		
						14			Шпонка 20х18х98		
									СТ СЭВ 189-75	1	
						15			Болт М8 х 25 ГОСТ 7805-70	8	
						16			Шайба М8 ГОСТ 6958-78	8	
						17			Винт М8 х 18 ГОСТ 1491-80	8	
						18			Болт М8 х 18 ГОСТ 7805-70	10	
						19			Шайба 8 Н ГОСТ 11371-78	12	
						20			Гайка М8 ГОСТ 15522-70	2	
						21			Болт М18х50 ГОСТ 7805-70	4	
						22			Шайба 18 Н ГОСТ 11371-78	4	
						23			Гайка М18 ГОСТ 15522-70	4	
						24			Шайба 18 ГОСТ 6958-78	4	
						25			Болт М10х25 ГОСТ 7805-70	12	
						26			Шайба 10 Н ГОСТ 11371-78	24	
						27			Гайка М10 ГОСТ 15522-70	12	
						28			Болт М14х40 ГОСТ 7805-70	2	
						29			Шайба 14 Н ГОСТ 11371-78	4	
						30			Гайка М14 ГОСТ 15522-70	2	
						31			Шайба 14 ГОСТ 6958-78	2	
						32			Шпилька М16 х 110 ГОСТ 22042-76	4	
						33			Гайка М16 ГОСТ 15522-70	8	
						34			Шайба 16 ГОСТ 6958-78	4	
						35			Шайба 16 ГОСТ 6958-78	4	

Инв. № пап.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № док.	Подп. и дата	20.ДП.ПЭА.173.61.00.000	Лист
					Гайков Е.О. Галиев И.Р.	2
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

