

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей

Студент

В.А. Гришин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей».

Цель данного дипломного проекта – разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей с возможностью обкатки на стенде большого числа марок двигателей (грузовых, тракторов и легковых автомобилей), за счет разработки подвижной рамы стенда.

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 77 страницы с приложением. Графическая часть содержит 8 листов формата А1, выполненных в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В качестве конструкторской разработки предложена разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей.

В первом разделе рассмотрены методы оценки качества приработки двигателей, оборудование и оснастка для обкатки двигателей.

Во втором разделе выполнен обзор существующих конструкций стендов для обкатки двигателей, выполнена разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей.

В третьем разделе рассмотрены условия работы агрегата, возможные неисправности и методы их устранения, разработан технологический процесс обкатки двигателя.

В ВКР также разработаны вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда. Намечены мероприятия по экологической безопасности.

В последнем разделе ВКР приведено экономическое обоснование эффективности внедрения обкаточного стенда.

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

The title of the senior thesis is: «The development of a universal stand for running-in and testing engines».

The aim of the work is to develop the construction of a universal stand for running-in and testing engines with the possibility of running-in a lot of different brands of engines (trucks, tractors and cars) precisely due to the development of a movable stand frame.

The explanatory note consists of 5 parts, introduction and conclusion, list of references and other sources, totally 77 pages with attachments. The graphic part is on 8 A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The graduation project is fully consistent with the issued assignment.

The construction of a universal stand for running in and testing engines is proposed in this graduation project.

In the first part methods for assessing the quality of engine running-in, equipment and tooling for engine running-in are reviewed.

In the second part, the existing designs of stands for engine running-in is described, a universal stand for engines running-in and testing of engines is developed.

The third part dealt with the operating conditions of the stand, possible malfunctions and methods of their elimination, the technological process of engine running-in is developed.

The graduation work covers safety and labor protection issues. Measures to ensure ecological safety are outlined.

In the last part of the senior thesis an economic efficiency of the running-in stand introduction is calculated.

In the conclusion of graduation project, outputs are drawn.

Содержание

Введение.....	6
1 Испытание двигателей.....	10
1.1 Методы оценки качества приработки двигателей	10
1.2 Оборудование и оснастка для обкатки двигателей	12
1.3 Обкатка и испытание двигателей с внутренним смесеобразованием после ремонта	17
1.4 Обкатка и испытание двигателей с внешним смесеобразованием после ремонта.....	19
2 Конструкторский раздел.....	23
2.1 Обзор существующих конструкций стендов обкатки двигателей.....	23
2.2 Описание конструкции стенда для обкатки двигателей	25
2.3 Конструкторские расчеты	30
3 Технологический процесс обкатки двигателя.....	39
3.1 Условия работы агрегата, возможные неисправности и методы их устранения.....	39
3.2 Разработка технологической карты.....	41
4 Производственная и экологическая безопасность проекта	42
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса обкатки двигателя на стенде.....	42
4.2 Определение профессиональных рисков.....	44
4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков.....	45
4.4 Пожарная безопасность	51
4.5 Экологическая безопасность технологического процесса обкатки двигателя.....	54
5 Экономическая эффективность проекта.....	56
5.1 Расчет капитальных вложений	56
5.2 Расчет заработной платы	57
5.3 Расходы на содержание оборудования	60

5.4 Расчет текущих затрат на эксплуатацию стенда.....	63
5.5 Экономическая оценка проекта.....	69
Заключение	72
Список используемой литературы и используемых источников.....	73
Приложение А Спецификация.....	76

Введение

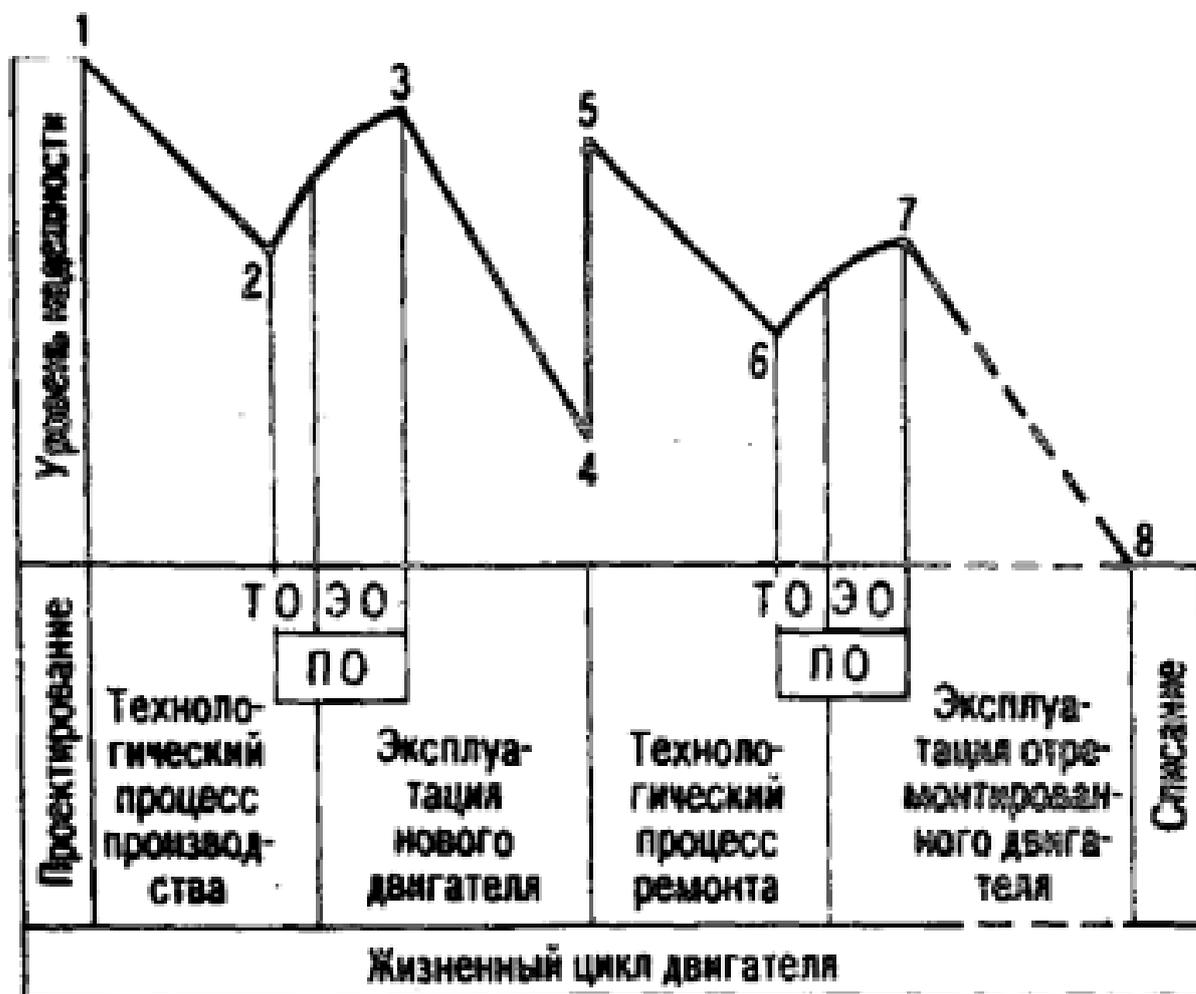
Качество продукции затрагивает жизненные интересы человека и включает в себя комплекс показателей назначения и использования: технических, эстетических, эргономических, экономических. надежности. Для тракторов, автомобилей и особенно важна группа показателей надежности, в первую очередь это безотказность 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. 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» [1].

В условиях производства готовых изделий в связи с имеющимися отклонениями 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» [5].

«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» [4].

«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» [4].

1 Испытание двигателей

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

1.1 Методы оценки качества приработки двигателей

«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 другие);
- показатели изменчивости (скорость, время, стабилизация, характер и другие);
- физико-химические показатели (износостойкость, микротвердость, шероховатость, структура и другие);
- показатели надежности (долговечность, безотказность и другие);
- экономические показатели (затраты времени, труда и денежных средств на технологическую, эксплуатационную и полную обкатку)» [30].

«Показатели первой и второй 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» [5].

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 так далее).

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» [10].

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» [6].

1.2 Оборудование и оснастка для обкатки двигателей

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

- «простейший стенд, предназначенный только для обкатки и испытания на этапе холостого хода двигателя;
- стенд, включающий в себя электрический двигатель и редуктор (коробка передач), позволяющий обкатывать двигатель только на этапах прокрутки и холостого хода» [2]. 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 клиноременную передачу от шкива коленчатого вала двигателя. Частичное нагружение двигателя может выполняться за счет сопротивления прокрутки через редуктор другого обкатываемого двигателя;
- гидротормозной стенд, где торможение двигателя выполняется за счет сопротивления потока воды. Для обкатки на режимах прокрутки может дополнительно использоваться электродвигатель;
- «электротормозной стенд, основа которого – электродвигатель с фазным ротором, обеспечивающий прокрутку автотракторного

двигателя в режиме электродвигателя и нагружение его в режиме генератора» [14];

- стенд 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;
- «стенды на основе электрических индукторных тормозов (производства фирм «Шейк», «Хофман»);
- стенды на основе электрических тормозов постоянного тока;
- стенды с использованием инерционных тормозов» [7].

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.

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 в 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⁻¹ имеет габариты 960x715x1450 мм. При массе 1000 кг. Стенд P-3,5C при мощности торможения 736 кВт и частоте вращения вала до 3500 мин⁻¹ имеет габариты 1900x1000x1020 мм при массе 1200 кг. Стенд P-1,5, предназначенный для обкатки пусковых двигателей, обеспечивает мощность торможения до 44 кВт при частотах вращения вала от 3000 до 6000 мин⁻¹ и имеет массу 160 кг при габаритах 730x2200x1060 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 стенов 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 стенода 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 стенода. Изменение крутящего момента электродвигателя стенода происходит при уменьшении электрического сопротивления в цепи фазного ротора. При заглублинии ножей реостата в электролит происходит уменьшение межфазного омического сопротивления обмотки ротора, приводящего к увеличению силы тока в обмотке ротора и его магнитной индукции» [17].

В качестве электролита используется водный раствор кальцинированной соды с концентрацией от 0,5 до 1,0% для обкатки двигателей малой и средней мощности и от 2 до 3% – при обкатке двигателей большой мощности. Несмотря на то что в реостате с помощью автоматического устройства поддерживается температура электролита от 50 до 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 стенода КИ-5773Л взамен жидкостного реостата стенода КИ-5773 использовано тиристорное устройство, позволяющее обеспечить торможение двигателя в широком диапазоне (от 600 до 3000 мин⁻¹) частот вращения коленчатого вала, что делает этот стенод 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 маслоподачи, 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.

1.3 Обкатка и испытание двигателей с внутренним смесеобразованием после ремонта

«В соответствии с требованиями ГОСТ 18523-79 и 14846-81 каждый двигатель, выпускаемый из капитального ремонта, должен быть обкатан и подвергнут приемочному контролю. Кроме того ремонтные предприятия обязаны выборочно проводить кратковременные испытания отремонтированных двигателей (один двигатель каждой из основных моделей в квартал)» [3].

«Перед установкой дизеля на обкаточно-тормозной стенд необходимо проверить момент проворачивания коленчатого вала при включенном декомпрессоре (при его наличии). Момент проворачивания не должен превышать значений, указанных в технических требованиях на капитальный ремонт дизеля соответствующей модели.

Также должны быть проведены и при необходимости отрегулированы в соответствии с техническими условиями у непрогретого двигателя зазоры между бойками коромысел и торцами стержней клапанов механизма газораспределения. Перед обкаткой дизеля следует проверить и при необходимости отрегулировать угол начала подачи топлива согласно техническим условиям» [4].

«К установленному на испытательном стенде дизелю должны быть подсоединены устройства для отвода отработавших газов, трубопроводы охлаждения, смазки, питания топливом, измерительные приборы.

Масляный поддон дизеля необходимо заполнить моторным маслом м-10-Гг, (м-10-Вг) (ГОСТ 17479.1-85) или обкаточным маслом СЦ-8, СВД-11 или Сад-14 до отметки <П> масломерного щупа. В картер топливного насоса, редуктор пускового двигателя моторное масло должно быть залито до уровня контрольных пробок (отверстий). Для горячей обкатки и испытания дизелей следует использовать летнее дизельное топливо марки Л-0,2-40 (ГОСТ 305-82).

Стендовая обкатка дизелей состоит из трех этапов; холодной, горячей на холостом ходу и горячей обкатки под нагрузкой. Во время обкатки не допускаются подтекание топлива, масла и охлаждающей жидкости; подсосывание воздуха и пропуск газов; шумы и стуки в механизмах, не свойственные нормальной работе дизеля» [4].

1.3.1 Холодная обкатка

«Холодная обкатка проводится методом прокручивания коленчатого вала дизеля на скоростных различных режимах электрической машиной обкаточно-тормозного стенда.

Требования к холодной обкатке:

- давление масла в главной магистрали, при минимальной частоте вращения коленчатого вала должно быть не менее 0,08 МПа;
- температура масла и охлаждающей жидкости должна быть не менее 50°С на входе в двигатель и не более 80°С на выходе из двигателя;
- масло должно поступать по всем каналам подвода к поверхностям трения.

При обнаружении неисправностей обкатку дизеля необходимо прервать, определить и устранить причины ненормальной работы механизмов. После холодной обкатки проверяют и при необходимости регулируют зазоры в клапанном механизме. Проверяют и при необходимости подтягивают гайки крепления головок цилиндров» [35].

1.3.2 Горячая обкатка на холостом ходу

«Запуск дизеля производят пусковым устройством или электрической машиной обкаточно-тормозного стенда.

При работе двигателя в процессе обкатки без нагрузки температура масла в поддоне и охлаждающей жидкости на выходе из системы охлаждения должна быть в пределах 70-85°С. После обкатки на холостом ходу рекомендуется проверить и при необходимости подтянуть крепление головок блока цилиндров, соблюдая последовательность и момент затяжки, рекомендуемые техническими требованиями» [34].

1.3.3 Горячая обкатка под нагрузкой

«После завершения горячей обкатки на холостом ходу рычаг регулятора устанавливается в положение, соответствующее полной подаче топлива, и обкатывают дизель под нагрузкой. В процессе обкатки под нагрузкой рекомендуется поддерживать температуру охлаждающей жидкости и масла в пределах, указанных в технических требованиях (от 75 до 95°С). После обкатки дизеля под нагрузкой следует проверить в течение 5 минут и при необходимости отрегулировать минимальную устойчивую и максимальную частоты вращения холостого хода на соответствие техническим данным. Обнаруженные в процессе стендовой обкатки дизеля неисправности необходимо устранить.

В случае переборки дизеля для устранения неисправностей без замены основных деталей дизель должен быть подвергнут дополнительной обкатке по сокращенным режимам, а при замене распределительного вала, кривошипно-шатунного механизма, цилиндропоршневой группы, головки блока, не менее двух пар коренных или шатунных подшипников, обкатка дизеля должна быть повторена в полном объеме» [4].

1.4 Обкатка и испытание двигателей с внешним смесеобразованием после ремонта

«Двигатель, поступающий на обкатку, должен быть с чистой и сухой поверхностью, особенно в местах соединения сопрягаемых деталей и поверхностей. Комплектность и качество сборки должны соответствовать требованиям технических условий.

Двигатель необходимо испытывать с технологическим или серийным или воздушным фильтром, заправленным маслом. Обкатка и испытание проводятся без вентилятора.

Перед началом холодной обкатки необходимо залить в каждый цилиндр от 15 до 20 г свежего масла М-10-В1, вернуть свечи зажигания,

проверить и при необходимости отрегулировать тепловые зазоры в клапанном механизме» [32].

1.4.1 Холодная обкатка

«Холодная обкатка производится на частичных скоростных режимах с ввернутыми свечами. В противном случае произойдет выбрасывание масла и насыщение его парами окружающего воздуха. Перед пуском стенда рекомендуется провернуть вручную коленчатый вал, чтобы убедиться в исправности двигателя и правильной его установки на стенде.

В процессе холодной обкатки с помощью стетоскопа прослушиваются шумы и стуки распределительных шестерен, шатунных и коренных подшипников, поршневых пальцев и поршней» [4].

«Работа систем охлаждения и смазки двигателей ЗМЗ-53.11 и ЗИЛ-130 должна удовлетворять следующим требованиям:

- давление масла в системе смазки должно быть при частоте вращения коленчатого вала 500-700 мин⁻¹ не менее 0,08 МПа;
- температура масла и охлаждающей жидкости должна быть не менее 80°С на выходе из двигателя;
- не допускаются течи масла и охлаждающей жидкости» [4, 5].

«При обнаружении дефектов и неисправностей обкатку двигателя необходимо приостановить и продолжить только после их устранения.

После окончания холодной обкатки должны быть проведены и при необходимости отрегулированы зазоры в клапанном механизме.

Перед горячей обкаткой на холостом ходу карбюраторных двигателей необходимо проверить установку зажигания. Зазор между контактами прерывателя для прерывателей-распределителей Р4-Д (ЗИЛ-130) и Р13-Д (ЗМЗ-53.11) должен быть от 0,3 до 0,4 мм. После установки зажигания необходимо открыть расходный кран топливного бака и прокачать топливную систему ручным насосом» [5].

«Пуск двигателя производят электрической машиной обкаточно-тормозного стенда при включенном зажигании, сообщая коленчатому валу

двигателя частоту вращения от 400 до 500 мин⁻¹. После пуска двигателя выводят секторы реостата и рычагом управления дросселем устанавливают минимальную для горячей обкатки на холостом ходу частоту вращения (900 мин⁻¹). С помощью стетоскопа прослушивают шумы и стуки распределительных шестерен, поршневых пальцев, проверяют отсутствие течи масла, воды и топлива, пропуска воздуха и отработавших газов в местах соединений» [22].

«Работа двигателя в процессе обкатки на холостом ходу, должна удовлетворять следующим требованиям:

- температура воды, выходящей из двигателя, должна быть до 90°C;
- температура масла в поддоне или на выходе из двигателя не должна превышать 100°C;
- давление масла в смазочной системе должно быть не менее 0,20-0,25 МПа» [18].

«После завершения горячей обкатки на холостом ходу двигателе обкатывают под нагрузкой на 5-6 режимах.

Для установления требуемых режимов обкатки выполняют после пуска последовательно следующие операции:

- рычагом управления дросселем устанавливают (при выведенных секторах реостата) требуемую частоту вращения на первой ступени;
- рукояткой управления секторами реостата опускают их в раствор до получения заданной нагрузки;
- при снижении частоты вращения коленчатого вала ниже требуемой рычагом управления дросселем восстанавливают ее» [5].

«При переходе на вторую и последующие ступени обкатки нагрузку скоростной режим двигателя изменяют аналогичным образом, соответственно погружая секторы реостата и открывая дроссель рычагом управления.

В процессе обкатки под нагрузкой рекомендуется поддерживать тепловой режим функциональных систем двигателя в пределах, указанных в технологических картах» [4].

«Не являются браковочными признаками, обнаруженные при обкатке:

- потение, образование масляных пятен и отдельных капель в местах сальниковых уплотнений, падение одной капли в течение 5 минут на любых режимах работы;
- потение без каплеобразования в местах соединений;
- выделение масла и конденсата через отводящую трубку системы вентиляции картера (не более двух капель в минуту при частоте вращения коленчатого вала от 2400 до 2500 мин⁻¹);
- выделение воды и смазки или их смеси из дренажного отверстия водяного насоса (не более одной капли в 3 минуты)» [6].

«При отклонении какого-либо из контролируемых параметров от нормы, двигатель немедленно останавливается для обнаружения и устранения неисправности. После этого обкатка продолжается.

Приемочный контроль включает приемо-сдаточные испытания и контрольный осмотр двигателя.

После обкатки двигатель должен быть подвергнут приемо-сдаточным испытаниям. При проведении испытаний необходимо соблюдать режимы, установленные техническими условиями.

Приемо-сдаточные испытания включают проверку следующих параметров двигателя: работу двигателя на переменном нагрузочно-скоростном режиме, минимальную частоту вращения холостого хода, максимальную частоту вращения холостого хода» [4-6].

Выводы по разделу.

При выполнении раздела, посвященному вопросу испытания двигателя, были рассмотрены варианты обкатки двигателя, методы оценки качества приработки двигателя, проведен анализ стендов, оборудования и оснастки для проведения обкаточных работ.

2 Конструкторский раздел

2.1 Обзор существующих конструкций стендов обкатки двигателей

В данном дипломном проекте предлагается усовершенствовать работы по обкатке двигателей, путем применения универсального стенда для обкатки.

«Наибольшее применение для обкатки и испытания двигателей нашли обкаточно-тормозные стенды, которые состоят из асинхронных балансирных электрических машин трехфазного тока с фазовыми обмотками ротора, жидкостного регулирующего реостата, весового (измерительного) устройства, пусковой аппаратуры, установочных и соединительных устройств, системы измерения расхода топлива» [24].

В настоящее время для обкатки двигателя применяют различные модели обкатывающих стендов:

- «электростенд КИ-2139А с электрической машиной АКБ-82-4 мощностью 55 кВт, с синхронным числом оборотов 1500 об/мин предназначен для обкатки и испытания автомобильных двигателей, крутящий момент которых не превышает 40 кгс·м. Номинальное число оборотов машины находится в интервале от 1600 до 3000 об/мин. Холодную обкатку двигателей на этом стенде можно выполнять при диапазоне от 600 до 1450 об/мин, а горячую – при диапазоне от 1600 до 3000 об/мин» [6];
- «для обкатки тракторных двигателей, номинальное число оборотов которых находится в пределах от 1200 до 2000 мин⁻¹, а крутящий момент не превышает 40 кгс·м, предназначен электростенд КИ-1363Б с асинхронной машиной АКБ-82-6 мощностью 40 кВт и синхронным числом оборотов 1000 об/мин. На этом стенде можно также обкатывать и испытывать автомобильные двигатели с числом оборотов не выше 2500 мин⁻¹. Использовать его для

высокооборотных двигателей нецелесообразно, так как холодную обкатку двигателей на нем можно выполнять только при числе оборотов не более 950 в минуту, тогда как на электростенде КИ-2139А холодную обкатку можно выполнять при числе оборотов до 1450 в минуту. Горячую обкатку на стенде КИ-1363Б выполняют с меньшим коэффициентом рекуперации, чем на стенде КИ-2139А» [25];

- «для обкатки низкооборотных тракторных двигателей КДМ-46 и КДМ-100 служит электростенд КИ-598Б с электрической машиной АКБ-92-8 мощностью 55 кВт и синхронным числом оборотов 750 в минуту. На этом стенде можно также обкатывать и испытывать на мощность двигатели других марок, крутящий момент которых не превышает 75 кгс·м, а номинальное число оборотов находится в пределах от 800 до 1500 в минуту» [19];
- «электростенды КИ-2139А и КИ-1363Б отличаются один от другого только мощностью и числом оборотов электрических машин; габаритные размеры этих стендов одинаковы. Электростенд КИ-598Б отличается от электростенда КИ-2139А числом оборотов, габаритными размерами и величиной крутящего момента» [20];
- «для обкатки и испытания мощных автомобильных и тракторных двигателей (ЯЗ-204, ЯЗ-206, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-238НБ) служит стенд КИ-2118А с электрической машиной АКБ-92-4 мощностью 100 кВт и синхронным числом оборотов 1500 в минуту» [21].

Дипломным проектом предлагается усовершенствовать работы по обкатке двигателей. Усовершенствование, заключается во внедрении универсального стенда для обкатки и испытания двигателей. Универсальность стенда заключается в возможности обкатки на стенде большого числа марок двигателей (грузовых, тракторов и легковых автомобилей), за счет разработки подвижной рамы стенда.

Объектом конструирования в данном дипломном проекте является рама станда.

Рама станда для обкатки двигателей после капитального ремонта имеет гидропривод. Гидропривод позволяет регулировать положение двигателя на станде – соосность с валом электродвигателя.

«Создание конструкции направлено на достижение технического и экономического результата. Введение в станд – гидропривода позволяет сократить общее время обкатки двигателя, за счет сокращения подготовительно – заключительных работ по установке двигателя на станде, а также понизить уровень ручного труда в цехе» [7].

2.2 Описание конструкции станда для обкатки двигателей

Изобретение относится к устройствам для испытания и обкатки ДВС.

Основные параметры и характеристики станда приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические данные станда обкатки ДВС

Наименование показателя, единицы измерения	Норма
«Тип Привод Станция гидропривода:	стационарный гидравлический
– мощность электродвигателя, кВт	5,5
– частота вращения электродвигателя, об/мин	1500
– тип насоса	НШ 32
Рабочее давление в гидросистеме, МПа	10
Максимальное усилие, развиваемое гидроцилиндрами, кН (кгс)	17,64 (17640)
Количество обслуживающего персонала, чел	1
Средний срок службы до списания, лет	8» [9].

«Стенд обкаточно-тормозной имеет основные узлы: двигатель-тормоз АКБ-102-4 в сборе с весовым механизмом и пультом управления, подвижная рама с гидроприводом, водяной реостат, приборный щиток, бачок для топлива и устройство для замера расхода топлива» [19].

Подвижная рама стенда включает в себя следующие узлы:

- продольные и поперечные полозья, связанные между собой зажимами (рисунок 2);

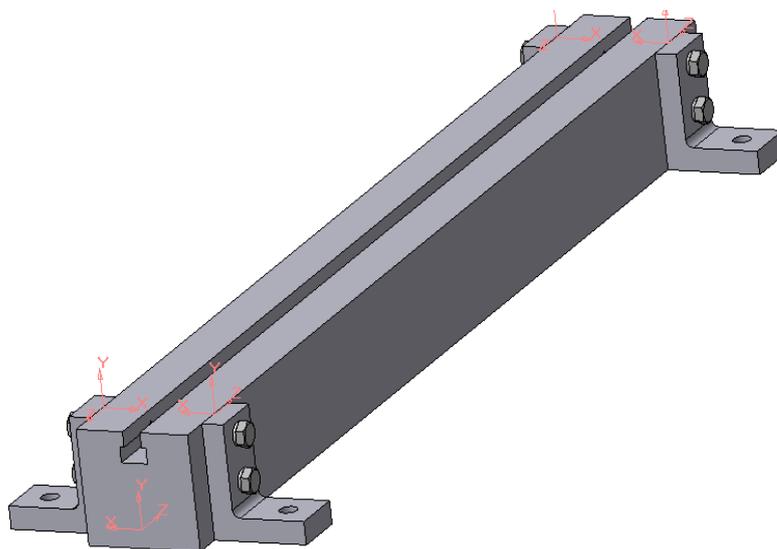


Рисунок 2 – Полоз

- колонны, установленные на полозьях, имеющие возможность свободно перемещаться по ним (рисунок 3). Спецификация на колонну представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2);

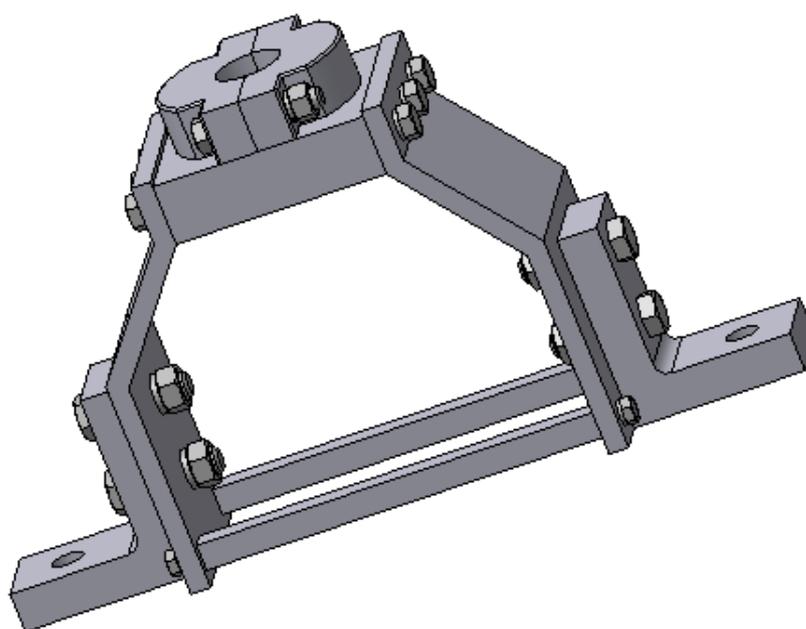


Рисунок 3 – Колонна

- гидроцилиндры, корпуса которых зафиксированы в колоннах, при помощи сухарей (рисунок 4);

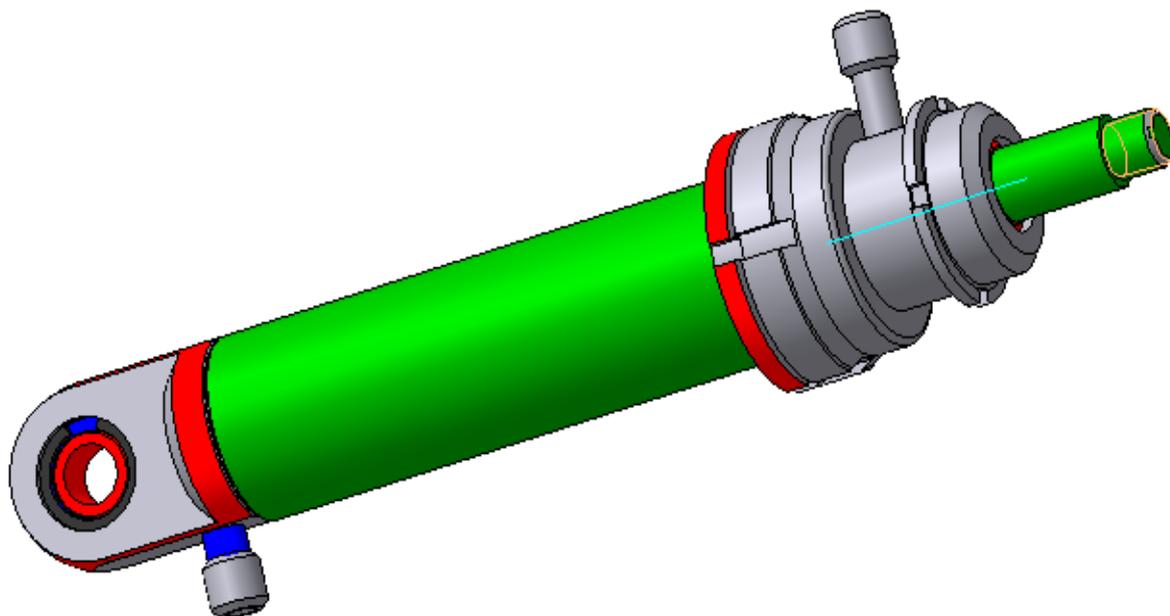


Рисунок 4 – Гидроцилиндр

- подставка съемная, для фиксирования двигателей легковых автомобилей (за кожух сцепления, рисунок 5);

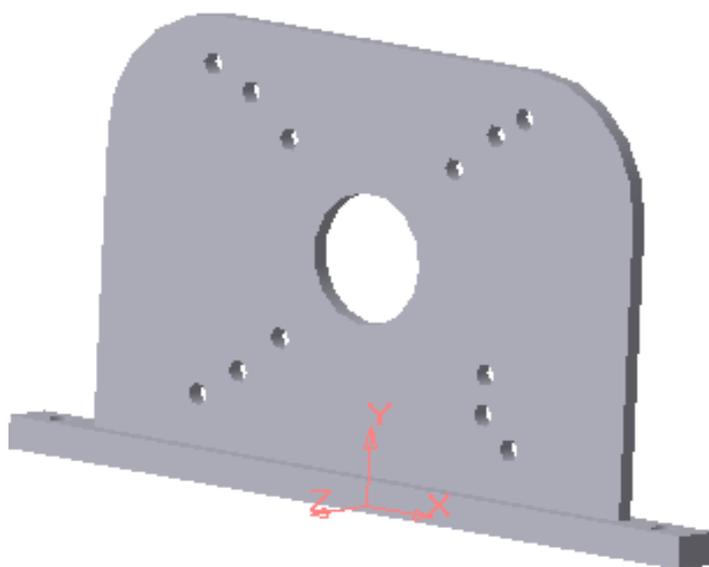


Рисунок 5 – Подставка съемная

- зажимы, состоящие из нестандартной гайки и воротка (рисунок 6);

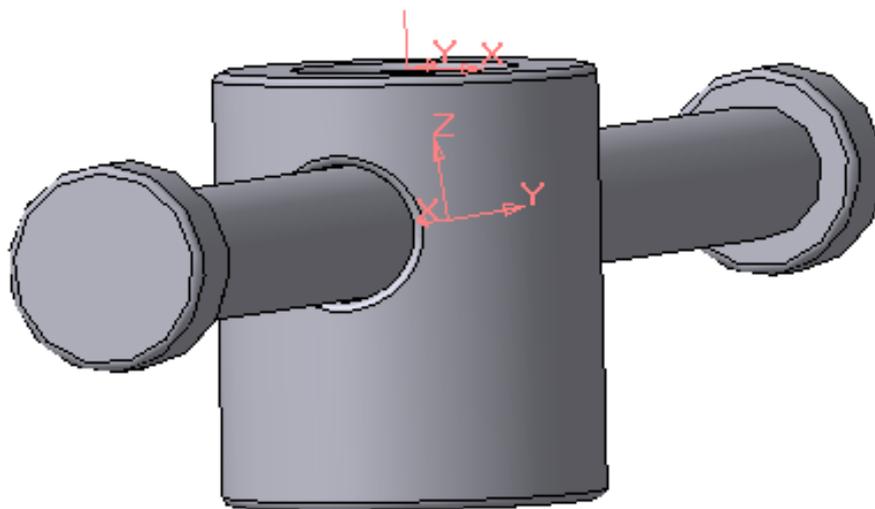


Рисунок 6 – Зажим

Станция управления гидроцилиндрами расположена вне стенда с левой стороны и включает в себя станцию гидропривода, электрошкаф, гидрпанель и трубопроводы.

«Станция гидропривода служит для подачи масла под давлением в гидроцилиндры и состоит из электродвигателя, гидронасоса, предохранительного клапана, фильтров.

Приборный щиток служит для размещения электроаппаратуры. На задней стенке щитка расположен магнитный пускатель, трансформатор, предохранитель, блоки зажимов. На боковой стенке щитка установлен автоматический выключатель» [13].

Ввод электропроводов осуществляется через отверстия с сальниками, находящимися на дне щитка.

Пульт управления находится справа от приборного щитка.

На пульте управления размещены сигнальные лампы, кнопка «Пуск» для включения гидропривода, кнопки для включения гидроцилиндров, кнопки для отключения гидропривода и стенда.

«Двигатель устанавливается на опоры стенда, фиксируется и посредством гидроцилиндров – под каждой опорой, выверяется относительно вала электродвигателя. Гидроцилиндры работают попарно, что позволяет

наиболее точно установить двигатель. Стенд устроен таким образом, что при изменении расстояния между верхними ползьями и гидроцилиндрами посредством их свободного скольжения, появляется возможность обкатки двигателей на четырех опорах с различным расстоянием между ними. Положение гидроцилиндров и ползьев фиксируется зажимами. На стенд двигатель устанавливается при помощи кран-балки» [17].

Возможные неисправности стенда и методы наиболее простого их выявления и устранения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характерные неисправности стенда и методы их устранения

Наименование неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
«Гидроцилиндры не развивают заданного усилия	Предохранительный клапан не настроен на определенное давление. Сломан гидронасос. Вышла из строя муфта гидронасоса	Настроить на давление 14 МПа Заменить Заменить
При включении гидропривода электродвигатель не работает	Утечка масла через соединение. Недостаточно масла в баке. Неисправна электроаппаратура. Обрыв провода	Подтянуть. Долить до уровня. Проверить и устранить неисправность. Соединить» [8].

«Техническое обслуживание стенда необходимо проводить со следующей периодичностью:

- еженедельно проверять состояние электроаппаратуры и ее регулировку, чтобы обеспечить ее четкое срабатывание;
- не реже одного раза в год продувать всю находящуюся в приборном щитке электроаппаратуру сжатым воздухом;
- не реже одного раза в год места под болты заземления зачищать до блеска и покрывать смазкой ЦИАТИМ-201 по ГОСТ 6267-74» [1].

«Монтаж стенда осуществляют в следующей последовательности:

- стенд устанавливают в здании размещения «4» по ГОСТ 15150-69 и помещения пожарной безопасности «В» согласно СНИП II-М. 2-72;

- устанавливают стенд на виброизолирующую подушку ОВ-31;
- устанавливают станцию управления с правой стороны стенда;
- подсоединяют трубопроводы и рукава к соответствующим позициям на станции управления;
- закрывают трубопроводы и рукава кожухом;
- устанавливают пульт управления на кронштейн с правой стороны стенда и закрепляют;
- подсоединяют металлорукав к станции;
- подключают стенд к питающей электросети и заземляют подсоединением заземляющего цехового контура к основанию станции управления и стенда;
- заливают в бак гидропривода веретенное масло АУ (ГОСТ 1642-50), до верхней отметки уровня масла;
- проверяют работу стенда в холостую (работу гидроцилиндров);
- проверяют наружным осмотром все соединения трубопроводов и рукавов и при необходимости подтягивают;
- настраивают предохранительный клапан на давление 14 МПа (140 кгс/см²)» [8].

2.3 Конструкторские расчеты

Выбор рабочей жидкости.

«Жидкость в гидроприводе предназначена для подачи энергии и для надежной смазки его подвижных элементов.

Согласно диапазону колебания температуры окружающей среды от минус 30 до плюс 40°С, в дипломном проекте принимается марка рабочей жидкости: масло веретенное АУ (ГОСТ 1642-50).

- плотность: от 886 до 896 кг/м³,
- вязкость: 13 сСт,

- температура застывания: минус 45°C,
- температура вспышки в открытом тигле: 163°C,
- диапазон температур: от минус 35 до плюс 60°C» [11].

Определение диаметра гидроцилиндра.

«Диаметр гидроцилиндра определяют по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{к}}{P_{НОМ} \cdot \pi \cdot \eta_{ц}}}, \quad (1)$$

где $\eta_{ц}$ – КПД гидроцилиндра, принимается от 0,9 до 0,97;

$P_{к}$ – усилие на штоке гидроцилиндра;

$P_{НОМ}$ – номинальное давление в гидроприводе.

Усилие на штоке гидроцилиндра определяем по формуле:

$$P_{к} = G = m \cdot g, \quad (2)$$

где m – масса наиболее тяжелого обкатываемого двигателя, принимается равной 1800 кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²» [11].

$$P_{к} = 1800 \cdot 9,81 = 17,64 \text{ кН},$$

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17640}{10 \cdot 3,14 \cdot 0,97}} = 54 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр цилиндра равным 63 мм и ход поршня равным 360 мм.

«Диаметр штока определяют в зависимости от величины хода поршня. Если выполняется условие, что ход поршня меньше десяти его диаметров, то, можно принимать диаметр штока, в зависимости от давления рабочей жидкости в системе» [16].

При рабочем давлении жидкости от 6,4 до 10 МПа диаметр штока вычисляются по формуле:

$$d = 0,5 \cdot D_{\psi}, \quad (3)$$

$$d = 0,5 \cdot 63 = 31,5 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр штока ближайший больший, согласно ГОСТ 6540-68 равным 32 мм.

Основные размеры гидроцилиндра сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Основные размеры гидроцилиндра

D , мм	d , мм, $\varphi = 1,6$	D_1 , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	b , мм	r_{max} , мм	l_{min} , мм
63	32	83	M22x1,5	32	32	45	45

«Определяем расход жидкости, по формуле:

$$Q_H = \frac{\pi \cdot v \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4)$$

где v – заданная скорость, принимается равной 0,13 м/с» [6].

$$Q_H = \frac{3,14 \cdot 0,13 \cdot (0,063^2 - 0,032^2)}{4} = 3,17 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 31,7 \frac{\text{см}^3}{\text{об}}.$$

Для работы гидропривода принимается шестеренный насос НШ-32.

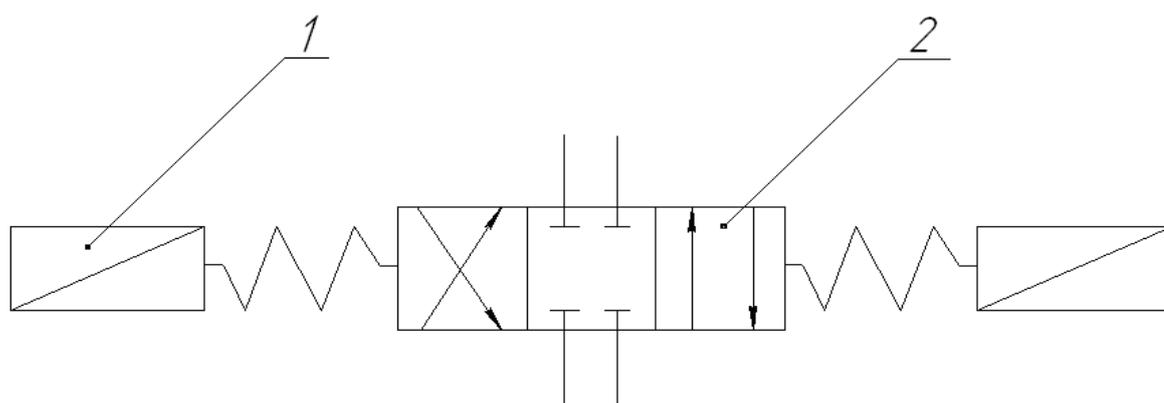
Техническая характеристика шестеренного насоса НШ-32 приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Техническая характеристика шестеренного насоса НШ-32

Марка насоса	Рабочий объем, см ³ /об	Давление, МПа		Частота вращения, об/мин			Мощность, насоса, кВт	КПД	Масса, кг
		ном.	макс	ном.	мин.	макс			
НШ-32	31,7	10	14	500	200	920	8,68	0,92	6,6

«Гидрораспределители потока применяются в целях изменения направления движения рабочей жидкости, а также осуществления реверса рабочего органа» [7].

В расчетном гидроприводе применяем золотниковый реверсивный гидрораспределитель с электромагнитным управлением (рисунок 7).



1 – электромагнит; 2 – золотник

Рисунок 7 – Схема золотникового реверсивного гидрораспределителя с электромагнитным управлением

Техническую характеристику, выбранного гидрораспределителя, сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Техническая характеристика гидрораспределителя Р 20

Марка распределителя	Условный проход, мм	Поток жидкости, л/мин		Давление, МПа		Допускаемое давление на сливе, МПа
		ном.	макс.	ном.	макс.	
Р 20	20	100	125	16	17,5	0,8

Расчет трубопроводов.

«Внутренние диаметры трубопроводов (всасывающих, нагнетательного, сливного), определяют по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot V}}, \quad (5)$$

где V – допустимая скорость течения жидкости в трубопроводе» [11].

Параметры скоростей жидкости в гидросистеме приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Скорости потока жидкости в гидролиниях

Давление, МПа	Скорость потока, м/с		
	Сливная	Нагнетательная	Всасывающая
16	2	5,5	1

Диаметр всасывающего трубопровода:

$$d_{всас.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 31,7}{3,14 \cdot 1}} = 6 \text{ мм.}$$

Диаметр нагнетательного трубопровода:

$$d_{наг.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 31,7}{3,14 \cdot 5,5}} = 3 \text{ мм.}$$

Диаметр сливного трубопровода:

$$d_{сл.} = \sqrt{\frac{4 \cdot 31,7}{3,14 \cdot 2}} = 5 \text{ мм.}$$

Прочностной расчет элементов рамы стенда.

Выполним проверку прочности болтов колонны на срез (болты М14×1,5) (рисунок 8).

Материал: Сталь 10 по ГОСТ 1051-73, допускаемое напряжение равняется 100 Н/мм².

«Прочность определяется по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{P_K}{A_{ср}} \leq [\tau_{ср}] \quad (6)$$

где A_{cp} – площадь среза болта, мм²» [6].

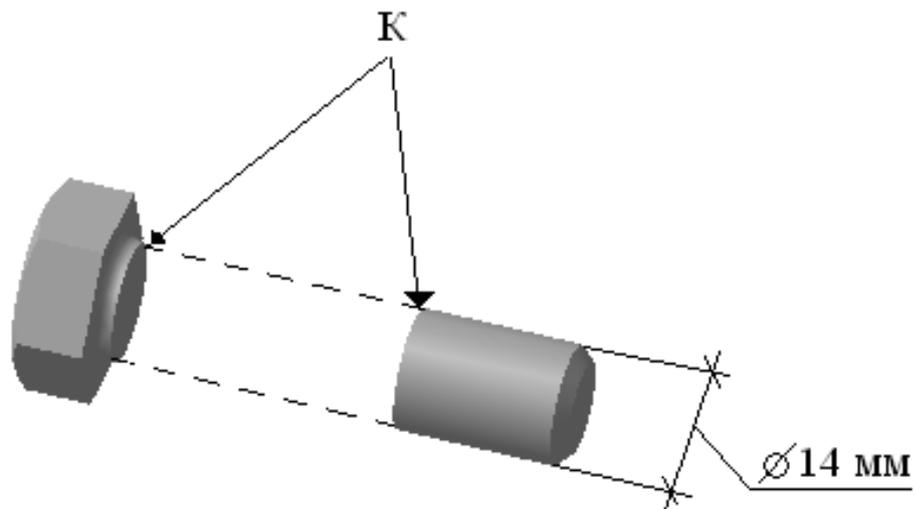


Рисунок 8 – Схема для расчета болта (М14×1,5) на срез

$$A_{cp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (7)$$

$$A_{cp} = \frac{3,14 \cdot 14^2}{4} = 154 \text{ мм}^2.$$

Количество болтов М14×1,5 – 4 штуки, но для придания запаса прочности, разделим нагрузку на 3.

$$\tau_{cp} = \frac{17640}{3 \cdot 154} = 38,18 < 100 \text{ Н/мм}^2.$$

Условие прочности выполняется с большим запасом.

Выполним проверку прочности болтов колонны на срез (болты М16×2) (рисунок 9).

Материал: Сталь 10 по ГОСТ 1051-73, допускаемое напряжение 100 Н/мм².

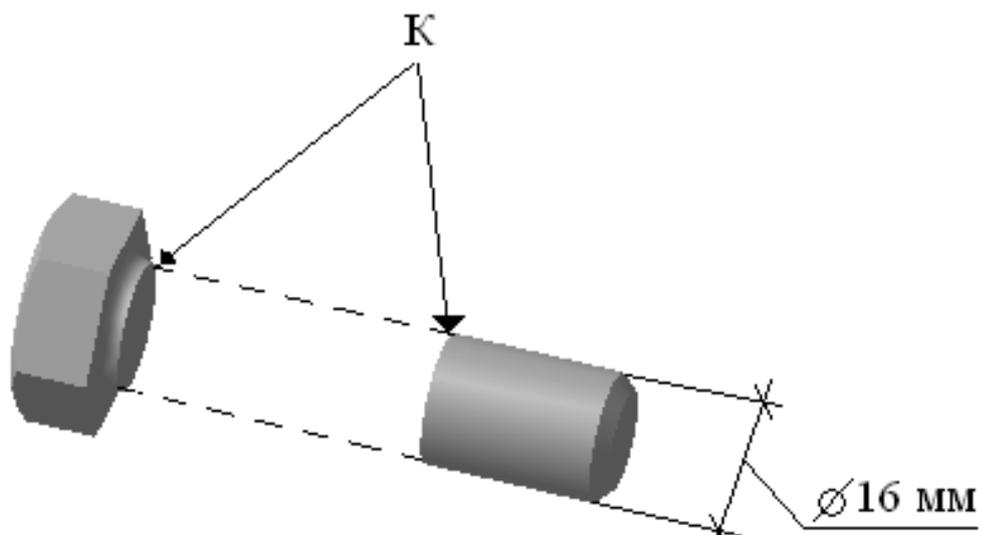


Рисунок 9 – Схема для расчета болта (M16×2) на срез

Площадь среза болта определяется по формуле (7):

$$A_{cp} = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} = 201 \text{ мм}^2.$$

Количество болтов M16×2 – 6 штук, но для придания запаса прочности, разделим нагрузку на 5.

$$\tau_{cp} = \frac{17640}{5 \cdot 201} = 17,55 < 100 \text{ Н/мм}^2.$$

Условие прочности выполняется с большим запасом.

«Выполним проверку прочности штоков гидроцилиндров на изгиб.

Во всех точках поперечного сечения штока при поперечном изгибе возникают нормальные и касательные напряжения, но практически шток будет изгибаться в плоскости – К, самой удаленной от приложенного момента (рисунок 10)» [15].

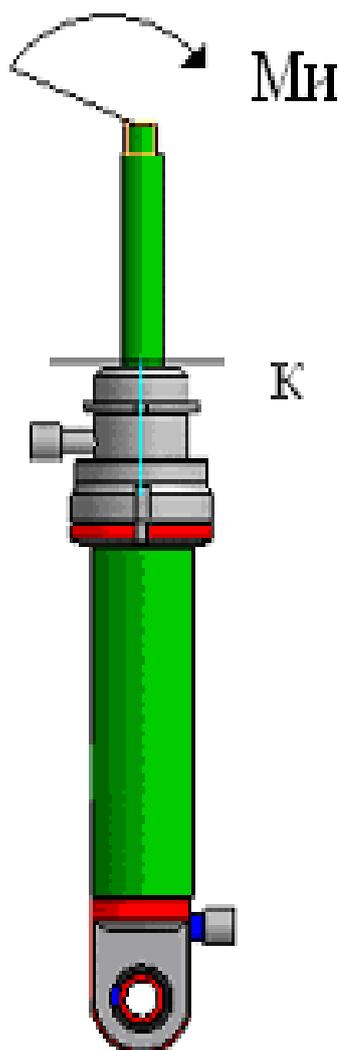


Рисунок 10 – Схема расчета штока на изгиб

Материал: Сталь 10 по ГОСТ 1050-88, предел текучести 260 МПа, а допускаемое напряжение на изгиб 200 Н/мм².

«Определяем максимальное напряжение:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\text{н}}}{W_x} < [\sigma_{\text{н}}], \quad (8)$$

где $M_{\text{н}}$ – изгибающий момент от маховика приведенный к штоку, принимаем равным 910 Н·м;

W_x – момент сопротивления сечения при изгибе, мм³.

$$W_x = 0,1 \cdot d^3, \quad (9)$$

где d – диаметр штока, принимаем равным 32 мм» [11].

$$W_x = 0,1 \cdot 32^3 = 3276,8 \text{ мм}^3.$$

Количество штоков – 4, но для придания запаса прочности, разделим нагрузку на 3.

$$\sigma_{\max} = \frac{910000}{3 \cdot 3276,8} = 92,57 < 200 \text{ Н/мм}^2.$$

Условие прочности выполняется с большим запасом.

Выводы по разделу.

При выполнении конструкторского раздела работы был осуществлен обзор конструкций стандов для обкатки двигателей, проведен анализ их достоинств и недостатков, на основании чего предложена конструкция модернизированного станда.

3 Технологический процесс обкатки двигателя

3.1 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].

Возможные неисправности и методы их устранения представлены в таблице 7.

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"

Продолжение таблицы 7

Причины неисправности	Способ устранения
«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» [12].
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» [12].
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» [13].
«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» [14].
«Неплотная установка заглушек масляных каналов или их отсутствие	Восстановите герметичность заглушек, установите отсутствующие заглушки» [6].
Посторонние стуки в прогретом двигателе при увеличении частоты вращения коленчатого вала	
Крутильные колебания шкива коленвала	Заменить шкив

Продолжение таблицы 7

Причины неисправности	Способ устранения
Натяжение ремня привода недостаточное или появление на нем трещин	Отрегулируйте натяжение ремня, замените поврежденный ремень
Ослабли крепления маховика	Затяните болты крепления маховика требуемым усилием
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» [12].
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» [13].
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» [13].

Следующим этапом предлагается разработать технологическую карту обкатки двигателя внутреннего сгорания.

3.2 Разработка технологической карты

Разработана технологическая карта режимов и параметров процесса обкатки двигателей, исполнителем работ является слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда.

4 Производственная и экологическая безопасность проекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса обкатки двигателя на стенде

Обеспечение безопасности человека в его повседневной деятельности, является важной целью, в условиях современного цивилизованного, социально-ориентированного, экономически стабильного мира.

В общем случае термин «безопасность» понимается как система «человек-машина-среда» в работе которой необходимо сохранить условие, при котором возникновение аварий устраняется с некоторой вероятностью.

В мире, особенно в последние годы, наблюдается интенсивный рост опасных процессов. С одной стороны, это опасные природные явления и стихийные бедствия, с другой стороны – техногенные аварии и катастрофы. За последние полвека число опасных стихийных бедствий увеличилось примерно в три раза, а ущерб от них – десять. При этом следует отметить, что процессы опасных природных явлений во многом связаны с деятельностью человека: деградация природной среды в результате сокращения лесного покрова, выбросов, изменения режимов природной воды, загрязнение воды и так далее.

«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» [27].

«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» [28].

«В целях обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств, а также их использования в бытовых целях для каждого товара/услуги разрабатывается паспорт безопасности» [27].

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на технологический процесс обкатки двигателя на стенде.

Таблица 8 – Паспорт безопасности на технологический процесс обкатки двигателя на стенде

Технологический процесс/операция	Содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс (ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Технологическое оборудование, приспособления, необходимые для обеспечения технологического процесса	Наименование материалов, веществ, средств защиты (Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н), необходимых для обеспечения технологического процесса
Обкатка двигателя на стенде	– установка двигателя на стенд; – подготовка двигателя к обкатке; – выполнение холодной обкатки двигателя;	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Ключи по размеру крепежных элементов: – рожковые, – накидные, – с трещоткой. Стенд для обкатки двигателей	Защитные хлопчатобумажные перчатки, очки, спецодежда, спецобувь

Продолжение таблицы 8

Технологический процесс/операция	Содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс (ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Технологическое оборудование, приспособления, необходимые для обеспечения технологического процесса	Наименование материалов, веществ, средств защиты (Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н), необходимых для обеспечения технологического процесса
	<ul style="list-style-type: none"> – выполнение горячей обкатки двигателя без нагрузки; – выполнение горячей обкатки двигателя под нагрузкой; – подготовка двигателя к демонтажу; – снятие двигателя со стенда. 			

4.2 Определение профессиональных рисков

«Процесс определения профессиональных рисков включает в себя процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов (далее – О и ВПФ) согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях разработки комплекса предупреждающих мероприятий в целях обеспечения безопасности труда» [27].

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе чего-то представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	О и ВПФ	Источник возникновения О и ВПФ
1. Установка двигателя на стенд. 2. Подготовка двигателя к обкатке	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях двигателя	Детали, узлы, агрегаты двигателя

Продолжение таблицы 9

Выполняемая работа	О и ВПФ	Источник возникновения О и ВПФ
3. Выполнение холодной обкатки двигателя 4. Выполнение горячей обкатки двигателя без нагрузки 5. Выполнение горячей обкатки двигателя под нагрузкой	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент, станки
	Повышенный уровень шума	Электроинструмент, станки
	Запыленность и загазованность воздуха	Пыль, поднимающаяся от работающего оборудования, транспорта
	Возможность поражения электрическим током	Электроинструмент, сварочный аппарат, станки
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	Однообразно повторяющиеся технологические операции при сборке/испытании» [27].
	Напряжение зрительных анализаторов	
Статические нагрузки, связанные с рабочей позой		

4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [27].

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации О и ВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их

воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Основные мероприятия по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков:

- а) «проведение специальной оценки условий труда позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [27].
- б) обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты и другими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;

- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, сушка и так далее), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами;
- з) 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» [26].

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: –инструктажи по охране труда; –содержание технических устройств в надлежащем состоянии» [27].	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)

Продолжение таблицы 10

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей, узлов, агрегатов	<p>Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания.</p> <p>Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией.</p> <p>Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> –обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; –предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; –знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; –обеспечение дистанционного управления оборудованием» [27]. 	<p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)</p>
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> –уменьшение величины шума на пути его распространения; –снижение шума в источнике; –проведение лечебно-профилактических мероприятий; –организационно-технические мероприятия (использование современных менее шумных технологических процессов и машин, – оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля; –контроль за уровнем шума и своевременное устранение его причин; –введение целесообразных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях); –архитектурно-планировочные меры – уменьшение шума еще на стадии проектирования; –организационно-технические промышленных зданий сооружений; –формирование зон защищенных от шума, целесообразное 	<p>Противошумные: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи, вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход; противошумные шлема и каски; противошумные костюмы</p>

Продолжение таблицы 10

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<p>размещение оборудования рабочих мест;</p> <p>–акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов.</p>	
<p>Возможность поражения электрическим током</p>	<p>К техническим мерам защиты от действия электрического тока относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> –изоляция токопроводящих элементов, –зануление, –заземление, –защитное отключение. <p>К организационным мерам защиты от действия электрического тока относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> –«оформление нарядов или распоряжений с полным указанием места и времени работы, ответственных лиц; –обучение персонала и оформление допуска; –надзор над проведением работ» [1]. <p>Технические средства защиты от действия электрического тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> –«изолирующие (диэлектрические перчатки, изолирующие клещи и штанги, слесарный инструмент с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, диэлектрические калоши, боты, подставки, коврики)» [27]; –предохранительные – «специальные средства индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность во время проведения электромонтажных работ в особо сложных условиях: на высоте, при световом, тепловом и механическом воздействии электрической дуги (предохранительные пояса, «когти», лестницы, защитные щитки, каски и очки, рукавицы 	<p>«Диэлектрические перчатки, изолирующие клещи и штанги, слесарный инструмент с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения» [27], диэлектрические калоши, боты, подставки, коврики, «предохранительные пояса, «когти», лестницы, защитные щитки, каски и очки, рукавицы из трудновоспламеняемых материалов, спецодежда, спецобувь, противогазы» [27]; щиты, ширмы, барьеры, клетки, заземляющие изгороди</p>

Продолжение таблицы 10

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	из трудновоспламеняемых материалов, спецодежда, спецобувь, противогазы)» [27]; –ограждающие для обеспечения коллективной безопасности (щиты, ширмы, барьеры, клетки, заземляющие и шунтирующие штанги, специальные знаки и плакаты).	
Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство световых проемов в стенах производственного помещения, световых фонарей на крыше здания, устройство дополнительного освещения на рабочем месте рабочего. Контроль за параметрами освещенности при помощи специального прибора люксметра-пульсметра	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	«Для предупреждения развития утомления, функционального перенапряжения и функциональных скелетно-мышечных нарушений работающих факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, не должны превышать допустимые величины и отвечать требованиям Руководства Р2.2.2006-05 медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ)» [9]: –«правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; –используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе.	–

Продолжение таблицы 10

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<p>В целях профилактики развития утомления, перенапряжения существенное значение имеет соответствие конструкции производственного оборудования, ручного инструмента требованиям эргономики, антропометрическим данным, физиологическим и психологическим возможностям работающего человека» [27].</p>	
<p>Монотонность труда, вызывающая монотонию</p>	<ul style="list-style-type: none"> –расширение круга обязанностей; –усложнение работы или обогащение такими функциями и обязанностями, которые способны сыграть роль стимулов для того или иного сотрудника; –руководитель должен установить режим работы сотрудников. <p>«Принципы и методология определения количества и продолжительности перерывов на отдых, являются едиными. С сокращением рабочего дня потребность в отдыхе может возрасти, поскольку, увеличивается интенсивность труда» [31].</p> <p>Обратить внимание на социальные и физические условия труда: уровень шума в помещении, цветовая гамма помещения, освещение.</p> <p>Правильное оформление помещений требует логического соответствия формы и цвета</p>	<p>–</p>

4.4 Пожарная безопасность

К пожарной безопасности зданий и сооружений следует относиться со всей ответственностью, при этом требования по пожарной безопасности регулируются сводом правил (СНиП). Свод правил по пожарной безопасности (СНиП) – нормативные документы, в соответствии с которыми производится проектирование противопожарной защиты зданий и

сооружений СНИП о пожарной безопасности представляют собой документ, в котором прописаны правила, которым нужно следовать, начиная от проектирования и заканчивая периодом эксплуатации. Те или иные здания (сооружения) принято классифицировать по двум категориям – конструктивной и функциональной пожарной опасности. Кроме того, все здания категорируют по огнестойкости. Степень огнестойкости сооружений находится в прямой зависимости от огнестойкости конструкций несущего типа (стен, перекрытий).

Любое здание в зависимости от степени огнестойкости должно быть оборудовано:

- подъездными путями для пожарной техники,
- наружными пожарными лестницами,
- системой противодымной защиты,
- противопожарным водопроводом,
- средствами, облегчающими выходы на чердак.

При организации противопожарной безопасности нужно уделять особое внимание системам и средствам предотвращения распространения пожара по всей площади помещений. Существуют определенные требования к использованию тех или иных материалов для облицовки различных поверхностей. Кроме того, в любом здании (сооружении) должна быть размещена сигнализация, а также первичные средства пожаротушения и противопожарные преграды.

Противопожарная безопасность в здании должна быть организована таким образом, чтобы в случае обнаружения возгорания люди могли максимально быстро покинуть помещение. Эвакуационные пути должны быть предохранены от опасных факторов пожара, это возможно благодаря внедрению комплекса конструктивных, технических и инженерных решений. Организация пожарной безопасности в любом здании – обязательная и необходимая мера, к этому процессу следует подойти со всей

ответственностью, без экономии средств на обустройство систем противопожарной защиты и средств пожаротушения.

Каждый руководитель объекта должен осуществлять необходимый комплекс мер по предотвращению пожаров на объекте на постоянной основе.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе чего-то представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень мероприятий, направленных на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки двигателя

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
«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» [29].
«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» [29].
«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» [27].
«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» [29].
«Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [28].

4.5 Экологическая безопасность технологического процесса обкатки двигателя

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса обкатки двигателя представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов обкатки двигателя

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Обкатка двигателя	Мелкие частицы пыли в окружающем воздухе, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей, а также в результате ее пролива, утечки, в процессе утилизации	Не обнаружено	«Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [28].

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия при обкатке двигателя представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки двигателя

Перечень мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки двигателя на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
Применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена	Экологический контроль за утилизацией и захоронением сточных вод, осадков, выбросов вредных веществ	Спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Металлический лом, стружка отправляется на переплавку. Твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются / сжигаются

Вывод по разделу.

В разделе «Производственная и экологическая безопасность проекта»:

- разработан паспорт безопасности на технологический процесс обкатки двигателя (таблица 8);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе обкатки двигателя (таблица 9) и определены пути их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе обкатки двигателя (таблицы 11, 12);
- определены мероприятия, способствующие снижению негативного антропогенного воздействия технологического процесса обкатки двигателя (таблица 13).

5 Экономическая эффективность проекта

В целях определения эффективности внедрения универсального станда для обкатки и испытания двигателей необходимо выполнить сравнительный анализ данной конструкции со стандом аналогичной конструкции. За аналог принимаем бывший в употреблении станд КИ-5274ГЗ, стоимостью 210000 р.

5.1 Расчет капитальных вложений

«Рассчитаем полную стоимость проектируемого станда по формуле:

$$K_{\Pi} = M + 3\Pi + C_C + C_H + C + \Pi, \quad (10)$$

где M – стоимость оборудования, основных и вспомогательных материалов, используемых при изготовлении станда, р.;

3Π – основная и дополнительная заработная плата рабочих занятых изготовлением рамы станда, руб.;

C_H – отчисления на социальный налог, 26 % от ФОТ, р.;

C_C – отчисления на социальное страхование 2,1% от ФОТ, р.;

C – расходы на содержание оборудования, используемого при изготовлении рамы станда, р.;

Π – прочие затраты на изготовление станда, р.» [29].

Сводный расчет по стоимости оборудования, основных и вспомогательных материалов станда приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет стоимости оборудования и материалов станда

Наименование конструктивного элемента	Количество, единица измерения	Марка материала/модель оборудования	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Оборудование станда				
Электрические двигатели	2 шт.	АКБ-92-4	131760	131760
		А4112М4	5600	5600

Продолжение таблицы 10

Наименование конструктивного элемента	Количество, единица измерения	Марка материала/модель оборудования	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Электрический шкаф	1 шт.	5540.03	1250	1250
Гидравлический распределитель	3 шт.	P 20	1800	5400
Водяной реостат	1 шт.	5540.02	632	632
Масляный насос	1 шт.	НШ-32	1900	1900
Гидравлические шланги	6 шт.	–	185	1110
Весовой механизм	1 шт.	(95 кгс·м)	1430	1430
Масляный насос	1 шт.	ЭМН-5/3-2	2800	2800
Масляный фильтр	1 шт.	ФГТ-30	1200	1200
Топливный бачок	1 шт.	1019-505-00	1500	1500
Резервуар для масла	1 шт.	С- 205	980	980
Гидравлический цилиндр	4 шт.	Ц63 500.160.02	1536	6144
Основные материалы рамы				
Полозья: – нижние	155, (2 шт.)	СЧ15 ГОСТ 1412-85	8,86	1356
– верхние	103, (2 шт.)		8,86	901
Прокат листовой	64	Ст.3	9,31	593
Вспомогательные материалы рамы				
Крепежные изделия:	–	–	–	150
Смазка	0,5	Литол-24	20	20
Краска	1	ПФ-115	60	60
Итого:				165376

5.2 Расчет заработной платы

«Изготовлением рамы универсального стенда для обкатки и испытания двигателей заняты следующие рабочие:

- станочник 4 разряда – 8 часов,
- слесарь 3 разряда – 5 часов,
- сварщик 5 разряда – 10 часов» [16].

«Рассчитаем тарифную заработную плату по формуле (11):

$$TZП = t \cdot TC_i, \quad (11)$$

где t – время работы, час;

$ТС_i$ – часовая тарифная ставка рабочего i -ого разряда и профессии, руб.» [23].

«Рассчитаем премию рабочего по формуле (12):

$$П_p = \frac{ТЗП \cdot 30\%}{100\%}. \quad (12)$$

Рассчитаем доплаты по районному коэффициенту по формуле (13):

$$К_p = \frac{(ТЗП + П_p) \cdot 30\%}{100\%}. \quad (13)$$

Рассчитаем основную заработную плату по формуле (14):

$$ОЗП = ТЗП + П_p + К_p. \quad (14)$$

Рассчитаем дополнительную заработную плату по формуле (15):

$$ДЗП = \frac{ОЗП \cdot 12\%}{100\%}. \quad (15)$$

Рассчитаем общую заработную плату по формуле (16):

$$ЗП_{общ} = ОЗП + ДЗП. \quad (16)$$

Полученные по результату расчета значения основной и дополнительной заработной платы рабочих, занятых изготовлением рамы стенда представлены в таблице 11» [7].

Таблица 11 – Основная и дополнительная заработная плата рабочих

Должность работника (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Количество рабочих, чел	Время работы, ч.	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная заработная плата, руб.	Доплаты, руб.		Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Общая заработная плата, руб.
						премия	районный коэффициент			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Токарь	1	8	4	91,39	731,12	219,34	285,14	1235,59	148,27	1383,86
Сварщик	1	10	5	96,48	964,80	289,44	376,27	1630,51	195,66	1826,17
Слесарь	1	5	3	87,42	437,10	131,13	170,47	738,70	88,64	827,34
Итого:										4037,38

«Единый социальный налог составляет 26% от общей заработной платы и определяют по формуле:

$$C_H = \frac{\Sigma ЗП_{общ} \cdot 26\%}{100\%}, \quad (17)$$

где $\Sigma ЗП_{общ}$ – суммарная общая заработная плата» [23].

$$C_H = \frac{4037,38 \cdot 26\%}{100\%} = 1049,72 \text{ р.}$$

Отчисление на обязательное страхование от несчастных случаев составляют 2,1% от общей заработной платы и определяют по формуле:

$$C_C = \frac{\Sigma ЗП_{общ} \cdot 2,1\%}{100\%}, \quad (18)$$

$$C_C = \frac{4037,38 \cdot 2,1\%}{100\%} = 84,78 \text{ р.}$$

5.3 Расходы на содержание оборудования

Для изготовления рамы универсального станда для обкатки и испытания двигателей используется следующее технологическое оборудование:

- станок токарно – винторезный модели 16К20, мощность оборудования 10 кВт, время работы 1,5 часа;
- станок фрезерный модели 81Ф20, мощность оборудования 20 кВт, время работы 4 часа;
- аппарат сварочный модели СА-5, мощность оборудования 20 кВт, время работы 10 часов;
- сверлильный станок 2Н135, мощность оборудования 4,5 кВт, время работы 2,5 часа.

«Рассчитаем расходы на содержание оборудования по формуле (19):

$$C_c = \mathcal{E} + A + P + C_{\text{проч}}, \quad (19)$$

где \mathcal{E} – стоимость электроэнергии;

A – амортизационные отчисления;

P – отчисления на текущий ремонт;

$C_{\text{проч}}$ – прочие неучтенные расходы» [29].

«Расход электроэнергии определяют по формуле (20):

$$W = N_{\mathcal{E}} \cdot t \cdot \eta_3 \cdot \eta_c, \quad (20)$$

где $N_{\mathcal{E}}$ – установленная мощность электродвигателей, кВт;

t – время работы оборудования, час;

η_3 – коэффициент загрузки оборудования, принимается равным 0,8;

η_c – коэффициент спроса по мощности, принимается равным 0,6» [29].

$$W = 10 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,6 + 20 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 0,6 + 20 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,6 + \\ + 4,5 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 144,84 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

«Стоимость электроэнергии определяют по формуле:

$$\mathcal{E} = W \cdot m, \quad (21)$$

где m – тариф за один кВт·ч., принимается равным 3,02 р.» [29].

$$\mathcal{E} = 144,84 \cdot 3,02 = 437,41 \text{ р.}$$

«Амортизационные отчисления и отчисления на текущий ремонт определяют по действующим нормативам от балансовой стоимости оборудования пропорционально удельному весу времени работы оборудования при изготовлении рамы станда» [29].

Рассчитанные значения амортизационных отчислений и отчислений на текущий ремонт оборудования представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Амортизационные отчисления и отчисления на текущий ремонт

Оборудование	Балансовая стоимость, руб.	Нормы отчислений, %		Фонд рабочего времени, ч.			Отчисления, руб.	
		На амортизацию	На текущий ремонт	За год	На изготовление	Удельный вес, %	На амортизацию	На текущий ремонт
Станки:								
– токарный;	120000	12	3	1949	1,5	0,08	11,52	2,88
– фрезерный;	158000				4	0,21	39,82	9,95
– сверлильный	45000				2,5	0,13	7,02	1,76
Сварочный аппарат	20000	12	3	1949	10	0,51	12,24	3,06
Итого:							70,6	17,65

«Рассчитаем годовой фонд рабочего времени единицы оборудования по формуле (22):

$$\Phi_p = (D_p \cdot K_{CM} \cdot T_{CM} - \Phi_C) \cdot K_{II}, \quad (22)$$

где D_p – число рабочих дней в году в РММ, дни;

K_{CM} – коэффициент сменности работы РММ, принимается равным 1;

T_{CM} – продолжительность смены, час, принимается равной 8 ч.;

Φ_C – сокращенные дни на 1 час, равны количеству предпраздничных дней, принимаются равными 11 дням;

K_{II} – коэффициент, учитывающий простои станков в ремонте, принимается равным 0,98» [29].

«Количество дней работы РММ определяется по формуле:

$$D_p = D_K - D_B - D_{II}, \quad (23)$$

где D_K – календарное число дней в году, принимается равным 365 дней;

D_B – число выходных дней, по режиму работы РММ, принимается равным 104 дня;

D_{II} – число праздничных дней в году, дни, принимается равным 11 дней» [29].

$$D_p = 365 - 104 - 11 = 250 \text{ дня,}$$

$$\Phi_p = (250 \cdot 1 \cdot 8 - 11) \cdot 0,98 = 1949 \text{ часов..}$$

Рассчитаем прочие неучтенные расходы на содержание оборудования по формуле (24):

$$C_{\text{проч}} = \frac{(\mathcal{E} + A + P) \cdot 5\%}{100\%}, \quad (24)$$

$$C_{\text{проч}} = \frac{(437,41 + 70,6 + 17,65) \cdot 5\%}{100\%} = 26,28 \text{ р.}$$

$$C = 437,41 + 70 + 17,62 + 26,28 = 551,31 \text{ р.}$$

Рассчитаем прочие неучтенные расходы на изготовление станда по формуле (25):

$$П = \frac{(M + 3П + C_c + C_H + C) \cdot 5\%}{100\%}, \quad (25)$$

$$П = \frac{(165376 + 4037,38 + 1049,72 + 15,89 + 551,31) \cdot 5\%}{100\%} = 8551,15 \text{ р.}$$

$$K_{\text{п}} = (165376 + 4037,38 + 196,78 + 15,89 + 551,31 + 8551,15) = 178728,51 \text{ р.}$$

5.4 Расчет текущих затрат на эксплуатацию станда

«В результате внедрения новой конструкции станда для обкатки двигателей сам процесс обкатки остается неизменным, но при этом уменьшается время на работы, связанные с установкой двигателя на раме станда, то для того, чтобы оценить экономическую целесообразность внедрения проектируемого изделия, необходимо сравнить текущие затраты на эксплуатацию станда с базовым вариантом» [26].

Рассчитаем затраты на эксплуатацию станда по формуле (26):

$$З_{\text{п}} = 3П + C_c + C_H + C + C_{\text{проч}}, \quad (26)$$

Рассчитаем тарифный фонд повременной заработной платы рабочих по формуле (27):

$$\Phi ЗП_{\Pi} - ТС_{СР} \cdot Т_{Г}. \quad (27)$$

Тарифный фонд повременной заработной платы рабочих представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчёт тарифного фонда повременной заработной платы

Вариант/профессия/ количество рабочих	Номер разряда	Трудоёмкость, чел. · ч.	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифный фонд заработной платы, руб.
Базовый/слесарь (5 человек)	3	6620,5	87,42	578764,11
Проектный/слесарь (3 человек)	3	5207,03	87,42	455198,56

Процент премии составляет 30 %, доплаты по районному коэффициенту составляют 30% от тарифного фонда заработной платы.

«Рассчитаем премию по формуле (28):

$$П_{\Pi P} = \frac{ТФЗП \cdot \% \Pi P}{100\%}, \quad (28)$$

где % ΠP – процент премиальных отчислений, принимается равным 30 %» [29].

«Рассчитаем доплаты по районному коэффициенту по формуле (29):

$$П_{PK} = \frac{(ТФЗП + П_{\Pi P}) \cdot \% PK}{100\%}, \quad (29)$$

где % PK – процент доплат по районному коэффициенту, принимается равным 30%» [29].

Рассчитаем основной фонд заработной платы по формуле (30):

$$\Phi ЗП_{осн} = Т\Phi ЗП + П_{пр} + П_{рк}. \quad (30)$$

Рассчитаем дополнительную заработную плату по формуле (31):

$$\Phi ЗП_{доп} = \frac{\Phi ЗП_{осн} \cdot \% \Phi ЗП_{доп}}{100\%}, \quad (31)$$

$$\% \Phi ЗП_{доп} = \frac{Д_{отп} \cdot 100\%}{Д_{кал} - Д_{вых.пр} - Д_{отп}} + 1\%,$$

$$\% \Phi ЗП_{доп} = \frac{30 \cdot 100\%}{365 - 104 - 30} + 1\% = 13\%.$$

Рассчитаем общий фонд заработной платы по формуле (32):

$$\Phi ЗП_{общ} = \Phi ЗП_{осн} + \Phi ЗП_{доп}. \quad (32)$$

Годовой фонд заработной платы представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Годовой фонд оплаты труда

Вариант/ профессия	Тарифный фонд, руб.	Доплаты, руб.		Основной фонд ЗП, руб.	ЗП дополнител ьная, руб.	Всего годовой фонд ЗП, руб.
		Премии	Районный коэффициент			
Базовый/ слесарь	578764,11	173629,2	225718	978111,346	127154,475	1105265,82
Проектный/ слесарь	455198,56	136559,57	177527,44	769285,57	100007,12	869292,69

Рассчитаем Единый социальный налог (далее – ЕСН) (26% от годовой заработной платы) по формуле (33):

$$С_H = \frac{\Phi ЗП \cdot 26\%}{100\%}, \quad (33)$$

$$С_H^Б = \frac{1105265,82 \cdot 26\%}{100\%} = 287369,11 \text{ р.}$$

$$C_{\text{Н}}^{\text{ПП}} = \frac{869292,69 \cdot 26\%}{100\%} = 226016,09 \text{ р.}$$

Рассчитаем отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев (2,1% от общей заработной платы) и определяют по формуле (34):

$$C_{\text{С}} = \frac{\text{ФЗП} \cdot 2,1\%}{100\%}. \quad (34)$$

$$C_{\text{С}}^{\text{Б}} = \frac{1105265,82 \cdot 2,1\%}{100\%} = 23210,58 \text{ р.}$$

$$C_{\text{С}}^{\text{ПП}} = \frac{869292,69 \cdot 2,1\%}{100\%} = 18255,14 \text{ р.}$$

«Рассчитаем затраты на содержание станда по формуле:

$$C = \mathcal{E}_{\text{д}} + C_{\text{М}} + A + P + \Pi, \quad (35)$$

где $\mathcal{E}_{\text{д}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$C_{\text{М}}$ – затраты на приобретение масла для гидросистемы станда, р.;

A – отчисления на амортизацию станда, р.;

P – отчисления на ремонт станда, р.;

Π – прочие расходы на содержание станда, р.» [29].

«Принцип работы станда для обкатки двигателей основан на гидрообъемном принципе, с приводом от электрического двигателя. Заправочная емкость трех стандов составляет 60 литров масла, которое меняется раз в год. Поскольку станд для обкатки является нестандартным оборудованием, норм расхода масла для него нет, поэтому для обеспечения работы станда принимаем гидравлическое масло ИГП-114 в количестве 70 литров в год. Гидропривод приводится в действие от электрического двигателя 4А100L2 мощностью 5,5 кВт» [26].

«Рассчитаем расход электроэнергии по формуле (36):

$$W = N_{НОМ} \cdot t \cdot \eta_3 \cdot \eta_c, \quad (36)$$

где $N_{НОМ}$ – установленная мощность электродвигателей одного станда;

t – время работы электродвигателя одного станда;

η_3 – коэффициент загрузки оборудования, принимается равным 0,8;

η_c – коэффициент спроса по мощности, принимается равным 0,6»

[29].

При базовом варианте время работы электродвигателя 189,5 ч.

Расчет продолжительности работы силового электродвигателя и привода гидравлического оборудования станда сводим в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет продолжительности работы силового и электрического двигателя привода гидросистемы станда

Модель автомобильного двигателя	Количество, шт.	Продолжительность использования электрического двигателя, мин		Общая продолжительность, мин.	
		Силовой	Привод	Силовой	Привод
А-01М	17	20+10+15 = 45	1,5	765	25,5
А-41	16	20+10+15 = 45	1,5	675	22,5
СМД	15	20+10+15 = 45	1,5	585	19,5
Д-50	18	20+10+15 = 45	1,5	810	27
КамАЗ	24	40+10+15 = 65	2,5	1885	72,5
ЯМЗ-236	25	30+10+15 = 55	2	1485	54
ЯМЗ-238	28	30+10+15 = 55	2	1265	46
ЯМЗ-240	30	30+10+15 = 55	2	1320	48
Итого				8790	315
в том числе в часах:				146,5	5,25

$$W_B = 100 \cdot 189,5 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 9096 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$W_{ПР} = (120 \cdot 146,5 \cdot 0,8 \cdot 0,6) + 5,5 \cdot 5,25 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 8042,12 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость электроэнергии определяют по формуле (21):

$$\mathcal{E}_B = 9096 \cdot 3,02 = 27\,469,92 \text{ р.},$$

$$\mathcal{E}_{IP} = 8042,12 \cdot 3,02 = 24\,287,20 \text{ р.}$$

Гидросистема учитывается только в проектом варианте стенда для обкатки двигателей.

«Рассчитаем стоимость масла по формуле (37):

$$C_M = V \cdot C_M, \quad (37)$$

где V – объем потребляемого масла в год;

C_M – цена литра масла, принимается равной 65 р./л.» [29].

«Объем заправочной емкости гидросистемы стенда 50 л. Периодичность замены масла – один раз в год. Так как разрабатываемый стенд для обкатки двигателей является нестандартным оборудованием, норм расхода масла для него нет, поэтому для обеспечения работы стенда принимаем гидравлическое масло ИГП-114 в количестве 70 л. в год» [29].

$$C_M = 70 \cdot 65 = 4550 \text{ р.}$$

Расчет отчислений на амортизацию и ремонт стенда ведем с учетом того, что нормативный срок службы стенда составляет 8 лет. Расчет амортизационных и ремонтных отчислений приводится в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет отчислений на амортизацию и ремонт стенда

Вариант	Балансовая стоимость, руб.	Нормы отчислений, %		За год	Отчисления, руб.	
		Амортизационные отчисления, %.	Затраты на текущий ремонт, %.		Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на текущий ремонт, руб.
Базовый	210000	12	3	6620,5	25200	6300
Проектный	182177,65	12	3	5207,03	21861,14	5465,33

Рассчитаем прочие неучтенные расходы на содержание стенда, принимают в размере 5% от суммы затрат на электрическую энергию, масло, амортизацию и текущий ремонт по формуле:

$$\begin{aligned}
 П_{Б} &= 0,05 \cdot (9550,86 + 25200 + 6300) = 2052,54 \text{ р.}, \\
 П_{ПР} &= 0,05 \cdot (8444,23 + 1750 + 21861,14 + 5465,33) = 1876,04 \text{ р.}, \\
 С_{Б} &= 9550,86 + 25200 + 6300 + 2052,54 = 43103,34 \text{ р.}, \\
 С_{ПР} &= 8444,23 + 1750 + 21861,14 + 5465,33 + 1876,04 = 39396,74 \text{ р.}
 \end{aligned}$$

Затраты на эксплуатацию стенда с учетом прочих затрат, которые составляют 5% от прямых затрат, определяют по формуле:

$$\begin{aligned}
 С_{ПРОЧ.Б} &= 0,05 \cdot (1105265,82 + 287369,11 + 23210,58 + 43103,34) = 72947,44 \text{ р.}, \\
 С_{ПРОЧ.ПР} &= 0,05 \cdot (869292,69 + 226016,09 + 18255,14 + 39396,74) = 57648,03 \text{ р.}, \\
 З_{Б} &= 1105265,82 + 287369,11 + 23210,58 + 43103,34 + 72947,44 = 1531896,29 \text{ р.}, \\
 З_{ПР} &= 869292,69 + 226016,09 + 18255,14 + 39396,74 + 57648,03 = 1210608,69 \text{ р.}
 \end{aligned}$$

5.5 Экономическая оценка проекта

«Вывод об экономической целесообразности внедрения проектируемого изделия можно сделать, рассчитав показатели изменения прибыли за счет внедрения и срока окупаемости капитальных дополнительных вложений» [29].

«Рассчитаем изменение прибыли за счет текущих затрат по формуле (38):

$$\Delta П = З_{Б} - З_{П}, \quad (38)$$

где $З_{Б}$ и $З_{П}$ – затраты на обкатку одного двигателя в базовом и проектном варианте соответственно» [29].

$$\Delta\Pi = 1531896,29 - 1210608,69 = 321287,6 \text{ р.}$$

Рассчитаем прибыль, оставшуюся в распоряжении предприятия Π_o , р., по формуле (39):

$$\Pi_o = \Delta\Pi - H_{\Pi} - H_{И}.$$

Налог на прибыль составляет 24% от изменения прибыли:

$$H_{\Pi} = 321287,6 \cdot 0,24 = 77109,02 \text{ р.}$$

Налог на имущество составляет 2% от капитальных дополнительных вложений.

Капитальные дополнительные вложения определяют по формуле:

$$K = K_B - K_{\Pi}, \quad (58)$$

$$K = 210000 - 182177,65 = 27822,35 \text{ р.},$$

$$H_{И} = 27822,35 \cdot 0,02 = 556,45 \text{ р.}$$

$$\Pi_o = 321287,6 - 77109,02 - 556,45 = 243622,13 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяют по формуле

$$T = \frac{K}{\Pi_o}, \quad (59)$$

$$T = \frac{27822,35}{243622,13} = 0,11 \text{ г.}$$

Технико-экономические показатели представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Техничко-экономические показатели эффективности проекта

Показатель	Единица измерения	Значение показателя по вариантам	
		База	Проект
1 Капитальные вложения	р.	210000	182177,65
2 Дополнительные капитальные вложения	р.	–	27822,35
3 Текущие затраты, всего	р./год	1531896,29	1210608,69
3.1 Годовой фонд заработной платы	р.	1105265,82	869292,69
3.2 Социальный налог	р.	287369,11	226016,09
3.3 Социальное страхование	р.	23210,58	18255,14
3.4 ГСМ	р.	1750	1750
3.5 Амортизационные отчисления	р.	25200	21861,32
3.6 Отчисления на текущий ремонт	р.	6300	5465,33
3.7 Прочие	р.	–	7599,89
4 Трудозатраты	чел. час.	6620,5	5207,03
5 Прирост прибыли, всего	р.	–	321287,6
6 Прибыль, оставшаяся на предприятии	р.	–	243622,13
7 Срок окупаемости капитальных дополнительных вложений	лет	–	0,11

Вывод по разделу.

По результатам проведенного сравнительного анализа разрабатываемого универсального стенда для обкатки двигателей с базовым стендом для обкатки двигателей необходимо отметить, что балансовая стоимость проектируемого изделия ниже стоимости базового стенда и за счет уменьшения времени на подготовительно – заключительные операции и, следовательно, увеличения производительности, прирост прибыли составил 321287,6 р., при капитальных дополнительных вложениях 27822,35 р. Вследствие этого, срок окупаемости капитальных дополнительных вложений составит 0,11 лет. Таким образом, экономическая эффективность проектируемого стенда выше экономической эффективности базового стенда, и как следствие внедрение его в производство будет целесообразно.

Заключение

В начале исследования была поставлена цель – разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей с возможностью обкатки на стенде большого числа марок двигателей (грузовых, тракторов и легковых автомобилей), за счет разработки подвижной рамы стенда.

В результате выполнения работы было сделано следующее:

- рассмотрены методы оценки качества приработки двигателей, оборудование и оснастка для обкатки двигателей;
- выполнен обзор существующих конструкций стендов для обкатки двигателей;
- выполнена разработка универсального стенда для обкатки и испытания двигателей;
- рассмотрены условия работы агрегата, возможные неисправности и методы их устранения;
- разработан технологический процесс обкатки двигателя;
- разработаны мероприятия безопасности и экологичности проекта;
- рассчитаны технико-экономические показатели по конструкторской разработке. Балансовая стоимость проектируемого универсального стенда для обкатки получилась ниже стоимости базового стенда и за счет уменьшения времени на подготовительно – заключительные операции и, следовательно, увеличения производительности, прирост прибыли составил 321287,6 руб., при капитальных дополнительных вложениях 27822,35 руб. Вследствие этого, срок окупаемости капитальных дополнительных вложений составит 0,11 лет. Исходя из вышесказанного видно, что экономическая эффективность проектируемого изделия выше экономической эффективности базового стенда, следовательно, внедрение его в производство будет целесообразно.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3т. Т.1. – М: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Аринин И. Н. и др. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. - Ф.: «Кыргызстан», 1978. – 164 с.
3. Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
4. Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
5. Веденяпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Веденяпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Колос, 1973. – 195 с.
6. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
7. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
8. Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.
9. Вильнер Я. М., Ковалев Я. Т., Некрасов Б. Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Б. Б. Некрасова. Минск, «Вышэк. школа», 1976., 416 с. с ил.
10. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.
11. 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.

12. Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.

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

14. 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.

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

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

17. 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.

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

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

20. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.

21. 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.

22. Гуревич Л. В., Тормозное управление автомобиля / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.

23. Гурьянов С. И. Повышение точности диагностирования тормозных свойств автопоездов на стенде / С. И. Гурьянов. // Диагностика автомобилей: III всесоюзная научно-техническая конференция: - Улан-Удэ, 1989. – с. 148.
24. Джонсон М. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке/ М. Джонсон, Ф. М. Лион. – Мир, 1981. – 610 с.
25. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
26. Нигаматов, М. Х. Ускоренная обкатка двигателей после ремонта / М. Х. Нигаматов. - М. : Колос, 1984. - 79 с.
27. Ниргер И. А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
28. Теория автомобиля и автомобильного двигателя: М.Д. Артомонов, В.В. Илларионов, М.М. Морин. М., Машиностроение, 1968 – 283 с.
29. 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.
30. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.
31. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 p.
32. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.
33. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.
34. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
35. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

