

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка конструкции универсального стенда для испытаний
автомобильных компонентов методом циклических нагружений.

Испытание тормозных механизмов

Студент

В.С. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.С. Сабитов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Е.А. Боргардт

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А. Гудкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавра предложена разработка конструкции универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагрузений в комплектации для испытания тормозных механизмов.

Основываясь на обширном перечне литературных источников, а также на проведенном анализе отечественного и зарубежного рынков, существующих патентов и полезных моделей, автором работы была спроектирована конструкция универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагрузений в комплектации для испытания тормозных механизмов. В Компас-3D смоделирована 3D модель стенда, также выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D.

ВКР состоит из четырех глав.

В первом разделе рассмотрены испытания материалов на циклическую долговечность.

Во втором разделе предложено техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, приведено руководство по эксплуатации.

В третьем разделе представлен технологический процесс испытания тормозного барабана легкового автомобиля.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагрузений

В пятой главе проведен расчет эффективности проектируемой конструкции.

Общий объем работы составляет 65 страниц, включающих в себя 29 рисунков, 18 таблиц, 13 формул, 27 источников, 2 приложения.

ABSTRACT

The title of the thesis is: «The design development of the universal stand for the automobile components testing by the cyclic load method. Brake mechanisms test».

The aim of the work is to design of the universal stand for the automobile components testing by the cyclic load method in picking for the brakes tests.

In this paper the 3D model of the universal stand construction for the automobile components based on the scientific literature has been designed. It is used for testing by the cyclic load method in picking for the brakes tests with the graph modeling system KOMPAS-3D.

The thesis consists of 4 main parts.

In the first part, tests of materials for the cyclic strength have been considered.

In the second part, the technical specification on the developed design and operating instruction have been suggested.

The third part, the technological process of testing the brake drum of a car has been represented.

The fourth part deals with safety and ecological compatibility of the universal stand for the automobile components testing by the cyclic load method.

The results of the work can be used at the service stations.

The thesis consists of 65 pages, including 30 illustrations, 15 tables, 1 formula, 27 sources of literature and 2 annex.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса	8
2 Конструкторская часть	11
2.1 Техническое задание на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов.....	11
2.2 Техническое предложение на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов.....	14
2.3 Руководство к использованию универсального стенда для циклических испытаний тормозных механизмов.....	30
3 Технологический процесс испытания тормозного барабана легкового автомобиля	40
3.1 Назначение тормозного барабана.....	40
3.2 Технологическая карта испытания тормозного барабана легкового автомобиля.....	41
4 Безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов.....	44
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов	44
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	45
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	47
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности.....	48
4.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБ испытательной лаборатории	49
4.6 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара	51
4.7 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов	52

5 Расчет эффективности спроектированной конструкции	55
5.1 Определение себестоимости изготовления	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	62
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	70

ВВЕДЕНИЕ

В современных рыночных условиях значительное внимание уделяется росту и развитию автотранспортного комплекса и, в частности, ремонту и техническому обслуживанию автомобильного транспорта.

Распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации» утверждена Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, согласно которой, экономическая стратегия Правительства Российской Федерации определяет транспортную систему России как важнейшую составную часть производственной инфраструктуры, а ее развитие – как мощный стимул инновационного развития страны в целом.

Автомобильный рынок России постоянно насыщается автомобилями отечественного и зарубежного производства. Согласно данным аудиторской компании «ПрайсвотерхаусКуперс Аудит» в 2018 г., продажи новых легковых автомобилей в России достигли 1 669 тыс. шт., увеличившись на 13% по сравнению с прошлым годом, когда было продано 1 475 тыс. шт.

Постепенный рост доходов, упрощение условий кредитования, различные государственные программы, такие как «Первый автомобиль», «Семейный автомобиль», субсидирование части стоимости техники, работающей на газомоторном топливе повышают возможность населения приобретать собственный автомобиль.

В 2019 г. продажи новых легковых автомобилей в России могут вырасти на 0,5% и достигнуть 1,68 млн. шт. в оптимистическом сценарии. В базовом сценарии ожидается снижение продаж на уровне 2% и достигнуть 1,64млн. шт.

Каждому автомобилю требуется техническое обслуживание, связанное, прежде всего с условиями эксплуатации транспортного средства, техническим состоянием автомобильных дорог, дорожно-транспортными происшествиями, необходимостью сезонного обслуживания автомобилей.

Выполнение своевременного и качественного техобслуживания, ремонта и правильная эксплуатация автомобиля в совокупности являются факторами, гарантирующими сохранение работоспособного состояния автомобиля в процессе его эксплуатации.

Использование технологического оборудования в процессах технического обслуживания и ремонта повышает качество, производительность выполняемых работ и безопасность труда персонала, уменьшает расходы на поддержание парка автомобилей в технически исправном состоянии.

Разнообразие конструкций узлов и агрегатов отечественных и зарубежных автомобилей требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое для технического обслуживания автомобилей. На данный момент рынок технологического оборудования представлен, в основной своей массе моделями зарубежного производства, имеющих значительную стоимость.

Целью ВКР является проектирование универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагружений в комплектации для испытания тормозных механизмов.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- ознакомиться с сутью циклических испытаний материалов;
- разработать техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию и составить руководство по эксплуатации;
- разработать технологический процесс испытания тормозных механизмов легкового автомобиля;
- провести разработку раздела «Безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагружений»
- провести расчет эффективности проектируемой конструкции.

1 Состояние вопроса

Применение в практике циклических испытаний механических свойств материалов играет важное значение, так как в процессе выполнения работы большая часть деталей машин и других конструкций испытывают на себе воздействие знакопеременных нагрузок.

Под действием циклических напряжений, в материале происходит возникновение и постепенный рост трещин, которые приводят в конечном итоге к полному разрушению материала [4]. Разрушения данного типа являются особенно опасными, так как могут протекать под действием напряжений, значительно меньших предела текучести. По литературным данным в более чем 80% случаев разрушений в процессе эксплуатации происходит в результате циклического разрушения [13].

Процесс постепенного накопления повреждений в материале при действии циклических нагрузок, приводящий к образованию трещин и разрушению, называется усталостью, а свойство сопротивляться усталости – выносливостью.

Задача циклических испытаний заключается в определении количественной оценки способности материала работать в условиях циклических нагрузок без разрушения. Подобные испытания необходимы для определения срока пользования машиной, инструментом или каким-то другим объектом и широко используются в машиностроении.

В настоящее время большое развитие получили испытания на циклическую трещиностойкость, основанные на концепциях механики разрушения. По результатам испытаний строится диаграмма циклической трещиностойкости – зависимость скорости роста трещины при усталости dl/dN от размаха коэффициента интенсивности напряжений цикла ΔK .

На диаграмме циклической трещиностойкости (рисунок 1.1) можно выделить три этапа роста усталостной трещины.

На первом этапе трещина развивается вдоль систем скольжения, которые находятся в зоне воздействия максимальных касательных напряжений. Скорость роста усталостной трещины невелика, менее 10^{-5} мм/цикл.

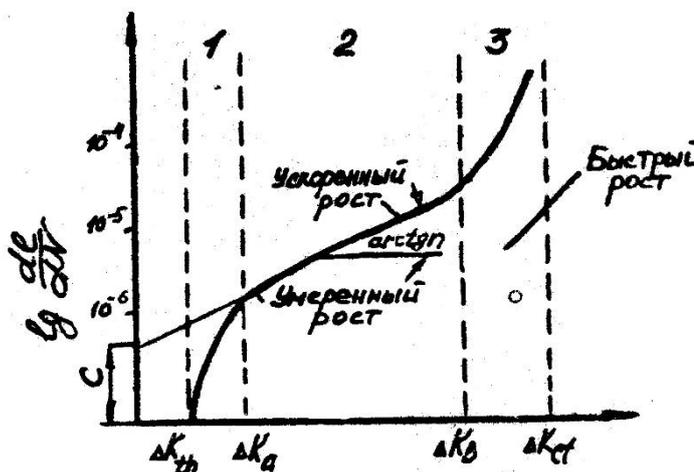


Рисунок 1.1 – Диаграмма циклической трещиностойкости

На втором этапе рост трещины происходит нормально к приложенным напряжениям. Это период установившегося роста трещины, ее скорость прямо пропорциональна размаху коэффициента интенсивности напряжения цикла. Аналитически данный участок между значениями ΔK_a и ΔK_b можно описать уравнением Пэриса (1.1):

$$dl / dN = C \times (\Delta K)^n, \quad (1.1)$$

где C, n – эмпирические постоянные.

На третьем этапе, происходит катастрофическое развитие трещины, которое заканчивается разрушением. Данный этап называется «циклическим долломом».

Для того чтобы оценить работоспособность, надёжность и способность сохранять свои параметры в пределах значений, которые оговорены в технической документации, детали и агрегаты, которые поступают на ПАО «АВТОВАЗ», должны проходить периодические испытания на циклическую долговечность.

В соответствии с инструкцией И 3124.37.101.043 тормозные механизмы должны испытываться под нагрузкой, возрастающей синхронно с изменением угла поворота тормозного барабана. При этом давление в рабочем цилиндре должно повышаться от 0 до 50, 60 и 80 бар в соответствии с техническими требованиями и требованиями заказчика.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

Разработать универсальный стенд для испытаний автомобильных компонентов на циклическую долговечность в комплектации для испытания тормозных механизмов.

На раме стенда, конструктивно, предусмотреть возможность быстрой установки и смены испытуемого объекта, без дополнительной наладки стенда.

В качестве привода предлагается использовать электрический двигатель с двумя блоками (управления и измерительно информационным).

Стенд входит в сферу испытания оборудования.

Стенд представляет собой стационарную конструкцию, которая является устойчивой к разрушениям под воздействием пульсирующих нагрузок (симметричных, разнонаправленных) и обеспечивающая безопасные испытания тормозных барабанов.

Стенд устанавливается в производственной лаборатории, состояние и условия которой должны соответствовать требованиям методик испытаний: температура воздуха от +19° до + 24°С, относительная влажность воздуха от 15 до 75%.

Вопрос экспорта не рассматривается.

В качестве модели для разработки, используем стенд для испытаний тормозных механизмов на долговечность, находящийся в лаборатории Тольяттинского государственного университета.

Стенд разрабатывается по заданию кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» Тольяттинского государственного университета в рамках выполнения выпускной квалификационной работы и предназначен для проверки соответствия, с

заявленным производителем нормативов, циклической долговечности тормозных барабанов легковых автомобилей.

Проектируя стенд, рекомендуется использовать существующую техническую литературу: И 3124.37.101.043 «Долговечность тормозных механизмов», ГОСТ Р 52431-2005, ГОСТ Р 52847-2007, ГОСТ 31177-2003, ГОСТ 25.502-79, ГОСТ 12.1.019-2017, авторские свидетельства и патенты, стандарты по безопасности производства, методические пособия.

Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

Стенд для испытаний и последующей сертификации циклической долговечности тормозных барабанов изготовить в единственном числе.

Запуск в серийное производство не предполагается, следовательно: необязателен и поиск на патентную чистоту.

К конструкции стенда для испытаний тормозных барабанов предъявляются основные требования:

- требования безопасности – крепкая рама стенда должна иметь запас прочности, для выполнения безопасных испытаний;
- в ходе испытаний минимизировать регламентированные действия по смене очередных, проверяемых тормозных систем;
- для удешевления конструкции стенда, рекомендуется применение нормализованных и унифицированных узлов и блоков, стандартных крепежных изделий и металлопроката;
- гидравлическая система стенда должна обеспечивать циклическое плавное изменение давления в цилиндре в диапазоне от 0 до 80 бар;
- заданное установочное время полного цикла 3,6 сек., а частота повторов 1000 циклов / час;
- для равномерности износа тормозных колодок, через каждые 75000 циклов необходимо поворачивать барабан на 90°;
- использовать трёхфазное электрическое питание 380В.
- конструкция должна обеспечивать отсутствие труднодоступных мест для проведения уборки и обслуживания;

- в конструкции должны быть минимизированы работы по наладке и регулировке;
- использовать стандартные подшипники;
- разработать защитные кожухи на движущиеся части, для обеспечения безопасного проведения испытательных работ;
- для постоянного контроля над работой двигателя использовать магнитный пускатель, исключающий бесконтрольный запуск электрического двигателя при сбое в электрической сети;
- обеспечить надежное заземление;
- стенд должен осуществлять одновременное испытание четырех пар тормозных механизмов, с учетом расположения на автомобиле;
- в ярко оранжевый цвет необходимо окрасить движущиеся элементы конструкции, в серый цвет остальные элементы;
- при обслуживании (смазочные работы) использовать рекомендованные материалы, не требующие специальных приспособлений;
- для обеспечения безопасной работы оператора конструкция не должна иметь острых кромок, заусенцев, все углы должны быть скруглены;
- предпочтительный размер менее 2100x910x1310 мм;
- масса не должна превышать 500 кг.

Внешний облик стенда должны соответствовать правилам технической эстетики и подчеркивать функционал изделия. Композиционное равновесие обеспечивается симметричным расположением элементов конструкции.

К работе на стенде допускаются рабочие, прослушавшие специализированный инструктаж по технике безопасности и изучившие алгоритм выполнения работ на стенде.

Для поддержания работоспособного состояния и безотказной работы стенда, проводить обязательное техническое обслуживание не реже 1 раза в 6 месяцев.

Конструктивно стенд должен легко разбираться и собираться для замены или ремонта вышедшего из строя узла. Транспортировка также

производится в разобранном виде: узлы и агрегаты, снимаются с рамы и упаковываются в маркированные контейнеры. Хранение должно производиться в теплом и сухом месте.

2.2 Техническое предложение на разработку универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

Получено задание на разработку универсального стенда, служащего для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов.

Стенд должен создать условия проведения испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов автомобилей ВАЗ. Стендовые испытания тормозных механизмов на долговечность проводят следуя инструкции И 3124.37.101.043.

Цель испытаний: определение долговечности дисковых и барабанных тормозных механизмов.

Анализ существующих устройств.

Устройство стенд 17.13.004-93 для испытаний тормозных механизмов на долговечность:

- стенд и его привод должны иметь специальную оснастку для крепления тормозных механизмов автомобилей ВАЗ;

- гидросистема стенда должна иметь возможность, за время торможения, циклически изменять давление в рабочем цилиндре от 0 до 80 бар. Визуальный контроль давления осуществляется манометром типа МТП-160 с пределом показаний от 0 до 100 бар и С1 1,5ед.;

- пневматика стенда задает двумя пневмоцилиндрами, через рычаг, крутящий момент на диск с заданным поворотом 360°, используя автоматику редукционного клапана управления гидроцилиндром, задаем время полного цикла торможения 3,6 с. Чтобы давление воздушной системы находилось стабильно в рабочем диапазоне, для контроля, на входе установлен манометр – индикатор (тип МТ) и ресивер.

Алгоритм проведения испытаний:

- закрепить тормозной механизм на стенд. Внимательно проверить герметичность соединения воздухопроводов, задающих крутящий момент и рабочее давление в гидросистеме, для левого и правого тормозного механизма;
- подать к тормозному цилиндру циклически изменяемое давление с частотой 1000 циклов / час (для дискового тормоза от 0 до 80 бар, для барабанного тормоза от 0 до 60 бар.);
- обнулить счётчик циклов и запустить стенд;
- манометр используется для настройки или для текущего контроля давления, с подключением посредством крана-тройника.

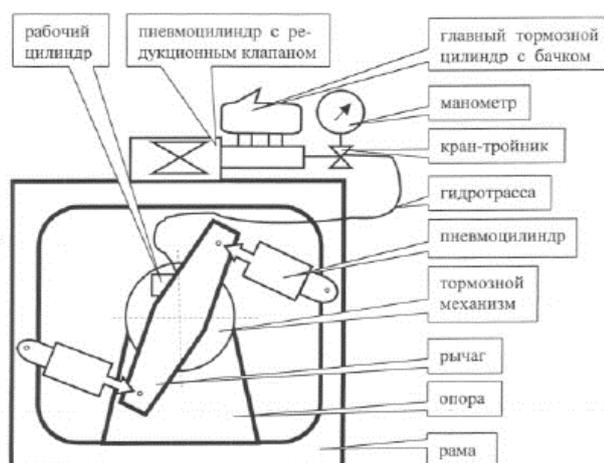


Рисунок 2.1 – Схема испытательного оборудования

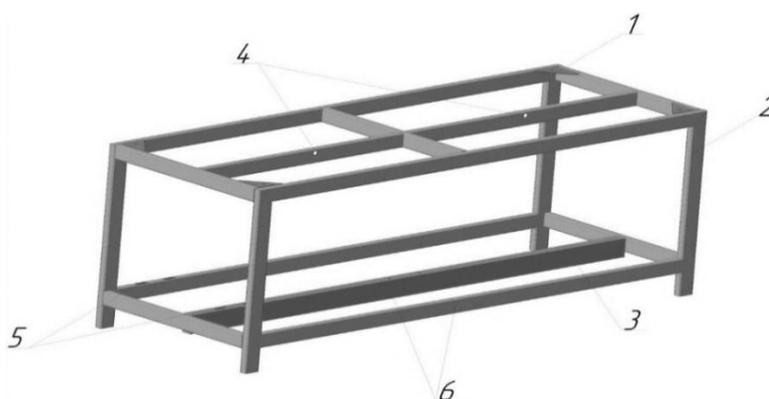
Анализ существующего устройства показал, что оно не в полной мере отвечает, требованиям технического задания, что показывает необходимость разработки новой конструкции под техническое задание.

Новая конструкция стенда будет состоять из следующих элементов: рамы, сваренной из типового металлопроката, электрического двигателя, шкива, качающейся рамки, рамки для крепления тормозных барабанов, опоры рамки на раме, кривошипа, натяжителя ремня,

гидравлической системы. Новая конструкция стенда способствует быстрой переналадке и позволяет одновременно проводить испытания сразу четырьмя парам тормозных механизмов, комплекту тормозных механизмов всего автомобиля.

Основным отличием является возможность регулировать нагрузку в расширенном диапазоне (от 20 до 90 бар) не зависящую от угла поворота тормозного барабана, что позволяет гибко менять режимы тестирования в угоду требованиям заказчика. Предложенное решение упрощает управление поворотом барабана, исключая шумный пневматический привод, заменив его электромеханическим. Это значительно снижает уровень шума при эксплуатации стенда и даёт возможность быстро корректировать угол поворота барабана.

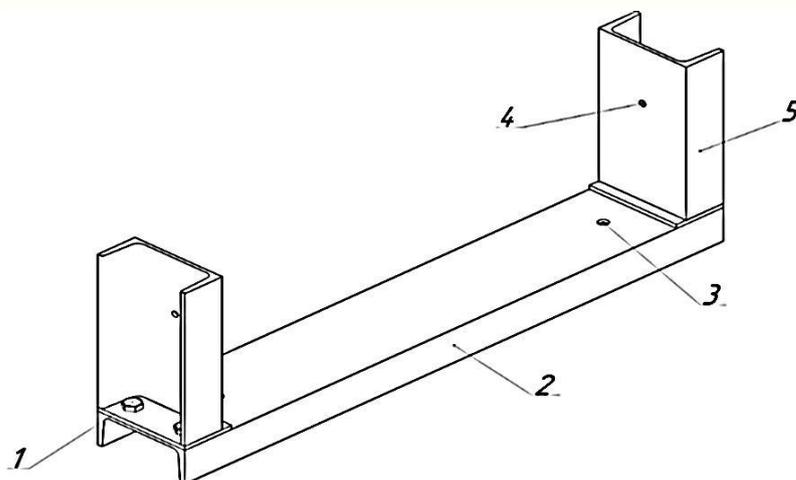
Автоматизируя работу стенда, добавим в схему контроллер, который будет, управляя частотным регулятором, контролировать частоту вращения электрического двигателя гидравлического насоса, задавая необходимое давление в тормозной системе. В качестве рамы для стенда используется сварная конструкция из уголков 1 для крепления основания под тормозные механизмы, из профильной трубы 2, из швеллера 3, и просверленных в них отверстий 4 для закрепления рамки привода, отверстий 6 для крепления подшипникового узла и фиксации привода, отверстий 5 для крепления натяжного устройства ремня.



1 – уголок; 2 – профиль; 3 – швеллер; 4,5,6 – отверстия

Рисунок 2.2 – Рама стенда

Основание для крепления рамок (рисунок 2.3), на которых устанавливаются испытываемые тормозные механизмы.



1 – болт; 2 – швеллер; 3,4 – отверстия; 5 - швеллер

Рисунок 2.3 – Основание крепления рамок

Основание представляет собой сборную конструкцию из: основного швеллера 2, расположенного горизонтально, к которому вертикально крепится два швеллера 5, с приваренными к ним пластине, которая фиксируется болтами 1, отверстие 3 в горизонтально расположенном швеллере 2 служит для крепления опоры на раме, отверстие 4 для крепления оси для размещения тормозных механизмов.

Для установки валов на стенде необходимо использование подшипниковых опор.

Как правило, для установки вращающегося вала, применяют две подшипниковые опоры, которые фиксируют его положение в радиальном и осевом направлении относительно неподвижного основания.

Для своей конструкции стенда подбираем представленные виды подшипниковых опор:

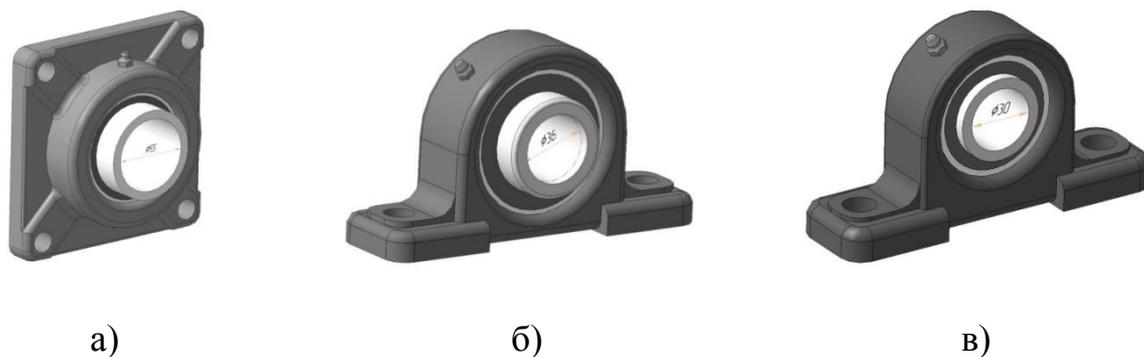
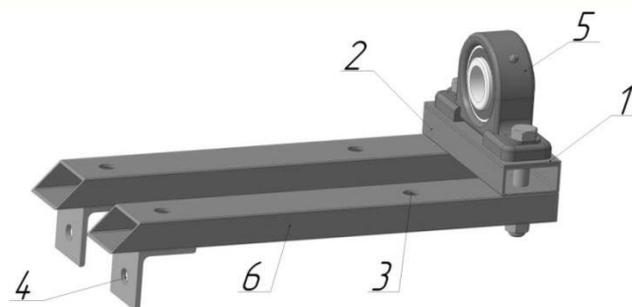


Рисунок 2.4 – Подшипниковые узлы, серии UCF (а), UCP с диаметром 36 мм (б), UCP с диаметром 30 мм (в)

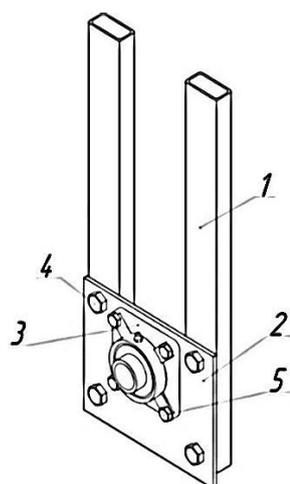


1 – пластина; 2 – профиль; 3 – отверстие; 4 – уголок; 5 - подшипник;
6 - профильная труба

Рисунок 2.5 – Опора жесткости

Следующий элемент конструкции – опора жесткости. Опора жесткости состоит из двух параллельно расположенных профильных труб 6, на которых устанавливается опорный подшипник 5, который закреплен болтом сквозь пластину 1 и профиль 2, отверстия 3 и уголки 4 служат для установки опоры жесткости на раме.

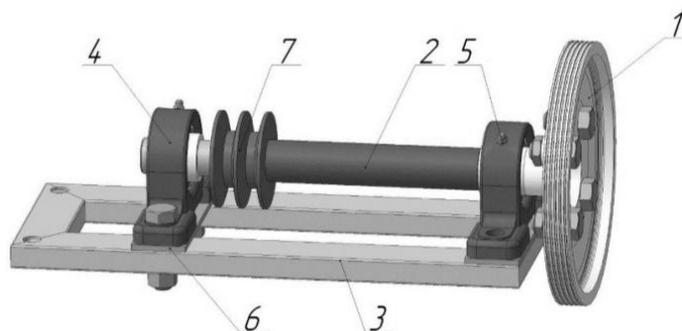
Следующий проектируемый элемент, опора для крепления подшипникового узла серии UCF, представляющая собой два параллельных профиля, и закреплённой между ними болтами пластины с подшипниковым узлом, приваренные к раме.



1 – профиль; 2 – пластина; 3 – подшипниковый узел; 4,5 – болт

Рисунок 2.6 – Опора для крепления подшипникового узла серии UCF

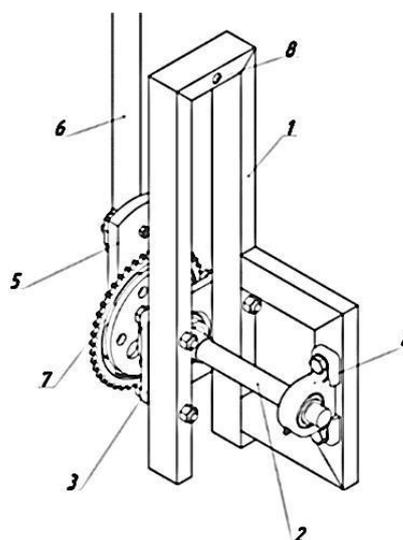
Для регулировки натяжения ремня спроектировано натяжное устройство (рисунок 2.7), представляющее собой сварную конструкцию 3, на которой крепятся пластины 6, служащие для крепления подшипниковых опор 4 и 5 для установки вала 2 со шкивами 7 и 1.



1 – шкив; 2 – вал; 3 – рама; 4,5 – подшипниковые узлы; 6 – пластины; 7 – шкив

Рисунок 2.7 – Натяжное устройство

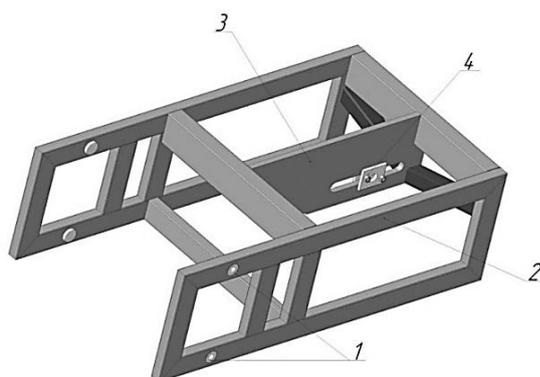
Для задания циклической нагрузки, спроектирован механический привод (рисунок 2.8), рама 1 сварена из профильной трубы, на которой установлены подшипниковые узлы 3 и 4, закрепленная в узлах полуось с приводной звездочкой и пластиной для установки кривошипного узла.



1 – рама; 2 – полуось; 3,4 – подшипниковые узлы; 5 – пластина; 6 – кривошипный узел;
7 – звездочка; 8 – отверстие

Рисунок 2.8 – Привод рамки

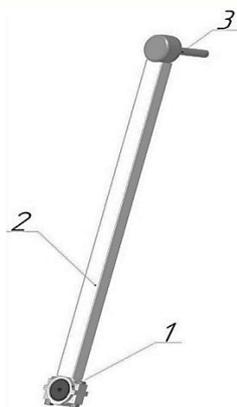
Рамка разработана под штатное место для закрепления тормозных механизмов, сварная конструкция из профильной трубы с отверстиями для фиксирующих втулок, а также присутствует крепление для кривошипного узла 3 с пропилом для регулировки 4 и двумя пластинами фиксации (рисунок 2.9).



1 – отверстия; 2 – профильная труба; 3 – крепление кривошипного узла;
4 – регулировочный пропил

Рисунок 2.9 – Рамка крепления тормозных механизмов

Кривошипный узел спроектирован для сообщения нагрузки на рамку (рисунок 2.10), представляющий собой сварную конструкцию, состоящую из шатуна 1, профиля 2 и шарового шарнира 3.



1 – шатун; 2 – профиль; 3 – шаровой шарнир

Рисунок 2.10 – Кривошипный узел

Для приложения силы на рамки, с закрепленными комплектами тормозных механизмов, следует подобрать оптимальный привод.

Предпочтительней для проектируемого стенда считается цепная передача и ременная. В состав ременной и цепной передачи входят шкивы и звёздочки. Классификатор относит шкивы к общемашиностроительным деталям, фрикционная передача с ободом, передающая движение приводному ремню, крутящий момент передается за счет сил трения. От того, какой по типу ремень будет выбран, такая форма обода будет у шкива: клиновья форма, зубчатая форма, поликлиновья форма, плоская форма, полукруглая форма и выпуклая форма обода.

Звездочка, как и цепь, – важные элементы цепной передачи. Данный вид привода позволяет передавать вращательный момент с одной звездочки – ведущей на другую звездочку – ведомую посредством гибкой цепи, без проскальзывания, за счёт сил зацепления.

Помимо диаметра, количество зубьев – основной параметр звездочек, определяющий понятие передаточного числа. В машиностроении, в зависимости от передающей мощности, применяются как однорядные, так и многорядные звездочки.

Проанализировав поставленную задачу, отдаем предпочтение однорядным звёздочкам и поликлиновым шкивам (рисунок 2.11) и соответствующим цепью и ремнем. Подобранные элементы закрепляем на валу.

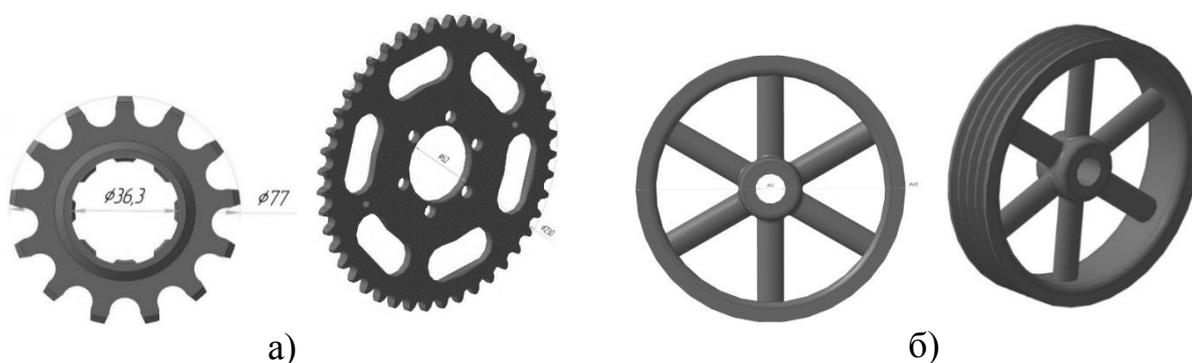


Рисунок 2.11 – Варианты передач, цепная (а), ременная (б)

Подобранные элементы закрепляем на валу (рисунок 2.12).

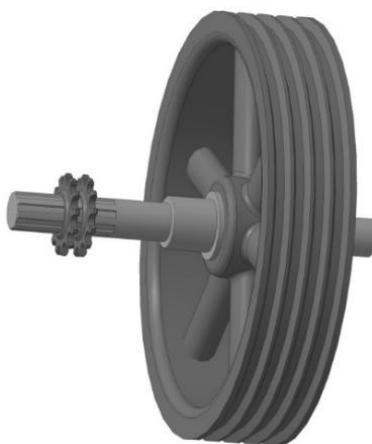


Рисунок 2.12 – Вал в сборе

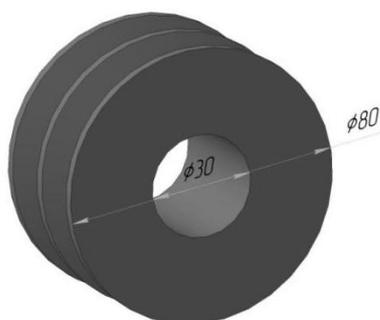


Рисунок 2.13 – Шкив натяжения ремня

Принимаем цепь приводную втулочную цепь ПВ-16,4-18,2 ГОСТ 13568-97.



Рисунок 2.14 – Цепь, соединяющая малую и большую звездочку

Разобравшись с цепной передачей привода, определяемся с ременной передачей.

Для выбранных размеров шкивов, малого и большого, под расчетную ширину 14 мм, подбираем клиновой ремень типа В(Б) – 2360 ГОСТ 1284.1-89 с расчетной длиной 2360 мм, а для привода электрического двигателя со шкивом, с расчетной шириной 19 мм, клиновой ремень типа С(В) – 1065 ГОСТ 1284.1-89 с расчетной длиной 1065мм.

Приступаем к подбору электрических двигателей.

Под заданные данные, для стенда подходит АИР90L4 2,2 кВт, 1500

мин⁻¹ (рисунок 2.15а), асинхронный короткозамкнутый трехфазный электродвигатель, а для гидросистемы АИР90LA8 0,75 кВт 750 мин⁻¹ (рисунок 2.15б), асинхронный короткозамкнутый трехфазный электродвигатель.

Таблица 2.1 – Технические параметры асинхронного короткозамкнутого электродвигателя АИР90L4

Серия	Электрические характеристики							Нетто, кг
	Р, кВт	п, мин ⁻¹	КПД, %	I _п /I _н	M _п /M _н	M _{max} /M _н	M _{min} /M _н	
АИР90 L4	2,2	1430	82,0	6,0	2,1	2,5	2,1	18,7

Таблица 2.2 – Технические параметры асинхронного короткозамкнутого электродвигателя АИР 90LA8

Серия	Электрические характеристики							Нетто, кг
	Р, кВт	п, мин ⁻¹	КПД, %	I _п /I _н	M _п /M _н	M _{max} /M _н	M _{min} /M _н	
АИР90 LA8	0,75	700	72,0	4,0	1,6	2,0	1,6	18,2



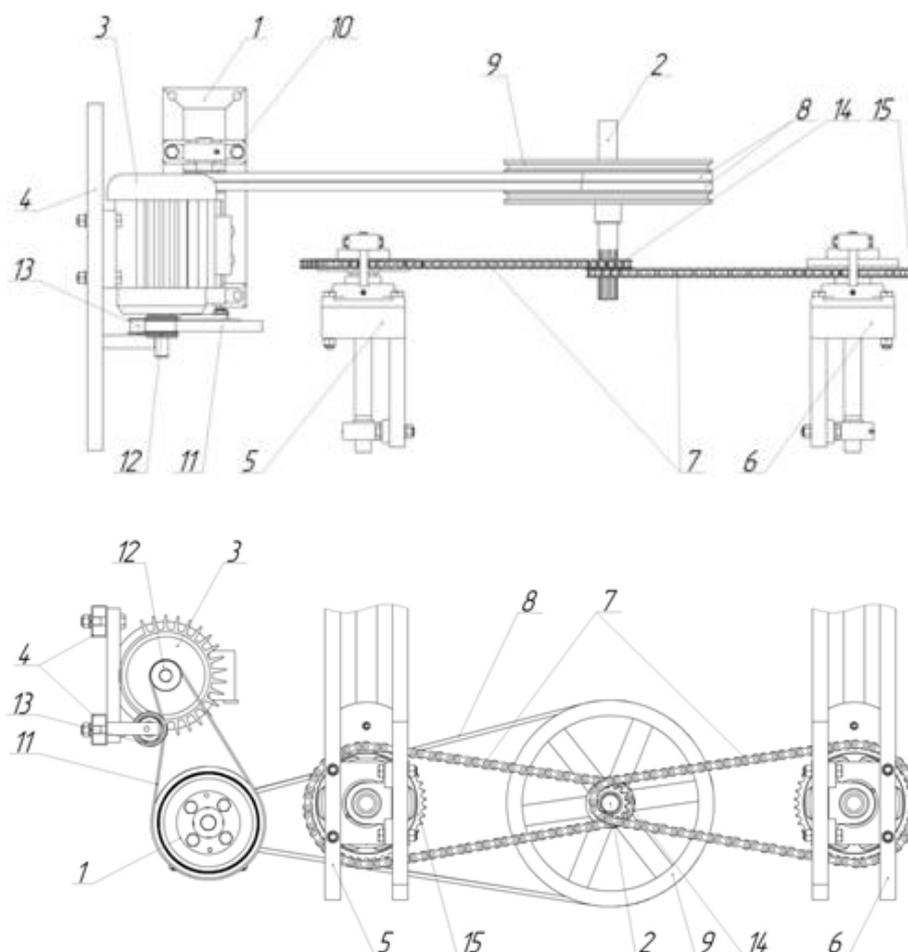
а)



б)

Рисунок 2.15 – Двигатели АИР90 L4(а) и АИР90LA8 (б)

Согласно компоновочной схемы привода стенда, собираем выбранные части и готовые блоки в единый механизм (рисунок 2.17).



1 – механизм натяжения; 2 – вал; 3 – электрический двигатель; 4 – профили; 5, 6 – приводные рамки; 7 – втулочная цепь; 8 – ремень большой; 9 – большой шкив; 10 – шкив натяжитель; 11 – малый ремень; 12 – шкив поликлиновый электрического двигателя; 13 – натяжение ремня; 14 – малая шестерня; 15 – большая шестерня

Рисунок 2.17 – Компоновочная схема привода стенда

Для подключения к работе и управлению тормозной системой, требуется спроектировать гидравлическую систему, подобрать оборудование, отвечающее поставленным задачам.

Для нагнетания рабочей жидкости выбираем шестеренный насос НШ32М-4 (рисунок 2.18) с характеристиками, представленными в таблице 2.3.

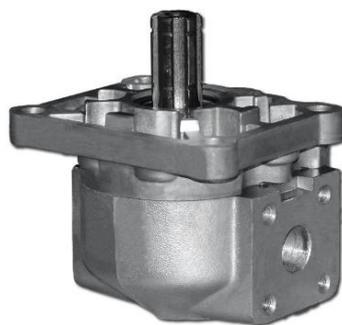


Рисунок 2.18 – Насос шестеренный НШ32М-4

Таблица 2.3 – Характеристики шестеренного насоса

Наименование параметра	Насос НШ32М-4
Рабочий объем, см ³	32
Номинальная частота вращения, об/с	40
Номинальная подача, л/мин	68,6
Давление на выходе ном, кгс/см ²	200
Давление на выходе max, кгс/см ²	250
Коэффициент подачи, более	0,94
Коэффициент полезного действия, более	0,83
Номинальная мощность, кВт, менее	33,2
Нетто, кг	4,0

В гидравлической системе, для отведения излишнего тепла с рабочей жидкости, к радиатору установим вентилятор. Для предотвращения появления в гидравлической системе, воздушных пробок, подключим компенсационный бачок.



а)



б)

а) радиатор; б) компенсационный бачок

Рисунок 2.19 – Оснащение гидравлической системы

Для визуального контроля за давлением в гидравлической системе используем манометр с ограничением показаний 100 МПа, и электромагнитный гидравлический клапан итальянской фирмы Walvoil (рисунок 2.20).



Рисунок 2.20 –Гидравлические клапаны и манометр

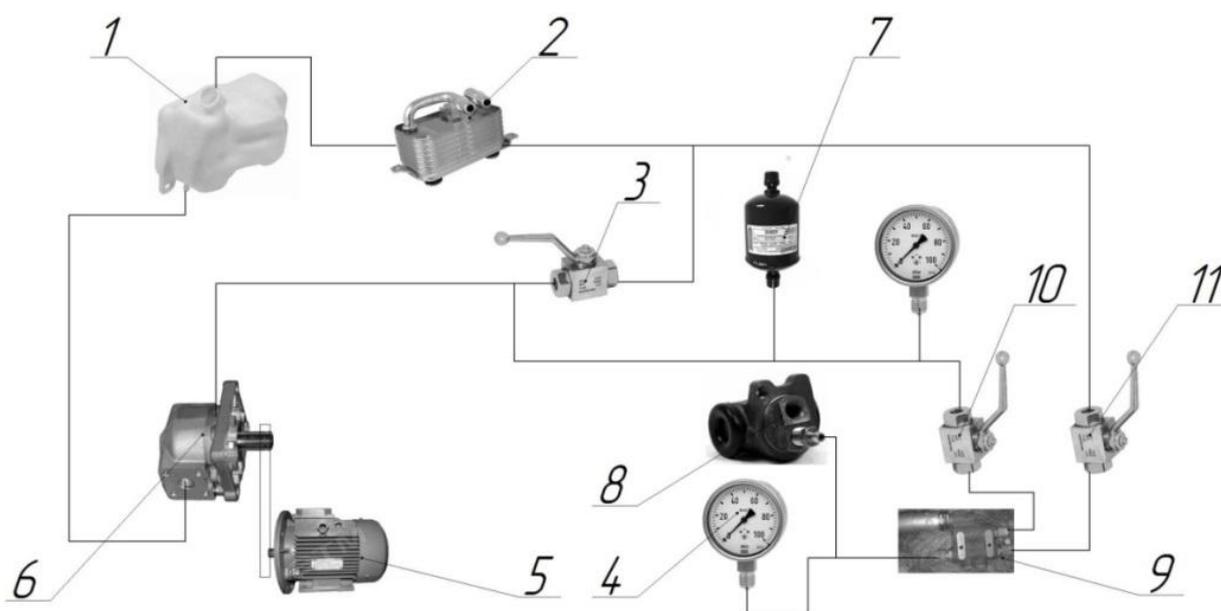
Для подпитки гидравлической системы выбираем 2х – ходовой шаровой кран (рисунок 2.21).



Рисунок 2.21 – Шаровой кран 2-х ходовой

Подобрав детали и арматуру, соберем, согласно взрыв схеме, гидравлическую часть стенда для испытания тормозных механизмов

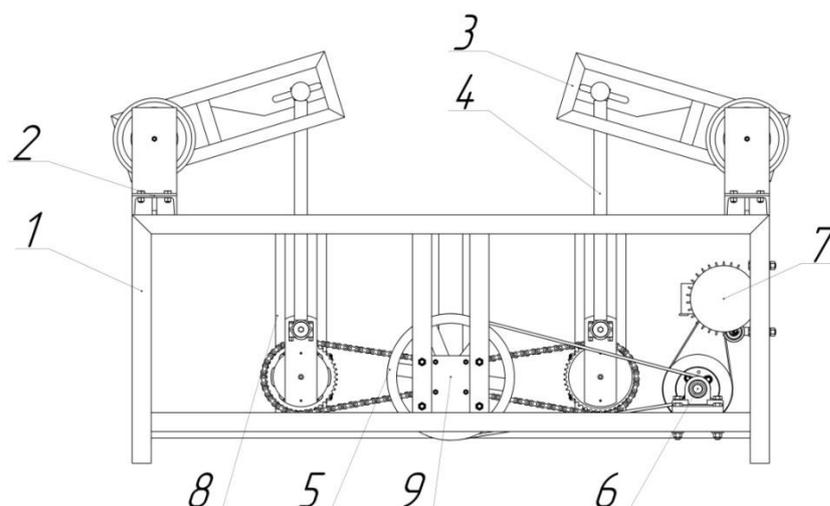
(рисунок 2.22). Гидравлическая система включает в себя: компенсационный бачок, алюминиевый радиатор, шаровой кран для подпитки рабочей жидкости, сглаживающий пульсацию давления ресивер, крупные манометры, асинхронный электродвигатель, насос, тормозной стендовый цилиндр, электроклапан, шаровой кран нагнетания давления, шаровой кран сброса давления.



1 – расширительный бачок; 2 –алюминиевый радиатор; 3 – двухходовой кран регулирования давления; 4 –пружинный манометр; 5 – асинхронный электрический двигатель; 6 –шестерённый насос; 7 – ресивер; 8 – стендовый цилиндр тормозного механизма; 9 – электрический клапан; 10 – двухходовой кран поднятия давления; 11 – двухходовой кран скорости сброса

**Рисунок 2.22 – Взрыв схема гидравлической части стенда для
испытания тормозных механизмов**

Скомпонуем механическую часть и гидравлическую, части стенда в общую компоновочную схему (рисунок 2.23).



1 – универсальная рама; 2 – площадка крепления рамок; 3 – рамка; 4 – кривошипный узел; 5 – шкив; 6 – натяжное устройство; 7 – асинхронный электрический двигатель; 8 – цепной привод рамки; 9 – крепление подшипниковой опоры

Рисунок 2.23 – Общая компоновочная схема

Стенд для испытания тормозных барабанов состоит из нескольких основных механизмов и узлов: универсальной рамы, кривошипных узлов для приведения колебательного движения приводных рамок, приводов для задания синусоиды нагрузки на тормозной механизм, клинового шкива для передачи момента от двигателя остальным участникам испытания.

Краткое описание работы испытательного стенда.

Запустив основной, асинхронный электродвигатель стенда, передаём крутящий момент посредством клиноременной передачи, с вала, через шкив натяжителя, на большой шкив. На одном валу с большим шкивом, установлена шестерня. Посредством цепной передачи на кривошипный узел, передается частота колебаний рамки и угол наклона, обеспечивающие заданные условия испытаний. Одновременное включение электродвигателя насоса гидравлической системы и открытие электромагнитных клапанов создаёт необходимое давление рабочей жидкости в главном цилиндре тормозных механизмов и по прохождению 300000 циклов, делается заключение о соответствии качества комплекта тормозных механизмов.

2.3 Руководство к использованию универсального стенда для циклических испытаний тормозных механизмов

Руководство к использованию универсального стенда для циклических испытаний тормозных механизмов, предназначается для получения специальных сведений об устройстве, принципе действия стенда и графике обслуживания.

Для проведения испытаний на стенде назначается кандидат, достигший 18 летнего возраста, сдавший зачет по материальной части, имеющий отметку в журнале о прослушивании инструктажа по ТБ.

Техническое обслуживание, проводятся контролером по окончании рабочей смены, профилактические работы, квалифицированным персоналом ремонтной службы.

Ремонт стенда осуществляется специалистами поставщика.

1 Назначение, технические характеристики, комплектность поставки стенда

Стенд имитирует воздействие циклической нагрузки на щиток тормозного барабана, создавая условия, приближенные дорожным.

Работа стенда предполагается в сухом специальномаккредитованном для сертификационных исследований, помещении.

Основные технические характеристики стенда сведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические показатели

Показатель, ед. измерения	Значение
Потребляемая мощность двигателя, кВт	2,2
Период торможения, с	3,75
Частота торможения, цикл/ч	1000
Размеры, мм	2100x875x1350
Нетто, кг	463

Комплектность поставки отражена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 –Комплектность

Наименование	Количество
Электрический двигатель	2шт.
Рама	1шт.
Приводная рамка	2шт.
Кривошипный узел	2шт.
Рамка для крепления исследуемого тормозного механизма	2шт.
Место для установки рамок	2шт.
Натяжной механизм	1шт.
Вал в сборе с шестернями и шкивом	1шт.
Подшипниковая опора	4шт.
Гидравлические привода	4шт.
Монтажная схема	1шт.
Паспорт	1шт.
Руководство по эксплуатации	1шт.

Условия эксплуатации стенда, как устройства общего назначения, по ГОСТ 15150-69, относящегося к категории У2:

- температура окружающей среды, °С в интервале 19 - 24;
- атмосферное давление, мм.рт. ст. в интервале 570 - 800;
- относительная влажность при $t=24^{\circ}\text{C}$ в интервале 25% - 79%.

Устойчивость к внешним механическим воздействиям соответствует ГОСТ Р 51371–99.

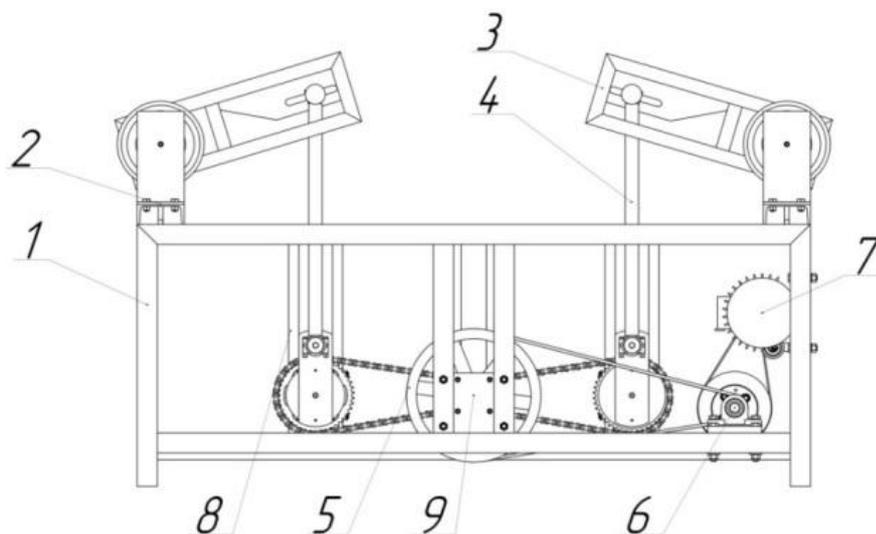
Соблюдены требования безопасности для работы с электрическими устройствами ГОСТ 12.2.007.0.

Испытатель с помощью пусковых кнопок асинхронных электродвигателей, насоса гидравлической системы, шаровыми кранами регулируя давление в системе, управляет работой испытательного стенда, для тормозных барабанов.

2 Устройство стенда

Стенд для испытания тормозных барабанов (рисунок 2.24) состоит из нескольких основных механизмов и узлов: универсальной рамы, кривошипных узлов для приведения колебательного движения приводных

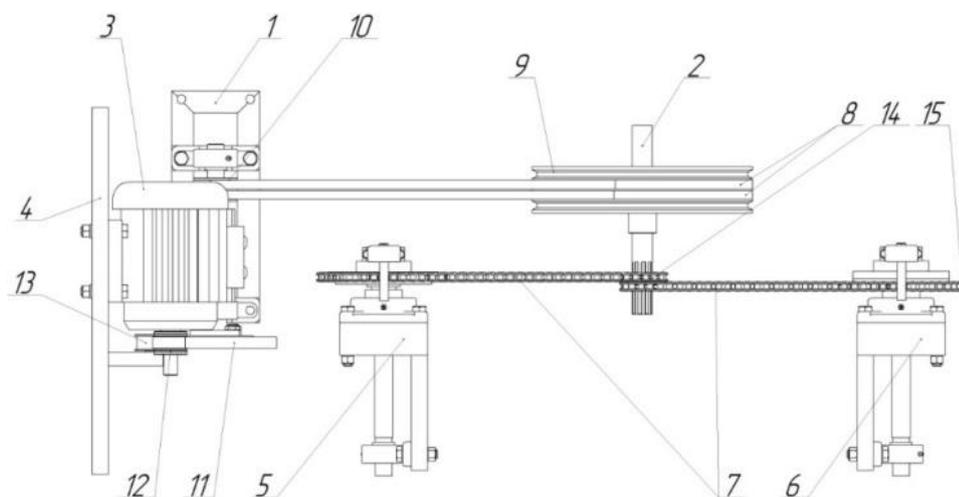
рамок, приводов для задания синусоиды нагрузки на тормозной механизм, клинового шкива для передачи момента от двигателя остальным участникам испытания.



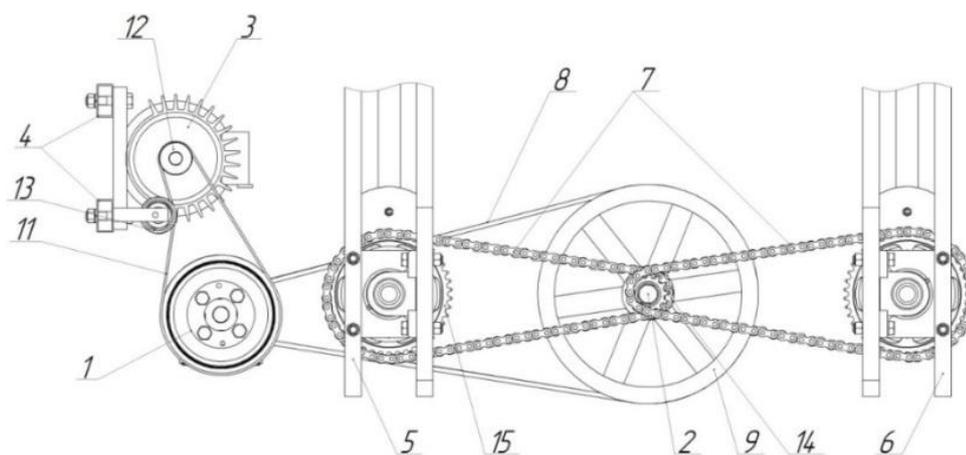
1 – универсальная рама; 2 – площадка крепления рамок; 3 – рамка; 4 – кривошипный узел; 5 – шкив; 6 – натяжное устройство; 7 – асинхронный электрический двигатель; 8 – цепной привод рамки; 9 – крепление подшипниковой опоры

Рисунок 2.24 – Общая компоновка стенда

Привод стенда (рисунок 2.25).



а) вид сверху

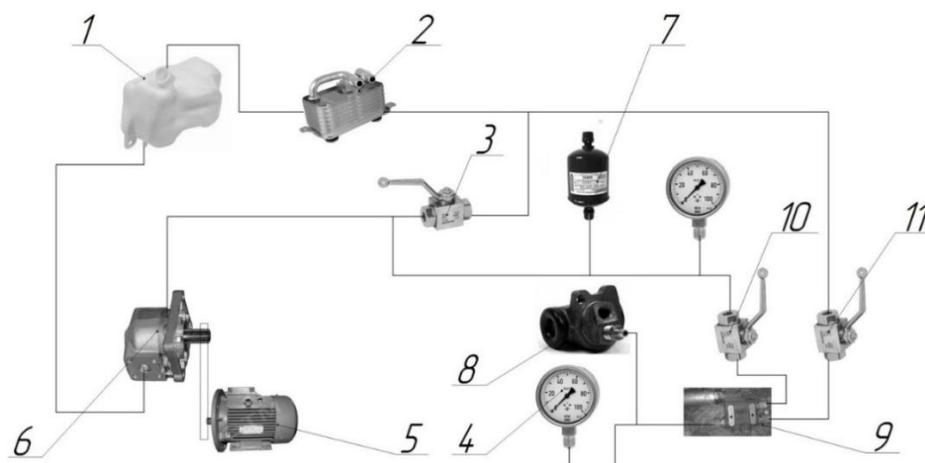


б) вид сбоку

1 – механизм натяжения; 2 – вал; 3 – электрический двигатель; 4 – профили; 5, 6 – приводные рамки; 7 – втулочная цепь; 8 – ремень большой; 9 – большой шкив; 10 – шкив натяжитель; 11 – малый ремень; 12 – шкив поликлиновый электродвигателя; 13 – натяжение ремня; 14 – малая шестерня; 15 – большая шестерня

Рисунок 2.25 – Привод станда

Гидравлическая схема(рисунок 2.26).



1 – расширительный бачок; 2 –алюминиевый радиатор; 3 – двухходовой кран регулирования давления; 4 –пружинный манометр; 5 –асинхронный электрический двигатель; 6 –шестерённый насос; 7 – ресивер; 8 – стендовый цилиндр тормозного механизма; 9 – электрический клапан; 10 – двухходовой кран поднятия давления; 11 – двухходовой кран скорости сброса

Рисунок 2.26 – Взрыв схема гидравлической части станда для испытания тормозных механизмов

3 Краткое описание работы испытательного стенда

Запустив основной, асинхронный электродвигатель стенда, передаём крутящий момент посредством клиноременной передачи, с вала, через шкив натяжителя, на большой шкив. На одном валу с большим шкивом, установлена шестерня. Посредством цепной передачи на кривошипный узел, передается частота колебаний рамки и угол наклона, обеспечивающие заданные условия испытаний. Одновременное включение электрического двигателя насоса гидравлической системы и открытие электромагнитных клапанов создаёт необходимое давление рабочей жидкости в стендовом цилиндре тормозных механизмов и по прохождению 300000 циклов, делается заключение о соответствии качества тормозных механизмов.

4 Расположение и монтаж стенда

Для проведения сертификационных исследований стенд в комплектации для испытаний тормозных барабанов должен быть размещен в лабораторных условиях, с ровным, прочным основанием. Особых требований по конкретной расстановке, на участке лаборатории относительно другого оборудования нет. Оптимальное место расположения для стенда выбирает начальник лаборатории, учитывая здравый смысл удобства безопасного выполнения технологического процесса испытаний. Осуществляя монтаж стенда, необходимо предусмотреть возможность надежного подключения к заземляющей шине, используя провод сечением не менее 4мм² т.е. диаметром не менее 2,26мм.

5 Подготовительные работы на стенде

Подготовительные работы производятся с отключенным питанием стенда от сети 380В.

1. Закрепить на штатные места, четыре пары тормозных механизмов.
2. Закрепить рамку к барабанам.

3. Выставить нужное давление в системе, частотой вращения шкива масляного насоса.

4. Выставить частоту колебаний рамок.

5. Выставить интенсивность Δ давления.

6. Проверить надежность крепёжных соединений.

7. Проверить на герметичность соединения.

6 Маркировка стенда

На металлической табличке, заклепанной на раме, выбит товарный знак изготовившей стенд фирмы, официальное название фирмы, указана модификация, двадцатизначный заводской номер, дата выпуска, именной код укладчика упаковщика.

7 Консервация изделия

Стенд разбирается и упаковывается в специальную деревянную тару для консервации или для транспортировки. Упаковка и укладка составных частей конструкции, производится в соответствии с упаковочным чертежом. Тара транспортировочная деревянная изготавливается, с соблюдением требований ГОСТ 24634-81 для продукции, поставляемой на экспорт.

8 Алгоритм испытаний для тормозных барабанов на стенде

1. Включить автоматом 32А питание на стенд.

2. Запустить электрический двигатель и включить электромагнитные клапаны.

3. Проверить временные отрезки сброса и нарастания давления в рабочих цилиндрах соответственно схеме (рисунок 2.27).

4. Заключение о соответствии качества тормозных барабанов делается при прохождении 300000 циклов, завершив испытание.



Рисунок 2.27 – Диаграмма нарастания и сброса давления

9 Меры безопасности при работе на стенде

а) К работе на стенде допускаются лица, ознакомленные с устройством стенда, приемами безопасной работы на ней, знающие правила противопожарной безопасности, прошедшие инструктаж по общим правилам техники безопасности и инструктаж на рабочем месте.

б) ЗАПРЕЩАЮТСЯ:

- эксплуатация при отсутствующем заземлении;
- ремонтные и профилактические работы при работающем электродвигателе;
- использование открытого огня, курение, производство сварочных работ;
- начинать испытания на неисправном устройстве, с неисправными или отсутствующими защитными кожухами.

10 Техническое обслуживание

По завершению работ необходимо:

- обязательно отключить питание стенда;
- произвести уборку, параллельно проверив натяжение ремней и отсутствие подтеканий рабочей жидкости в соединениях.

11 Виды технического обслуживания станда

а) Общие рекомендации

Обслуживание деталей станда, проводится в соответствии с таблицей

2.6.

Таблица 2.6– Обслуживание станда

Периодичность обслуживания	Содержание работ. Метод их применения	Технические требования. Материалы, необходимые для проведения работ	Приборы, инструменты
1	2	3	4
Ежедневно	Уборка рабочего места, визуальная проверка состояния крепежных и гидравлических соединений	-	Щетка, ветошь
Один раз в неделю	Проверка и приведение в норму натяжение ремня	-	Монтажный и гаечные ключи
Один раз в полгода	Проверка и при необходимости замена ремней	Ремни нужного размера-	Гаечные ключи

Техническое обслуживание может быть ежедневным (один раз в смену) и периодическим.

Ежедневное обслуживание станда производится по ходу эксплуатации. Периодическое обслуживание подразумевает профилактические работы и техническое обслуживание, как отдельных частей, так и целых агрегатов станда, с периодичностью, указанной в таблице 2.6, или в перечисленных случаях:

- после замены вышедших из строя отдельных частей и агрегатов;
- после ремонта отдельных частей и агрегатов;
- после выполнения коррекционных работ;
- после затяжных простоев в работе.

б) Ежедневное техническое обслуживание

Ежедневно силами оператора работавшего за стендом поддерживается порядок на рабочем месте, ежедневное обслуживание.

в) Профилактические работы

Профилактические работы для предотвращения преждевременной коррозии, проводятся ежегодно. Визуально проверяется состояние лакокрасочных поверхностей, крепление деталей и сборочных единиц, состояние ремней – отсутствие трещин, чистоту контактных пар и целостность изоляции, динамометром проверяется момент затяжки болтовых соединений.

В виду гигроскопичности тормозной жидкости, необходимо один раз в год, производить полную замену рабочей жидкости и прокачивать систему.

Очаги начальной коррозии, следует хорошо зачистить, обезжирить и покрыть ремонтной эмалью, просушить. Визуально осмотреть ремонтный комплект стенда и его состояние.

Соблюдать осторожность при удалении жировых масляных пятен и пыли, используя агрессивные растворители, ацетон и т.д., повреждающие приводные ремни и покрытые эмалью поверхности стенда.

г) Текущий ремонт

Возможные неполадки и способы их устранения приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Возможные неполадки и их причины

Неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
1	2	3
1. Электрический двигатель не запускается, гудит	1. Отсутствует или занижено напряжения питающей сети. 2. Отсутствие одной из фаз в обмотке статора. 3. Неправильное подключение питания двигателя. 4. Блокировка приводимого механизма. 5. Перегрузка двигателя. 6. Межвитковое замыкание обмотки статора	1. Проверить токоподводящие контакты устранить неисправность, проверить стабилизатор. 2. Найти обрыв и устранить. 3. Проверить соединение фаз. 4. Устранить неисправность механизма. 5. Проверить состояние гидравлической системы. 6. Заменить электродвигатель

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
2. Гидронасос создает недостаточное давление	1. Приводной вал изношен. 2. Качающий узел поврежден.	Замена или ремонт негодного механизма
3. Остановка электродвигателя при незавершенном испытании	1. Общее отключение подачи напряжения. 2. Недопустимо занижено напряжение питания	1. Переключится на резервное питание. 2. Заменить стабилизирующее устройство
4. Отсутствие колебаний рамки	1. Проскальзывание ремня	1. Подтянуть ремень
5. Нарушение герметичности	1. Износ фитинга 2. Подсос воздуха	1. Замена фитинга
6. Электромагнитный клапан не открывается	1. Напряжения на обмотке катушке нет 2. Неправильное подключение питание к катушке 3. Перепад давления слишком высокий. 4. Грязная, поврежденная диафрагма	1. Проверить тип клапана нормально закрытый: Проверить релейные контакты, предохранители 2. Проверить подводимое питание к катушке сравнить рабочее напряжение на катушке клапана. 3. Снизить перепад давления, ограничив входное давление подачи. 4. Очистить диафрагму или заменить вышедшую из строя деталь

Разобранный стенд еще не введенный в эксплуатацию рекомендуется хранить в транспортировочной таре отгрузившего предприятия, в закрытом хранилище с внутренней температурой воздуха 6 – 36°С и относительной влажностью до 79% (замер при температуре 20°С). В хранилище, совместно с механизмами не должны храниться агрессивные вещества: кислоты, щелочи, баллоны с газом и т.д., способствующие коррозии металлических поверхностей и повреждению изоляции.

3 Технологический процесс испытания тормозного барабана легкового автомобиля

3.1 Назначение тормозного барабана

Тормозной механизм барабанного типа применяется для сдерживания вращения колеса с возможностью полной его остановки. Силы трения барабана и фрикционной накладки, возникающая кинетическая энергия образует тепло, утилизируемое окружающим воздухом. Барабанные тормоза в сравнении с колодочными не такие эффективные и их устанавливают, чаще всего на задней оси.

Основные составные части барабанного тормоза: опорный щит, барабан и колодки с накладками (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Устройство тормозного барабанного механизма

Тормозной барабан изготавливается из чугуна или дюралюминия, колодки стальные с наклеенными, а затем заклепанными, фрикционными термостойкими накладками из феродо. Под действием силы трения возникающей между вращающимся барабаном и давящей на него колодкой из-за действия, в свою очередь, на неё поршня гидроцилиндра.

Гидравлическая сила во многих конструкциях приложена на колодки только с одной стороны. С противоположной стороны колодка имеет ограниченно свободное, притирочное состояние, фиксированные оси вращения отсутствуют. Внутренние колодки занимают оптимальное положение, плотного прилегания к рабочей поверхности барабана, притираются. Отпустив педаль тормоза, колодки, под воздействием двух пружин, разъезжаются на прежние места, подпружиненными удерживаются на щите тормозного механизма, в этом положении.

За состоянием зазора между колодкой и поверхностью барабана «следит» автоматическое приспособление, цилиндрик –саморегулирующий свою высоту вылета и величину зазора. У автомобилей с задним барабанным тормозным механизмом совмещено устройство ручного стояночного тормоза.

Точное компьютерное диагностирование делается на испытательном стенде с беговыми барабанами, высчитывающее процент эффективности торможения каждого отдельного тормозного механизма. Для недорогих подержанных машин достаточно соблюдать регламент обслуживания тормозов и периодически проверять их работу, резко замедляясь со скорости около 60 км/ч на сухом участке ровного асфальта. Такой тест нужно провести несколько раз. Равномерно загруженный автомобиль должен сохранять прямолинейное движение на всем тормозном пути, в том числе во время движения с заблокированными колесами. Поводом для серьезной диагностики барабанных механизмов должны стать любые нарушения в работе «ручника», который обычно задействует те же барабаны и колодки.

3.2 Технологическая карта испытания тормозного барабана легкового автомобиля

Общая трудоёмкость 120,2 чел.-мин. (2,05 чел.-ч.). Исполнитель – инженер-испытатель.

В таблице 3.1 представлена технологическая карта испытания тормозного барабана легкового автомобиля.

Таблица 3.1 – Технологическая карта

Наименование операции, перехода	Количество точек воздействия	Приборы и инструмент	Трудоёмкость, мин	Технические требования
1	2	3	4	5
1 Установка комплектов тормозных механизмов на стенд	-	-	45	промаркировать комплекты
1.1 Закрепить тормозные барабаны к опоре	16	Рожковый ключ на 10	10	-
1.2 Установить тормозные диски в рамку	4	-	1	-
1.3 Соединить рамку с тормозными барабанами	8	Рожковый ключ на 10	10	-
1.4 Закрепить тормозные диски к дискам на рамке	8	Рожковый ключ на 10	10	-
1.5 Закрепить тормозные барабаны с тормозными дисками	8	Рожковый ключ на 10	10	-
1.6 Установить ось	4	Рожковый ключ на 10	5	-
2 Регулировочные работы	-	-	35,5	-
2.1 Включить электродвигатель масляного насоса	1	-	0,5	-
2.2 Отрегулировать частоту вращения шкива масляного насоса	1	Частотный регулятор	5	500 об/мин
2.3 Отрегулировать давление в системе	1	Шаровой кран	5	55 МПа
2.4 Включить электродвигатель привода рамок	1	-	0,5	-
2.5 Отрегулировать частоту колебаний рамок	1	Частотный регулятор, секундомер, счётчик	10	1000 циклов/ч
2.6 Подать напряжение на электромагнитные клапаны	1	-	0,5	-
2.7 Отрегулировать интенсивность нарастания давления	1	Шаровой кран	10	См. диаграмму в руководстве по эксплуатации
2.8 Отрегулировать интенсивность сброса давления	1	Шаровой кран	5	См. диаграмму в руководстве по эксплуатации

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
3 Испытание тормозных механизмов	-	-	14,2	Очистить рабочее место от посторонних предметов
3.1 Включить питание электромагнитных клапанов	1	-	0,2	-
3.2 Проверить соответствие нарастания и сброса давления в рабочих цилиндрах	1	-	5	По требованиям ТП
3.3 Проведение испытания	1	-	-	300000 циклов
3.4 Каждый час производить контроль количества циклов	1	-	10	1000 циклов
4 Завершение испытаний	1	-	25,5	300000 циклов
4.1 Выключить электродвигатель привода рамки	1	-	0,5	-
4.2 Выключить электродвигатель привода насоса	1	-	0,5	-
4.3 Выключить питание электромагнитных клапанов	1	-	0,5	-
4.4 Отсоединить шланги подачи масла	8	Ключ	5	-
4.5 Отсоединить кривошип от рамок	2	Рожковый ключ на 6 и 16	10	-
4.6 Снять тормозные механизмы	8	Рожковый ключ на 10	10	-
Примечание: 1.В случае аварии разрушения тормозного механизма прекратить нагнетание жидкости, заглушившланг. Для равномерного износа, каждые 75000 циклов производить проворот барабанов относительно рамки на 90° 2. По результатам испытаний ведется журнал				

4 Безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

Паспорт безопасности – документ, отвечающий за безопасность продукции и за обеспечение безопасности во время ее производства, упаковки, переработки, хранения, транспортировки и утилизации. Паспорт безопасности содержит необходимую информацию касательно характеристик изделия, требуемую для организации работ по защите персонала и конечных потребителей от неблагоприятного воздействия данного изделия на организм. Содержащаяся в документе информация также необходима для защиты сотрудников предприятия от несчастных случаев на производстве.

Паспорт безопасности представляет собой строго структурированный документ, все положения и пункты которого описывают конкретные действия, а также устанавливают требования безопасности касательного заявленного в документе продукции. Так как все изделия и методы их изготовления достаточно сильно различаются, необходимо составлять паспорт безопасности отдельно для каждого вида продукции.

Цель составления паспорта безопасности – это предоставление потребителю максимально полной информации о том, каким именно образом данный товар или оборудование необходимо хранить и использовать, как безопасно его утилизировать и что нужно делать в случае его поломки. Паспорт безопасности должен также отражать еще алгоритмы работы в ходе технологических процедур, и должен учитывать особенности конкретной отрасли производства, чтобы обезопасить сотрудников рабочей группы, которой применяется конкретная продукция.

В таблице 4.1 приведен паспорт безопасности на универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов[19].

Таблица 4.1 – Паспорт безопасности на универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Перечень производственно-технологического оборудования	Перечень конструкционных расходных материалов и веществ
Испытание на циклическую долговечность тормозных механизмов	1 Установка комплектов тормозных механизмов на стенд 2 Регулировочные работы 3 Испытание тормозных механизмов 4 Завершение испытаний	Инженер-испытатель	Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, рожковые ключи на 6, 10 и 16, частотный регулятор	Ветошь гидравлическая жидкость

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Профессиональный риск – это вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору.

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков в процессе производственной деятельности включает в себя обнаружение, выявление и распознавание опасных и вредных производственных факторов (далее – ОиВПФ) и установления их временных, количественных и других характеристик, которые необходимы и

достаточны для формирования комплекса предупреждающих мероприятий, которые обеспечат безопасность труда.

В таблице 4.2 приведена идентификация профессиональных рисков при использовании универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов [19].

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование производственно-технологической и/или эксплуатационно-технологической операции	Наименование ОиВПФсогласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения ОиВПФ
1	2	3
1 Установка комплектов тормозных механизмов на стенд	Физические ОиВПФ: – подвижные части производственного оборудования; – заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности барабанов; – недостаточная освещенность рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, испытываемые барабаны
2 Регулировочные работы	Физические ОиВПФ: – подвижные части производственного оборудования; – повышенное значение напряжения в электрической цепи. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, частотный регулятор
3 Испытание тормозных механизмов	Физические ОиВПФ: – подвижные части производственного оборудования; – повышенное значение напряжения в электрической цепи; – повышенный уровень шума на рабочем месте	Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, частотный регулятор

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	Психофизиологические ОиВПФ: перенапряжение – зрительных анализаторов; – монотонность труда	
4 Завершение испытаний	Физические ОиВПФ: – подвижные части производственного оборудования; – заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности барабанов; – недостаточная освещенность рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней производственных рисков устанавливает работодатель локальным нормативным актом, исходя из специфики своей деятельности, согласно приказа Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков».

В таблице 4.3 приведены методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ [19].

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ

ОиВПФ	Организационные методы и	Используемые СИЗ для
-------	--------------------------	----------------------

	технические средства защиты, снижения, устранения ОиВПФ	работников
1	2	3

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
Подвижные части производственного оборудования. Заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности барабанов	Рациональная планировка участка и расстановка технологического оборудования, инструктажи (первичный, вводный), предупреждающие таблички, знаки, применение сертифицированного оборудования и инструментов	Специальная защитная одежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, нарукавники, перчатки, ботинки с металлическим носком)
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трущихся деталей), покупка оборудования с наименьшим уровнем шума, использование противозумных кожухов	СЗ органов слуха (наушники, противозумные шлемы, противозумные вкладыши)
Умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных анализаторов; монотонность труда	Внедрение оптимальных режимов труда и отдыха. Определить дополнительное короткое время для отдыха в удобное для работника или бригады время. Продолжительность и периодичность определить исходя из условий труда: монотонная работа – короткие перерывы - от 2 до 5 мин через час или полчаса работы. Соблюдение эстетичности производства	–

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности

Система пожарной безопасности (далее – ПБ) представляет собой перечень эффективных мер и средств достижения защиты от возникновения пожарных ситуаций и устранения вреда от воздействия пожара на всех этапах жизненного цикла предприятия и его объектов.

Организация ПБ на предприятии представляет собой комплекс мероприятий, направленных на разработку и внедрение руководителем следующих действий для профилактики и систематического контроля:

Издание документа об организации противопожарной безопасности на предприятии для защиты от огня зданий, помещений и пожароопасных областей, расположенных на территории.

Выбор лица, несущего ответственность за соблюдение пожарной безопасности.

Утверждение инструкции пожарной безопасности на предприятии по средствам проведения специальных мероприятий, в соответствии с действующими нормативами безопасности.

Мероприятия противопожарной безопасности направлены на достижение целей:

- исключение пожара;
- обеспечение безопасности людей;
- обеспечение безопасности материальных ценностей;
- одновременное обеспечение безопасности ценностей и людей.

В таблице 4.4 приведена идентификация классов и опасных факторов пожара.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Применяемое оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующее проявления факторов пожара
Испытательная лаборатория	Технологическое оборудование, применяемое в испытательной лаборатории	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок

4.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБиспытательной лаборатории

Нормативные документы по пожарной безопасности в частности статья 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ классифицирует всю пожарную технику по назначению, области применения на такие типы как:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент.

Согласно ст. 43 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ к первичным средствам пожаротушения относятся:

- разнообразный пожарный инвентарь – ведра, емкости для воды, вилы, ломы, багры, совковые/штыковые лопаты, крюки с деревянными ручками, ящики пожарные для песка; комплекты для резки электрических кабелей, состоящие из ножниц, диэлектрических бот, коврика.

Мобильные средства тушения это все виды/типы транспортных средств, предназначенных для тушения пожаров, используемых личным составом государственных/муниципальных, корпоративных/частных, добровольных пожарных подразделений/формирований.

Для забора воды мобильными средствами пожаротушения используются гидранты, установленные на сетях наружного противопожарного водоснабжения, пожарные водоемы, резервуары, пирсы, имеющиеся на территориях населенных пунктов, промышленных предприятий.

К подручным средствам тушения пожара относятся:

- совковые, штыковые лопаты, при помощи которых можно закидать пожар песком, землей, мелкой галькой;

– топоры, ломы, багры. Данный инвентарь, используемый в хозяйстве, включая ведра, входит в комплектацию пожарного щита;

– одеяла, пледы, плащи, накидки от дождя, куртки из плотных натуральных тканей, которыми можно, накинув на очаг пожара, и его потушить, в т.ч. горящую одежду на человеке.

4.6 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

В таблице 4.5 приведены организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ.

Таблица 4.5– Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ

Наименование технологического процесса	Реализуемые организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ	Предъявляемые требования по обеспечению ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Испытание на циклическую долговечность тормозных механизмов	Наличие свидетельства по ПБ на используемое оборудование, инструмент	Приобретение оборудования имеющего сертификаты качества и соответствия
	Обучение по мерам ПБ (противопожарный инструктаж, пожарно-технический минимум)	Своевременное и регулярное проведение различных видов инструктажей под роспись
	Выполнение регулярных качественных планово-предупредительных и ремонтных работ, модернизация и оптимизация оборудования	Осуществление профилактики оборудования в соответствии с заблаговременно разработанным графиком. Определение приказом ответственного за своевременное проведение профилактических работ
	Наличие предусмотренных Законодательством РФ табличек безопасности знаков, информационных	Знаки и информационные таблички безопасности, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
	Размещение технологического оборудования не создающее препятствий для эвакуации персонала и использованию средств пожаротушения	Должно быть обеспечено беспрепятственное движение персонала к эвакуационным выходам и средствам пожаротушения

	Своевременное обновление средств пожаротушения	Средства пожаротушения всегда должны находиться в исправном состоянии. Не допускается использование средств пожаротушения с истекшим сроком действия
	Разработка плана эвакуации при пожарах соответствии с государственным стандартом ГОСТ Р 12.2.143–2009	Наличие действующего плана эвакуации, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах. Следует учитывать и требования к расстоянию между схемами: оно не должно
	Изготовление и размещение средств наглядной агитации по обеспечению ПБ	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению ПБ

4.7 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов

В таблице 4.6 приведена идентификация экологических факторов технологического процесса испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов

Таблица 4.6 – Идентификация экологических факторов технологического процесса испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов

Технический объект, процесс	Структурные составляющие технического объекта, процесса	Антропогенное воздействие технического объекта на:		
		атмосферу	гидросферу	литосферу
1 Испытание на циклическую долговечность тормозных механизмов	2 Универсальный стенд для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, приспособления, инструмент, производственный персонал	3 Пыль, поднимающаяся с пола	4 Не обнаружено	5 Изнюшенная спецодежда, ТБО, упаковки запчастей, лом черных и цветных металлов

В таблице 4.7 приведены разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия процесса испытания на

циклическую долговечность тормозных механизмов.

Таблица 4.7– Разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов

Технический объект, процесс	Перечень мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Испытание на циклическую долговечность тормозных механизмов	Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке вытяжных шкафах (зонтах). Периодический контроль за параметрами воздуха в рабочей зоне	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Изношенная специальная одежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Отходы вывозятся в соответствии с заключенным договором с региональным оператором Самарской области

Заключение по главе «Безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов».

В данном разделе ВКР представлен технологический паспорт универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов, в котором отражено следующее:

- технологические операции, определены должности работников согласно Приказу Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст, перечень производственно-технологического оборудования, конструкционных расходных материалов и веществ (таблица 4.1);

- идентификация производственно-технологических и эксплуатационных

профессиональных рисков по технологическому процессу испытания на циклическую долговечность тормозных механизмов (таблица 4.2);

– подбор СИЗ для работников (таблица 4.3);

– мероприятия по обеспечению ПБ испытательной лаборатории, идентификация класса пожара и опасных факторов пожара, разработка средств, методов и мер обеспечения ПБ (таблица 4.4, 4.5);

– экологические факторы и мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на универсальном стенде для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов (таблица 4.6, 4.7).

5 Расчет эффективности проектируемой конструкции

5.1 Определение себестоимости изготовления универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагружений. Испытание тормозных механизмов.

Для того чтобы определить затраты на покупку сырья и материалов, необходимых для изготовления конструкции воспользуемся формулой (5.1) [20]

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (5.1)$$

С целью упорядочения затрат на покупку сырья и материалов сводим данные в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Затраты на покупку сырья и материалов

№	Наименование материалов	Норма расхода	Средняя цена за единицу, руб	Сумма, руб
1	Прямоугольная труба, кг	96,1	60	5766
2	Швеллер №8, п/м	1,95	350	682,5
3	Швеллер №14, п/м	1,5	600	900
4	Горячекатаный лист (4 мм), кг	6	53	318
5	Круг, кг	4	44	176
6	Эмаль, л	2,5	67	167,5
7	Грунт, л	3	88	264
8	Разное			1250
Итого				9524,0
Транспортно заготовительные расходы (3%)				285,7
Возвратные отходы (2%)				190,5
Всего				9619

Для того чтобы определить затраты на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (5.2)

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{TЗ}}{100}\right). \quad (5.2)$$

С целью упорядочения затрат на покупные изделия сводим данные в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Затраты на покупные изделия

№	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед., рублей	Сумма, руб
1	2	3	4	5
1	Цепь ПВ-16,4-18,2	1	350	350
2	Ремень клиновой В(Б)-2360	1	350	350
3	Ремень клиновой С(БВ)-1065	1	300	300
4	Электрический двигатель АИР90 L4	1	5600	5600
5	Задняя полуось ВА3-2107	1	1000	1000
6	Звезда (ведущая) 44	1	860	860
7	Звезда (ведомая) 14	1	610	610
8	Метизы	126	16	2016
9	Подшипниковый узел	6	620	3720
10	Шайба С.16.37	2	6	12
11	Шайба 2.16.1	4	8	32
12	Шкив	1	1250	1250
13	Разное	0		1200
14	Расходы на заготовку и транспортировку	1		1095,5
Итого				18395,5
Транспортно заготовительные расходы (3%)				551,9
Всего				18947

Расчет затрат на заработную плату выполним по формуле (5.3)

$$З_О = C_P \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{TЗ}}{100}\right). \quad (5.3)$$

С целью упорядочения затрат на выплату основной заработной платы сводим данные в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Затраты на оплату труда

№	Виды операций	Разряд работ	Трудоемкость, час	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Заготовительная	3	8	79,47	635,76
2	Токарная	5	10	95,29	952,9
3	Фрезерная	4	3	84,87	254,61
4	Сверлильная	4	2	84,87	169,74
5	Сборочная	5	3	95,29	285,87
6	Окрасочная	3	1	79,47	79,47
7	Испытательная	4	1	84,87	84,87
Итого					2463,22
Доплаты					1612,75
Основная з/п					4075,97

Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы выполним по формуле (5.4) [20]

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (5.4)$$

где, K_d – коэффициент доплат до часового фонда, $K_d = 1,08$ [22].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (5.4)

$$Z_d = 4075,97 \cdot 1,08 = 4402,05 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на страховые взносы выполним по формуле (5.5) [20]

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c, \quad (5.5)$$

где, K_c – коэффициент страховых взносов, $K_c = 0,3$ [20].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (5.5)

$$O_c = (4075,97 + 4402,05) \cdot 0,3 = 2543,41 \text{ руб.}$$

Таким образом, ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда составляет 57432 руб.

Таблица - Себестоимость изготовления универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагружений

Показатели	Калькуляция нового изделия, руб.	Удельный вес калькуляционных статей, %
Материалы, М	9619,2	16,7
Покупные изделия, П _и	18947	33,0
Зарплата основная, З _о	4075,97	7,1
Зарплата дополнительная, З _д	407,6	0,7
Страховые взносы, О _с	1345,1	2,3
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, Р _{об}	4239,0	7,4
Общепроизводственные расходы, Р _{оп}	7010,7	12,2
Цеховая себестоимость, С _ц	45644,9	79,5
Общехозяйственные расходы, Р _{охр}	8029,7	14,0
Производственная себестоимость, С _{пр}	53674,6	93,5
Внепроизводственные расходы, Р _{вп}	3757,2	6,5
Полная себестоимость, ТС _т	57432	100

6.2.5. Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки

Таблица 6.15

Наименование показателей	Расчетные формулы	Проектный вариант
Норма штучного времени, мин.	$T_{шт} = T_{оп} * (1 + (a + в)/100)$	102,6
Расчетное количество основного технологического оборудования	$N_{об.расч} = (T_{шт} * ПГ) / (Фэ * 60)$	0,94
Принятое количество оборудования	Расчетное количество округляется до ближайшего числа	1
Коэффициент загрузки оборудования.	$K_3 = N_{об.расч} / N_{об.пр.}$	0,94

6.2.6. Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений в сферуэксплуатации по базовому и проектируемому вариантам

Таблица 6.16

Наименование показателей	Расчетные формулы	Проектный вариант
1. Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование	$K_{об.б} = N_{об} * Ц_{об} * K_3$	57431,8
2. Удельные капитальные вложения	$K_{уд} = K_{общ} / ПГ$	942,06

6.2.7. Расчет эксплуатационных издержек по вариантам

Наименование показателей	Расчетные формулы	Проектный вариант
1. Основная зарплата рабочих	$Z_{пл} = (C_ч * T_{шт} * K_у * K_{пф} * K_{пр} * K_д * K_{вн} * K_н) / 60$	351,71
2. Страховые взносы	$H_{з.пл} = Z_{пл} * K_с$	105,51
3. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования		
3.1. Амортизация оборудования	$A_{об} = \frac{(Ц_{об} * H_а * T_{шт})}{(100 * \Phi_3 * K_{вн} * 60)}$	38,48
3.2. Расходы на текущий ремонт оборудования	$P_{р.об} = (H_{об} * Ц_{об} * K_з * T_{шт} * K_р) / (\Phi_3 * 60 * K_{вн})$	80,72
3.3. Расходы на технологическую энергию	$P_э = (M_у * T_{маш} * K_{од} * K_м * K_в * K_п * Ц_э) / (КПД * 60)$	73,46
3.4. Амортизация площади	$A_{пл} = \frac{(H_{об} * P_{уд} * K_{дпл} * Ц_{пл} * H_{апл} * T_{шт})}{(100 * \Phi_3 * K_{вн} * 60)}$	3,45
3.5. Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади	$P_{пл} = (H_{об} * P_{уд} * K_{д.пл} * K_з * C_{пл}) / ПГ$	136,2
Итого: технологическая себестоимость		789,53

Таблица– 6.15 Себестоимость эксплуатации универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагружений

Статьи затрат	Значение, руб.
Основная и дополнительная зарплата основных рабочих	351,71
Начисления на зарплату	105,51
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	254,46
Общепроизводственные расходы $P_{опр} = Z_{пл.осн} * K_{опр}$	422,05
Общехозяйственные заводские накладные расходы $P_{охр} = Z_{пл.осн} * K_{охр}$	404,47
Итого производственная себестоимость $C_{пр} = C_{тех} + P_{опр} + P_{охр}$	1616,05
Внепроизводственные расходы $P_{вн} = C_{пр} * K_{внепр}$	113,12
Всего полная себестоимость $C_{полн} = C_{пр} + P_{вн}$	1729,17

Таблица – Аналитический метод определения точки безубыточности оказания услуги «изготовления универсального стенда для испытаний автомобильных компонентов методом циклических нагрузений.»

	Показатели	Формула	Н
1.	Цена услуги, руб.	P_0	1988,55
2.	Объем продаж, шт.	Q	200
3.	Денежный поток, руб.	$CF = P*Q$	397709,1
4.	Переменные удельные издержки, руб.	AVC	790
5.	Совокупные переменные издержки, руб.	$VC = AVC*Q$	157906
6.	Валовая маржа, руб.	$MR = P - AVC$	1199
7.	Суммарная валовая маржа	$\sum MR = CF - VC$ $MR = MR*Q$	239803,1
8.	Коэффициент валовой маржи	$K_{MR} = MR/CF$	0,60
9.	Постоянные издержки, руб.	FC	187928
10.	Критический объем продаж, шт.	$Q_{крит} = FC/MR$	157
11.	Критический объем продаж, руб.	$Q_{крит} = FC/KMR$	311675
12.	Запас финансовой прочности, %	$G = (F/CF)*100$	21,63
13.	Прибыль, руб.	$PF = F*K_{mr}$	51875,1
14.	Сила операционного рычага	$I = \frac{\sum MR}{PF}$	4,62

Таблица - Показатели коммерческой эффективности проекта

Срок окупаемости, PP, (лет) *	0,85
Дисконтированный срок окупаемости проекта, DPP, (лет) *	0,9
Чистый приведенный эффект, NPV, (руб)	212945
Индекс доходности, PI	4,71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью, в рамках выполнения ВКР было спроектирован универсальный стенд для испытаний автомобильных компонентов на циклическую долговечность в комплектации для испытания тормозных механизмов.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

Во-первых, рассмотрены испытания материалов на циклическую долговечность.

Во-вторых, разработано техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, составлено руководство по эксплуатации.

Отличительной особенностью изготовленного стенда является возможность регулирования нагрузки в широком диапазоне (от 20 до 90 бар) в независимости от угла поворота тормозного барабана, что дает возможность достаточно легко производить смену режимов в соответствии с требованиями заказчика. При этом поворот барабана осуществляется электромеханическим способом, а не при помощи пневматического привода, как рекомендовано в инструкции. Это существенно снижает уровень шума при эксплуатации стенда и создаёт возможность (при необходимости) быстро изменять угол поворота барабана. Кроме того, данная конструкция позволяет автоматизировать процесс контроля и регулировки давления в тормозной системе за счёт использования гидравлического насоса с электрическим двигателем, частота вращения которого изменяется частотным регулятором при помощи контроллера.

В-третьих, представлен технологический процесс испытания тормозного барабана легкового автомобиля.

В-четвертых, рассмотрена безопасность и экологичность универсального стенда для испытаний на циклическую долговечность тормозных механизмов.

В-пятых, проведен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Вахламов, В. К. Автомобили : конструкции и элементы расчета : учеб.для вузов / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2006. - 479 с.

2 Автомобили семейства ВАЗ-2107 : руководство по техническому обслуживанию и ремонту : модели ВАЗ-2107, -21072, -21073-40, -21074 : с рекомендациями журнала "За рулем" / К. Б. Пятков [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : За рулем, 2001. - 256 с.

3 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

4 Клевлеев, В. М. Метрология, стандартизация и сертификация : Учеб.для студентов учреждений сред. проф. образования / В.М. Клевлеев, И.А. Кузнецова, Ю.П. Попов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2003 (Тул. тип.). - 255 с.

5 Гаспарянц, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля : [учеб.длямашиностроит. техникумов по спец. "Автомобилестроение"] / Г. А. Гаспарянц. - Москва : Машиностроение, 1978. - 351 с.

6 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты = Occupational safety standard system. Electricsafety. General requirements and nomenclature of kinds of protection: государственный стандарт Союза ССР ГОСТ12.1.019-79 (СТ СЭВ 4830-84) : введен 01.07.80 / Государственный комитет СССР по стандартам. - Москва : Изд-во стандартов, 1987. - 6 с.

7 Расчёты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость = Strength analysis and testing in machine building. Methods of metals mechanical testing. Methods of fatigue testing : государственный стандарт Союзв ССР ГОСТ25.502-

79 : взамен ГОСТ 23026-78, ГОСТ 2860-65 в части пп. 6.1 и 6.2 : введён с 01.01.81 до 01.07.91 / Государственный комитет СССР по стандартам. - Москва : Изд-во стандартов, 1986 г. - 34 с.

8 Безопасность оборудования. Требования безопасности к гидравлическим и пневматическим системам и их компонентам. Гидравлика = Safety of machinery. Safety requirements for fluid power system and their components. Hydraulics / Разработан Открытым акционерным обществом "Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков" (ОАО "ЭНИМС"). - Введ. впервые / Введ. 01.07.2005. - М. : ИПК Изд-во стандартов, 2005. - IV, 15 с.

9 Автомобильные транспортные средства. Аппараты тормозных систем с гидравлическим приводом тормозов. Технические требования и методы испытаний = Vehicles. Apparatus of braking systems with a hydraulic actuating of brakes. Technical requirements and test methods: Нац. стандарт Рос. Федерации ГОСТ Р 52431-2005; Введ. впервые; Введ. 2007-01-01 / Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии. - Москва : Стандартинформ, 2006. - II, 12 с.

10 Автомобильные транспортные средства. Тормозные механизмы. Технические требования и методы стендовых испытаний = Vehicles. Brake gears. Technical requirements and machine testing methods: национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 52847-2007 : введен впервые : введен 2009-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. - Москва : Стандартинформ, 2008. - II, 5 с.

11 Детали машин : учеб. для вузов / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 519 с.

12 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

13 Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб.для вузов/ Г. Д. Крылова. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 671 с.

14 Малкин, В. С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб.пособие по курсовому проектированию для студентов специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство" / В. С. Малкин, Н. И. Живоглядов, Е. Е. Андреева. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68. - Прил.: с. 69-107.

15 Машины и стенды для испытания деталей / В. Л. Гадолин [и др.] ; под ред. Д. Н. Решетова. - Москва : Машиностроение, 1979. - 343 с.

16 Приводы машин : справочник / В. В. Длоугий [и др.] ; под общ.ред. В. В. Длоугого. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, 1982. - 383 с.

17 Биргер, И. А. Расчет на прочность деталей машин : справочник / И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1993. - 639 с.

18 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф.управления промышленной и экологической безопасностью. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 22 с.

19 Епишкин, В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2018. – 199 с.

20 Амирджанова, И.Ю. Правила оформление выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю.

Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.

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

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

23 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

24 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. – p. 134.

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

26 Стенд тормозной для легковых и грузовых автомобилей [электронный ресурс] URL: <https://www.garo.cc/katalog/limiti-tehnicheskogo-kontrolja/tormoznye-stendy/stend-tormoznoy-dlja-legk-i> (дата обращения 10.04.2019).;

27 Конструирование тормозного стенда [электронный ресурс] URL:<https://zapatpribor.com/ustanovka-tormoznogo-stenda-stm-dlya-novopostroennoy-stantsii-to-v-kirovogradskoy-oblasti/> (дата обращения 04.05.2019)

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<i>Стандартные изделия</i>				
		15		Цепь ПВ-16,4-18,2 ГОСТ 13568-97	2			
		16		Ремень клиновой В(Б)-2360 ГОСТ 1284.1-89	2			
		17		Ремень клиновой С(В)-1065 ГОСТ 1284.1-89	1			
		18		Электродвигатель АИР90 L4	1			
		19		Задняя полуось ВА3 2107	2			
		20		Звезда (ведущая) 44	2			
		21		Звезда (ведомая) 14	2			
		22		Болт М16х65 ГОСТ 15589-70	4			
		23		Болт М16х100 ГОСТ 15589-70	10			
		24		Болт М6х40 ГОСТ 15589-70	2			
		25		Болт М10х55 ГОСТ 15589-70	2			
		26		Болт М6х45 ГОСТ 15589-70	2			
		27		Болт М16х50 ГОСТ 15589-70	4			
		28		Болт М16х55 ГОСТ 15589-70	6			
		29		Болт М14х80 ГОСТ 15589-70	4			
		30		Болт М16х105 ГОСТ 15589-70	2			
		31		Болт М16х70 ГОСТ 15589-70	2			
		32		Болт М16х60 ГОСТ 15589-70	2			
		33		Болт М16х30 ГОСТ 15589-70	4			
		34		Болт М10х65 ГОСТ 15589-70	1			
		35		Болт М16х130 ГОСТ 15589-70	2			
		36		Болт М10х30 ГОСТ 15589-70	4			
		37		Болт М14х15-6дх28 ГОСТ 7805-70	8			
		38		Болт М16х75 ГОСТ 15589-70	4			
		39		Болт М10х45 ГОСТ 15589-70	8			
		40		Гайка М16-6Н ГОСТ 15521-70	40			
		41		Гайка М10-6Н ГОСТ 15521-70	15			
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	19.БР.ПЭА.258.00.000			Лист	
Кизнецов В.С.							2	
Сабитов М.С.				Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
				Копировал			Формат А4	

Приложение Б

Показатели эффективности инвестиционного проекта

Наименование показателей	Шаг расчета					
	0	1	2	3	4	5
Критический объем продаж, <i>Q_{крит}</i> , (т)		157	157	157	157	157
Ежегодный прирост объема реализации услуги, <i>ΔQ</i> ,(т)		9	9	9	9	9
Объем реализации, <i>Q</i> , (т)		165	174	183	191	200
Цена ед.услуги, <i>P</i> , (руб)	2386,26					
Денежный поток , <i>CF</i> , (руб)		394659,26	415307,44	435956	456604	477252
Переменные затраты удельные, <i>AVCt</i> , (руб)	789,53					
Переменные затраты, <i>VCt</i> , (руб)		130579	137411	144242	151074	157906
Постоянные затраты, <i>FC</i> , (руб)	187928					
Полная себестоимость, <i>ТСt</i> , (руб)		285984	300947	315909	330872	345834
НДС		65776	62296	65393	68490	71588
Налогооблагаемая прибыль, <i>Prt</i> , (руб)		42899	52065	54653	57242	59830
Налог на прибыль, <i>Нпр</i> , (руб)		10296	12496	13117	13738	14359
Чистая прибыль, <i>PNt</i> , (руб)		32602,89	39569,19	41536,49	43503,78	45471,08
Амортизация, <i>Ам</i> , (руб)	35150,35					
Чистый текущий доход , <i>PFNt</i> , (руб)		67753	74720	76687	78654	80621
Дисконтирующий множитель , <i>r</i>						
<i>ae1 при r1 =16%</i>	0,12	0,893	0,797	0,712	0,636	0,567
Величина дисконтированных доходов (дисконтированный денежный поток), <i>PVt</i> ,(руб)						
<i>PVtI</i>		60494	59566	54584	49986	45747
Накопленная величина дисконтированных доходов, <i>PV</i> , (руб)						
<i>PVI</i>	270377					
Единовременные инвестиции , <i>IC</i> , (руб)	57432					
Суммарное возмещение инвестиции , <i>IC</i> , (руб)	- 57432	10321	85041	161728	240382	321003
Суммарное возмещение инвестиций для дисконтированного потока, <i>ICpt</i> , (руб)						
<i>ICptI</i>	57432	3062	62628	117212	167198	212945