

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

На тему: Разработка стенда для испытания и обкатки двигателей внутреннего сгорания

Студент

Р.Т.Джавадов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., профессор А.С. Тизилов

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

Консультанты

доцент И.В. Дерябин

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

ст. преподаватель О.А. Головач

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

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка универсального стенда для испытаний двигателей легковых автомобилей».

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

Пояснительная записка содержит 3 раздела, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 88 страниц с приложением. Графическая часть содержит 87 листов, 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 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»[37].

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

«The title of the senior thesis is: «The development of a universal stand for 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 3 parts, introduction and conclusion, list of references and other sources, totally 88 pages with attachments. The graphic part is on 8, 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»[37].

In the conclusion of graduation project, outputs are drawn.

Содержание

Введение	8
1 Анализ существующих конструкций.....	11
1.1 Обкатка автомобиля и его агрегатов.....	11
1.2 Анализ методов диагностирования.....	15
1.3 Анализ конструкций стендов для обкатки и диагностирования...	19
1.4 Выбор конструкции стенда для проектирования.....	21
2 Конструкторская часть.....	28
2.1 Проектные расчеты.....	28
2.1.1 Расчет нагрузок.....	28
2.1.2 Кинематический расчет привода.....	33
2.1.3 Расчет цепной передачи.....	38
2.1.4 Расчет опор двигателя.....	40
2.2 Динамическая характеристика автомобиля.....	42
2.2.1 Расчет сварных швов.....	42
2.2.2 Расчет шпоночного соединения.....	44
3 Технологическая часть (Разработка конструкции стенда для испытания и обкатки двигателей).....	46
3.1 Устройство стенда.....	46
3.2 Порядок обкатки двигателя.....	49
4 Безопасность и экологичность проекта технологического объекта	52
4.1 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	53
4.2 Оценка профессиональных рисков.....	53
4.3 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения правил безопасности.....	55
4.4 Техничко-организационные мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар).....	56

4.5 Мероприятия по снижению негативного воздействия.....	57
5 Экономическое обоснование и эффективность проекта.....	60
5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов.....	61
5.2 Исходные данные на проектный расчет.....	62
5.3 Расчет фонда времени работы сотрудников.....	63
5.3.1 Номинальный годовой фонд времени работы оборудования... ..	63
5.4 Расчет технологической себестоимости оборудования.....	64
5.4.1 Расчет статьи затрат сырье и материалы.....	65
5.4.2 Затраты на основную и дополнительную заработную плату.....	66
5.4.3 Страховые взносы в фонды.....	67
5.4.4 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.....	68
5.4.4.1 Затраты на амортизацию оборудования.....	68
5.4.4.2 Затраты на электроэнергию.....	69
5.4.5 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию произ- водственных площадей.....	69
5.4.6 Технологическая стоимость изготовления рамы.....	69
5.4.7 Общепроизводственные расходы.....	69
5.4.8 Общепроизводственные расходы.....	70
5.5 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки	71
5.5.1 Расчет штучного времени оказания услуги.....	71
5.5.2 Производственная программа оказания услуги.....	71
5.5.3 Расчетное количество основного технологического оборудова- ния.....	71
5.5.4 Коэффициент загрузки оборудования.....	72
5.6 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту	72
5.6.1 Общие капитальные вложения в оборудование по базовому ва- рианту.....	72

5.6.1.1 Капитальные вложения в оборудование.....	73
5.6.1.2 Капитальные вложения в дополнительные площади.....	73
5.6.1.3 Сопутствующие капитальные затраты.....	74
5.6.2 Общие капитальные вложения по проектному варианту.....	75
5.6.2.1 Капитальные вложения в оборудование.....	75
5.6.2.2 Капитальные вложения в дополнительные площади.....	75
5.6.2.3 Сопутствующие капитальные затраты.....	75
5.6.3 Дополнительные капитальные вложения.....	76
5.6.4 Удельные капитальные вложения.....	76
5.7 Расчет технологической себестоимости эксплуатации базового и проектируемого оборудования при оказании услуг.....	77
5.7.1 Основная и дополнительная зарплата рабочих.....	77
5.7.2 Страховые взносы в фонды.....	77
5.7.3 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и производственных площадей.....	79
5.7.3.1 Амортизация оборудования.....	79
5.7.3.2 Амортизация площади.....	79
5.7.3.3 Расходы на эксплуатацию площади.....	79
5.7.3.4 Затраты на текущий ремонт оборудования.....	80
5.8 Калькуляция и структура полной себестоимости эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги	80
5.8.1 Общехозяйственные заводские накладные расходы.....	80
5.8.2 Общехозяйственные расходы.....	81
5.8.3 Производственная себестоимость.....	81
5.8.4 Внепроизводственные расходы.....	82
5.8.5 Полная себестоимость.....	82
Заключение.....	83
Список используемых источников.....	84
Приложение А Спецификация сборочного чертежа станда для обкатки	87

Введение

«Приработка является обязательным периодом эксплуатации любой машины. Период приработки характеризуется:

- 1) пониженными показателями надежности;
- 2) эксплуатацией на ограниченных режимах работы;
- 3) высокой интенсивностью изнашивания трущихся сопряжений;
- 4) дополнительными затратами на техническое обслуживание.

Приработка двигателя отвечает перечисленным характеристикам. Кроме этого, особенностями приработки автомобильных двигателей являются: энергозатратность, длительное время, многоступенчатость (притирка отдельных пар трения, стендовая холодная и горячая обкатка, эксплуатационная обкатка)»[21].

«Закономерность приработки объясняется:

- 1) несовершенством конструирования вследствие неизученности законов изнашивания;
- 2) погрешностями изготовления вследствие несовершенства технологий и оборудования производства;
- 3) погрешностями технического контроля вследствие несовершенства организации, технологии и оборудования контроля, допускающих выпуск бракованных изделий.

Выделим основные процессы и последовательность прирабатывания:

- 1) Процесс устранения дефектов механической обработки и сборки — например, несоосного положения опор и опорных шеек коленчатого и распределительного валов.
- 2) Макроприработка — процесс приращения площади контакта трущихся поверхностей при ее начальной неполноте. Устраняются погрешности как неправильного конструирования оптимальной макрогеометрии, так и ее изготов-

ления.

3) Микроприработка — процесс формирования оптимальной шероховатости и структуры поверхности. При этом начальная шероховатость может быть как больше, так и меньше оптимальной. Здесь также устраняются погрешности конструирования и изготовления.

Чтобы у сопрягаемых деталей получить поверхности трения, соответствующие данным условиям работы сопряжения, двигатели обкатывают. Различают холодную и горячую обкатки.

Холодную обкатку выполняют на специальных станках, а горячую обкатку и испытание выполняют на тормозных установках.

Для каждой марки двигателя установлены свои режимы обкатки, в процессе которых постепенно увеличивается нагрузка на прирабатываемые детали. Перед обкаткой двигатель должен быть заправлен маслом до установленного уровня, топливом и водой. Кроме того, должны быть отрегулированы зазоры в клапанах.

Двигатели обкатывают в такой последовательности: холодная обкатка от постороннего привода, горячая обкатка без нагрузки и под нагрузкой. После обкатки определяют развиваемую двигателем мощность и удельный расход топлива.

Карбюраторные двигатели обкатывают с вывернутыми свечами, а дизельные тракторы - с включенным декомпрессионным механизмом.

В процессе обкатки наблюдают за давлением масла, температурой деталей, обсушивают двигатель и определяют, нет ли подтекания масла или воды. При холодной обкатке в картер для смазки двигателя заливают дизельное топливо.

После холодной обкатки дизельное топливо сливают из картера, фильтров и масляного радиатора и двигатель заправляют дизельным маслом (дизельный) или автотракторным маслом (карбюраторный).

Горячую обкатку двигателей без нагрузки и с нагрузкой выполняют на

специальных стендах.

Горячую обкатку двигателей под нагрузкой ведут с постепенным повышением нагрузки при помощи тормозных установок»[37].

«Если при горячей обкатке под нагрузкой никаких дефектов в работе двигателя не обнаружено, то есть двигатель плавно и быстро меняет число оборотов, бесперебойно работает при всех числах оборотов коленчатого вала без стуков и перегрева трущихся деталей, его подвергают испытанию.

При испытании определяют мощность, развиваемую двигателем после ремонта, и удельный расход топлива.

Во время испытания двигателю сообщают максимальное число оборотов, открыв полностью дроссельную заслонку или установив рейку топливного насоса в положение, соответствующее полной подаче, и загружают двигатель до получения нормального для данного двигателя числа оборотов.

На этом обкатка двигателя не заканчивается, так как после стендовой обкатки двигатель обкатывают вместе с машиной в эксплуатационной обстановке. В процессе обкатки наблюдают за состоянием узлов и деталей, ослушивают и проверяют их нагрев и регулируют.

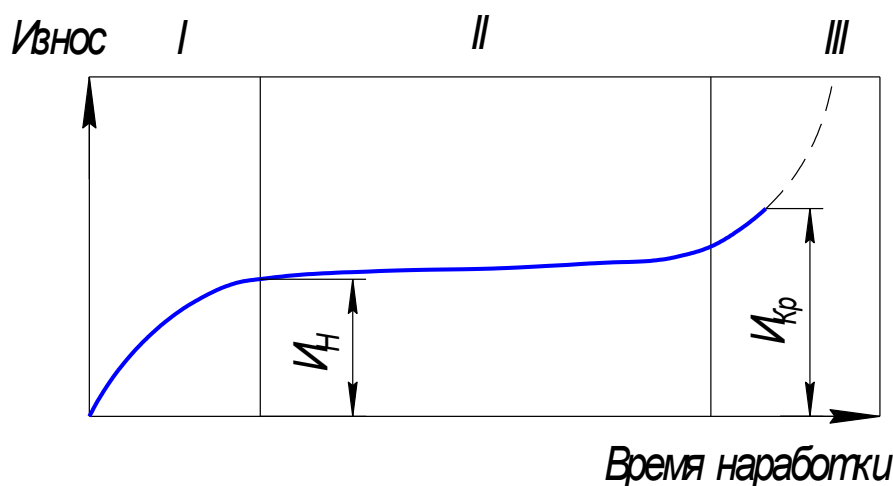
В данной курсовой работе необходимо спроектировать стенд для обкатки двигателей после ремонта. Конструкцию стенда выберем по результатам анализа методов обкатки двигателей и существующих конструкций подобных стендов»[21].

1 Анализ существующих конструкций

1.1 Обкатка автомобиля и его агрегатов

«От грамотной и аккуратной обкатки новых автомобилей, а также их агрегатов после капитального ремонта существенно зависят долговечность и выходные показатели при последующей эксплуатации.

Диаграмма изнашивания трущейся поверхности любой детали автомобиля (равно как и любого механизма) представлена на рисунке 1, где период I - это период обкатки, или "приработки" детали; период II - период изнашивания в процессе нормальной или полезной эксплуатации любой машины; в этот период происходит постепенное увеличение износов поверхностей деталей до наступления момента предельного изнашивания - периода III, когда эксплуатация узла трения и агрегата должна быть прекращена в силу наступления предельного состояния»[22].

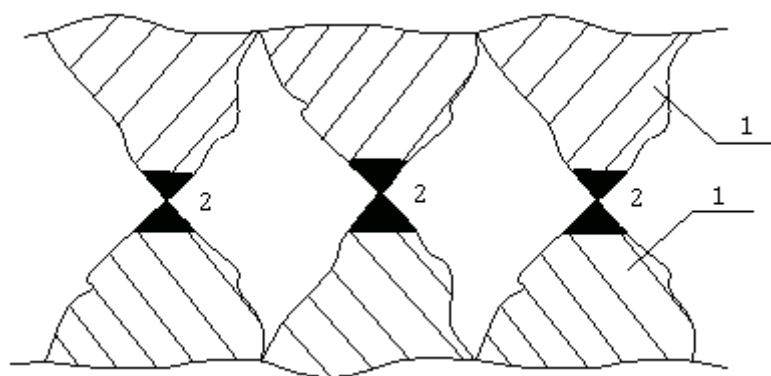


I_H – начальный износ; $I_{кр}$ – критический износ

Рисунок 1. – Диаграмма износа деталей автомобиля:

«При обкатке, как явствует из диаграммы изнашивания, износы поверхностей повышены в сравнении с периодом нормальной эксплуатации. Происхо-

дит притирание деталей друг к другу. Это, в первую очередь, обусловлено наличием неминуемых технологических неровностей на рабочих поверхностях, а также неоднородностью структуры материала по их длине после изготовления или ремонта. При относительном перемещении таких поверхностей, особенно при больших скоростях взаимного скольжения и завышенных механических и тепловых нагрузках, зачастую происходит микросваривание поверхностей»[22]. (рисунок 2).



1 – технологические неровности; 2 – зоны микросварок и растворения металлов

Рисунок 2 – Приработка обкатываемых поверхностей

«Это приводит к интенсивному молекулярно-механическому изнашиванию деталей.

Вот почему не следует подвергать агрегаты автомобиля во время их обкатки большим нагрузкам, то есть двигаться с большими скоростями, с солидным грузом в салоне автомобиля или в кузове. Нельзя также снимать с деталей системы питания (например, в карбюраторе) ограничители подачи топлива. Они и были задуманы для того, чтобы не допустить вышеназванные неприятности. В любом агрегате автомобиля во время обкатки наблюдаются высокие механические потери. В автомобильных двигателях это приводит к повышенным расходам топлива и масел, потере мощности, что явно выражается в недо-

статочной динамике автомобиля. После обкатки происходит упрочнение микроструктуры рабочих поверхностей трущихся деталей, и по форме сопряжения детали буквально "притираются" друг к другу. Внешние признаки окончания обкатки двигателя - стабилизация расхода топлива и масел, а также его мощности. Следует иметь в виду, что стабилизация указанных параметров может произойти при различных значениях износов и эффективных показателей двигателей. Данное обстоятельство во многом определяет последующие эксплуатационные качества автомобиля. Это-то как раз и зависит от правильности проведения обкатки.

Двигатель автомобиля является агрегатом, который нагружен в процессе эксплуатации наибольшим образом.

Ресурс двигателя будет зависеть от режимов его работы и целого ряда иных факторов. Некоторые из них мы проконтролировать не в силах. А из тех, которые будут напрямую зависеть от нас, наиболее важным является режим обкатки.

Чтобы правильно представлять себе физику процесса, необходимо обратить внимание на график (рисунок 1). Хорошо видно, что детали двигателя подвергаются максимальному износу именно в период обкатки. Почему это происходит?

Дело в том, что любая, даже самая качественная и дорогостоящая механическая обработка оставляет технологические неровности на рабочих поверхностях трущихся деталей (рисунок 2). При перемещении их относительно друг друга создаются условия, благоприятные для микросваривания поверхностей. Это явление усугубляется при больших скоростях взаимного скольжения и особенно под воздействием высоких нагрузок и температур. При дальнейшем перемещении поверхностей микросварка может или разрушиться в том же самом месте или в другом, тогда часть материала перенесется с одной поверхности на другую. Последствия этого явления называют «прихватом». Если разрушения места сварки не произошло, то подвижность деталей теряется, происходит «за-

клинивание».

Другими словами, поверхность любой детали двигателя в большей или меньшей степени будет напоминать множество вершин или целых гряд с острыми пиками, на которых и будет происходить микросваривание. Для снижения износа в период приработки и, следовательно, для удлинения периода стабильного или нормального изнашивания (ресурс двигателя), необходимо сгладить эти вершины. Это и происходит во время обкатки.

Естественно, что при повышенной сопротивляемости взаимному перемещению режим обкатки будет сопровождаться высокими механическими потерями. Это приведет к повышенному расходу топлива и масел, снижению динамики и потере мощности. В конце обкатки наступает стабилизация параметров двигателя. Причем произойти это может при различных значениях износов и эффективных показателей. А от этого зависят дальнейшие эксплуатационные качества мотора, т.е., в конечном счете, они определяются правильностью проведения обкатки.

Больше всего в обкатке нуждаются элементы цилиндропоршневой группы, так как обработка поверхности цилиндров хонем (головкой с абразивными брусками) создает условия, благоприятные для микросваривания. Микроскопические бороздки, оставшиеся после хонингования, задерживают масло и не дают ему стекать.

Что касается способов приработки, то здесь можно говорить о режимах холодной и горячей обкатки. Холодная обкатка заключается в том, что двигатель принудительно прокручивается определенное время с заданной частотой. При этом исключается фактор негативного теплового воздействия, присущего «горячей» обкатке, поскольку неравномерный прогрев элементов двигателя приводит соответственно к неравномерности тепловых зазоров между трущимися деталями. При горячей обкатке сказывается еще и разница в величине теплового зазора прогретого двигателя относительно холодного.

Таким образом, можно сказать, что холодная обкатка предпочтительнее и

дает лучшие результаты, чем горячая.

Для автомобильных двигателей существует масса специально разработанных стендов холодной обкатки, причем для каждого двигателя применяется свой, вполне определенный режим обкатки по оборотам и времени прокручивания»[22].

1.2 Анализ методов диагностирования

«Обкатка двигателя после капитального ремонта преследует еще одну цель - диагностирование мощностных параметров двигателя, по результатам которого определяется качество его ремонта.

Общее техническое состояние двигателя оценивается по развиваемой им мощности, механическим потерям, составу и температуре выхлопных газов, расходу топлива, времени запуска и дымности выхлопа.

Мощность и удельный расход топлива являются основными параметрами двигателя, характеризующими его эксплуатационные качества. Эти параметры определяют при максимальном скоростном и нагрузочном режимах, так как в этих условиях неисправности двигателя наиболее сильно влияют на мощностные и топливные показатели.

Диагностируют двигатели при обкатке индикаторами мощности двигателей ИМД-Ц, ИМД-2М, тормозными установками типа КИ-4935 и бестормозными методами.

В индикаторах мощности определяют расход топлива по максимальной скорости его потока при разгоне двигателя от минимальных устойчивых оборотов холостого хода резким включением максимальной подачи топлива. Тормозные методы измерения мощности основаны на создании тормозными установками момента сопротивления, препятствующего вращению коленчатого вала.

Бестормозные методы основаны на использовании механических потерь в выключенных цилиндрах в качестве нагрузки для работающих цилиндров (метод Н. С. Ждановского), на постоянстве разности эффективного расхода топлива, измеренного при максимальной подаче и на холостом ходу (метод ГОСНИТИ) и др.

В настоящее время применяют несколько методов диагностирования двигателя: тормозной, без тормозной и комбинированный. Каждый из этих методов имеет свои особенности и возможности применения. При использовании тормозного метода для диагностирования двигателей повышенной мощности нужны довольно мощные электротормозные установки, которые можно применять только на ремонтных заводах.

Наибольшее распространение получили бестормозной и комбинированный методы с различными их разновидностями.

Бестормозной метод в зависимости от режима проверки двигателя может применяться при установившемся и неустойчивом режиме. Разные режимы требуют использования соответствующего оборудования и фиксации различных параметров.

Бестормозных методов диагностирования, при установившемся режиме основан на использовании для нагрузки механических потерь в выключенных цилиндрах двигателя. При этом мощность работающих цилиндров при максимальной подаче топлива определяют по частоте вращения коленчатого вала.

При диагностировании четырехцилиндровых двигателей отключают три цилиндра, используя в качестве нагрузки возникающие механические потери. При диагностировании по этому методу (методу Н. С. Ждановского) шести- и более цилиндровых двигателей наряду с отключением цилиндров применяют догрузку устройства.

Это позволяет бесступенчато регулировать нагрузки, устанавливая необходимый режим диагностирования при максимальной подаче топлива. Для определения мощности двигателя бестормозным методом необходимы данные

по номинальной мощности двигателя, частоте вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре и коэффициенту пропорциональности. Все эти данные, получаемые для каждой модели двигателя экспериментальным путем, используют при расчете мощности.

Среднюю частоту вращения подсчитывают, используя экспериментальные данные, полученные при работе каждого цилиндра диагностируемого двигателя.

При диагностировании данным методом используют тахометр и выключатели подачи топлива. Выключатели устанавливают между секциями топливного насоса и топливопроводами высокого давления. Диагностирование производят на прогретом двигателе, при этом температура масла в картере должна быть не ниже 75°C .

Иногда для уточнения результатов диагноза одновременно измеряют расход топлива и полученные данные сравнивают с типовой экспериментальной кривой зависимости расхода топлива от частоты вращения двигателя при работе на одном цилиндре. Дополнительную загрузку методом дросселирования применяют в основном при диагностировании шестицилиндровых двигателей. При этом необходимо на выпуске создать противодействие $0,06\text{—}0,07\text{ МПа}$ при работе на двух цилиндрах»[22].

На карбюраторных двигателях производят поочередное отключение свечей зажигания от распределителя. Падение частоты вращения коленчатого вала двигателя в результате отключения свечей позволяет судить об эффективности работы выключенного цилиндра. Чем больше падение частоты вращения, тем большей эффективной мощностью обладает выключенный цилиндр. Этот метод проверки двигателя проводится при холостом режиме и позволяет сделать только сравнительную оценку работоспособности отдельных цилиндров.

Вызывает несомненный интерес, предложенный СибИМЭ (Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства) тормозной метод диагностирования двигателей при неустановившемся режиме. Метод осно-

ван на фиксации параметров разгона двигателя на холостом ходу с малой частоты вращения до максимальной при полной цикловой подаче топлива. Энергия затрачивается на преодоление механических потерь и инерционных сопротивлений.

Основным параметром является угловое ускорение, по изменению которого определяется эффективная мощность двигателя.

Диагностирование дизельных двигателей.

Бестормозная обкатка АТД включает три этапа: первый этап холодной обкатки со ступенчатым ростом частоты вращения коленчатого вала, второй-этап горячей обкатки на холостом ходу с плавным увеличением частоты вращения до ее максимального значения, третий-этап горячей обкатки с динамическим нагружением.

В процессе холодной обкатки контролируют мощность, затрачиваемую на прокрутку АТД, частоту вращения коленчатого вала и давление в ресивере.

В процессе горячей обкатки на холостом ходу производят проверку работоспособности топливной системы на максимальных оборотах.

В процессе горячей обкатки АТД с динамическим нагружением контролируют мощность дизеля, величину углового ускорения (при разгоне) и замедления (при выбеге).

Окончание процесса приработки сопряжений дизеля при без тормозной обкатки определяется по стабилизации мощности механических потерь [1].

1.3 Анализ конструкций стендов для обкатки и диагностирования двигателей

Блок-схема стенда для обкатки автотракторных дизелей приведена на рисунке 3.

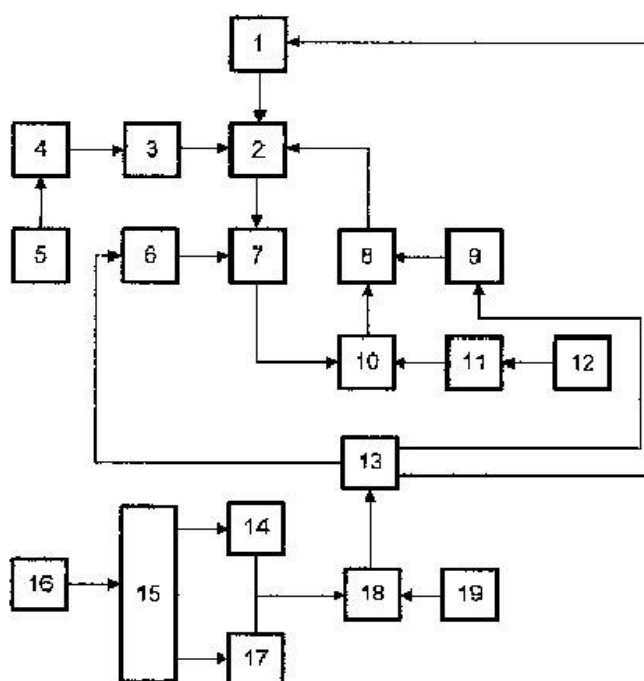


Рисунок 3 – Блок-схема стенда бестормозной обкатки автомобильных двигателей

Стенд содержит трехфазный электродвигатель 5 переменного тока, ротор которого через муфту сцепления 4 и ступенчатый редуктор 3 соединен с коленчатым валом испытуемого дизеля 2 штатной комплектации, три электромагнитных исполнительных механизма 1,6,9, две заслонки 7,8, ресивер 10, компрессор 12 и электронный блок управления, включающий переключатель 13, компараторы 14, 17, источники питания 16, 19, электронную плату 15 и коммутатор 18.

Шток исполнительного механизма 1 кинематически связан с рейкой топ-

ливного насоса высокого давления АТД, исполнительный механизм 6 с дроссельной заслонкой 7, установленной в выпускном коллекторе АТД, исполнительный механизм 9 с перепускной заслонкой 8, смонтированной во впускном коллекторе АТД. Ресивер расположен между выпускным и впускным коллекторами и сообщается с ними патрубками. Компрессор подсоединен к ресиверу через обратный клапан 11.

По завершении первого этапа обкатки отключают компрессор, переключателем обесточивают исполнительный механизм 9 и стравливают остатки сжатого воздуха из ресивера в атмосферу.

Перед началом второго этапа обкатки рычаг регулятора частоты вращения коленчатого вала АТД переводят в рабочую зону (осуществлена подача топлива), запускают АТД и отключают питание электродвигателя. Повышение частоты вращения осуществляют перемещением рычага регулятора частоты вращения в сторону увеличения подачи топлива.

Перед началом третьего этапа обкатки повышают давление в ресивере до избыточного и за счет переключателя осуществляется подача напряжения от электронной платы чрез компараторы и коммутатор на исполнительные механизмы. При этом шток исполнительного механизма 1 переместит рейку (дозатор) топливного насоса высокого давления в положение, соответствующее выключенной подаче топлива. Коленчатый вал АТД, вращаясь по инерции за счет накопленной вращающимися деталями (в основном маховика) кинетической энергии, создает такт выбега. Одновременно с этим исполнительный механизм 6 перекроет дроссельной заслонкой 7 выпускной тракт и обеспечит противодействие на выпуске АТД, исполнительный механизм 9 полностью откроет перепускную заслонку 8 и отработавшие газы из ресивера, поступая во впускной коллектор и далее в цилиндры АТД под избыточным давлением, повысят давление сжатия, увеличивая тем самым газовые нагрузки на детали двигателя.

В дальнейшем процесс горячей обкатки с динамическим нагружением происходит автоматически. По истечении времени первой ступени третьего

этапа изменением хода штоков исполнительных механизмов 1 и 6 увеличивают соответственно угловое ускорение (замедление) разгона (выбега) до некоторого заданного для второй ступени значения.

Число ступеней нагрузки на третьем этапе и их продолжительность зависят также от конструктивных и технических параметров дизеля.

Заканчивается обкатка отключением исполнительных механизмов 6 и 9.

Стенд для обкатки и испытания двигателей КИ-35503 показан на рисунке

1.4. Выбор конструкции стенда для проектирования

Стенд предназначен для проведения обкатки и приемосдаточных испытаний при капитальном и текущем ремонтах двигателей внутреннего сгорания. Стенд обеспечивает холодную обкатку, горячую обкатку без нагрузки, горячую обкатку с нагрузкой, испытания ДВС.

Процесс обкатки и испытания ДВС на стенде полностью автоматизирован. Нагрузка регулируется электронным блоком системы автоматического управления (контроллером).

Управление режимами обкатки, измерение и контроль параметров ведется с ПЭВМ.

Это обеспечивает:

- непрерывный контроль за процессом обкатки с удаленного рабочего места;
- полную автоматизацию работы стенда;
- мгновенную и безаварийную остановку испытания при превышении заданного значения измеряемых величин;
- сбор измеренных данных, их архивирование, обработку, печать протокола, запись на жесткий диск компьютера (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Стенд КИ-35503

«Конструкция стенда позволяет осуществлять его бесфундаментную установку (с применением виброопор).

Стенд на рисунке 4 состоит из следующих составных частей: силового электрошкафа, устройства для измерения крутящего момента, жидкостного реостата, балансирной электромашины, основания на виброопорах для бесфундаментной установки, направляющих и стоек для установки испытуемых двигателей, бака для горючего, системы охлаждения воды, системы охлаждения масла, жаропрочных гибких рукавов для удаления выхлопных газов, системы автоматизации, комплекта деталей для установки ДВС на стенд.

Технические характеристики стенда:

Мощность балансирной асинхронной машины 160 кВт;

Синхронная частота вращения ротора электромашины 1500 об/мин;

Пределы регулирования частоты вращения выходного вала

- при холодной обкатке двигателя 600...1440 об/мин;

- при горячей обкатке двигателя под нагрузкой 1700...3000 об/мин;

Измерения крутящего момента испытуемого двигателя в режиме торможения:

- диапазон 400...1200 Н·м;

- относительная погрешность, не более 1 %;

Стенды обкаточные универсальные серии КС276 (рисунок 5) для обкатки и испытания различных марок дизельных, карбюраторных и инжекторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), включая иномарки:

- А) Холодная обкатка;
- Б) Горячая обкатка без нагрузки;
- В) Горячая обкатка под нагрузкой.

Предназначены стенды КС276 для эксплуатирующих организаций, имеющих разномарочный подвижной состав, самостоятельно выполняющих текущий, средний или капитальный ремонт и имеющих технологическую потребность в послеремонтной обкатке разномарочных ДВС»[29].

Принцип нагружения — динамический: циклический разгон и торможение инерционных масс.



1- пульт управления; 2 - рама станции нагрузочно – приводной; 3 - электродвигатель приводной; 4 - кожух защитный; 5 - механизм управления подачей топлива; 6 - опора винтовая; 7 - блок электропневматический; 8 - автономная система охлаждения; 9 - универсальные жаропрочные рукава для удаления выхлопных газов; 10 - персональный компьютер (ПК) пользователя стенда; 11 - интерфейс для связи ПУ с ПК.

Рисунок 5 - Схема обкаточного универсального стенда серии КС276

«Технические характеристики:

Масса станда 1230 кг;

Габаритные размеры 3020 x 1010 x 1400 мм

Мощность приводного электродвигателя 30 кВт

Обкатываемые на стандах ДВС: ЯМЗ-238, ЯМЗ- 236, КамАЗ-740, ЗИЛ-130, ЗИЛ-375, ЗИЛ-508.10, ЗМЗ-53, ГАЗ-52, УМЗ-451, УМЗ-417, УМЗ-421, ЗМЗ-24, ЗМЗ-402, ЗМЗ-406, ВАЗ-2101 — ВАЗ-2112.

Стенд для обкатки и испытаний двигателей автотракторной техники КИ-28263-ГОСНИТИ (рисунок 1.6) предназначен для реализации новых и типовых технологий обкатки и испытаний отремонтированных и новых двигателей легковых и грузовых автомобилей, тракторов, комбайнов и другой мобильной техники с номинальной мощностью до 850 л.с. в различных производственных условиях.

Содержит приводную станцию, размещенную на общей станине с обкатываемым ДВС, карданную передачу, трехкоординатные опоры для установки обкатываемых ДВС, пульт управления приводной станцией с контрольно-измерительными приборами, автоматизированную систему динамического нагружения (АСУ), системы питания топливом, охлаждения, отвода отработавших газов, зажигания и блок питания постоянным током 12В/100А, а также компьютерную систему регистрации и архивирования результатов послеобкаточных испытаний ДВС (эффективной мощности, крутящего момента, момента механических потерь, минимальной и максимальной частот вращения холостого хода, давления в системе смазки, температуры охлаждающей жидкости)»[24].

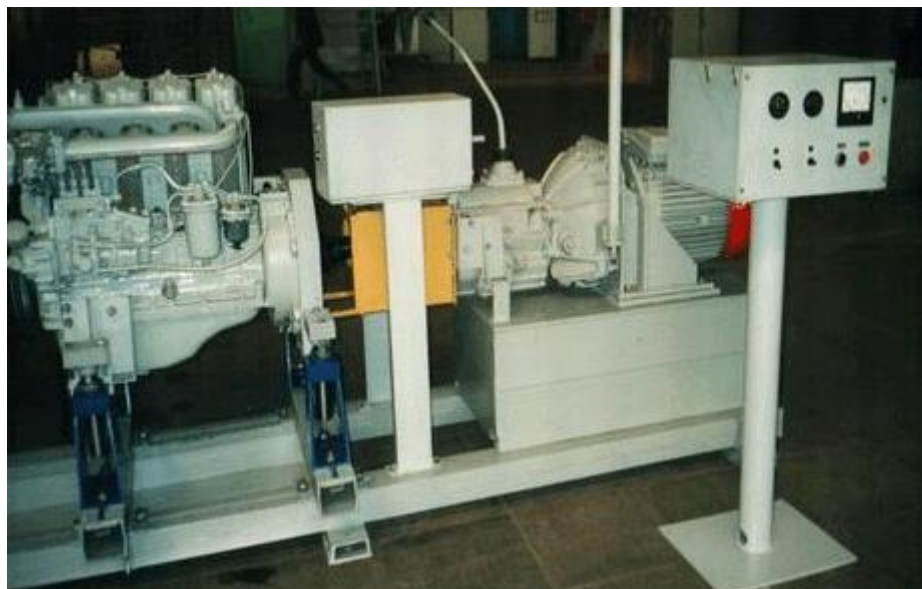


Рисунок 6 – Стенд КИ-28263-ГОСНИТИ

«Техническая характеристика стенда:

Потребляемая мощность: от 7,7 до 100,2 кВт;

Мощность приводной станции (в зависимости от модели): от 7,5 до 100 кВт;

Максимальная частота вращения коленчатого вала обкатываемого двигателя: до 6000 об/мин;

Габаритные размеры стенда: 3400x920x2050мм;

Масса стенда: 1200 кг.

В зависимости от режимов холодной обкатки самого мощного из имеющихся у заказчика ДВС, а также располагаемой мощности системы электропитания участка обкатки могут быть поставлены модификации приводной станции на базе асинхронных трехфазных электродвигателей с короткозамкнутым ротором с мощностью от 7,5 до 100 кВт.

Обеспечивает высокое качество обкатки ДВС и точность результатов ис-

пытаний при сокращении до 5 раз затрат на приобретение и размещение оборудования, а также возможность полноценной обкатки, до обкатки и испытаний ДВС, установленных на машинах, при значительном (до 2-х раз) уменьшении расхода топлива и электроэнергии.

Способ обкатки ДВС с динамическим нагружением, технические решения, реализованные в комплексе, и новые технологии обкатки защищены 8 патентами на изобретения.

Для сравнительного анализа методов и конструкций стендов для обкатки и диагностирования двигателей сведем информацию в таблицы 1 и 2.

В таблице 1 рассмотрены и проанализированы существующие методы обкатки и диагностирования двигателей; в таблице 2 рассмотрены некоторые найденные конструкции стендов для обкатки двигателей различных типов.

На основе анализа выберем метод обкатки и диагностирования двигателя применительно к автомобилям ВАЗ и ГАЗ, и на основе существующих конструкций выберем схему проектируемого стенда» [14].

Таблица 1– Анализ методов обкатки и диагностирования автомобильных двигателей

Метод	Описание метода и характеристика	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
«Тормозной	Основан на создании тормозными установками момента сопротивления, препятствующего вращению коленвала После запуска двигателя включается тормозное устройство и по величине тормозного момента определяется мощность двигателя	Получение прямых результатов диагностирования	Требуются мощные тормозные установки, которые можно применять только на ремонтных заводах; невозможность принудительного вращения коленчатого вала (холодная обкатка)
- с гидравлическим тормозом	Тормозное усилие создается за счет сопротивления при вращении лопаток ротора тормоза в масляной среде Максимальная частота вращения до 6000 об/мин; Максимальная тормозная мощность до 250 кВт	Большое тормозное усилие, глубокое регулирование по нагрузке и частоте вращения коленвала	Невозможно создать тормозное усилие на малой частоте вращения коленвала; при больших оборотах возникает вибрация
- с электрическим тормозом	Тормозное усилие создается электромашинной (электродвигателем) Максимальный тормозной момент до 1000 кВт; максимальная частота вращения до 7000 об/мин	Возможность использования при любой частоте вращения коленвала	Ограничение тормозной мощности из-за перегрева обмотки и изоляции
- с индукторным тормозом	Индукторный тормоз регулируется путем изменения силы тока возбуждения Максимальный тормозной момент до 3000 Вт; максимальная частота вращения до 15000 об/мин	Возможность использования при любой частоте вращения коленвала; возможность регулирования момента сопротивления	Невозможность принудительного вращения коленчатого вала

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Бестормозной	<p>Основан на использовании механических потерь в выключенных цилиндрах в качестве нагрузки для работающих цилиндров</p> <p>На работающем двигателе после разгона отключают несколько цилиндров и по времени падения числа оборотов и мощности определяют эффективную мощность двигателя</p>	<p>Не требуется громоздкого и дорогостоящего оборудования для создания тормозного момента; высокая оперативность метода и малая трудоемкость</p>	<p>Не годится для холодной обкатки двигателя</p>
Комбинированный	<p>Стенд включает в себя устройство для холодной обкатки двигателя</p> <p>На первом этапе производится холодная обкатка двигателя; на втором и третьем этапе измеряются мощностные и скоростные показатели на режиме холостого хода и при максимальной подаче топлива</p>	<p>Позволяет одновременно обкатать и продиагностировать двигатель после капремонта без наличия сложных тормозных устройств и диагностической аппаратуры</p>	<p>Для определения мощностных показателей требуется обработка полученных результатов» [11].</p>

Как видно из анализа таблицы 1, бестормозной метод обкатки и диагностирования является наиболее приемлемым и экономичным, поскольку не требует громоздкого и дорогостоящего оборудования. Поэтому для проектируемого стенда выбираем комбинированный метод, включающий в себя бестормозную обкатку.

Таблица 2 – Анализ конструкций стендов для обкатки и диагностирования двигателей

Модель и рисунок	Мощность машины, кВт	Частота вращения, об/мин	Предел измерения крутящего момента, Нм	Масса, кг	Преимущества	Недостатки
КИ-35503	160	1600	400...1200	1350	Обеспечивает холодную обкатку, горячую обкатку без нагрузки и под нагрузкой. Процесс обкатки полностью автоматизирован. Обкатка разномарочного состава двигателей	Большие габариты и масса стенда
КС276	30	2000	До 500	1230	Обеспечивает холодную обкатку, горячую обкатку без нагрузки и под нагрузкой. Обкатка разномарочного состава двигателей	Небольшая мощность и предельный измеряемый крутящий момент
КИ-28263-ГОСНИТИ	100	6000	1000	1200	Высокие мощностно-скоростные характеристики. Обеспечивает холодную обкатку, горячую обкатку без нагрузки и под нагрузкой.	Оборудование для питания и охлаждения двигателя располагается вне стенда

Для дальнейшего проектирования выбираем за основу стенд модели КС276 по следующим причинам:

- при относительно небольшой мощности приводного двигателя обеспечивается достаточный режим обкатки двигателей, автомобилей ВАЗ и ГАЗ;
- конструкция стенда обеспечивает холодный и горячий режимы обкатки;
- системы питания, удаления выхлопных газов и охлаждения смонтированы непосредственно на стенде.

Так выше был выбран за основу комбинированный метод обкатки и диагностирования, включающий в себя бестормозной метод, то проектируемый стенд в своей конструкции должен иметь устройство, разъединяющее приводной электродвигатель и коленвал двигателя (подобие муфты).

Согласно рекомендациям специалистов, обкатка двигателя без нагрузки должна производиться на нескольких режимах, в частности, для двигателей ВАЗ рекомендуется следующий цикл:

- $820\text{--}900 \text{ мин}^{-1}$ – 2 мин;
- 1000 мин^{-1} – 3 мин;
- 1500 мин^{-1} – 4 мин;
- 2000 мин^{-1} – 5 мин.

Причем, для двигателей автомобилей других моделей эти режимы отличаются, для каждого двигателя применяется свой, зависящий от максимального числа оборотов, мощности двигателя.

Период холодной обкатки длится 15 – 20 минут. Обороты коленчатого вала должны изменяться и не превышать 2500 оборотов в минуту.

Поэтому, в конструкцию стенда введем коробку передач для возможности ступенчатого изменения режимов обкатки. Необходимость коробки передач обусловлена также тем, что при холодной обкатке только что отремонтированного двигателя приводной крутящий момент достаточно велик. Посредством включения низшей передачи в коробке вначале на небольших оборотах, затем более высоких прокручивается коленчатый вал двигателя, при этом требуется более низкая мощность приводного двигателя, чем в случае прямого соединения и регули-

ровки оборотов реостатом. Порядок обкатки путем ступенчатого изменения частоты вращения необходимо отразить в техпроцессе обкатки двигателя.

Для замера расхода топлива при различных режимах обкатки должен быть установлен топливный расходомер.

Для возможности отключения отдельных цилиндров необходимо предусмотреть специальное устройство и выбрать метод отключения (прекращение подачи топлива или отключение свечи).

Комбинированный метод обкатки и диагностирования двигателей используют стенд в соответствии рекомендации специалистов и бестормозной метод в соответствии с требованиями правил безопасности.

Обкатку совершают в течении времени установленной на каждую модель двигателя.

Обкатка стенда осуществляется на нескольких режимах, в частности для двигателей внутреннего сгорания рекомендуется проводить обкатку в несколько циклов.

2 Расчеты конструкции

2.1. Проектные расчеты

2.1.1 Расчет нагрузок

В проектном расчете необходимые размерные характеристики деталей выбираются исходя из величины внешних нагрузок, возникающих при работе станда. В проектируемой конструкции внешними нагрузками можно считать:

- вес обкатываемого двигателя, поскольку от него зависят размеры сечений несущих деталей опор и рамы станда;

- усилие, необходимое для проворачивания коленчатого вала двигателя на этапе холодной обкатки, т.к. от значения величины крутящего момента необходимо проектировать детали привода и подбирать электродвигатель соответствующей мощности.

По справочным данным [2] находим массу двигателя для автомобилей ВАЗ-2105 и ГАЗ-3102, как наиболее распространенных моделей, для обкатки которых проектируется станд. Масса двигателя ВАЗ-2105 $M_1=112$ кг; масса двигателя автомобиля ГАЗ-3102 $M_2=180$ кг. За расчетную величину принимаем вес двигателя автомобиля ГАЗ-3102, равный

$$Q = 180 \cdot 9,81 = 1765 \text{ Н.} \quad (1)$$

Мощность, необходимая для проворачивания коленчатого вала двигателя [3]

$$N_{\text{ааа}} = \frac{\rho_i \cdot V_{hi} \cdot n}{30 \cdot \tau} \quad (2)$$

где ρ_m – среднее давление механических потерь, МПа;

V_{hi} – рабочий объем цилиндров двигателя, л;
 n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ;
 τ - тактность двигателя, $\tau=4$.

Среднее давление механических потерь можно определить приближенно по эмпирической формуле

$$P_i = 0,049 + 0,0152 \cdot V_{i.\dot{n}\dot{\delta}} \quad (3)$$

где $V_{п.ср.}$ – средняя скорость поршня, м/с.

$$V_{i.\dot{n}\dot{\delta}} = \frac{S \cdot n}{30} \quad (4)$$

где S – ход поршня, м;

Примем данные для двигателя автомобиля ГАЗ-3102. Частоту вращения при обкатке холодного двигателя можно принять $n=1000 \text{ мин}^{-1}$, близкую к числу оборотов холостого хода.

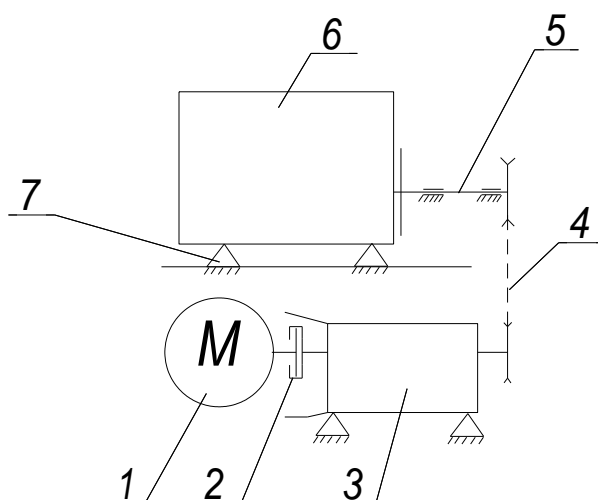
$$V_{п.ср.} = \frac{0,092 \cdot 1000}{30} = 3,06 \text{ м/с} \quad (5)$$

$$P_m = 0,049 + 0,0152 \cdot 3,06 = 0,09 \text{ МПа}$$

$$N_{двс} = \frac{0,09 \cdot 2,44 \cdot 1000}{30 \cdot 4} = 1,83 \text{ кВт} \quad (6)$$

Таким образом, для вращения коленчатого вала двигателя автомобилей ГАЗ «Волга» при холодной обкатке требуется мощность $N_{дв}=1,83 \text{ кВт}$. Для обкатки двигателей ВАЗ требуется меньшая мощность, однако проектный расчет будем проводить по наибольшим нагрузкам.

Кинематический расчет привода стенда имеет целью определить моменты и усилия в деталях привода от электродвигателя до маховика обкатываемого двигателя. Схема стенда и его привода показана на рисунке 7.



1 – электродвигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка передач;
4 – цепная передача; 5 – приводной вал; 6 – двигатель; 7 – опоры

Рисунок 7 – Кинематическая схема привода холодной обкатки стэнда

Крутящий момент от электродвигателя 1 передается через муфту сцепления 2 и выбранную ступень коробки переключения передач 3 к цепной передаче 4. Ведомая звездочка цепной передачи посажена на приводной вал, который соединяется с маховиком двигателя. Цепная передача введена для уменьшения габаритов стэнда и расположения электродвигателя с коробкой передач в нижней части рамы стэнда под двигателем. В конструкции стэнда применим коробку передач с корзиной сцепления от автомобиля ВАЗ-2105, так как она имеет меньшие габариты по сравнению с коробкой автомобиля ГАЗ.

Общий коэффициент полезного действия привода

$$\eta_0 = \eta_{зп} \eta_{2цп} \eta_{пкт} , \quad (2.4)$$

где: $\eta_{цп}=0,92$ - КПД цепной передачи;

$\eta_{цп}=0,98$ КПД зубчатой цилиндрической передачи;

$\eta_{пк}=0,99$ - КПД пары подшипников качения;

$m=3$ - число пар подшипников с учетом работающей ступени коробки передач.

$$\eta_0 = 0,92 \cdot 0,982 \cdot 0,993 = 0,85. \quad (7)$$

Потребная мощность электродвигателя

$$P_d = N_{двс} / \eta_0, \quad (2.5)$$

$$P_d = 1,83 / 0,85 = 2,15 \text{ кВт.}$$

При включенной прямой передаче в коробке передач примем общее передаточное число привода

$$u'_0 = 1,0.$$

Тогда частота вращения вала электродвигателя будет равна частоте вращения коленвала при обкатке

$$n'_{дв} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

По потребной мощности $P_d = 2,15$ кВт и $n'_{дв} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ выбираем по ГОСТ 19523-81 электродвигатель асинхронный трехфазный АМУ112М6, мощность которого $P_{дв} = 2,2$ кВт, частота вращения с учетом скольжения $n_{дв} = 980 \text{ мин}^{-1}$.

Угловые скорости валов привода

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_i}{30} \text{ с}^{-1}. \quad (8)$$

Для вала электродвигателя и ведущего вала коробки передач

$$\omega_d = \frac{3,14 \cdot 980}{30} = 102,5 \text{ с}^{-1}.$$

Угловые скорости валов для ведомого вала коробки передач и ведущего вала привода зависят от включенной ступени в коробке.

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{u_{кп} \cdot 30}, \quad (9)$$

где $u_{кп}$ – передаточное число включенной ступени в коробке передач, для

КП ВА3-2105 передаточное число первой ступени составляет $u_{кп1}=3,67$, для прямой передачи $u_{кп4}=1,0$.

При включенной первой передаче в коробке

$$\omega_{21} = \frac{3,14 \cdot 980}{3,67 \cdot 30} = 27,9 \tilde{n}^{-1}.$$

При включенной прямой передаче

$$\omega_{24} = \omega_D = \frac{3,14 \cdot 980}{30} = 102,5 c^{-1}.$$

Мощности на валах привода:

- двигателя и ведущего вала коробки передач $P_D=P_1= 2,15$ кВт;
- ведомого вала КП и ведущей звездочке цепной передачи

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{zn}^2 \cdot \eta_{нк}^2, \quad (10)$$

$$P_2 = 2,15 \cdot 0,98^2 \cdot 0,99^2 = 2,02 \text{ кВт};$$

- приводном валу вращения коленвала

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{уп} \cdot \eta_{нк}, \quad (11)$$

$$P_3 = 2,02 \cdot 0,92 \cdot 0,99 = 1,83 \text{ кВт}.$$

Крутящие моменты на валах

$$T_i = P_i / \omega_i, \quad (12)$$

где P_i - мощность на i -ом валу, Вт;

ω_i - частота вращения i -ого вала, рад⁻¹;

- на валу электродвигателя

$$T_1 = 2,15 \cdot 10^3 / 102,5 = 20,97 \text{ Нм};$$

- на ведомом валу коробки передач и ведущей звездочке цепной передачи

при включенной прямой передаче

$$T_2 = 2,02 \cdot 10^3 / 102,5 = 19,7 \text{ Нм};$$

- на приводном валу при включенной прямой передаче

$$T_3 = 1,83 \cdot 10^3 / 102,5 = 17,85 \text{ Нм}.$$

Крутящие моменты на валах привода не рассчитываем, т.к. при включенных низших передачах в коробке частота вращения коленчатого вала двигателя будет меньше, соответственно пропорционально меньше будет мощность механических потерь.

2.1.2 Расчет цепной передачи

Расчет производится по методике [4].

По передаточному числу выбираем число зубьев ведущей звездочки

$$Z_1 = 27.$$

Число зубьев ведомой звездочки

$$Z_2 = Z_1 \cdot u, \quad (13)$$

$$Z_2 = 27 \cdot 1 = 27.$$

Шаг цепи

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{\text{Э}}}{Z_1 \cdot [P] \cdot m}} \quad (14)$$

где T_2 – крутящий момент на ведущей звездочке, Нмм;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент, учитывающий условия монтажа и эксплуатации пере-

чи

$$K_{\text{Э}} = k_g \cdot k_a \cdot k_{\beta} \cdot k_r \cdot k_c \cdot k_{\text{см}}, \quad (15)$$

где k_g – динамический коэффициент, учитывающий характер нагрузки, примем для спокойной безударной нагрузки $k_g=1,0$;

k_a – коэффициент, учитывающий межосевое расстояние, $k_a =1$ (при $a=(30\dots 50)t$);

k_β – коэффициент, учитывающий наклон передачи, $k_\beta =1,3$ (при $\beta=90^\circ$);

k_p -коэффициент, учитывающий способ регулировки, $k_p=1,25$ (при периодическом регулировании);

k_c – коэффициент, учитывающий смазку цепи ($k_c=1,3..1,5$ при периодической смазке). Примем $k_c=1,3$;

k_{cm} – коэффициент сменности работы ($k_{cm} =1$ при односменной работе; $k_{cm} =1,25$ при двухсменной работе), примем $k_{cm} =1$.

$[P]$ – допустимое удельное давление цепи, при предварительных расчетах принимаем $[P]= 30$ МПа;

m – число рядов цепей. Примем $m=1$.

$$K_\Sigma=1,0 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 1,3 \cdot 1 = 2,11,$$

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{19,7 \cdot 10^3 \cdot 2,11}{27 \cdot 30 \cdot 1}} = 10,26 \text{ мм}.$$

Принимаем ближайшее стандартное значение шага цепи $t=12,7$ мм.

Скорость цепи

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000} < [V] \quad (16)$$

где $[V]$ – допускаемая скорость цепи для открытых передач;

$$[V] = 7,3 \sqrt{\frac{Z_1}{t}} \quad (17)$$

$$V = \frac{27 \cdot 12,7 \cdot 980}{60 \cdot 1000} = 5,6 \text{ с}^{-1} < [V] = 7,3 \sqrt{\frac{27}{12,7}} = 10,6 \text{ с}^{-1}.$$

Условие выполнено.

Примем предварительно межосевое расстояние $a=500$ мм.

Число звеньев в цепи

$$L_t = \frac{2a}{t} + 0,5(Z_1 + Z_2) + \frac{t(Z_2 - Z_1)^2}{4a\pi^2} \quad (18)$$

$$L_t = \frac{2 \cdot 500}{12,7} + 0,5(27 + 27) + \frac{(27 - 27)^2}{4 \cdot 500 \cdot 3,14^2} = 105,7.$$

Округляем до целого числа $L_t=106$.

Длина цепи

$$L = L_t \cdot t \quad (19)$$

$$L = 106 \cdot 12,7 = 1346 \text{ мм.}$$

Расчетное межосевое расстояние

$$a = 0,25t \left[L_t - 0,5(Z_2 + Z_1) + \sqrt{[L_t - 0,5(Z_2 + Z_1)]^2 - \frac{8 \cdot (Z_2 - Z_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (20)$$

$$a = 0,25 \cdot 12,7 \left[106 - 0,5(27 + 27) + \sqrt{[106 - 0,5(27 + 27)]^2 - \frac{8 \cdot (27 - 27)^2}{4 \cdot 3,14^2}} \right] = 504 \text{ мм.}$$

Общее усилие, действующее на цепь

$$F_0 = F_t + F_f + F_{ц} \quad (21)$$

где F_t - окружное усилие в передаче

$$F_t = \frac{P}{V} \quad (22)$$

$$F_t = \frac{2020}{5,6} = 360 \text{ Н.}$$

F_f – усилие, возникающее от провисания цепи;

$$F_f = 9,81 \cdot k_f \cdot q \cdot a \quad (23)$$

где k_f – коэффициент, учитывающий расположение цепи, $k_f=2$ при вертикальном расположении;

q – погонная масса цепи (выбирается по таблице 72), $q=0,75$ кг/м;

$$F_f=9,81 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 0,504=7,4 \text{ Н.}$$

$F_{ц}$ – центробежная сила

$$F_{ц} = q \cdot V^2, \quad (24)$$

$$F_{ц}=0,75 \cdot 5,6^2=23,6 \text{ Н,}$$

$$F_0=360+7,4+23,6=391 \text{ Н.}$$

Удельное давление в шарнирах цепи

$$P = \frac{F_0 \cdot K_{\text{э}}}{A \cdot m} \leq [P], \quad (25)$$

где A – проекция опорной поверхности шарнира, выбирается по типу и шагу цепи, $A=39,6$ мм²;

m – число рядов цепи;

$[P]$ - допустимое удельное давление МПа: $[P]=22$ МПа.

$$P = \frac{391 \cdot 2,11}{39,6 \cdot 1} = 20,8 < [P].$$

Запас прочности цепи

$$n = \frac{Q}{K_d \cdot F_t + F_f + F_y} \geq [n], \quad (26)$$

где Q и $[n]$ - разрушающая нагрузка и допускаемый запас прочности цепи, $Q=18,2$ кН; $[n]=10$;

K_d – коэффициент динамичности, $K_d=1 \dots 1,2$. При спокойной нагрузке $K_d=1$.

$$n = \frac{18200}{1,0 \cdot 360 + 7,4 + 23,6} = 46 > [n] = 10.$$

Усилия, действующие на валы в передаче

$$F_B = Ft + 2Ff, \quad (27)$$

$$F_B = 360 + 2 \cdot 7,4 = 375 \text{ Н.}$$

Геометрические параметры звездочек.

Диаметр делительных окружностей:

$$D_d = \frac{t}{180} \sin \frac{25,4}{27} Z = 109,4 \text{ мм.} \quad (28)$$

Диаметр наружных окружностей:

$$D_{e1} = \frac{t}{180} + 1,1d_1 \quad (29)$$

где $d_1 = 8,51$ - диаметр ролика, мм.

$$D_{e1} = \frac{12,7}{180} + 1,1 \cdot 8,51 = 118,01 \text{ мм.}$$

Диаметры впадин:

$$Df = Dd - d1, \quad (30)$$

$$D_{f1} = 109,4 - 8,51 = 100,89 \text{ мм.}$$

Так как цепная передача имеет передаточное число $u=1$, то геометрические параметры ведущей и ведомой звездочки одинаковы.

2.1.3 Расчет опор двигателя

Двигатель на стенде при обкатке должен удерживаться на весу в опорах. Основной вес двигателя приходится на два опорных кронштейна, при помощи которых он устанавливается на подушки в кузове автомобиля. В проектируемом стенде используем оба кронштейна для крепления. Будем считать обе опоры основными, на которые приходится весь вес двигателя. Еще одну опору выполним для выравнивания двигателя за точку крепления к резьбовым отверстиям картера под маховиком, т.е. в крайней точке. Вертикальные нагрузки в этой опоре близки к нулю, поэтому ее не рассчитываем.

Основные опоры выполним в виде резьбового соединения винта и кронштейна. К верхней части винта крепится переходная деталь для соединения с кронштейнами двигателей разных марок (ВАЗ или ЗМЗ). Эскиз опоры приведен на рисунке 8.

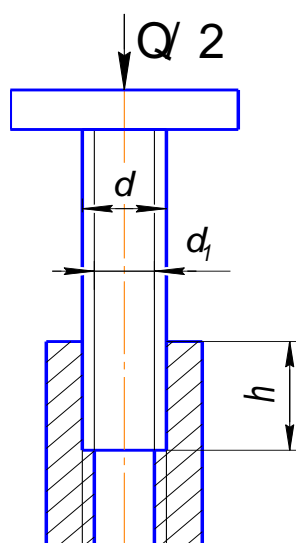


Рисунок 8 – Конструкция опорной стойки

На первом этапе определим необходимый диаметр стержня из расчета на сжатие по известной вертикальной нагрузке. Расчетное напряжение стержня при сжатии

$$\sigma_{\delta} = \frac{F}{S} \leq [\sigma_{\delta}] \quad (31)$$

где $F=Q/2$ – вертикальная нагрузка на одну опору;

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение (сжатие), для стали 20 $[\sigma_p]=115$ МПа;

S – площадь сечения стержня, для круглых стержней

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (32)$$

где D – диаметр круглого стержня.

После подстановки получаем

$$D = \sqrt{\frac{2Q}{\pi \cdot [\sigma_{\delta}]}} \quad (33)$$

$$D = \sqrt{\frac{2 \cdot 1765}{3.14 \cdot 115}} = 3,1 \text{ мм.}$$

Конструктивно данное значение диаметра стержня неприемлемо. Примем для конструкции стержень с резьбой М10.

Напряжение смятия резьбы определяется по формуле:

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot F \cdot p}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot h} \leq [\sigma_{см}] \quad (34)$$

где: p – шаг резьбы, мм;

d, d_1 – соответственно наружный и внутренний диаметр резьбы, мм;

$[\sigma_{см}]=0,8 \cdot [\sigma_T]$ МПа – допускаемое напряжение смятия резьбы, для стали 20

$$[\sigma_{см}]=0,8 \cdot 260 \approx 200 \text{ МПа};$$

h – высота резьбовой части;

p – шаг резьбы.

Необходимая высота резьбовой части в сопряжении стержня и корпуса

опоры

$$h = \frac{2 \cdot Q \cdot p}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot [\sigma_{cu}]}, \quad (35)$$
$$h = \frac{2 \cdot 1765 \cdot 1,5}{3,14 \cdot (10^2 - 8,37^2) \cdot 200} = 0,28 \text{ мм}.$$

Высота резьбовой части будет определена конструктивно при проектировании.

2.1.4 Расчет сечений рамы станда

Несущим узлом станда является рама, на которой крепится обкатываемый двигатель, электродвигатель и коробка передач привода. Определим минимально необходимые геометрические параметры сечений элементов рамы. Примем предварительно для рамы станда сечение трубы. Для определения напряжений в сечениях рамы построим ее эскиз (рисунок 9).

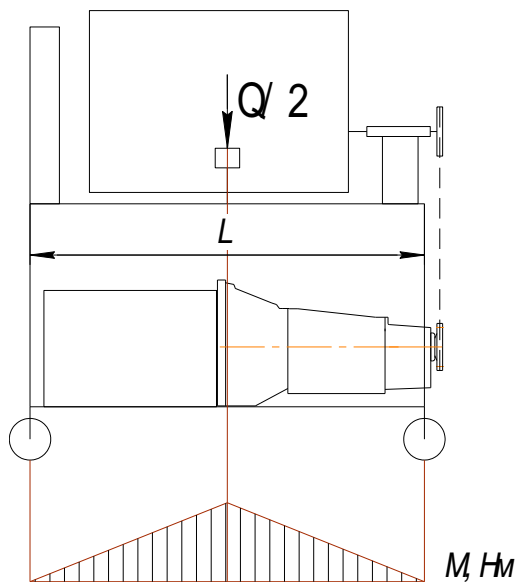


Рисунок 9 – Расчет нагрузки рамы станда

Из рисунка можно сделать вывод, что наибольшие напряжения испытыва-

ют продольные верхние стороны рамы, так как на них находятся опоры двигателя и расположение их примерно в средней части. На нижних продольных сторонах рамы крепятся электродвигатель и коробка передач, вес которых меньше веса двигателя, поэтому расчет произведем по весу двигателя. Все элементы рамы выполняем из трубы одного сечения. При расчете изгибающих моментов в сечениях примем длину стороны $L=0,8$ м, соответствующую размещению на стенде двигателя ЗМЗ-402.

Наибольший изгибающий момент в раме

$$M_{II} = \frac{Q \cdot L}{4} \quad (36)$$

где Q – расчетный вес двигателя, Н,

L – длина продольной стороны рамы, м.

$$M_{II} = \frac{1765 \cdot 0,8}{4} = 353 \text{ Нм.}$$

Напряжения изгиба в сечении балки

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x} \leq [\sigma_u] \quad (37)$$

где W_x – момент сопротивления сечения, мм^3 ;

$[\sigma_u]=80\dots100$ МПа – допускаемое напряжение изгиба для стали Ст3 ГОСТ 380-94.

Момент сопротивления сечения трубы определяется по формуле

$$W_x = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot s}{4} \quad (38)$$

где D – диаметр трубы наружный, мм;

s – толщина стенки трубы, мм.

Необходимый момент сопротивления трубы при известном изгибающем моменте

$$W_x = \frac{M}{[\sigma_H]} \quad (38)$$

$$W_x = \frac{353 \cdot 10^3}{100} = 3530 \text{ мм}^3,$$

Методом подбора выбираем трубу с моментом сопротивления сечения не ниже расчетного. По справочнику [5] выбираем трубу по ГОСТ 3262-75 с ближайшим значением наружного диаметра $D=40$ мм, толщиной стенки $S=3,5$ мм, моментом сопротивления сечения

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 40^2 \cdot 3,5}{4} = 4396 \text{ мм}^3.$$

2.2 Проверочные расчеты

2.2.1 Расчет сварных швов

В конструкции стенда наибольшим нагрузкам подвергаются сварные швы в раме, а именно в местах крепления продольных трубок, на которые приложен вес установленного двигателя. Нагрузка примерно равномерно распределяется между четырьмя сварными швами по торцам трубок. В сварных швах действует касательное напряжение от сдвигающей силы (рисунок 10).

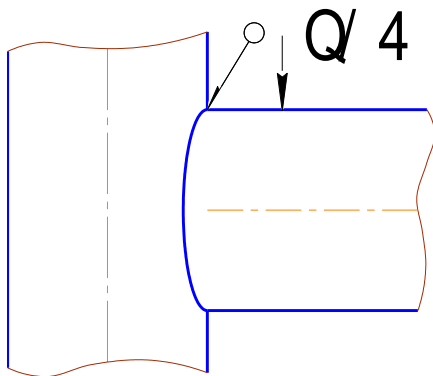


Рисунок 10 – Расчет сварного шва

Соединение выполнено сварочным швом катетом $k=5$ мм.

Условное напряжение при нагрузке силой F

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot 0,7 \cdot k \cdot l} \leq [\tau_{cp}] , \quad (39)$$

где τ - расчетные касательные напряжения в сварном шве, МПа;

k – катет шва, мм;

l – длина шва общая, мм;

F – сдвигающая сила, Н;

$[\tau_{cp}]$ – допускаемые напряжения для сварного шва, МПа.

Длину сварочного шва примем как длину окружности сечения трубки:

$$L = 2\pi R , \quad (40)$$

где R – радиус сечения трубки, мм.

$$L=2 \cdot 3,14 \cdot 20=125 \text{ мм.}$$

Сдвигающая сила F равна

$$F = Q/4 , \quad (41)$$

$$F=1765/4=441 \text{ Н.}$$

Допускаемое напряжение в швах сварных соединений [6] при сварке электродами Э42 равно

$$[\tau_{cp}] = 0,6[\sigma_P] , \quad (42)$$

где $[\sigma_P]$ – допускаемое напряжение основного металла соединяемых элементов при растяжении, при применении стали Ст3 согласно справочным данным [2] будет равно $[\sigma_P]=70$ МПа.

Тогда

$$[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot 70 = 96 \text{ МПа},$$

$$\tau = \frac{441}{2 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 125} = 0,5 \text{ МПа} < [\tau_{cp}].$$

Таким образом, прочность рассчитанного сварного соединения имеет достаточный запас прочности.

2.2.2 Расчет шпоночного соединения

При помощи шпонок в конструкции стенда выполнено соединение вала электродвигателя и муфты соединения с валом коробки передач, соединение ведомой звездочки с приводным валом. Наибольший крутящий момент возникает в соединении вала электродвигателя и вала коробки передач. Так как диаметр данного соединения меньше по значению, то расчет произведем по нему. Крутящий момент в данном соединении по данным кинематического расчета составляет $T_1 = 20,97 \text{ Нм}$.

Эскиз соединения приведен на рисунке 11.

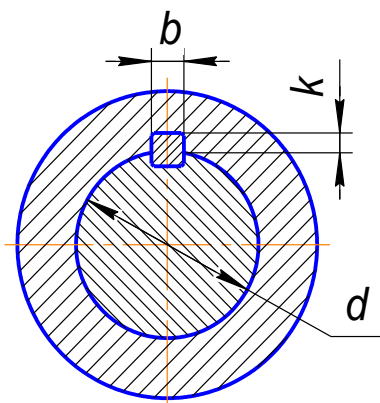


Рисунок 11 – Эскиз шпоночного соединения

Проверочный расчет шпонок производим по следующим формулам:

На смятие

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma_{см}] , \quad (43)$$

на срез

$$\tau_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau_{см}] , \quad (44)$$

где T - крутящий момент, передаваемый шпонкой, Нмм;

d - диаметр вала, мм;

b ; l_p - соответственно ширина и рабочая длина шпонки, мм;

K – глубина паза втулки, мм;

$\sigma_{см}$ и $[\sigma_{см}]$ расчетное и допускаемое напряжение на смятие, МПа;

$\tau_{см}$ и $[\tau_{см}]$ расчетное и допускаемое напряжение на срез, МПа;

$[\sigma_{см}] = 150$ МПа при стальной ступице [6];

$[\tau_{см}] = 90$ МПа.

Шпоночное соединение выполнено на диаметре $D = 28$ мм шпонкой $8 \times 7 \times 20$

мм.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 20,97 \cdot 10^3}{28 \cdot 20 \cdot 3,5} = 21,4 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] ,$$

$$\tau_{см} = \frac{2 \cdot 20,97 \cdot 10^3}{28 \cdot 20 \cdot 8} = 9,4 \text{ МПа} < [\tau_{см}] .$$

Шпоночные соединения приводов имеют необходимый запас прочности.

3 Описание разработанной конструкции

3.1 Устройство стенда

«Стенд предназначен для холодной и горячей обкатки двигателей легковых автомобилей ВАЗ, ГАЗ «Волга» (двигатели ВАЗ-2101...2108, ЗМЗ-402...406 и их модификации) после их ремонта и для снятия технических характеристик отремонтированных двигателей. Горячая обкатка производится без тормозным методом, т.е. нагрузка двигателя производится приложением сил внутреннего сопротивления при поочередном отключении цилиндров. При помощи стенда производится три этапа обкатки: холодная обкатка при помощи приводного электродвигателя, холостая горячая обкатка и обкатка на рабочих режимах. Для обеспечения работы двигателя при горячей обкатке стенд оборудован системой питания топливом и системой охлаждения. Отвод выхлопных газов при работе двигателя производится путем подсоединения к выхлопному коллектору шлангов системы дымоудаления из помещения. Соединение системы охлаждения с двигателем производится при помощи шлангов. При обкатке каждого двигателя заполнение системы охлаждающей жидкостью и ее слив производится индивидуально.

В конструкции стенда использованы серийные узлы с автомобилей: радиатор от автомобиля ГАЗ-3102, коробка передач и сцепление ВАЗ-2105. Так как данные узлы рассчитаны для работы в составе автомобиля, их прочностной расчет в стенде не производился.

Для замера и снятия характеристик с работающего двигателя стенд оборудован механизмом выключения сцепления приводного электродвигателя с коробкой передач, топливным расходомером, тахометром числа оборотов коленвала. Снятие характеристик производится по разработанным научным методикам с использованием метода нагружения двигателя отключением цилиндров (отключения питания свечей зажигания).

Стенд выполнен компактным и мобильным для удобства перемещения его по ремонтному участку предприятия. Все узлы и агрегаты смонтированы на

сварной раме в два яруса. На нижнем ярусе закреплен электродвигатель, который при помощи муфты соединяется с коробкой передач через корзину сцепления. На фланце выходного вала коробки передач установлена ведущая звездочка цепной передачи, при помощи которой крутящий момент передается на второй ярус к маховику двигателя. Для отключения сцепления после запуска двигателя при горячей обкатке установлен рычаг, который упирается в вилку сцепления и поджимается к ней постоянно при помощи пружины.

На втором ярусе установлен узел приводного вала, на один конец которого напрессована ведомая звездочка цепной передачи, во втором полем конце вставлен сменный шлицевой вал, который непосредственно соединяется с маховиком обкатываемого двигателя через диски штатной корзины сцепления. Под каждую марку двигателя устанавливается свой сменный шлицевой вал, который может перемещаться вдоль оси вращения.

Цепная передача с наружной стороны рамы закрыта защитным кожухом.

На верхнем ярусе также на двух опорах крепится обкатываемый двигатель. Опоры с резьбовым стержнем, могут перемещаться в поперечной и продольно плоскости для подгонки установки оси вращения коленвала с осью приводного вала. Кроме того, для равновесия двигателя установлена вспомогательная опора со сменной оправкой для крепления к двигателю через резьбовые отверстия на задней стенке (отверстия крепления коробки передач).

Внизу, рядом с электродвигателем на раме закреплен небольшой топливный бак. В бак установлен всасывающий патрубок, на который навернут топливный расходомер для замера количества топлива, подаваемого к двигателю.

В верхней части стенда на раме закреплен радиатор с электродвигателем обдува. Питание электродвигателя привода двигателя осуществляется от внешнего источника, питание электродвигателя обдува радиатора и системы зажигания двигателя осуществляется через блок питания пульта управления.

Стенд состоит из двух составных частей: станции нагрузочно-приводной, персонального компьютера управления и может быть, по заказу Потребителя, укомплектован универсальными гибкими жаропрочными рукавами для системы уда-

ления выхлопных газов от ДВС автомобилей»[15]

Станция нагрузочно-приводная.

«Нагрузочно-приводная станция предназначена для установки и крепления ДВС, автономной системы охлаждения, датчика и приводного электродвигателя, соединяемого с ДВС для передачи вращения коленчатому валу при холодной обкатке и создания нагрузки в горячем режиме обкатки.

Нагрузочно-приводная станция (рисунок 12) состоит из станины 1, на которой размещены: направляющие 10 с четырьмя винтовыми опорами 4 (для установки ДВС используются две из трех направляющих), стойка 11 для датчика крутящего момента 6, стойка 2 для радиатора 3 с диффузором автономной системы охлаждения, приводной электродвигатель 8.»[21]

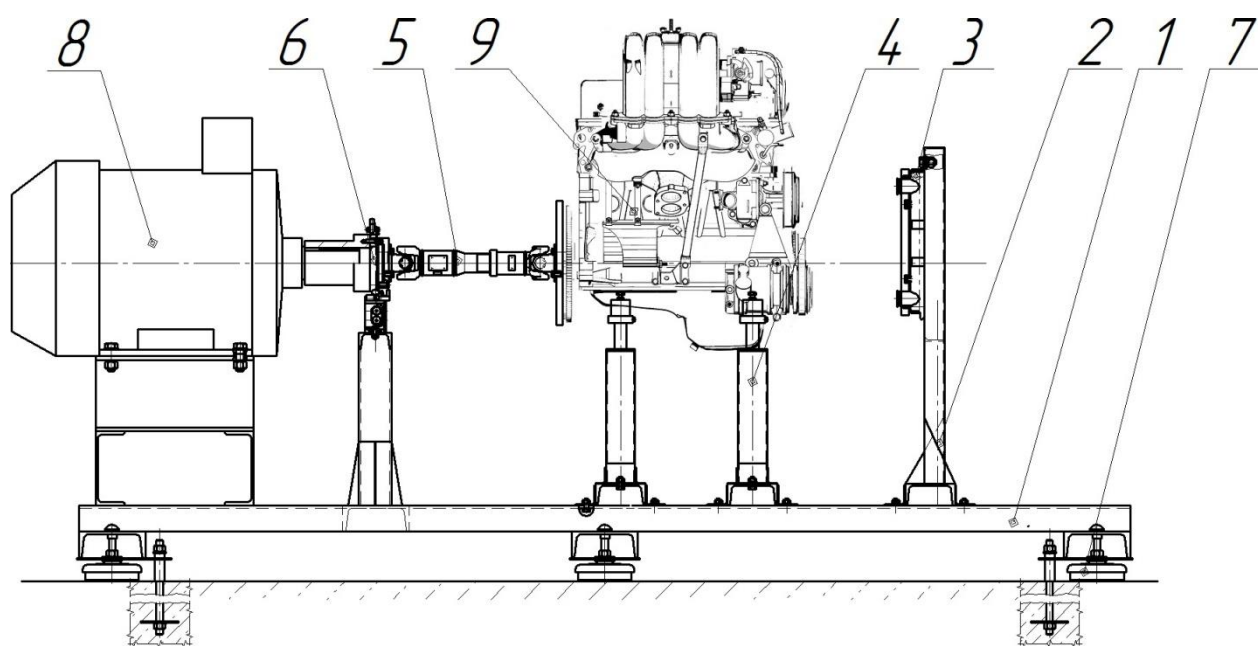


Рисунок 12 – Главный вид станда

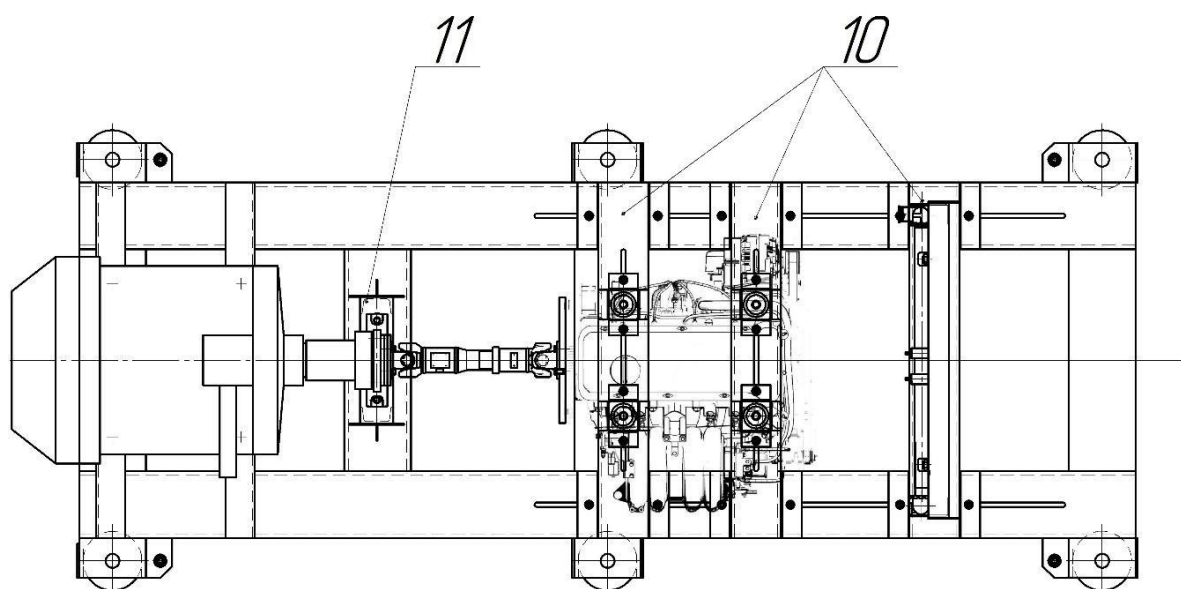


Рисунок 13 – Вид станда сверху

3.2 Порядок обкатки двигателя

«Для проведения стендовых испытаний и обкатки необходимо выполнить следующие операции:

- закрепить двигатель на испытательном стенде с помощью кронштейнов;
- соединить выпускной трубопровод двигателя с трубой для отвода выхлопных газов и маховик двигателя с валом станда фланцем;
- подсоединить к двигателю топливопровод и шланги системы охлаждения;
- соединить датчик температуры охлаждающей жидкости с термометром станда, вывернуть из блока цилиндров датчик давления масла и завернуть вместо него датчик манометра станда;
- подсоединить провода от распределителя зажигания и генератора к щиту управления стандом.

Порядок холодной обкатки двигателя:

- выжав рычаг сцепления на стенде, включить первую передачу в коробке;
- включить электродвигатель привода и плавно отпустить рычаг сцепления до начала вращения коленчатого вала ДВС;

- обкатку на первой ступени производить в течение 5-10 минут, в зависимости от модели двигателя и сопротивления проворачиванию коленвала;
- не выключая электродвигатель, выжать рычаг сцепления и включить вторую передачу в коробке, затем плавно отпустить рычаг до начала вращения коленвала ДВС;
- обкатку на втором режиме производить 5- минут;
- аналогично произвести обкатку на повышенных передачах, при этом частота вращения вала двигателя не должна превышать 2500 об/мин; время обкатки на повышенных оборотах 10-15 минут;
- после окончания цикла холодной обкатки выжать рычаг сцепления и включить нейтральную передачу в коробке.

Порядок горячей обкатки двигателя без нагрузки:

- пустив двигатель, проверить его работу, а также, нет ли утечки воды или топлива между сопрягаемыми деталями, из соединений трубопроводов и через прокладки; проверить давление масла, которое должно быть 0,34...0,35 МПа;
- проверить, нет ли утечки масла через прокладку между крышкой и головкой цилиндров (при наличии утечки проверить затяжку болтов и при необходимости подтянуть их);
- при обнаружении неисправностей остановить двигатель и устранить их, прежде чем приступить к продолжению испытаний; при этом следует учитывать, что в первом периоде испытаний двигатель еще не приработался, что вызывает значительное сопротивление вращения из-за трения между рабочими поверхностями новых деталей, для которых необходим определенный период приработки; это относится особенно к тем двигателям, на которых были заменены поршни, шатунные и коренные подшипники с шлифованием шеек коленчатого вала, а также гильзы цилиндров.»[19]
- при обкатке двигателя надо придерживаться следующего режима согласно таблице 3.

Таблица 3 - Режим обкатки двигателя без нагрузки

Обороты коленчатого вала, мин -1	00	000	500
Продолжительность обкатки, мин	5	5	

«На следующем этапе производится обкатка двигателя с приложением нагрузки. Спроектированный стенд бестормозной обкатки позволяет в качестве нагрузки использовать момент внутреннего сопротивления двигателя.

Порядок горячей обкатки под нагрузкой:

- если двигатель был остановлен, запустить его;
- при работе двигателя довести температуру охлаждающей жидкости до рабочего состояния, разогнать двигатель до частоты вращения, соответствующей максимальной мощности (по технической характеристике)
- зафиксировать по приборам частоту вращения коленвала и отключить одну из свечей двигателя;
- по таймеру и тахометру определить время падения частоты вращения и частоту вращения под нагрузкой от сопротивления одного цилиндра;
- аналогично снять показания при отключении поочередно каждого цилиндра; по разности показаний можно определить состояние каждого цилиндра после ремонта – в идеальном случае показания при отключении всех цилиндров по очереди должны быть одинаковы;
- снять показания приборов при увеличенной нагрузке путем отключения двух цилиндров одновременно;
- сравнить полученные данные с табличными значениями, выведенными для разных типов и моделей двигателей опытным путем и сделать заключение о состоянии двигателя.»[7]

4 Безопасность и экологичность технического объекта

«Для предоставления потребителю максимально полной информации о соблюдении необходимой безопасности для предотвращения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации оборудования (устройства) необходимо разработать технологический паспорт безопасности.

На территории Российской Федерации действуют нормативно- правовые акты, устанавливающие, что товары, которые негативно влияют или потенциально могут влиять на внешнюю среду и различные факторы, могут осуществлять свой жизненный цикл (начиная с разработки и заканчивая утилизацией) только в сопровождении всей технической документации. Паспорт разрабатывается для:

- продукции, к которой в соответствии с нормами Законодательства применяются меры относительно обеспечения безопасности;
- новых типов продукции, которые могут потенциально нанести вред потребителю;
- продукции, которая в соответствии с международными стандартами признана опасной.

Паспорт безопасности представляет собой технический документ, который включают в себя:

– технологическую карту, в которую входит подробное описание технических операций, выполняемых на данном оборудовании (устройстве, приспособлении и т.п.);

- перечень возможных профессиональных рисков и их оценка; способы и применяемые средства защиты, предотвращающие вредные и опасные и производственных факторы при эксплуатации оборудования;

– разработку перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения пожарной безопасности;

–разработку мероприятий по предотвращению экологических рисков, возникающие при эксплуатации рассматриваемого оборудования;

–мероприятия по предотвращению неблагоприятного антропогенного влияния на окружающую среду»[14]

4.1 Требования безопасности в аварийных ситуациях

«При нарушении режима работы испытательной станции или аварии на испытательном стенде для обкатки двигателей. Работник обязан немедленно предпринять меры к выводу оборудования из работы путем выключения испытательного стенда и перекрытия подачи топлива. Испытатель должен остановить двигатель если:

- Обнаружатся течи в топливных и масляных системах, опасные тем, что они легко воспламеняемые и на производстве может произойти возгорание.

- Резкий скачок температуры охлаждающей жидкости или масла на выходе

4.2 Оценка профессиональных рисков

Профессиональный риск – вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязательств по трудовому соглашению. Перечень рисков представлен в таблице 4»[5].

Таблица 4. – Перечень основных профессиональных рисков возникающие при работе в агрегатном отделении

«Технологический производственный и технологический эксплуатационный процесс, разновидность осуществляемых работ	Вредные и опасные технологически-производственные факторы	Очаг происхождения опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3

Продолжение таблицы 4

1	2	3
«Мойка деталей в ванне с моющим раствором	<p>Физические опасные и вредные факторы: повышенный уровень влажности.</p> <p>Химически опасные и вредные факторы: раздражающие вещества, проникающие через органы дыхания</p>	Установка ОМ-1306 с моющей жидкостью, растворы моющих жидкостей
<p>Автоматическая мойка узлов и агрегатов в моечной установке</p> <p>Разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам</p>	<p>Физические опасные и вредные факторы: повышенный уровень шума на рабочем месте; подвижные части производственного оборудования; повышенный уровень влажности</p> <p>Физические опасные и вредные факторы: – недостаточный уровень освещенности на рабочем месте; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования; – движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования. Психологические опасные и вредные факторы: перенапряжение зрительных анализаторов</p>	<p>Насос установки, крышка установки для мойки агрегатов</p> <p>Острые кромки оборудования, инструментов, агрегатов, недостаточная освещенность оборудования находящегося на отдалении от оконных приемов.</p>
Дефектовка деталей	<p>Физические опасные и вредные факторы: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте</p> <p>Психологические опасные и вредные факторы: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда</p>	Острые кромки специального инструмента, проверяемых деталей, монотонность измерительных операций.»[10]

4.3 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения ПБ

«Мероприятия по обеспечению ПБ разрабатываются в целях повышения устойчивости и пожарной безопасности.

Первичным средством пожаротушения будет выступать: пенный огнетушитель ПО-12 – 1шт, универсальный порошковый огнетушитель 10 л, пожарные краны, пожарный щит с песком для присыпания легко- воспламеняющихся жидкостей, асбестовое полотно размером не менее 1х1м, багор, топор и лом для вскрытия помещений или элементов конструкций.

Мобильным средством является специализированная техника. Стационарные установки системы пожаротушения – спринклера срабатывание, которых происходит в автоматическом режиме. В качестве средства пожарной автоматики возможно применить сигнальные извещатели (дымовой и тепловой), прибор контрольный, пожарный. Средством индивидуальной защиты работников при пожаре являются противогаз, в том числе гражданский противогаз ГП-7. Пожарный инструмент - лопата совковая, багор. Пожарные сигнализации и оповещения - извещатели ОПС – 11(таблица 5)»[10].

Таблица 5 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Подразделение и применяемое на нем оборудование»	Пожароопасность	Основные факторы пожара
Агрегатное отделение. Технологическое оборудование в агрегатном отделении	А, Е	Основные факторы: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода. Сопутствующие проявления пожара: Осколки, части разувшихся зданий, сооружений и т.п, опасные факторы взрыва, воздействие огнетушащих веществ»[10]

Идентификация экологических факторов представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация экологических факторов

«Наименование технического объекта или технологического процесса»	Где предполагается использовать приспособление, устройство, механизм и кем	Влияние технологического устройства на атмосферу (опасные и вредные выбросы в окружающую среду)	Влияние технологического устройства на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Влияние технологического устройства на литосферу (почву, растительность, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, и т.д.)
Устройства, стенд для разборки стоек и оборудование	Агрегатное отделение, производственный персонал,	Испарения моющих растворов, паров топлива, масел	сточные воды от установок для мойки агрегатов	изношенная спецодежда, Твердые бытовые отходы (ветошь, полиэтилен), промасляная ветошь (х/б ткань), отходы от упаковки запчастей), отработанное масло, лом металлов»[10]

4.4 Техничко-организационные мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий (пожар)

Производим анализ допустимых мероприятий по сохранению противопожарной безопасности. Техничко-организационные мероприятия представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Техничко-организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, оборудования»	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Агрегатное отделение	Наличие свидетельства по пожарной безопасности на необходимое устройство, приспособления	Приобретение только сертифицированного оборудования
	Инструктажи по пожарной безопасности	Своевременное и регулярное проведение различных видов инструктажей под роспись
	Регулярное и высококачественное осуществление предупредительных и ремонтных работ, модернизации и оптимизация работы энергетического оборудования	Проведение профилактических работ в соответствии с заранее разработанным графиком. Назначение приказом сотрудника, ответственного за своевременное проведение работ
	Своевременно производить обновление средств пожаротушения	Огнетушители и других средства пожаротушения всегда должны быть в исправном состоянии. Не допускается использовать средства пожаротушения с истекшим сроком использования
	Наличие предусмотренных законодательством знаков, информационных табличек.	Знаки и информационные таблички безопасности, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ»[10]

4.5 Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

«Для защиты окружающей среды от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения её вредными веществами можно выделить следующие мероприятия:

- технологические (создание безотходных и малоотходных производств);
- санитарно-технические.

Перечень мероприятий, определяющие экологические факторы устройства, оборудования представлены в таблице 8»[10].

Таблица 8 – Перечень мероприятий

Наименование технического объекта	Агрегатное отделение
«Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на атмосферу	Применение фильтров в имеющихся на участке вытяжных шкафах (зондах). Контроль за состоянием качества воздуха зоне выполнения работ
Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на гидросферу	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды. Слив воды из установки для мойки агрегатов осуществляется в специальный сток, ведущий к очистным сооружениям участка уборочно-моечных работ.
Мероприятия по уменьшению отрицательного антропогенного влияния на литосферу	Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Металлолом хранится на площадке и после накопления определенного количества вывозится подрядной организацией. Индивидуальная ответственность за сохранность окружающей среды»[10]

«Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технологического оборудования».

Идентифицированы профессиональные риски осуществляемого техно-

логического процесса, выполняемых технологических операций, видов производимых работ (таблица 4). Опасными и вредными производственными факторами определены такие факторы как: раздражающие вещества, проникающие через органы дыхания повышенный уровень влажности, детали и механизмы, подвижные элементы производственного оборудования, перенапряжение анализаторов, монотонность работы, повышенный уровень шума на рабочем месте.

Разработана совокупность организационно-технологических мероприятий с целью уменьшения профессиональных рисков. Подобраны средства индивидуальной (персональной) и коллективной защиты для использования работниками (таблица 5).

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности агрегатного отделения. Были идентифицированы класс пожарной опасности и опасные факторы пожара, а также проработаны список средств, различных методов и меры по обеспечению пожарной безопасности (таблица 6), а также разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Выявлены экологически опасные факторы (таблица 7) и проработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на техническом оборудовании (таблица 8).»[10]

Введение

«Параметрами продуктивности инвестпроекта являются чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, показатель рентабельности капитализаций и трудозатрат и срок рентабельности инвестпроекта. Чистый доход представляет собой сальдо денежных потоков по проекту и рассчитывается как сумма денежных притоков по проекту за весь период реализации проекта. Чистый дисконтированный доход это тоже самое только с учетом коэффициента дисконтирования, второй формулы для расчёта чистого дисконтированного дохода является формула с участием прибыли чистой прибыли по проекту - это сумма чистой прибыли амортизации за минусом капитальных вложений по проекту. Следующим показателем выступает внутренняя норма доходности, внутренняя норма доходности по проекту она оценивается таким образом, чтобы инвестор мог оценить эффективность проекта на начальном этапе, внутренняя норма доходности, это такое число E_v или E внутренняя норма доходности, которая сравнивается со ставкой дисконта по проекту и рассчитывается при чистом дисконтированном дивиденде равном нулю.

Внутреннюю норму доходности в том случае, если она выше, чем ставка дисконтирования, то она свидетельствует о том, что чистый дисконтированный доход будет положительной и соответственно проект будет эффективным, в том случае, если внутренняя норма прибыльности ниже, чем доходность дисконта, то инвестпроект считается нецелесообразным, оттого что чистый дисконтированный дивиденд по инвестпроекту будет негативным. Следующий показатель это индексы доходности по проекту, индексы доходности бывают или рассчитываются двух видов - это индекс доходности затрат и индекс доходности инвестиций. Индекс доходности и затрат рассчитываются как отношение чистых притоков. Следующие показатели - это срок окупаемости проекта, то есть это тот период времени, который прошёл от начала проекта до момента окупаемости, то есть того периода, когда накопленные чистые дисконтирован-

ные денежные притоки, дисконтированные или не дисконтированные зависят от вида срока окупаемости, превышают вложенные в проект средства. Различают дисконтированный и не дисконтированный или простой срок окупаемости проекта, соответственно при расчёте дисконтированного срока окупаемости рассчитываются накопленные дисконтированные денежные притоки, а при расчёте простого срока окупаемости рассчитываются или берутся во внимание не дисконтированные денежные потоки по проекту.

Срок окупаемости по проекту – это не основной показатель эффективности - это тот показатель, который присутствует или учитывается в качестве ограничения по проекту, соответственно он должен существовать в любом случае, если оценивается этот проект и в принципе в будущем может быть принят и срок окупаемости по проекту для дисконтированных денежных потоков он должен быть, укладываться в пределы жизненного цикла проекта конечно же. основополагающие параметры для того, чтобы подсчитать продуктивность инвестпроекта, всё же характеризуются двумя критериями: чистым дисконтированным дивидендом и показателем рентабельности вложения в инвестпроект, т.е. вот эти два критерия разрешают нам сделать выводы о результативности или несостоятельности инвестпроекта. Если чистая дисконтированная прибыль на проекте не отрицательная, т.е. больше либо равна нулю, и если индекс прибыли больше единиц, то мы считаем, что проект эффективен, поэтому рекомендуем его к реализации»[10].

5.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания Устройство в виде стационарного стенда, состоящего из сварных и крепежных стоек скрепленных между собой сваркой и уголками.

5.2 Исходные данные на проектный расчёт

Таблица 9 – Расчетные параметры

Показатели	Условные» обозначен.	Ед. измер.	Значение показателей	
			Базов.	Проектн.
1	2	3	4	5
1 Годовая программа	Пг	шт	1	1
2 Время машинное (оперативное)	Топ	час	1	0,95
3 Норма обслуж. раб.места	а	%	8	8
4 Норма на отдых и лич. надоб.	б	%	6	6
5 Часовая тарифная ставка:	Сч	Руб/час	3р--180	3р--180
			4р--190	4р--190
			5р--200	5р--200
6 Коэф. доплат к осн. з/плате	Кд	%	1,88	1,88
7 Страховые взносы в фонды	Кс	%	30	30
8 Цена оборудования	Цоб	руб		расчет
9 Коэф. на доставку и монтаж	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовая норма амор. на площ.	На	%	2,5	2,5
11 Годов.норма аморти. оборуд.	На	%	10	10
12 Площадь под оборудов.	Руд.	м ²	3,05	2,97
13 Коэф. допол. площади	Кд.пл		4	4
14 Цена эл. энергии	Цэ	руб/квч	3,4	3,4
15 Цена 1м ² площади	Цпл	руб/м ²	4000	4000
16 Стоимость эксплуат. произ. площади	Сэксп	руб/м ²	2000	2000
17 К-во рабочих на техпроцессе	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. транс. заготов. расходов	Ктз	%	1,03	1,03
19 Коэф. возврат.отходов	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. общепроиз. расходов	Копр	%	1,25	1,25
21 Коэф.общехозяйст .расх.	Кохр	%	1,6	1,6

5.3 Расчет фонда времени работы оборудования

«Рассчитаем номинальный фонд времени работы оборудования по формуле (24)

$$F_H = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot C \quad (45)$$

Где: D_p – количество рабочих дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность смены;

$T_{п}$ – количество часов сокращения смен в предпраздничные дни;

$D_{п}$ – количество праздничных дней;

C – количество смен.» [6].

$$F_H = (247 \cdot 8 - 118 \cdot 1) \cdot 1 = 1858 \text{ час}$$

5.3.1 Эффективный фонд времени работы оборудования

Рассчитаем эффективный фонд времени работы оборудования $F_э$ по формуле (25)

$$F_э = F_H \cdot (1 - B/100) \quad (46)$$

Где: B – плановые потери рабочего времени. Установлен 5%.

$$F_э = 1858 \cdot (1 - 5/100) = 1765$$

5.4 Расчет технологической себестоимости оборудования

Рассчитаем затраты на сырье и материалы по формуле (26)

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} - \frac{K_{ВОТ}}{100}\right) \quad (47)$$

Где: C_M – оптовая цена материала, руб.;

$K_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %;

$K_{ВОТ}$ – коэффициент возвратных расходов, %.» [6].

Таблица 10 – Расчет затрат на стенд

Наименование	Ед. изм.	К-во	Цена	Сумма
СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ				
«1 Труба стальная квадратная 50мм ГОСТ 8639-82	шт	2	350	700
2 Болт М10х35 ГОСТ 15589-70	шт	12	12	144
3 Шайба М10 ГОСТ 11371-78	шт	12	8	96
4 Гайка М10 ГОСТ 5915-70	шт	12	10	120
5 Швеллер 5П ГОСТ 8240-97	шт	4	230	920
6 Болт М8х130 ГОСТ 4017-2013	шт	2	20	40
7 Болт М4х20 ГОСТ 11738-84	шт	2	10	20
8 Гайка М4 ГОСТ 5915-70	шт	2	5	10
9 Подшипник 180512	шт	1	680	680
10 Гайка М8 ГОСТ 5915-70	шт	2	8	16
11 Стальная труба 50х0,5 ГОСТ 8734-75	шт	3	1200	3600
12 Стальной лист 5мм	шт	1	1000	1000
13 стальной лист 10мм	шт	1	1000	1000
Итого				8634» [19]

«Рассчитаем трудоемкость (нормы штучного) времени:

$$T_{шт} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отл} + T_{п.з.} \quad (48)$$

Где: $T_{шт}$ – трудоемкость операции, час;

$T_{маш}$ - машинное время, рассчитанное по техпроцессу;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, затраченное на управление станком;

$T_{обсл}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{отл}$ – время перерывов, установленных технологией и организацией производственного процесса;

$T_{п.з.}$ – время на подготовительно-заключительную работу.» [6].

Таблица 11 – Расчет трудоемкости

Вид операции	$T_{маш}$	$T_{всп}$	$T_{обсл}$	$T_{отл}$	$T_{пз}$	$T_{шт}$
1 Заготовительная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
2 Сварочная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
3 Токарная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
4 Сверлильная	1,5	0,15	0,15	0,075	0,015	1,89
5 Слесарная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
6 Сборочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
7 Окрасочная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
8 Отладочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
Итого						35,91

5.4.1 «Затраты на основную и дополнительную заработную плату

Рассчитаем основную заработную $Z_{осн}$ плату по формуле (49)

$$Z_{осн} = Z_T \cdot K_d \quad (49)$$

Где: Z_T – тарифная ставка, руб;

K_d – коэффициент доплат к основной зарплате.» [6].

Заработная плата у рабочих рассчитывается по тарифной ставке указанной в тарифном плане на разработку стенда для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания.

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч.-час	Часовая тарифная ставка	Зарплата по тарифу
1	2	3	4	5
1 Заготовительная	3	2,52	180	453,6

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5
2 Сварочная	4	5,04	190	957,6
03 Токарная	4	6,3	190	1197
4 Сверлильно-расточные	3	1,89	180	340,2
5 Слесарные	5	5,04	200	1008
Виды операций	Разряд ра- боты	Труд-ть, ч.-час	Часовая тарифная ставка	Зарплата по тарифу
6 Сборочные	5	6,3	200	1260
8 Отладочные	5	6,3	200	1260
итого		35,91		6476,4
Коэффициент доплат к основной заработной плате				1,88
Основная з/плата				12175,6

Рассчитает тарифную ставку Z_T по формуле (50)

$$Z_T = C_{\text{ч}} \cdot T_{\text{шт}} \quad (50)$$

Где: $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, руб./час;

Рассчитаем дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$ по формуле (51)

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot (K_{\text{доп}}/100) \quad (51)$$

Где: $K_{\text{доп}}$ – коэффициент соотношения между основной и дополнительной

5.4.2 «Страховые взносы в фонды

Рассчитаем страховые взносы в фонды $O_{\text{сс}}$ по формуле (52)

$$O_{\text{сс}} = \text{ФОТ} \cdot (K_{\text{сс}}/100) = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) K_{\text{сс}}/100 \quad (52)$$

Где: $K_{\text{сс}}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды, %;

ФОТ-фонд оплаты труда по основной и дополнительной зарплате.» [6].

5.4.3 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

5.4.3.1 «Затраты на амортизацию оборудования»

Рассчитаем затраты на амортизацию оборудования $A_{об}$ по формуле (53)

$$A_{об} = C_{об} \cdot (N_a/100) \cdot T_{маш}/F_э \quad (53)$$

Где: $C_{об}$ – стоимость оборудования, применяемого при изготовлении (модернизации) оборудования, руб;

N_a – норма амортизации данного оборудования, %;

$T_{маш}$ – время работы машин и оборудования, час;

$F_э$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час.» [6].

Таблица 13 – Расчет затрат на амортизацию оборудования

Вид оборудования	Цена оборуд.	Норма амортизации (%)	Время машинное	Эффективный фонд времени	Сумма амортиз. Отчисл.
1 Сверлильно-расточный станок	50000	12	1,5	2023	4,45
2 Слесарный инструмент	50000	10	4	2023	9,89
3 Аппарат для РДС	27500	20	4,0	2023	10,87
4 Токарный станок	120000	12	5,0	2023	35,59
итого	157000				60,8

Рассчитаем затраты на электроэнергию $P_{ээ}$ по формуле (54)

$$P_{ээ} = M_y \cdot T_{маш} \cdot C_{ээ}/КПД \quad (54)$$

Где: M_y – установленная мощность оборудования, кВт;

$C_{ээ}$ – стоимость 1 кВт – час электроэнергии, руб/кВт·час.» [6].

Таблица 14 – Расчет затрат на электроэнергию

Вид оборудования	Установ. мощность оборудования	Время машинное	Цена эл.энергии	КПД	Затраты на эл. энергию, руб.
1 Аппарат для РДС	4,5	4,0	4,8	0,8	76,5
2 Токарный станок	8	5,0	4,8	0,8	170
4 Сверлильно-расточный	4	1,5	4,8	0,7	29,14
5 Слесарный инструмент	2	4	4,8	0,7	38,86
итого					314,5

«Рассчитаем затраты на работу оборудования по формуле (55)

$$Z_{об} = A_{об} \cdot P_{ээ} \quad (55)$$

Где: $A_{об}$ – затраты на накладные оборудования, руб;

$P_{ээ}$ – расходы на электроэнергию, руб.» [6].

$$Z_{об} = 60,8 + 314,5 = 375,3$$

5.4.4 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию производственных площадей

5.4.4.1 «Затраты на амортизацию производственных площадей

$$A_{пл} = (C_{пл} \cdot N_{а.пл} \cdot S \cdot T_{шт}) / (F_{эф} \cdot 100) \quad (56)$$

Где: $C_{пл}$ – стоимость приобретения площадей, руб/м²;

$N_{а.пл}$ – амортизационные отчисления на эксплуатацию площадей, %;

S – площадь, необходимая по техпроцессу, м².» [6].

$$A_{пл} = (4000 \cdot 2,5 \cdot 11,88 \cdot 1,62) / (2023 \cdot 100) = 0,95$$

5.4.4.2 Расходы на содержание и эксплуатацию площадей

$$P_{\text{пл}} = C_{\text{эксп}} \cdot S \cdot T_{\text{шт}} / F_{\text{э}} \quad (57)$$

Подставим значения в формулу (58), найдем расходы на содержание и эксплуатацию площадей:

$$P_{\text{пл}} = 2000 \cdot 11,88 \cdot \frac{1,62}{2023} = 19,03 \text{ руб.}$$

5.4.5 «Технологическая стоимость изготовления стенда.

$$C_{\text{тех}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + O_{\text{сс}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{пл}} \quad (58)$$

Зная формулу и прошлые вычисления, подставим значения в формулу (37) и найдем технологическую стоимость изготовления стенда.» [6].

$$C_{\text{тех}} = 10574,3 + 2352 + 5898,3 + 589,83 + 2205,96 + 375,3 + 19,98 = \\ = 22015,67 \text{ руб.}$$

5.4.6 «Общепроизводственные расходы

$$P_{\text{опр}} = Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{опр}} \quad (59)$$

Где: $K_{\text{опр}} = 1,25$ – коэффициент общепроизводственных расходов.

$$P_{\text{опр}} = 4410 \cdot 1,25 = 5512,5$$

5.4.7 Общепроизводственные расходы

$$P_{\text{охр}} = Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{охр}} \quad (60)$$

Где: $K_{\text{охр}} = 1,6$

$$P_{\text{охр}} = 5898,3 \cdot 1,6 = 9437,28$$

5.4.8 Внепроизводственные расходы

Составляют 2% от производственной себестоимости.

$$P_{\text{вн}} = 59347,55 \cdot 0,02 = 1186,95 \text{ руб.}$$

Рассчитаем полную себестоимость по формуле (40)

$$C_{\text{пол}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{опр}} + P_{\text{охр}} + P_{\text{вн}} \quad (61)$$

Подставим значения в формулу (61) и рассчитаем полную себестоимость:» [6].

$$C_{\text{пол}} = 22015,67 + 5512,5 + 9437,28 + 1186,95 = 38152,4 \text{ руб.}$$

Таблица 15 – Калькуляция и структура себестоимости внедрения подъемника

Статьи затрат	Обозначение	Сумма, руб.	Уд. вес, %
«1 Сырье и материалы	М	10574,3	16,19
2 Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	2352	46,37
3 Основная зарплата	Зосн	5898,3	6,52
4 Дополнительная з/плата	Здоп.	589,83	5,74
5 амортизация на соц. нужды	Осс	2205,96	4,17
6 Затраты на использование оборудования	Зоб.	375,3	0,43
7 Затраты на использование площади	Зпл	19,98	0,03
8 Технологическая себестоимость	Стех.	22015,67	79,45
9 Общепроизводственные расходы	Ропр	5512,5	8,15
10 Общехозяйственные расходы	Рохр	9437,28	10,44
11 Производственная себестоимость	Спр	59347,5	98,04
12 Внепроизводственные расходы	Рвн	1186,95	1,96
13 Полная себестоимость» [6].	Спол	38152,4	100

5.5 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки

5.5.1 «Расчет штучного времени оказания услуги

$$T_{шт} = T_{маш} \cdot (1 + (H_{обс} + H_{отд})/100) \quad (62)$$

Где: $T_{маш}$ – машинное (оперативное) время оказания услуги;

$H_{обс}$ – норма времени обслуживания рабочего места, %;

$H_{отд}$ – норма времени на отдых и личные надобности рабочего, %.» [6].

Подставим значения в формулу (62) и посчитаем $T_{шт.баз.}$ и $T_{шт.расч.}$

$$T_{шт.баз.} = 0,55 \cdot (1+(8+6) / 100) = 1,69 \text{ час}$$

$$T_{шт.расч.} = 0,48 \cdot (1+(8+6) / 100) = 1,62 \text{ час}$$

5.5.2 «Производственная программа оказания услуги

$$П_{г} = F_{эф}/T_{шт} \quad (63)$$

Рассчитаем производственную программу оказания услуг подставив значения в формулу (42)

$$П_{г} = 2032 / 1,62 = 1254 \text{ ед. в год}$$

$$П_{г.пред.} = 2032 / 1,69 = 1202 \text{ ед. в год}$$

5.5.3 Расчетное количество основного технологического оборудования

$$N_{об.расч.} = (T_{шт} \cdot П_{г}) / (F_{эф} \cdot K_{вн}) \quad (64)$$

Где: $K_{вн}$ – коэффициент выполнения нормы, принимаем как 1

$$N_{об.расч.} = (1,62 \cdot 1249) / (2023 \cdot 1) = 1$$

Принимаем количество необходимого оборудования равным 1 (ед)» [6].

5.5.4 «Коэффициент загрузки оборудования»

$$K_3 = \Pi_{г.пред.} / \Pi_{г.расч.} \quad (65)$$

Рассчитаем коэффициент загрузки оборудования подставляя значения в формулу (65)» [6].

Базовый вариант:

$$K_3 = 1100 / 1254 = 0,88$$

Проектный вариант:

$$K_3 = 1100 / 1202 = 0,92$$

Таблица 16 – Количество оборудования и коэффициент его загрузки

Наименование показателей	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Норма штучного времени	Тшт	1,69	1,62
2 Производственная программа	Пг	900	900
3 Расчет количества оборудования	Ноб.расч	1	1
4 Принятое количество оборудования	Ноб.пр	1	1
5 Коэффициент загрузки оборудования	Кз	0,92	0,88

5.6 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту

«Общие капитальные вложения в оборудование по базовому варианту

Рассчитаем общие капитальные вложения в оборудование по формуле(66)

$$K_{общ} = K_{об} = H_{об} \cdot Ц_{об} \cdot K_3 \quad (66)$$

Где: K_3 – коэффициент загрузки оборудования по базовому варианту;

$Ц_{об}$ – остаточная стоимость оборудования с учетом срока службы, руб.;

$N_{об}$ – принятое количество оборудования, необходимого для выполнения производственной программы по базовому варианту.

Рассчитаем принятое количество оборудования, необходимого для выполнения производственной программы по формуле (67)

$$Ц_{об} = C_{перв} - (C_{перв} \cdot T_{сл} \cdot n_a/100) \quad (67)$$

Где: $C_{перв}$ – первоначальная (балансовая) стоимость оборудования, руб.;

$T_{сл}$ – срок службы оборудования на момент выполнения расчета, лет;

n_a – норма амортизации на реновацию оборудования, %» [6].

$$Ц_{об} = 325500 - (325500 \cdot 6 \cdot 10/100) = 130200$$

$$K_{об} = 1 \cdot 325500 \cdot 0,92 = 119784 \text{ руб.}$$

5.6.1.1 «Капитальные вложения в оборудование»

$$K_{об} = N_{об} \cdot C_{пр} \cdot K_{т.з.} \cdot K_{з.б.} \quad (68)$$

Где: $C_{пр}$ – стоимость приобретенного нового оборудования, руб.;

$K_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку оборудования (принимается 3%);

$K_{з.б.}$ – коэффициент загрузки оборудования по базовому варианту.

$$K_{об} = 1 \cdot 325500 \cdot 1,03 \cdot 0,92 = 308443,8 \text{ руб.}$$

5.6.1.2 Капитальные вложения в дополнительные площади

$$K_{пл} = Ц_{пл} \cdot (S_{пр} - S_{б}) \cdot K_{з.б.} \quad (69)$$

Где: $S_{пр}-S_{б}$ – дополнительная площадь по базовому варианту, m^2 ;

$Ц_{пл}$ – стоимость приобретения площади, руб/ m^2 ;

$K_{з.б.}$ – коэффициент загрузки по базовому варианту.

$$K_{общ} = 1 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,92 = 44896 \text{ руб.}$$

$$K_{об} = 1 \cdot 325500 + 44896 + 15422,19 = 385818,19 \text{ руб.}$$

5.6.1.3 Сопутствующие капитальные затраты

$$Z_{соп} = Z_{дем} + Z_{монт} \quad (70)$$

Где: $Z_{дем}$ – затраты на демонтаж базового оборудования, руб.;

$Z_{монт}$ – затраты на монтаж нового оборудования, руб.

$$Z_{монт} = H_{об} \cdot K_{общ} \cdot K_{монт}/100 \quad (71)$$

Посчитаем затраты на монтаж нового оборудования подставив значения в формулу (50)

$$Z_{монт} = 1 \cdot 308443,8 \cdot 5/100 = 15422,19 \text{ руб.}$$

Из-за того, что стенд монтируется первый раз, затраты на демонтаж не рассчитываются.» [6].

5.6.2 «Общие капитальные вложения по проектному варианту

$$K_{общ} = K_{об} + K_{пл} + Z_{соп} \quad (72)$$

Где: $K_{об}$ - капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{пл}$ - капитальные вложения в дополнительные площади, руб.;

$Z_{соп}$ - сопутствующие капитальные затраты, руб.

Подставим значения в известную формулу (51) и найдем значение общих капитальных вложений по проектному варианту.

$$K_{общ} = 30460 + (1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88) + Z_{соп}$$

5.6.2.1 Капитальные вложения в оборудование

$$K_{об} = H_{об} \cdot C_{перв} \cdot K_{т-з} \cdot K_з \quad (73)$$

Где: $S_{\text{перв}}$ - стоимость приобретения нового оборудования;

$K_{\text{т-з}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку равный 3 %;

K_3 - коэффициент загрузки оборудования по проектному варианту.

$$K_{\text{об}} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 \cdot 0,88 = 27608,94 \text{ руб.}$$

5.6.2.2 Капитальные вложения в дополнительные площади

$$K_{\text{пл}} = C_{\text{пл}} \cdot (S_{\text{пр}} - S_{\text{б}}) \cdot K_3 \quad (74)$$

Где: $S_{\text{пр}} - S_{\text{б}}$ — дополнительная площадь по проектному варианту, м^2 ;

$C_{\text{пл}}$ - стоимость приобретения площади, $\text{руб}/\text{м}^2$;

K_3 - коэффициент загрузки по проектному варианту.

$$K_{\text{пл}} = 1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88 = 41817,6 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{об}} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 + 41817,6 + 2671,2 = 75862,6 \text{ руб.}$$

5.6.2.3 Сопутствующие капитальные затраты

$$Z_{\text{соп}} = Z_{\text{дем}} + Z_{\text{монт}} \quad (75)$$

Где: $Z_{\text{дем}}$ - затраты на демонтаж базового оборудования, руб. ;

$Z_{\text{монт}}$ - затраты на монтаж нового оборудования, руб.

Рассчитаем затраты на монтаж нового оборудования по формуле (76)

$$Z_{\text{монт}} = H_{\text{об}} \cdot K_{\text{общ}} \cdot K_{\text{монт}}/100 \quad (76)$$

$$Z_{\text{монт}} = 907,2 + 504 + 630 + 630 = 2671,2 \text{ руб.}$$

Из-за того, стенд монтируется первый раз, то на демонтаж затраты не рассчитываются.» [6].

5.6.3 «Дополнительные капитальные вложения»

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{общ}} - K_{\text{общ.б.}} \quad (77)$$

Где: $K_{\text{общ}}$ – общие капиталовложения по проектному варианту;

$K_{\text{общ.б.}}$ – общие капитальные вложения и базовому варианту.

Дополнительные вложения не требуются, так как создание собственного стенда экономичнее, чем покупка готового товара.

5.6.4 Удельные капитальные вложения

$$K_{\text{уд}} = K_{\text{общ}} / П_{\text{г}} \quad (78)$$

где $П_{\text{г}}$ - производственная (годовая) программа оказания услуг, шт/год.» [6].

$$K_{\text{уд.б.}} = 385818,19 / 1100 = 350,74 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{уд.п}} = 112152,96 / 1100 = 101,96 \text{ руб.}$$

Таблица 17 – Расчет капитальных вложений по вариантам

Наименование	Базовый вариант	Проектный вариант
1 «Общие капвложения в оборудование с учетом ТЗР(3%)»	325500	67664,16
2 Сопутствующие капвложения по проектному варианту	15422,19	2671,2
3 Затраты на производственную площадь, занятую оборудованием	44896	41817,6
4 Общие капиталовложения	385818,19	112152,96
5 Удельные капвложения» [6].	350,74	101,96

5.7 Расчет технологической себестоимости эксплуатации базового и проектируемого оборудования при оказании услуг

5.7.1 «Основная и дополнительная зарплата рабочих»

Рассчитаем основную заработную плату рабочих по формуле (79)

$$З_{\text{осн}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot K_{\text{д}} \quad (79)$$

Где: $C_{\text{ч}} = 200$ – это ставка 5 разряда.

Базовый вариант:

$$З_{\text{осн}} = 200 \cdot 1,69 \cdot 1,88 = 635$$

Проектный вариант:

$$З_{\text{осн}} = 200 \cdot 1,62 \cdot 1,88 = 609$$

Рассчитаем дополнительную плату рабочих по формуле (80):

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot (K_{\text{доп}}/100) \quad (80)$$

$$З_{\text{доп}} = 635 \cdot (10/100) = 63,5$$

Проектный вариант:

$$З_{\text{доп}} = 609 \cdot (10/100) = 60,9$$

5.7.2 Страховые взносы в фонды

Найдем необходимые выплаты на социальные нужды по формуле (81):

$$O_{\text{сс}} = \text{ФОТ} \cdot K_{\text{с}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot K_{\text{сс}} \quad (81)$$

Подставив значения в формулу (60) и найдем страховые взносы в фонд по базовому и проектному варианту:» [6].

Базовый вариант:

$$O_{cc} = (635+63,5) \cdot 0,3 = 209$$

Проектный вариант:

$$O_{cc} = (609+60,9) \cdot 0,3 = 201$$

5.7.3 «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и производственных площадей

5.7.3.1 Амортизация оборудования

Рассчитаем амортизацию оборудования по формуле (61):

$$A_{об} = (Ц_{об} \cdot N_a \cdot T_{маш}) / F_э \cdot 100 \quad (82)$$

Подставим значения в формулу (82) и получим амортизацию оборудования по базовому и проектному варианту:

Базовый вариант:

$$A_{об} = (325500 \cdot 10 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100 = 27$$

Проектный вариант:

$$A_{об} = (67664,17 \cdot 10 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100 = 5,4$$

5.7.3.2 Амортизация площади

$$A_{пл} = (Ц_{пл} \cdot N_{а.пл} \cdot S \cdot T_{шт}) / F_э \cdot 100 \quad (83)$$

Рассчитаем амортизацию площади по формуле (83) по базовому и проектному варианту:

Базовый вариант:

$$A_{\text{пл}} = (4000 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100 = 1$$

Проектный вариант:

$$A_{\text{пл}} = (4000 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100 = 0,95$$

5.7.3.3 Расходы на эксплуатацию площади

Рассчитаем расходы на эксплуатацию площади по формуле (84):

$$P_{\text{пл}} = C_{\text{эсп}} \cdot S \cdot T_{\text{шт}} / F_{\text{э}} \quad (84)$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{пл}} = 2000 \cdot 12,2 \cdot 1,69 / 2023 = 20$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{пл}} = 2000 \cdot 11,88 \cdot 1,62 / 2023 = 19$$

5.7.3.4 Затраты на текущий ремонт оборудования» [6].

$$P_{\text{роб}} = H_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{об}} \cdot K_{\text{з}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot K_{\text{р}} / \Phi_{\text{э}} \cdot 60 \cdot K_{\text{вн}} \quad (85)$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{роб}} = 1 \cdot 325500 \cdot 0,75 \cdot 1,69 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1 = 61$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{роб}} = 1 \cdot 67664,17 \cdot 0,75 \cdot 1,62 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1 = 12$$

5.8 Калькуляция и структура полной себестоимость эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги

5.8.1 Общехозяйственные заводские накладные расходы

Рассчитаем общехозяйственные заводские расходы по формуле (86):

$$P_{\text{охр}} = Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{охр}} \quad (86)$$

Подставим значения и найдем значения для базовой и проектной калькуляции:

Базовый вариант:

$$P_{\text{охр}} = 635 \cdot 1,6 = 1016$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{охр}} = 609 \cdot 1,6 = 974$$

5.8.2 Общехозяйственные расходы

Найдем по формуле (66) подставив значения для базовой и проектной калькуляции:

$$P_{\text{опр}} = Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{опр}} \quad (87)$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{опр}} = 635 \cdot 1,25 = 794$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{опр}} = 609 \cdot 1,25 = 761$$

5.8.3 «Производственная себестоимость»

Рассчитаем производственную себестоимость по формуле (88)

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{опр}} + P_{\text{охр}} \quad (88)$$

Базовый вариант:

$$C_{\text{пр}} = 1178 + 794 + 1016 = 2989$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{пр}} = 1068 + 761 + 974 = 2804$$

5.8.4 Внепроизводственные расходы

Рассчитаем внепроизводственные расходы по формуле (89) и найдем значения для базовой и проектной калькуляции» [6].

$$P_{\text{вн}} = C_{\text{пр}} \cdot K_{\text{внепр}} \quad (89)$$

Базовый вариант:

$$P_{\text{вн}} = 2989 \cdot 0,02 = 59,8$$

Проектный вариант:

$$P_{\text{вн}} = 2804 \cdot 0,02 = 56,1$$

5.8.5 Полная себестоимость

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{вн}} \quad (90)$$

Базовый вариант:

$$C_{\text{полн}} = 2989 + 59,8 = 3048,8$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{полн}} = 2804 + 56,1 = 2860,1$$

Внесем найденные нами значения в таблицу 22:

Таблица 18 – Себестоимость эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

Статьи затрат	Калькуляция, руб.	
	базовый	проектный
1	2	3
1 Материалы	8634	8634
2 Основная зарплата рабочих	635	609
3 Дополнительная зарплата рабочих	63,5	60,9
4 Страховые взносы в фонд	209	201
5 Расходы на содержание оборудования и производственных площадей	209	137
6 Технологическая себестоимость	1178	1068
7 Общехозяйственные расходы	794	761
8 Общехозяйственные заводские накладные расходы	1016	974
9 Производственная себестоимость	2989	2804
10 Внепроизводственные расходы	60	56
11 Полная себестоимость:	3049	2861
12 Прибыль предприятия	457	429
13 Цена услуги	3507	3290

В этом разделе была предоставлена информации по стоимости материалов, для создания стенда, стоимость оплаты работы сотрудникам, стоимость инструментов для создания и эксплуатации данного проекта. Так же была проделана работа по калькуляции и себестоимости базового и проектируемого проекта.

Вывод стоимость проектного варианта ниже базового варианта в 1,07 раз.

Заключение

В ходе работы над проектом, был спроектирован стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания, конструкция которого создана на основе конструкции стенда-прототипа.

Перед началом проектирования были проанализированы конструкции различных стендов, применяемые в настоящее время при проведении ремонтных работ. На основе анализа были выявлены преимущества и недостатки существующих конструкций. В результате были сформулированы требования к проектируемому стенду.

Расчет деталей стенда проводился исходя из веса двигателя ЗМЗ-406, однако, конструкция стенда позволяет производить обкатку двигателей других марок при условии смены опорной траверсы и веса двигателя, не превышающего вес двигателя ЗМЗ-406.

Детали стенда проверены на прочность проверочными расчетами и полностью отвечают стандартам предъявляемых при сборке стенда и изготовления всех деталей.

Данный стенд для испытания и обкатки двигателей сконструировал с внесением в его исходный вариант дополнительных изменений в его сборку. В данной дипломной работе рассчитана полная стоимость сборки стенда с учетом тарифной ставки для оплаты труда и полная стоимость материалов, используемых в сборке стенда.

В разработке стенда для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания, применены технологии сборки с соблюдением стандартов и соблюдением всех правил требований безопасности.

В результате были соблюдены и сформулированы все требования для разработки стенда. Рассчитаны и обоснованы все затраты на создание и сборку стенда для обкатки и испытания двигателей.

Список используемых источников

1. Ануриев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т.1 / В.И. Ануриев. – Под ред. И.Н. Жестковой. – М. : Машиностроение, 2006. – 928 с.
2. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» Уч- методическое пособие – Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. - 51 с.
3. Графкина, М. В. Охрана труда. Автомобильный транспорт / М. В. Графкина. — М., 2014. — 175, [1] с.
4. ГОСТ 12.0.003- 2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
5. ГОСТ Р51709-2012 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.
6. Иванов А. М., Солнцев А. Н., Гаевский В. В. и др. «Основы конструкции автомобиля», Учебник для ВУЗов. — М.: ООО «За рулём», 2005
Рассел, Джесси Автомобильная шина / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 116 с.
7. Капрова, В.Г. «Методические указания по технико экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений / В.Г. Капрова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. - 52 с.
8. Куликов, О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ / О. Н. Куликов, Е. И. Ролин. — М., 2016. — 218, [1] с.
Легкий, Н. М. Защита от электромагнитного излучения на производстве / Н. М. Легкий. – М., 2020. — 122 с.
9. Лаптев Автомобильная энциклопедия / Лаптев, Т.И. и. - М.: Минск: Харвест, 2008. - 784 с.
10. Люманов Э. М., Ниметулаева Г. Ш., Добролюбова М. Ф., Джиляджи М. С.. Безопасность технологических процессов и оборудования /

— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар, 2019. — 221 с.

11. Набоких В.А Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов: Учебник для студентов высш. учеб. заведений / Набоких В.А. – М.: Академия, 2003 г. – 252 с.

12. Проскурин.А.И., Теория автомобиля [Текст] : примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / А. И. Проскурин. - Гриф МО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. - 201 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 129. - Прил.: с. 130-200.

13. Сафронов, В.В. Служба охраны труда на предприятии и в учреждении / В.В. Сафронов. – Орел : Издательский Дом «Фолиант», 1996. – 58 с.

14. Соломатин, Н.С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля : учебное пособие / Н.С. Соломатин. – Тольятти : ТГУ, 2013. – 140 с. [1] : ил.-Библиогр: с. 110-112.

15. Устюгов, И.И. Детали машин / И.И. Устюгов. – 2-е изд. – М. : Высш. школа, 1981. – 399 с.

16. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

17. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] / Л.А. Черепанов. – Тольятти : ТГУ, 2016 – 39 с.

18. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов / В.Е. Ютт. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 г. – 439 с.

19. URL : <https://press.ocenin.ru/generator-peremennogo-toka/> - Общая информация о генераторах переменного тока и ремонтпригодность.

20. URL : <https://centr-to.ru/category-stendy-dlya-proverki-generatorov-i-starterov> - Общая информация об иностранных стендах, а также об отечественных разработках, технические характеристики и возможности.

21. URL : <https://www.autoezda.com/ystroustvo-dat4iks.html> - Статья

об электрооборудовании автомобиля, основные датчики нагружаемые системы, потребители и остальные системы автомобиля.

22. Bosch, R. Bosch Automotive Handbook / R. Bosch. - 8/e. - Wiley Publishing Company, Hoboken, New Jersey, 2004. – 122 p.

23. Ion, B. Boldea Electrical machines and systems/ I. Boldea -1/e Electric generators and motors, CES New York, 2107. – 314 p.

24. Lubis S. Design and generating energy as a car to be an alternative electricity/ IOP Conference series: Material Science and Engineering 674 (1) 012061 ., 2019 – 95p.

25. Phillips, C.L. Adaptive technique by motor engines of a direct current / C.L. Phillips. - John Wiley & Sons, New York, 1972. – 56 p.

26. Vincent, Del Toro Electric machines and power systems/ V. Del Toro, Prentice Hall Inc., Old Tappan NJ., 1985 – 71 p.

Приложение А
Спецификация сборочного чертежа стенда для обкатки двигателя

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Примечание
		<u>Документация</u>			
	22.ДП.152.143.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
	22.ДП.152.143.6100.000.Сб	Сборочных чертежей	6		
		<u>Сборочные единицы</u>			
1	22.ДП.152.143.61001	Рама	1		
2	22.ДП.152.143.61002	Кронштейн радиатора	1		
3	22.ДП.152.143.61003	Радиатор ВАЗ-2123	1		
4	22.ДП.152.143.61004	Стойка винтовая	4		
5	22.ДП.152.143.61005	Карданная передача ВАЗ-2121	1		
6	22.ДП.152.143.61006	датчик крутящего момента	1		
7	22.ДП.152.143.61007	Опора виброизолирующая	6		
8	22.ДП.152.143.61008	Направляющая	2		
9	22.ДП.152.143.61009	Кронштейн датчика	1		
		<u>Детали</u>			
10	22.ДП.152.143.61010	Диск промежуточный	1		
11	22.ДП.152.143.61011	Полумуфта соединительная	1		
12	22.ДП.152.143.61012	Втулка опорная	6		
13	22.ДП.152.143.61013	Втулка	6		
22.ДП.152.143.15.001					
Изм. Колуч. Лист № док. Подп. Дата					
Разработ. Джавадов Р.Т. Стадия Лист Листов					
Проб. Тузилов А.С. 1					
Н.Контр. Тузилов А.С. ТГУ. АТс-1701а					
Утв. Бобровский АВ					
Копировал _____ Формат А4					

Согласовано
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Рисунок А.1 – Спецификация стенда для обкатки двигателя

