

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 главной передачи автомобиля

ГАЗель NEXT

Обучающийся

Н.А. Куликов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. филол. наук, доцент О.В. Мурдускина

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT».

Цель работы – разработка стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT.

Пояснительная записка включает в себя введение, шесть разделов, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего страниц с приложениями.

Графическая часть представлена 10 листами формата А1, выполненными в инженерном программном обеспечении КОМПАС-3D.

Дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию на проектирование.

В первом разделе рассмотрены условия и режим испытания задних мостов в сборе, выполнен обзор конструкций стендов-аналогов для испытания главной передачи автомобиля.

Во втором разделе выполнены патентные исследования с целью проверки усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности.

В третьем разделе предложена конструкция стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты элементов стенда, разработана технологическая карта испытания заднего моста.

В четвертом разделе выбрана организационная форма сборки, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки проектируемого стенда.

В пятом разделе рассмотрены вопросы напрямую связанные с обеспечением безопасности и экологичности проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по дипломному проекту.

Abstract

The graduation project is devoted to the development of the stand for testing the main transmission of the «GAZelle NEXT» vehicle.

The graduation project consists of: an introduction, six general parts, a conclusion, a list of references, appendices, and the graphic part on 10 A1 sheets.

The key issue of the project is the construction development of the stand for testing the main transmission of the «GAZelle NEXT» vehicle in order to testing and running-in the rear axle of the «GAZelle» cars.

The problem of diagnostics and running-in of the rear axle of «GAZelle» vehicles is considered within the framework of the processes of complex mechanization and automation, which reduce the labor intensity and cost of performing maintenance and repair of rolling stock.

The aim of the work is to develop the design of the stand for testing the main transmission of the «GAZelle NEXT» vehicle.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: consideration of the conditions and mode of testing the assembled rear axles; designs review of the analogue stands for testing the main transmission of the car; traction-dynamic characteristics of the «GAZelle NEXT» vehicle; design development of the stand for testing the main transmission of the «GAZelle NEXT» vehicle and calculation of its elements; prepare the flow chart for testing the rear axle; selection of the assembly organizational form, determination of the labor intensity; and development of the assembling technological process of the designed stand.

We also study the safety and the ecological properties of the project.

Finally, we present the calculation of the economic efficiency of developing the stand.

In conclusion we'd like to stress, that the designed stand is cheaper than analogues on the market, easy to maintain, which is important for a transport enterprise.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Состояние вопроса | 10 |
| 1.1 Стенд для испытания заднего моста, модель НР-7103/1 | 10 |
| 1.2. Стенд для испытания главной передачи заднего моста, модель С 416-722..... | 13 |
| 1.3 Стенд для испытания редуктора на герметичность, модель 70-7805-1501 | 14 |
| 2 Патентные исследования..... | 17 |
| 2.1 Обоснование необходимости патентных исследований..... | 17 |
| 2.2 Регламент патентного поиска | 18 |
| 2.3 Обзор аналогов | 18 |
| 2.4 Оценка преимуществ и недостатков аналогов..... | 28 |
| 3 Конструкторская часть | 29 |
| 3.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT..... | 29 |
| 3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT..... | 32 |
| 3.3 Конструкторские расчеты элементов стенда | 37 |
| 3.4 Углубленная проработка агрегатного отделения | 45 |
| 4 Технологический раздел..... | 50 |
| 4.1 Обоснование выбора технологического процесса..... | 51 |
| 4.2 Проектирование технологического процесса сборки стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT | 54 |
| 5 Производственная и экологическая безопасность проекта | 57 |
| 5.1 Характеристика технологического процесса обкатки с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны..... | 57 |
| 5.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 58 |
| 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 60 |

| | |
|---|----|
| 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 65 |
| 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT | 68 |
| 6 Экономическая эффективность проекта..... | 71 |
| Заключение | 80 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 81 |
| Приложение А. Спецификация..... | 86 |

Введение

Как и все другие отрасли, преобладающие сегодня, автомобильная промышленность также становится высококонкурентной на глобальном уровне благодаря появлению ведущих игроков в данной отрасли. Чтобы оставаться конкурентоспособными в этой современной динамичной экосистеме, автомобильная отрасль постоянно ищет методы для инноваций с точки зрения качества и долговечности. Для производителей становится необходимым обеспечить, чтобы системы и компоненты, которые они производят, оставались функциональными на протяжении всего их жизненного цикла. Инженеры-технологи используют сложные и инновационные приложения для тестирования, чтобы эффективно повысить производительность новых продуктов.

В связи с тем, что в отрасли стремительно растет количество инноваций, инженеры-испытатели должны реагировать, предлагая лучшие решения для испытаний. Новые и удобные для пользователя решения должны соответствовать быстро меняющимся изменениям на рынке, внедрение которых можно упростить с помощью передовых и технологических изменений. Комплексное тестирование также требует высокоэффективных и надежных стратегий тестирования, начиная с исследований и разработок и заканчивая производством конечного продукта.

Различные риски всегда сопровождают рост объемов производства автомобильных компонентов, все это требует гарантийных вопросов продукции и должной важности тестирования автомобильных деталей с максимальной эффективностью. Эти отраслевые стандарты предназначены для разработки высококачественных испытательных машин для проведения различных испытаний для измерения характеристик и характеристик транспортных средств и связанных с ними компонентов.

Автомобильная промышленность использует различные стандарты для различных компонентов или деталей автомобильной промышленности.

Стандарты испытаний условий окружающей среды.

Условия окружающей среды, такие как ветер, влажность, холод и температура, напрямую влияют на качество и внешний вид автомобильных деталей. Эти стандарты и стандартизированное испытательное оборудование помогают подтвердить качество и общую пригодность автомобильных деталей. Разнообразный ассортимент автомобильного испытательного оборудования играет важную роль в моделировании рабочих условий с учетом различных факторов. С помощью многочисленных симуляций производители могут определить влияние условий окружающей среды на рабочие условия в реальном времени.

Стандарты тестирования в разнообразных условиях.

Автомобильные компоненты подвергаются различным нагрузкам: вибрациям, внезапным ударам на этапе испытаний. Эти разнообразные условия испытаний помогают определить работу автомобильных компонентов при эксплуатации в суровых условиях. Автомобили всегда проектировались так, чтобы выдерживать как механические, так и физические нагрузки. Тем не менее, такие проблемы, как неправильные спроектированные элементы конструкции, проблемы с разрывом и износом, могут привести к выходу из строя продукта, что серьезно повлияет на проблемы безопасности и увеличит стоимость гарантии. Автомобильное испытательное оборудование обеспечивает динамическое тестирование продуктов, гарантируя бесперебойную работу продуктов при длительных пробегах.

Стандарты испытательной машины.

Все производители должны соблюдать отраслевые стандарты, предложенные и введенные регулируемыми органами, такими как ISO, BIS. Эти стандарты тестирования и методы измерения качества помогают повысить качество транспортных средств и сократить все формы нежелательного шума и вибрации за счет улучшения качества и общей производительности продуктов. Автомобильные испытательные машины

помогают производителям предоставлять конечным потребителям удобные, безопасные и высокопроизводительные транспортные средства, чтобы они работали с максимальной эффективностью даже в тяжелых условиях.

Контроль качества важен во всех отраслях промышленности, но для производителей автомобильных запчастей жизненно важно обеспечить высочайшее качество каждого продукта, покидающего завод. Сегодня новые автомобили надежнее, чем когда-либо прежде. Поскольку производители автомобилей вкладывают средства в инспекции контроля качества, то же самое должны делать и производители, которые составляют важную часть их цепочки поставок. В автомобильной промышленности очень мало места на ошибку, когда речь идет о безопасности и эффективности производства; тем не менее, истории о дорогих отзывных компаниях все еще сохраняются.

Контроль качества в автомобильной промышленности необходим не только для обеспечения надежности, но и для снижения затрат. Может показаться, что инвестиции в высококачественную продукцию обходятся бизнесу дороже, когда доступны более дешевые альтернативы, но если сравнить это с потенциальными будущими затратами на отзыв и компенсацию за несчастные случаи, которые могут быть дорогостоящими и опасными как для водителей, так и для производителей. Целевые и конкретные независимые проверки качества могут выявить и устранить любые проблемы до того, как продукт будет продан потребителям, гарантируя, что все автомобильные компоненты соответствуют основным отраслевым стандартам.

В автомобильной промышленности контроль качества – это длительный процесс как с точки зрения вывода новой модели на рынок, так и с точки зрения обеспечения того, чтобы каждый автомобиль, построенный в течение всего производственного цикла, соответствовал самым высоким стандартам. Модели-прототипы создаются и тестируются для выявления любых механических проблем или проблем, которые необходимо улучшить или изменить. После того, как прототипы будут проверены, дизайн будет

запущен в производство, и контроль качества будет продолжен с каждым автомобилем. После завершения сборочных работ каждый автомобиль проверяется и проверяется на наличие любых дополнительных проблем, таких как утечки жидкости или воздуха, механические проблемы, а также для обеспечения точной сборки автомобиля.

Важно, чтобы все детали, используемые в процессе сборки, соответствовали установленным критериям качества. Как упоминалось выше, компоненты для двигателя и тормозной системы являются особенно важными деталями двигателя, но этот список продолжается автомобильными интерьерами и экстерьерами, компонентами трансмиссии, тормозной системой, системами рулевого управления, колесными системами, компонентами ходовой части, деталями кузова, любые модификации, такие как усиленный кузов и стекло, системы безопасности, разнообразные аксессуары, аудио- и видеоаппаратура, оборудование для технического обслуживания и электроинструменты – все это может быть осмотрено визуально и проверено на соответствие чертежам и спецификациям.

Предотгрузочные инспекции необходимы, когда любые проблемы могут быть обнаружены и устранены, что экономит время и позволяет производственной линии исправить любые ошибки до того, как потребитель получит груз.

Чтобы снизить риск несоответствия каких-либо деталей, во время производства необходим контроль, позволяющий поставщикам анализировать любые проблемы и вносить соответствующие коррективы.

Таким образом, проведение испытаний является неотъемлемой и важной частью производственных процессов.

1 Состояние вопроса

«Все задние мосты в сборе со ступицами и тормозами должны проходить испытание – обкатку на стенде. Испытание должно производиться после сборки и заполнения картера соответствующим маслом.

Назначение испытания – проверка правильности сборки и выявления дефектов. Допускается равномерный шум шестерен заднего моста.

При испытании не допускаются: повышенный неравномерный шум, стук и металлический скрежет шестерён, течь масла через сальник и прокладки, задевания тормозных барабанов за колодки и опорные диски и нагрев барабанов, заметное биение барабанов» [2].

«Условия и режим испытания следующие: перед обкаткой вал ведущей шестерни должен быть провернут в ручную не менее чем на восемь оборотов. Задний мост обкатывается при 1000-1500 об/мин. в течение 10 минут в разных направлениях без нагрузки. С нагрузкой задний мост обкатывается в течение 20 минут в разных направлениях с тормозным моментом на каждую полуось 16,5 кГм.

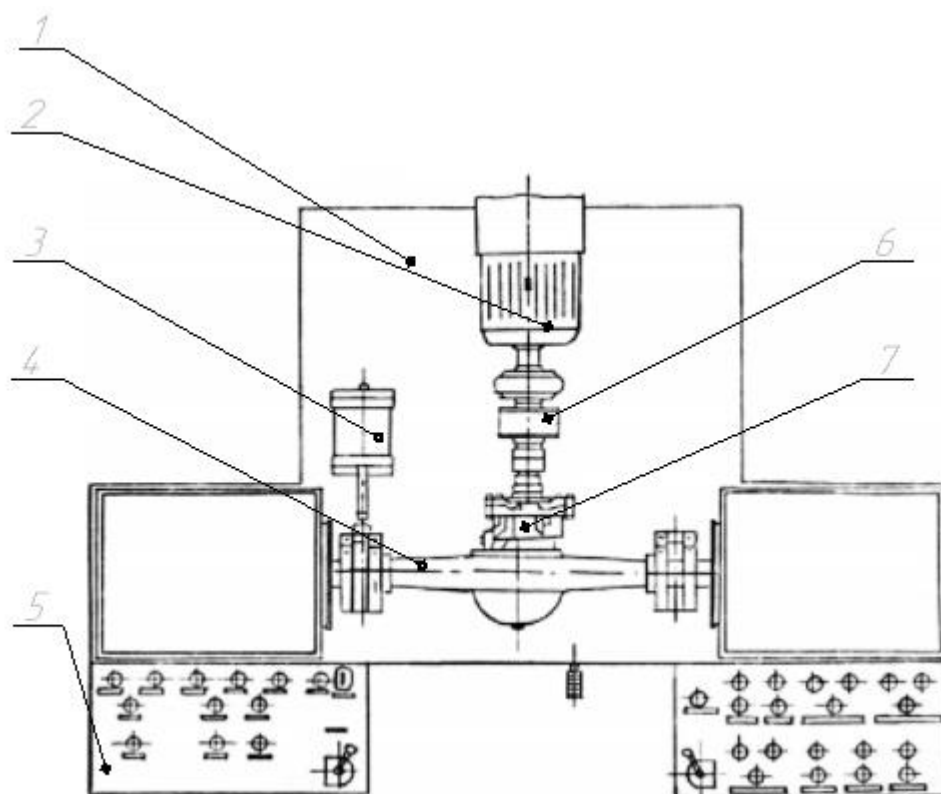
Для проверки работы дифференциала и полуосевых шестерен необходимо производить поочередное полное торможение в течение 0,5 мин.

Температура нагрева картера подшипников, а также гнёзд подшипников вала ведущей цилиндрической шестерни в конце обкатки должна быть на 25-30 % выше, чем температура окружающего воздуха» [1].

Рассмотрим существующие конструкции стендов для испытания главной передачи автомобилей типа ГАЗель.

1.1 Стенд для испытания заднего моста, модель НР-7103/1

Стенд для испытания заднего моста, модель НР-7103/1 (рисунок 1) предназначен для обкатки заднего моста автомобиля ГАЗ-53 А под проточным маслом с последующим испытанием под нагрузкой.



1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – пневмоцилиндр, 4 – задний мост;
5 – пульт управления; 6 – вал, 7 – редуктор

Рисунок 1 – Стенд для испытания заднего моста, модель НР-7103/1

На стойке стенда смонтирована система установки и поворота заднего моста, механизм прижима заднего моста, система передачи вращения погрузочным электродвигателем, нагрузочное устройство и пульт управления.

Привод стенда состоит из электродвигателя, высокоэластичной муфты, сферического подшипника, прижимной пружины и втулки с пальцами. Электродвигатель с фазным ротором работает в комплекте с жидкостным реостатом, позволяющим плавно менять частоту вращения.

Система установки и поворота моста имеет две поворотные опоры (одна из них приводная), внутри которых в круглом пазу вращаются диски, имеющие откидные секторы и полости для установки кожухов моста.

Диск приводной опоры имеет зубчатый сектор, имеющий зацепление с рейкой приводимой пневмоцилиндром.

Зажимное устройство служит для крепления редуктора заднего моста.

Механизм передачи вращения и нагрузки от полуосей к нагрузочным электродвигателям, состоит из корпуса, пневмоцилиндра с клапаном на конце тока, распределительной муфты для подачи воздуха, шкива и пневмобаллона.

На крышке пневмоцилиндра насажена шестерня, которая приводит во вращение вал датчика, используемого при регулировке тормозов. Шкив имеет клиновые решетки для передачи вращения нагрузочному электродвигателю.

Аналогичная система имеется и на второй полуоси.

Торможение полуосей осуществляется сжатым воздухом, подаваемым в тормозные колесные цилиндры от компрессорной установки стенда.

Насосная установка предназначена для циркуляции и очистки масла. Реостаты для приводного и нагрузочных электродвигателей - жидкостные с дистанционным управлением.

Работа стенда производится в полуавтоматическом режиме.

Приводной электродвигатель плавно раскручивается от 1000 до 1500 об/мин. в течение 20 минут с помощью автоматически работающего реостата. За это время производится обкатка места без нагрузки и проверки его на шум и нагрев в местах размещения подшипников.

Затем частота вращения автоматически уменьшается до 750 об/мин. и включаются реостаты нагрузочных двигателей.

За 2,5 минуты частота вращения вала приводного двигателя плавно доводится до 1500 об/мин., а нагрузка до 13 кВт. Затем нагрузка и обороты падают до нуля, и происходит реверсирование с нарастанием оборотов 1500 об/мин. и нагрузки до 13 кВт.

На этом цикл обкатки и испытания заканчивается и производится регулировка тормозов.

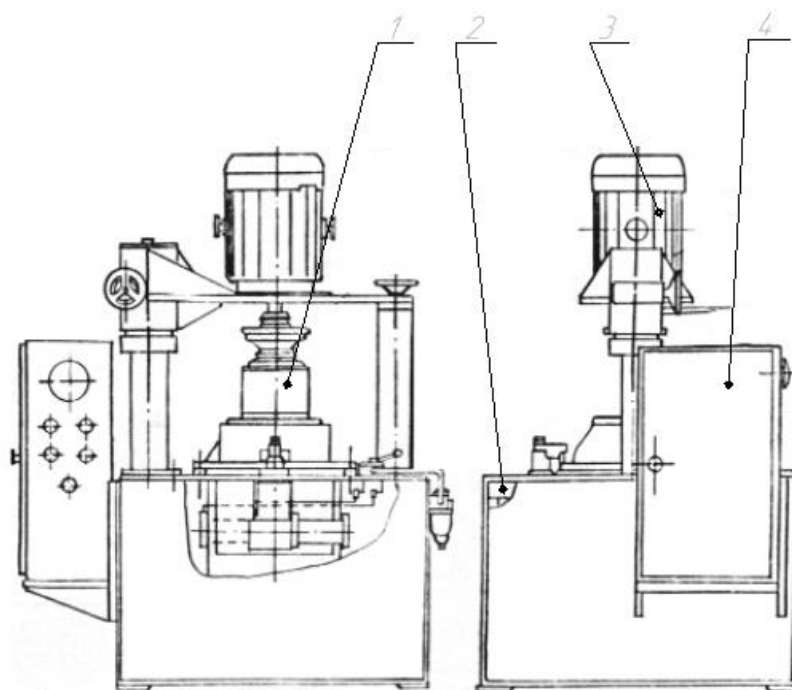
При одновременном торможении обоих барабанов стрелка сельсин-приемника на пульте управления будет на нуле. При опережении

торможения одного из барабанов стрелка отклоняется в сторону опаздывающего барабана.

1.2. Стенд для испытания главной передачи заднего моста, модель С 416-722

«Стенд для испытания главной передачи заднего моста, модель С 416-722 (рисунок 2) предназначен для испытания главной передачи заднего моста автомобиля КамАЗ» [3].

На сварной раме стенда установлены механизмы поворота с электродвигателем и ручкой для сцепления полумуфты электродвигателя с полумуфтой испытываемого узла стоек (левой и правой) и для установки и закрепления механизма поворота, приспособления для прижима испытываемого узла на стенде, электрошкаф с пультом управления, масляный бак, пневмо- и электроаппараты.



1 – редуктор; 2 – станина; 3 – электродвигатель; 4 – пульт управления

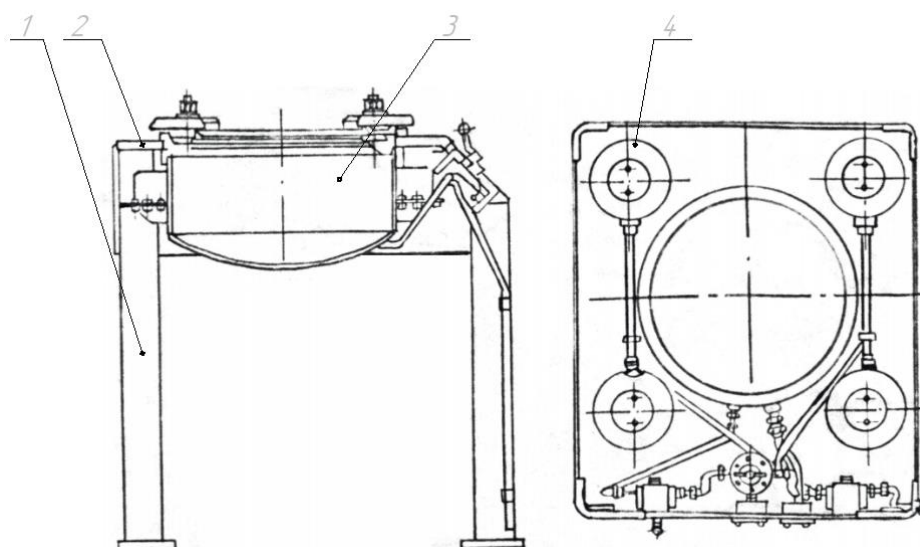
Рисунок 2 – Стенд для испытания главной передачи заднего моста, модель С 416-722

Чтобы испытать главную передачу заднего моста отводят механизм поворота и устанавливают испытываемый узел на станину станда. Затем нажимают ручку вниз, подводят механизм поворота в рабочее положение, поворачивают прижим приспособления до упора, а ручку крана управления – вправо, заворачивают маховики и, устанавливают выключатель в положение «вкл.» и производят испытание главной передачи по заданной программе.

После испытания устанавливают выключатель в положение «выкл.» освобождают испытываемый узел от прижимов приспособления и снимают его со станда. Опускают ручку вниз, отводят механизм поворота и снимают испытываемый узел со станда.

1.3 Стенд для испытания редуктора на герметичность, модель 70-7805-1501

Стенд для испытания редуктора на герметичность, модель 70-7805-1501 (рисунок 3) предназначен для проверки на герметичность редуктора заднего моста автомобиля ЗИЛ-130.



1 – рама; 2 – плита; 3 – ресивер; 4 – силовая камера

Рисунок 3 – Стенд для испытания главной передачи заднего моста, модель С 416-722

На раме стенда с плитой установлен ресивер, снабженный резиновым уплотнительным кольцом для герметичного соединения его с испытываемым редуктором.

Фланец испытываемого редуктора прижимается краном к резиновому кольцу с помощью силовых камер.

Подача воздуха в силовые камеры осуществляются краном. Давление воздуха в ресивере регулируется регулятором давления и контролируется по манометру.

Манометр контролирует утечку воздуха из ресивера при испытании редуктора на герметичность.

При испытании штоки камер через упоры прижимают фланец редуктора к кольцу, герметизируя соединение редуктора с ресивером.

Проверка редуктора на герметичность производится в следующем порядке.

Устанавливают испытываемый редуктор фланцем на уплотнительное кольцо ресивера; упоры поворачивают на фланец редуктора, затем подают краном воздух в силовые камеры, а краном – в ресивер. При достижении давления воздуха в ресивере 1 кгс/см^2 кран закрывают. Следят за изменением давления в ресивере по манометру; при этом, если давление воздуха в ресивере в течение 5 минут, падает до $0,3 \text{ см}^2$, то испытываемый редуктор герметичен. При падении давления в ресивере следует обнаружить место утечки воздуха в соединениях редуктора с помощью мыльного раствора.

Изучив существующие конструкции стендов для испытания главной передачи автомобиля типа ГАЗель, сведем их основные характеристики в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ конструкции стендов для испытания главных передач и задних мостов

| Модель | Тип | Привод | Масса, кг | Габаритные размеры, мм |
|-----------|--------------|---------------|-----------|------------------------|
| НР-7103/1 | Стационарный | Электрический | 3000 | 3200×2600×1450 |
| С 416-722 | Стационарный | Электрический | 2000 | 1475×1130×1770 |

Продолжение таблицы 1

| Модель | Тип | Привод | Масса, кг | Габаритные размеры, мм |
|------------------------|--------------|----------------|-----------|------------------------|
| 70-7805-1504 | Стационарный | Пневматический | 1500 | 640×760×920 |
| Проектируемый стенд | Стационарный | Электрический | 1300 | 2050×1896×1140 |

Из таблицы 1 можно видеть, что для проектируемого стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT также как и у аналогов принимается стационарный тип размещения, в качестве привода – электрический тип привода, масса запланирована значительно меньше чем у аналогов, габаритные размеры по аналогии с существующими стендами.

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрены условия и режим испытания задних мостов в сборе, выполнен обзор конструкций стендов-аналогов для испытания главной передачи автомобиля.

2 Патентные исследования

2.1 Обоснование необходимости патентных исследований

«Задачей проводимого исследования является разработка стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT, позволяющая привести его функциональные и метрологические характеристики в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51709-2001, а так же повысить производительность труда и удобство в эксплуатации. В связи с тем, что объект можно производить и продавать возникает необходимость в его патентной защите для пресечения неправомерных действий со стороны третьих лиц. Следовательно, целью является проверка усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности, а так же составление заявки на выдачу охранного документа» [4].

Описание работы стенда для обкатки КП

Устройство предназначается для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT. Конструкция стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT, состоит из рамы, электродвигателя, карданной передачи. Для обеспечения плавной регулировки оборотов двигателя применяется частотный преобразователь. Торможение полуосей осуществляется гидротормозным цилиндром.

«Определение вида объекта и проверка соблюдения требования единства изобретения

Формулируем и записываем все существенные признаки ИТР:

- устройство нагружения,
- способ передачи крутящего момента,
- устройство привода,
- способ закрепления.

Группируем сформулированные признаки по типовым группам вида объекта изобретения. Признак 3 – относится к группе признаков «наличие

узлов и деталей машин». Признаки 1,2,4 - относятся к типовым признакам устройства, следовательно, наш объект и есть устройство» [4].

2.2 Регламент патентного поиска

«Чтобы определить индекс международной патентной классификации (МПК 8), нужно из описания объекта и из формулировок его признаков выделить ключевые слова. В алфавитном предметном указателе (АПУ) к МПК нужно найти родовое ключевое слово и записать относящийся к нему индекс МПК 8 редакции. Этот индекс нужно уточнить по вспомогательным ключевым словам.

Ключевым словом для данного объекта будет являться: стенд Вспомогательным – редуктор, мост.

В АПУ найдено по слову стенд G01M. Переходим к разделу «G» МПК 8 и находим в нем ориентировочный индекс G 01 M 13/00 – 13/02. необходимо расшифровать этот индекс чтобы убедиться, что он соответствует объекту работы.

Раздел G – физика; G 01 - измерение, испытание.

G 01 M – проверка статической и динамической балансировки машин, испытание конструкций и устройств, не отнесенные к другим подклассам.

13/00 – испытание передаточных устройств

Сравнивая расшифровку найденного индекса МПК с объектом работы приходим к выводу, что он соответствует объекту работы.

Индекс УДК определяем по «Указателю к универсальной десятичной классификации». 621.766.39 Испытательные машины» [4].

2.3 Обзор аналогов

«При поиске по описаниям изобретений к охранным документам следует воспользоваться годовым систематическим указателем (ГСУ),

патентными описаниями, бюллетенями изобретений, реферативными сборниками Изобретения стран мира, реферативными журналами» [4].

«Автомобиль, автомобильное хозяйство», а так же официальным сайтом Федерального института промышленной собственности www.fips.ru, в которых нужно найти индекс МПК 8 предмета поиска и выписать все номера охранных документов на изобретения, относящиеся к этому индексу, а также номера БИ за данный год, в которых опубликованы формулы этих изобретений. Затем найти БИ по выписанным номерам и отыскать в них по номерам охранных документов формулы изобретений, после чего выбрать те изобретения, которые могут служить аналогами объекта работы..

На основании проведённого патентного поиска были найдено 15 патентов. Наиболее близкими в конструктивном решении являются 3 объекта – их выбираем в качестве аналогов» [4].

Стенд для испытания механических коробок передач по а.с. №2069336 (рисунок 4).

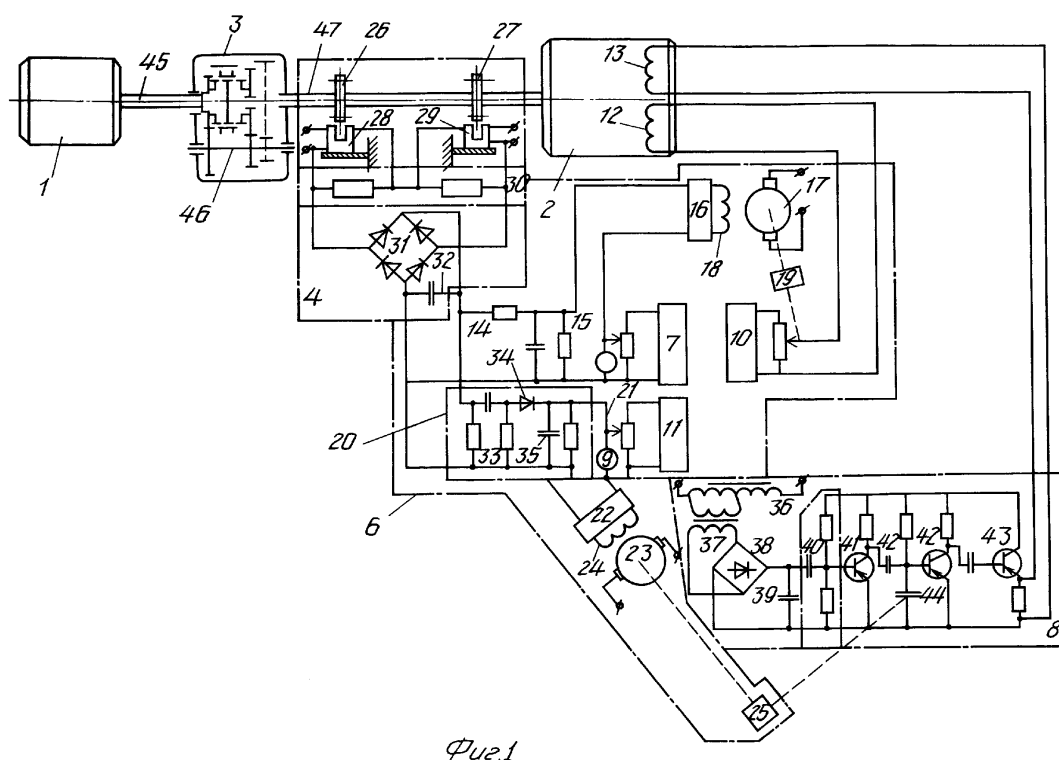


Рисунок 4 – Стенд для испытания механических коробок передач по а.с. №2069336

«Стенд содержит привод 1 и электротормоз 2, кинематически соединяемые с валами испытываемой механической коробки передач 3, кинематически связанный с ведомым валом коробки передач 3 и датчик 4 момента, выполненный в виде индукционного преобразователя момента, первый регистрирующий прибор 5, регулятор 6 нагрузки, связанный с электротормозом 2, первый регулируемый источник 7 постоянного тока, и регулируемый преобразователь 8 случайных сигналов, второй регистрирующий прибор 9, второй и третий регулируемые источники 10 и 11 постоянного тока» [9].

«Электротормоз выполнен с двумя обмотками 12 и 13 возбуждения, регулятор 6 нагрузки выполнен двухканальным, первый канал которого включает в себя подключенный к выходу датчика 4 момента, сглаживающий фильтр 14, первый сумматор 15, первый вход которого подключен к выходу сглаживающего фильтра 14, а второй к первому регулируемому источнику 7 постоянного тока, первый усилитель 16, подключенный к выходу первого сумматора 15, и первый микроэлектродвигатель 17, обмотка 18 управления которого подключена к выходу первого усилителя 16» [2].

«Выходной вал посредством редуктора 19 соединен с регулятором второго регулируемого источника 10 постоянного тока, второй канал регулятора 6 нагрузки включает в себя подключенный к выходу датчика 4 момента блок 20 определения среднеквадратического отклонения, второй сумматор 21, первый вход которого подключен к выходу блока 20, а второй вход к третьему регулируемому источнику 11 постоянного тока, второй усилитель 22, подключенный к выходу второго сумматора 21, и второй микроэлектродвигатель 23, обмотка 24 управления которого подключена к выходу второго усилителя 22, а выходной вал посредством второго редуктора 25 соединен с регулятором преобразователя случайных сигналов 8, при этом первая обмотка 12 возбуждения электротормоза 2 подключена к выходу второго регулируемого источника 10 постоянного тока, вторая обмотка 13 возбуждения электротормоза 2 подключена к выходу

преобразователя 8 случайных сигналов, первый регистрирующий прибор 5 подключен к выходу первого регулируемого источника 7 постоянного тока, а второй регистрирующий прибор к выходу третьего регулируемого источника 11 постоянного тока» [7].

«Датчик момента включает в себя два металлических диска 26 и 27, закрепленных на валу на определенном расстоянии один относительно другого, преобразователи 28 и 29 импульсные щелевые, установленные вблизи вала, вычитающий элемент 30, выпрямитель 31, сглаживающий фильтр 32. Блок 20 определения среднеквадратического отклонения момента содержит цепь 33 выделения случайной составляющей, диод 34, конденсатор 35. Регулируемый преобразователь 8 случайных сигналов содержит автотрансформатор 36, трансформатор 37, выпрямитель 38, конденсатор 39, цепь 40 выделения случайной составляющей, первый усилитель 41, второй усилитель 42, третий усилитель 43, конденсатор 44 емкости, установленный на входе второго усилителя 42. Коробка 3 передач имеет ведущий вал 45, промежуточный вал 46, ведомый вал 47» [2].

«Стенд работает следующим образом. После запуска приводного двигателя 1 начинают вращаться валы 45, 46, 47 коробки 3 передач. На обмотку 12 возбуждения электротормоза 2 от источника 10 постоянного тока подается постоянная составляющая напряжения, изображенная на фиг. 2. На обмотку 13 возбуждения электротормоза 2 подается напряжение случайного характера от преобразователя 8 случайных сигналов. Это напряжение изображено на фиг. 2б. Возникающий момент на валу электротормоза 2 в любой момент времени пропорционален сумме подаваемых напряжений на обмотки 12 и 13 возбуждения» [10].

«Металлические диски 26 и 27 проходят в щели соответствующих преобразователей 28 и 29, в результате чего на электрических выводах преобразователей 28 и 29 формируются прямоугольные импульсы одинаковой высоты и длительности, которые поступают на вход вычитающего элемента 30. Преобразователи 28 и 29 подключены к

вычитающему элементу 30 таким образом, что их выходные сигналы находятся в противофазе. В случае отсутствия момента на валу коробки передач 3 сигналы на выходе вычитающего элемента 30 показаны на фиг. 3а. С появлением момента на валу возникает фазовое смещение выходных импульсных процессов при этом на выходе вычитающего элемента 30 появляется сигнал, который выпрямляется и сглаживается» [7].

«Случайная составляющая момента на ведомом валу коробки передач 3 формируется следующим образом. На выходах конденсатора 39 преобразователя 8 случайных сигналов имеются постоянная и переменная составляющие напряжения. Постоянная составляющая не пропускается цепью 40 выделения случайной составляющей, поэтому на вход усилителя 41 поступает только переменная составляющая, которая усиливается усилителями 41, 42 и 43. Посредством конденсатора 44 переменной емкости формируется низкочастотный случайный сигнал, подаваемый в обмотку 13 возбуждения электротормоза 2.

Первый и второй канал регулятора нагрузки работает идентично друг по отношению к другу. Поэтому опишем работу второго канала регулятора нагрузки. Например, при уменьшении из-за возмущающих факторов действительного значения среднеквадратического отклонения момента на валу коробки передач 3 на выходе второго сумматора 21 возникает сигнал, сформированный как разность между действительным и установленным среднеквадратическими отклонениями момента. Этот сигнал посредством усилителя 22 подается в обмотку 24 управления второго микроэлектродвигателя 23. Последний приходит во вращение и посредством второго редуктора 25 поворачивает ось вращения конденсатора 44 переменной емкости, уменьшая его емкость. Вращение регулятора (оси) продолжается до тех пор, пока не установится на ведомом валу коробки передач 3 заданное источником 11 постоянного тока величина среднеквадратического отклонения момента» [7].

«При увеличении действительного значения среднеквадратического отклонения момента на валу коробки 3 передач на выходе второго сумматора 21 появляется сигнал противоположной полярности, который посредством усилителя 22 подается в обмотку 24 управления второго микроэлектродвигателя 23. Последний приходит во вращение и вращается в противоположную сторону, посредством второго редуктора 25 поворачивается ось вращения конденсатора 44 переменной емкости, увеличивается емкость конденсатора 44. Заданное значение среднеквадратического отклонения момента на ведомом валу коробки 3 передач восстанавливается.

Для поддержания среднего значения момента на ведомом валу коробки 3 передач в процессе ее испытания с помощью первого сумматора 15 формируется сигнал рассогласования между действительным значением среднего значения момента и его заданным значением, который приводит в действие микроэлектродвигатель 17, первый редуктор 19, соединенный с регулятором источника 7 постоянного тока. При этом заданное значение среднего значения момента восстанавливается» [7].

Применение предлагаемого стенда обеспечивает экономический эффект за счет повышения точности испытания механической коробки передач.

Стенд для испытания и обкатки редукторов по а.с.№2052789 (рисунок 5).

«Предлагаемый стенд для испытания и обкатки редукторов состоит из рамы 1, на которой установлен испытываемый обкатываемый активный редуктор 2 с электродвигателями 3 и 4 (возможен привод и от одного электродвигателя 3, тогда электродвигатель 4 отсутствует на схеме он показан условно), который соединен через согласующий редуктор 5 с пассивным испытываемым редуктором 6 с его электродвигателями 7 и 8. К трехфазному трансформатору 9 (напряжением 660 В напряжение питания основного оборудования на шахтах в настоящее время) через контакторы 10

подключается электродвигатель 3 привода редуктора. К трансформатору через контакторы 11, 12, 13 и 14 могут подключаться электродвигатели 7 и 8, а через контакторы 15 эти же электродвигатели могут подключаться к трансформатору 9» [7].

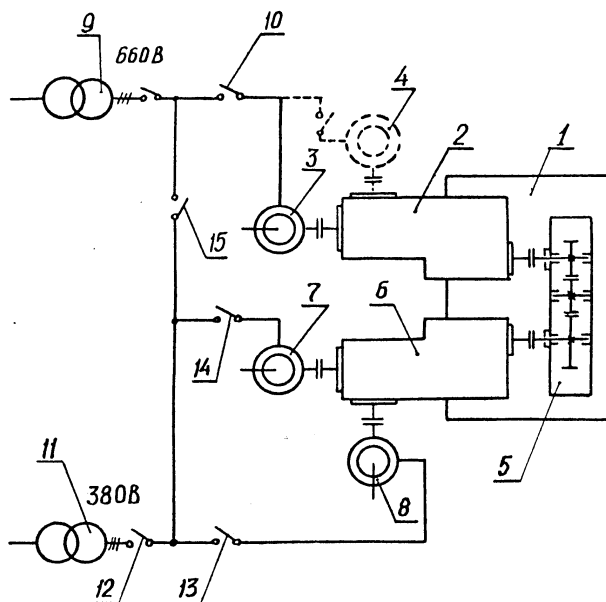


Рисунок 5 – Стенд для испытания и обкатки редукторов по а.с.№2052789

«Процесс нагружения при испытаниях и обкатке редукторов на предлагаемом стенде проходит следующим образом. После монтажа на раме 1 редукторов 2 и 6 и подсоединения электродвигателей 3, 7 и 8 к питающим кабелям и проверки направления их вращения в соответствии со стрелками на корпусах редукторов 2 и 6 включение начинают с исходного состояния. В исходном состоянии все контакторы разомкнуты. После включения линейного общего контактора производят запуск электродвигателя 3 подключением его к сети переменного тока напряжением 660 В от трансформатора 9 контакторами 10. После этого (при необходимости увеличить нагрузку от холостого хода до 30%) подсоединяют электродвигатель 7 к сети 380 В замыканием контакторов 12 и 14 при этом обмотки двигателя 7 (имеющие номинальное напряжение питания 660 В), находясь под напряжением 380 В, развивают в 3 раза меньшей тормозной

момент (генераторный), так как момент развиваемый короткозамкнутым асинхронным электродвигателем пропорционален квадрату приложенного напряжения, т.е. 30 от номинального» [7].

«Для создания 60%-ного нагружающего момента, дополнительно к сети 380 В подключают электродвигатель 8 при помощи контактора 13 каждый из которых электродвигателей 7 и 8, создавая 30%-ную нагрузку генераторным тормозным моментом, вместе создают требуемую нагрузку в 60% от полной номинальной.

Для создания 100%-ной нагрузки электродвигатели 7 и 8 отключают от сети 380 В, размыкая контакторы 12, 13 и 14 от трансформатора 11. После этого с выдержкой времени в 15-20 с подключают электродвигатель 7 к сети 660 В через контакторы 14 и 16. В этом случае обмотки электродвигателя 7 подключают на номинальное напряжение питания 660 В и он развивает номинальный тормозной генераторный момент. При этом большая часть нагружающего генераторного момента рекуперирована (возвращается) в электрическую сеть. Процент рекуперации зависит от потерь в редукторе, зависящий от КПД, являющегося функцией числа их ступеней и составляет не менее 50-60% от мощности, потребляемой из сети электродвигателем 3.

Использование предлагаемого стенда позволяет повысить помимо производительности, экономичность работы, так как использование рекуперативного генераторного торможения снижает расходы электроэнергии на испытание. Упрощается устройство стенда, стабилизируется нагружающий тормозной момент. Улучшаются санитарно-гигиенические условия в испытательном цехе. Во время испытаний нет гари, которая сопровождает работу колодочного механического тормоза» [7].

Стенд для испытания редукторов по а/с № 1803762 (рисунок 6).

«Стенд содержит приводной двигатель 1 кинематически связываемый с входным валом 2, испытываемого редуктора 3 посредством ременной передачи 4, промежуточного вала 5 и муфты 6. Цилиндрический редуктор 7, входной вал 8 которого соединен посредством муфты 9 с гидронасосом 10, а

выходной вал 11 кинематически связывается с выходным валом 12 испытываемого редуктора 3 посредством шарнирной муфты 13, установленной на выходном валу 11 цилиндрического редуктора 7 с возможностью перемещения и последующей фиксации с помощью фиксатора 14. Напорная магистраль гидронасоса 10 содержит предохранительный клапан 15, манометр 16, регулируемый дроссель 17. Забор масла гидронасосом 10 осуществляется из гидробака 18, на всасывающей магистрали установлен вентиль 19» [8].

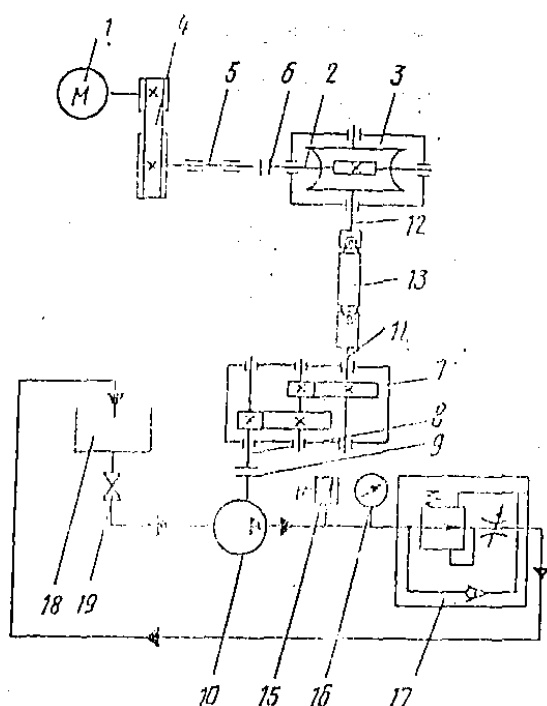


Рисунок 6 – Стенд для испытания редукторов по а/с № 1803762

«Устройство работает следующим образом.

Входной вал 2 испытываемого редуктора 3 с помощью муфты 6 связан с промежуточным валом 5, который приводится во вращение с помощью ременной передачи 4 и приводного двигателя 1. Выходной вал 12 испытываемого редуктора 3 с помощью шарнирной муфты 13 соединяется с выходным валом 11 цилиндрического редуктора 7 с последующей фиксацией шарнирной муфты 13 фиксатором 14. От двигателя 1 по кинематической цепи крутящий момент передается через входной вал 8 цилиндрического

редуктора 7 и муфту 9 на гидронасос 10, который забирает жидкость из гидробака 18 через всасывающую магистраль с вентилем 19 по напорной магистрали, на которой установлены предохранительный клапан 15, манометр 16, подается в регулируемый дроссель 17, которым осуществляется изменение нагрузки, после чего масло поступает в гидробак 18.

Расширение технологических возможностей стенда осуществлено за счет использования шарнирной муфты 13 с возможностью осевого перемещения и фиксации, а второй конец предназначен для соединения с выходным валом 12 испытуемого редуктора» [8].

Формула изобретения

«Стенд для испытания редукторов, содержащий приводной двигатель, кинематически связываемый с входным валом испытуемого редуктора, кинематически связываемый с выходным валом последнего цилиндрический редуктор, соединенный с его входным валом гидронасос, регулируемый дроссель и манометр, подключенные к напорной магистрали последнего, отличающийся тем, что, с целью расширения технологических возможностей, он снабжен шарнирной муфтой, предназначенной для соединения одним концом с выходным валом испытуемого редуктора, а другим концом установленной на выходном валу цилиндрического редуктора с возможностью осевого перемещения и последующей фиксации» [11].

Сказанное выше позволяет сделать ввод о полной целесообразности, выгоды и эффективности, об удешевлении стенда в результате упрощения его конструкции. Применение этого стенда возможно практически на любом предприятии, на ремонтных заводах, в гаражах автотранспортных предприятий, на предприятиях, выпускающих запасные части и узлы транспортных средств. Можно создать подобный стенд, используя подручные средства. Это можно сделать быстро и экономически выгодно. Поэтому, в качестве прототипа выбираем конструкцию стенда по авторскому свидетельству к патенту № 2069336.

2.4 Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Оценку преимуществ выполним в виде таблицы 2. Будем оценивать показатели положительного эффекта от 0 до 5 баллов.

Таблица 2 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

| Показатели положительного эффекта | Аналоги | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | А.с. № 2069336 | А.с. № 2052789 | А.с. № 1803762 |
| Трудоемкость | 4 | 2 | 3 |
| Удобство работы | 5 | 3 | 4 |
| Надежность стенда | 4 | 3 | 2 |
| Простота конструкции | 4 | 4 | 3 |
| Стоимость изготовления | 5 | 3 | 2 |
| Суммарный положительный эффект | 22 | 15 | 14 |

«Сопоставительный анализ преимуществ и недостатков аналогов показал, что наибольшую сумму баллов имеет аналог по а.с. № 2069336. Следовательно, данное техническое решение является наиболее прогрессивным. Его принимаем за прототип.

Модернизация состоит из: применения электродвигателя с частотным преобразователем для плавного регулирования оборотов, для нагружения обкатываемого редуктора – главной передачи автомобиля, путем торможения полуосей осуществляется гидротормозным цилиндром.

Данное техническое решение не обладает критерием патентоспособности, изобретательский уровень и новизна, так как в предлагаемой конструкции использованы все технические решения известные из ранее найденных патентов. Новое техническое решение выполнимо и работоспособно в условиях АТП» [8].

Выводы по разделу.

В разделе выполнены патентные исследования стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT с целью проверки усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

Требуется разработать стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT (рисунок 7).

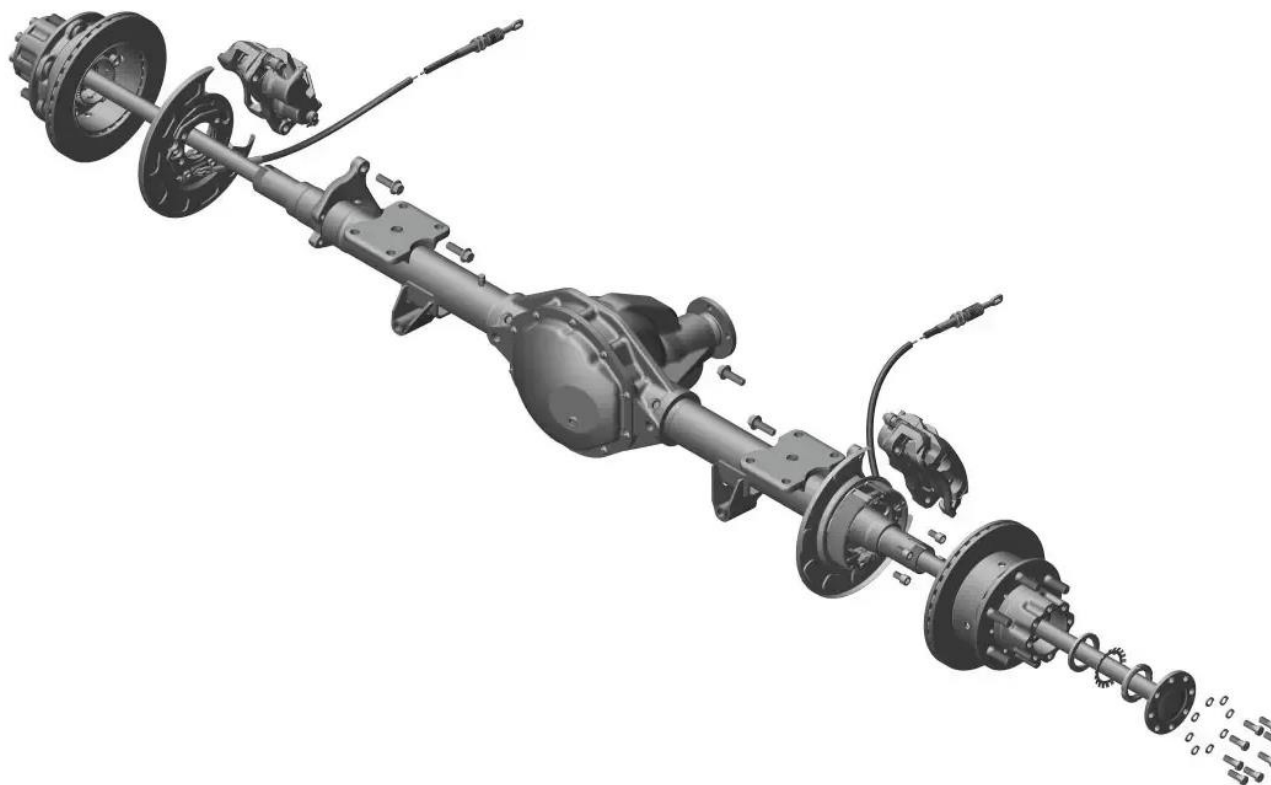


Рисунок 7 – Задний мост автомобиля ГАЗель NEXT

«Стенд предполагается использовать на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание грузовых автомобилей ГАЗель NEXT и аналогичных автомобилей по конструкции в следующих условиях:

- пол бетонный;
- температура в помещении 15...30°C;
- влажность до 60%;

- освещенность – внутренним и внешним освещением;
- электроэнергия: переменный ток с напряжением в сети 380 В» [8].

Целью разработки данного стенда является удешевление конструкции аналога путём сокращения числа деталей, повышению технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов других аналогов, а также максимально возможное применение стандартных и покупных изделий.

«Источниками информации, которые принимаются во внимание при разработке данного стенда, являются каталоги оборудования разных производителей, сайты производителей испытательного оборудования, базы патентного поиска» [12].

«Разрабатываемый стенд должен обладать технико-экономическими характеристиками, не уступающими характеристикам стендов аналогичного назначения:

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

1. Тип стенда.....стационарный.
2. Мощность электродвигателя не более.....10 кВт.
3. Частота вращения электродвигателя не более.....1500 об/мин.
4. Габаритные размеры стенда, не более:
 - 4.1 Высота.....1200 мм;
 - 4.2 Длина.....2100 мм;
 - 4.3 Ширина.....1200 мм.
5. Масса стенда, не более.....1400 кг.

По возможности предусмотреть изготовление стенда силами АТП или СТО (возможность выполнения токарных, фрезерных, шлифовальных, слесарных и сварочных работ)» [8].

Срок эксплуатации стенда – 10 лет.

При разработке конструкции установки должны выполняться требования к патентной чистоте.

«Разрабатываемый стенд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция стенда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течении хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки.

В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, металлопрокат, крепежные изделия и так далее. Также в разрабатываемой конструкции стенда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. И с целью упрощения и удешевления конструкции в производстве необходимо также максимально применить покупные изделия, что так же позволит сократить и время на изготовление стенда» [17].

«При эксплуатации стенда должны выполняться требования стандартов безопасности труда. Безопасность труда обеспечиваются следующими требованиями:

- требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стендом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля);
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы по уборке и протирке элементов стенда, и тому подобное);
- требованиями электробезопасности (должна быть предусмотрена электроизоляция, стойкая к химическому и механическому

воздействию, электроаппаратура должна быть заземлена, а также защитные включения тока при перегрузках и при необходимости экстренного отключения стенда);

- требованиями пожаро и взрывобезопасности (обеспечивается наличие огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, устанавливается ящик с песком и другие приспособления для устранения пожара);
- требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон и т.п.);
- требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры и тому подобное)» [8].

«Конструкция стенда должна отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности.

Стенд должен отвечать эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, общая концепция стенда не должна оказывать морального давления на психику человека.

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В.

Стенд должен удовлетворять условиям сборки-разборки. При хранении и транспортировке стенд должен разбираться и упаковываться в ящики, если это необходимо» [8].

3.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

Стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT (рисунок 8) предназначен для испытания и обкатки заднего моста автомобилей ГАЗель.

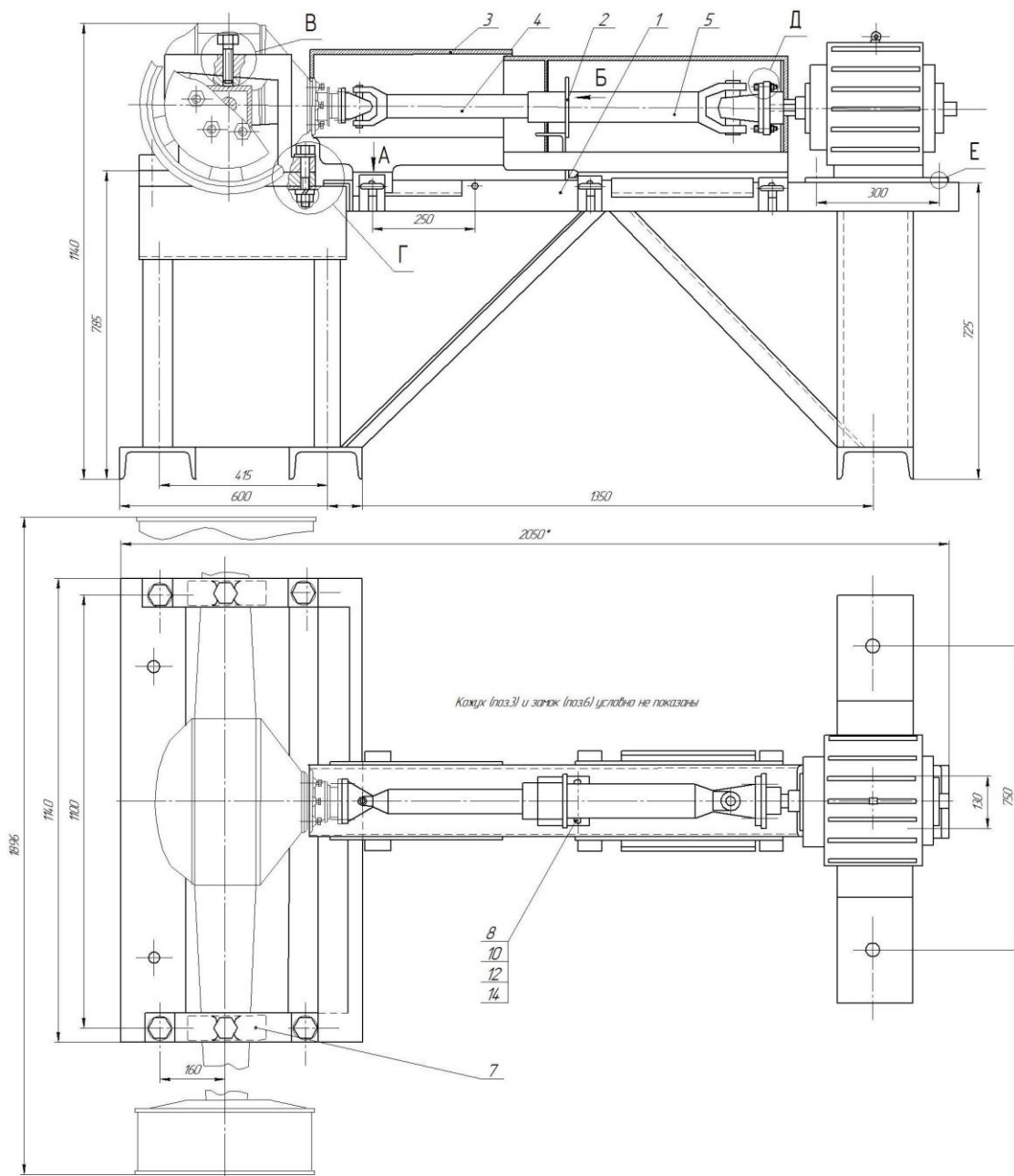


Рисунок 8 – Стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

«На станине станда смонтированы, механизмы прижима заднего моста к станине, система передачи вращения электродвигателем.

Привод станда состоит из электродвигателя, карданного вала, предохранительного кольца, прижимов, кожуха ограждения.

Электродвигатель с фазным ротором работает через регулятор напряжения позволяющий изменять и фиксировать обороты при испытании заднего моста.

Торможение полуосей осуществляется гидротормозным цилиндром, тормозная жидкость подается в тормозные колёсные цилиндры» [8].

Для измерения показателей используются следующие датчики:

- температуры с точностью ± 2 °С (устанавливается на испытуемый задний мост, в районе главной передачи);
- крутящего момента с точностью $\pm 1,5\%$ (устанавливается на карданный вал);
- замера биений (устанавливается на корпус заднего моста в районе тормозных барабанов).

Нагрузочная установка предназначена для испытания заднего моста под нагрузкой, приводимая на каждую полуось.

Испытание заднего моста автомобилей ГАЗель проводится в соответствии с ГОСТ Р 53445-2009 Автомобильные транспортные средства. Передачи ведущих мостов. Методы стендовых испытаний.

«Нагружение осуществляют по одной из трех схем:

- по блок-программе;
- эквивалентным моментом;
- постоянным моментом.

В отсутствие данных режимометрирования испытания могут быть проведены с нагружением некоторым постоянным моментом. Пределы значений постоянного момента на ведущем валу, который выбирают по формуле:

$$M_{B.M} = (0,4 - 0,3) m_{дж} \frac{r_k}{U_{B.M}} \cdot 9,8, \quad (1)$$

где $m_{дж}$ – движимая масса, кг;

r_k – статический радиус колеса ведущего моста, м» [11].

«При испытаниях на усталостные изгибные поломки выбирают нагрузки по верхнему пределу, на усталостное выкрашивание – по нижнему.

Нагрузочный режим корректируют в соответствии с характером разрушения, имеющим место в реальных условиях. Нагрузки не должны превышать величин, при которых характер разрушения еще соответствует характеру разрушения в эксплуатационных условиях, и в то же время должны обеспечивать сокращение длительных испытаний.

Режим работы стенда следующий:

- задний мост испытывается и обкатывается при 1000-1500 об/мин., в течение 10 минут в разных направлениях, без нагрузки;
- с нагрузкой задний мост испытывается, обкатывается в течение 20 минут в разных направлениях с тормозным моментом на каждую полуось 16,5 кГм.

Мост должен быть заправлен маслом в соответствии с картой смазки на автомобиль, для которого он предназначен.

Температура в масляной ванне передач моста во время обкатки должна быть не выше 70 °С.

После обкатки проводят осмотр приработки зубьев передачи: отсутствие задиров и соответствие пятна контакта требованиям технической документации.

При выходе из строя в процессе обкатки узлов и деталей передачи моста (за исключением шестерен) допускается их замена после выявления и устранения причин поломки. Сборка и регулировка моста должны соответствовать конструкторской документации. После замены узлов и деталей проводят обкатку моста.

Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Не симметричность формы стенда придает еще более выраженную степень статичности и устойчивости.

Окраска стенда должна производиться также в соответствии с эстетическими требованиями. Все корпусные части стенда в светло-зеленый

цвет, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью, защитные кожухи окрашивать в желтые цвета» [16].

«В целом конструкция стенда эргономична, так как обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Для обеспечения требований техники безопасности необходимо:

- применять только качественные и проверенные материалы и механизмы в изготовлении стенда, использовать только исправный инструмент и квалифицированный персонал;
- при конструировании крепежных узлов не применять хрупких материалов без применения разгрузочных устройств;
- выполнять требования электробезопасности. Для этого следует подводимые к стенду провода изолировать, в конструкции стенда предусмотреть защитное заземление, в электросхеме выполнить дублирующую обмотку и легкоплавкие предохранительные элементы;
- запрещаются работы по техническому обслуживанию и ремонту стендов без полного снятия напряжения с силового электрошкафа;
- выполнять требования пожаро- и взрывобезопасности. Для этого на участке размещения оборудования следует предусмотреть уголок пожарного: пожарный щит с огнетушителем и прочим необходимым для тушения оборудованием, также ящик с песком, защитные стенки греющихся узлов и агрегатов выполнять из горючестойких материалов;
- участок испытания должен быть обеспечен средствами пожаротушения из расчета на 50 м^2 площади пола один огнетушитель ОП5, один огнетушитель ОУ5 и ящик с песком объемом $0,5 \text{ м}^3$.

- обеспечивать удобство работы оператора, геометрия размещения узлов управления и мест обслуживания должны соответствовать антропологическим характеристикам по данным ГОСТ;
- проведение инструктажа на рабочем месте;
- необходимо соблюдение чистоты и порядка;
- перед проведением испытаний обязательно следует проверять крепление всех узлов станда, исправность защитных ограждений, подъемно-транспортных и других механизмов;
- запрещается во время испытания агрегата проводить работы по креплению и регулировке» [11].

3.3 Конструкторские расчеты элементов станда

Выполним расчет карданного вала.

При работе на карданный вал действуют напряжения кручения, которые определяются по формуле:

$$\tau = \frac{M_p \cdot d}{0,2 \cdot (D^4 - d^4)}, \quad (2)$$

$$\tau = \frac{664946 \cdot 69}{0,2 \cdot (70^4 - 66^4)} = 45,55 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа.}$$

«Жесткость вала определяется по углу закручивания:

$$\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_p \cdot L_K}{J_p \cdot G}, \quad (3)$$

где J_p – полярный момент инерции сечения трубы;

G – модуль упругости при кручении, принимается равным $8,5 \cdot 10^4$ МПа» [8].

$$J_P = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32}, \quad (4)$$

$$J_P = \frac{3,142 \cdot (70^4 - 66^4)}{32} = 494399,98 \text{ мм}^4.$$

$$\theta = \frac{180}{3,142} \cdot \frac{664946 \cdot 650}{494399,98 \cdot 85000} = 0,01 \text{ град.}$$

Жесткость вала рассчитывают:

$$\Delta\phi = \frac{\theta}{L_k}, \quad (5)$$

$$\Delta\phi = \frac{0,01}{650} = 0,015 \text{ град/м} \leq 3...9 \text{ град/м.}$$

Жесткость вала удовлетворяет условию, следовательно вал является достаточно жестким.

Расчет крестовины карданного шарнира (рисунок 7).

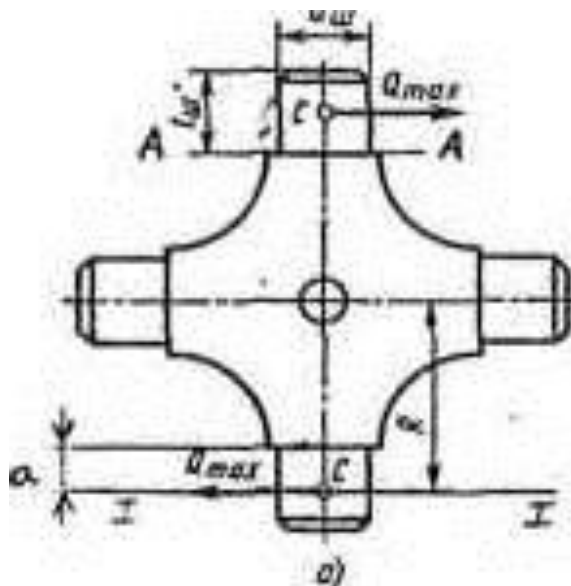


Рисунок 7 – Расчетная схема крестовины

Шипы крестовины карданного шарнира рассчитываются на изгиб, срез и смятие.

Рассчитаем условно сосредоточенную нормальную силу (сечение I-I, рисунок 7) по формуле:

$$Q_{\max} = \frac{M_p}{2 \cdot R \cdot \cos \gamma}, \quad (6)$$
$$Q_{\max} = \frac{664,946}{2 \cdot 0,0331 \cdot 0,9995} = 10049,526 \text{ Н.}$$

Угол, образованный валами карданной передачи при максимальной скорости автомобиля:

$$\gamma = \frac{20}{w}, \quad (7)$$
$$\gamma = \frac{20}{599,074} = 0,0333 \text{ рад} = 1,9^\circ.$$

Расстояние от оси вращения до середины игольчатого подшипника:

$$R = 33,1 \text{ мм} = 0,0331 \text{ м.}$$

«Рабочая длина иглы:

$$l_p = l - 0,8 \cdot d_u, \quad (8)$$

где l – длина иглы;

d_u – диаметр иглы» [11].

$$l_p = 13,8 - 0,8 \cdot 2,0 = 12,2 \text{ мм.}$$

«Определим напряжение изгиба шипа в сечении I-I по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{Q_{\max} \cdot a}{W_{изг}} \leq [\sigma_{изг}], \quad (9)$$

где a – плечо силы, принимается равным 6,9 мм;

Q_{\max} (определяется исходя из того, что сила приложена в середине игольчатого ролика карданного подшипника);

$W_{изг}$ – момент сопротивления изгибу.

$$W_{изг} = 0,1 \cdot d_{ш}^3, \quad (10)$$

где $d_{ш}^3$ – диаметр шипа крестовины, соответствующий для III типоразмера шарнира» [8].

$$W_{изг} = 0,1 \cdot 16,3^3 = 433,075 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma_{изг} = \frac{10049,526 \cdot 6,9 \cdot 10^{-3}}{319,276 \cdot 10^{-9}} = 217,184 \text{ МПа} \leq 300 \text{ МПа}.$$

Напряжение среза шипа в сечении I-I определим по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot d_{ш}} \leq [\tau_{ср}], \quad (11)$$

$$\tau_{ср} = \frac{4 \cdot Q_{\max}}{\pi \cdot d_{ш}^2} = \frac{4 \cdot 10049,526}{3,142 \cdot (16,3)^2} = 48,15 \text{ МПа} \leq 60 \text{ МПа}.$$

Условие на срез выполняется.

Определим контактные напряжения в шипе по формуле:

$$\sigma_H = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot E_{ПП} \cdot (d + d_u)}{d \cdot d_u}} \leq [\sigma_H] \quad (12)$$

где $E_{ПП}$ – модуль упругости первого рода равен $2 \cdot 10^5$ МПа.

$$\sigma_H = 0,418 \cdot \sqrt{2 \cdot 138,67 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot (16,3 + 2,0) / 16,3 \cdot 2,0} = 2332 \text{ МПа} \leq 3500 \text{ МПа}.$$

$$g = \frac{5 \cdot Q_{\max}}{z \cdot l_p}, \quad (13)$$

где l_p – рабочая длина иглы, принимается равной 12,2 мм.

$$g = \frac{5 \cdot 10049,526}{29 \cdot 12,2} = 142,023 \text{ МПа}.$$

Контактные напряжения в шипе не превышают допустимых величин.

Расчет вилки карданного шарнира (рисунок 8).

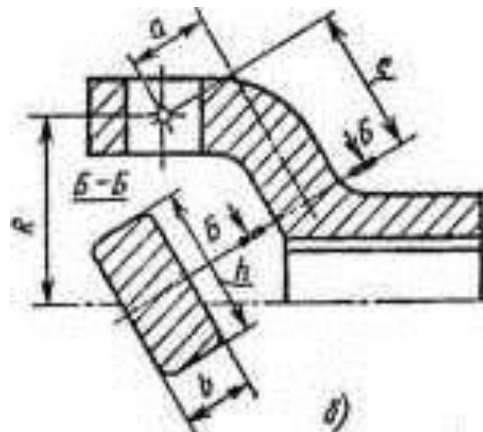


Рисунок 8 – Расчетная схема вилки

В вилке шарнира возникают напряжения изгиба и кручения. Под действием силы Q_{\max} , приложенной на плече e , напряжение изгиба:

$$\sigma_{из} = \frac{Q_{\max} \cdot e}{W_{из \text{ Б-Б}}}, \quad (14)$$

где e – плечо силы Q_{\max} принимается равным 36,34 мм.

$$\sigma_{из} \leq [\sigma_{из}], [\sigma_{из}] = 80 \text{ МПа}.$$

Размеры опасного сечения Б-Б: $b=14,4$ мм, $h=52$ мм, $k=0,282$.

Момент сопротивления изгибу:

$$W_{из\ Б-Б} = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (15)$$

$$W_{из\ Б-Б} = \frac{14,4 \cdot 52^2}{6} = 6489,6 \text{ мм}^3.$$

Тогда:

$$\sigma_{из} = \frac{10049,526 \cdot 36,34}{6489,6} = 56,275 \text{ МПа.}$$

Таким образом, условие на изгиб выполнено.

Напряжение кручения в опасном сечении Б-Б (рисунок 8), возникающее под действием силы Q_{max} , приложенной на плече a , определим по формуле:

$$\tau_{кр} = \frac{Q_{max} \cdot a}{W_{кр\ Б-Б}}, \quad (16)$$

где a – плечо силы Q_{max} принимается равным 26,25 мм.

$W_{кр\ Б-Б}$ – момент сопротивления кручению.

$$W_{кр\ Б-Б} = k \cdot h \cdot b^2, \quad (17)$$

$$W_{кр\ Б-Б} = 0,282 \cdot 52 \cdot 14,4^2 = 3040,727 \text{ мм}.$$

$$\tau_{кр} = \frac{10049,526 \cdot 26,25}{3040,727} = 86,76 \text{ МПа} < [\tau_{кр}] = 160 \text{ МПа.}$$

Таким образом, условие на кручение выполнено

Расчет шлицевого соединения (рисунок 9).

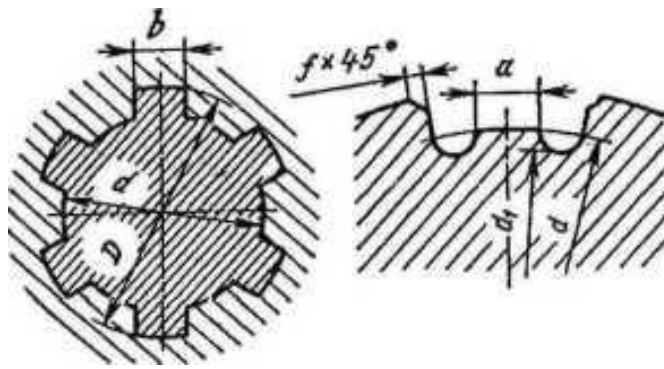


Рисунок 9 – Форма сечения вала

Шлицевые зубчатые соединения различаются по передаваемой нагрузке, степени подвижности сопрягаемых деталей, форме зуба и другим геометрическим параметрам. Рассчитываемое шлицевое соединение по виду действующих силовых факторов относится к группе «М» – соединения, передающие только крутящий момент. Для оценки прочности и износостойкости шлицевого соединения выполняют два вида расчетов рабочих поверхностей: на смятие и износ. Для неподвижных соединений группы «М» расчет на износ не обязателен.

Произведем расчет по определению напряжения в опасном сечении шлицевого наконечника и шлицев на смятие от расчетного крутящего момента M_p .

Средний диаметр шлицевого соединения:

$$d_{cp} = \frac{D + d}{2}, \quad (18)$$

$$d_{cp} = \frac{30 + 26}{2} = 28 \text{ мм.}$$

Рабочая высота шлицев:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{25 - 21}{2} = 2 \quad (19)$$

где D – наружный диаметр шлицевого наконечника;

d – внутренний диаметр шлицевой втулки;

$$h = \frac{25 - 21}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Определим суммарный статистический момент площади рабочих поверхностей соединения относительно вала:

$$S_F = 0,5 \cdot d_{cp} \cdot h \cdot z, \quad (20)$$

где z – количество шлицев, принимается равным 6.

$$S_F = 0,5 \cdot 23 \cdot 2 \cdot 6 = 168 \text{ мм}^2.$$

Определим среднее давление смятия, МПа:

$$\sigma_{см.ср} = \frac{M}{S_F \cdot l}, \quad (21)$$

где l – рабочая длина шлицев, принимается равной 100 мм.

$$\sigma_{см.ср} = \frac{664950}{168 \cdot 100} = 39,58 \text{ МПа.}$$

Определим допустимые значения давлений смятия:

$$\sigma_{см.макс} = \frac{\sigma_T}{n \cdot K_{см} \cdot K_D}, \quad (22)$$

где σ_T – предел текучести шлицевого наконечника для Стали 40ХН после закалки, МПа;

n – коэффициент запаса прочности для закаленных соединений;

$K_{см}$ – общий коэффициент концентрации нагрузки;

K_D – коэффициент динамичности нагрузки.

$$K_{см} = K_з \cdot K_{кр} \cdot K_n, \quad (23)$$

где $K_з$ – коэффициент распределения нагрузки между зубьями;

$K_{кр}$ – коэффициент концентрации нагрузки от закручивания вала;

K_n – коэффициент, учитывающий концентрацию нагрузки в связи с погрешностями изготовления.

$$K_{см} = 1 \cdot 1,816 \cdot 1,1 = 1,998.$$

$$\sigma_{см.макс} = \frac{1280}{1,4 \cdot 1,998 \cdot 2} = 228,8 \text{ МПа.}$$

Найденное значение напряжения смятия удовлетворяет условию:

$$\sigma_{см.ср.} < [\sigma_{см}], \quad (24)$$

$$39,58 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 228,8 \text{ МПа.}$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что напряжения смятия удовлетворяю условиям.

3.4 Углубленная проработка агрегатного отделения

«Агрегатное отделение предназначено для проведения разборочно-сборочных, моечных, диагностических, регулировочных и контрольных операций по коробке передач, рулевому управлению, ведущему мосту и другим агрегатам и узлам, снятым с автомобиля для выполнения текущего ремонта.

Агрегатные работы включают замену неисправных агрегатов, механизмов и узлов на исправные. Замену в них неисправных деталей на

новые или отремонтированные (соответствующего ремонтного размера), а также разборочно-сборочные работы, связанные с ремонтом отдельных деталей и подгонкой их по месту установки» [3].

«В агрегатном отделении выполняются следующие виды работ:

- ремонт сцепления;
- ремонт механической коробки передач;
- обкатка КП и главной передачи;
- ремонт карданной передачи;
- ремонт переднего и заднего моста;
- ремонт рулевого управления;
- ремонт ручного тормоза;
- ремонт ходовой части;
- ремонт тормозной системы;
- ремонт и проверка энергоаккумуляторов;
- ремонт водяных насосов» [11].

«Так как проведение контрольных и ремонтных операций требует обладания высокими навыками работы со сложным технологическим оборудованием и электронно-вычислительной техникой и от качества проведения ремонтных работ зависит весь дальнейший процесс эксплуатации и обслуживания, то для обеспечения более высокого качества работ рекомендуется привлекать квалифицированный производственный персонал – слесарей только 4-го и последующих разрядов. Исключение составляют моечные операции, с которыми вполне способны справляться работники более низкой квалификации (слесарь 2-го разряда).

В данном отделении выполнением всех работ занимаются 3 работника:

- 1 слесарь 5-го разряда;
- 2 слесаря 4-го разряда» [19].

«В качестве поставщиков технологического оборудования для разрабатываемого отделения предлагаем использовать российские фирмы, специализирующиеся на продаже оборудования и организационной оснастки

для автосервисов и АТП. Так предполагается использование одномарочного подвижного состава, то применяем специализированное оборудование рекомендуемое заводом ГАЗ. В качестве поставщиков технологического оборудования для разрабатываемого отделения мы предлагаем использовать российские фирмы, специализирующиеся на продаже оборудования и организационной оснастки для автосервисов и АТП. Так как в парке используется одномарочный подвижной состав то применяем специализированное оборудование рекомендуемое заводом ГАЗ» [14].

Перечень необходимого оборудования приведен в таблице технологического оборудования (таблица 3).

Таблица 3 – Табеля технологического оборудования

| Наименование оборудования | Модель | Количество | Габаритные размеры, мм |
|--|----------|------------|------------------------|
| 1 Станок сверлильный | Р-175М | 1 | 550×330×680 |
| 2 Универсальные центры для проверки валов | - | 1 | 1500×600×120 |
| 3 Лабораторный сушильный шкаф | СНОЛ-3.5 | 1 | 610×665×660 |
| 4 Установка шлифовальная | УЗ-3 | 1 | 520×680×1150 |
| 5 Стенд для разборки-сборки и регулировки сцеплений передвижной | Р-176 | 1 | 590×580×1030 |
| 6 Стенд для ремонта рулевых механизмов и карданных валов передвижной | - | 1 | 930×600×1100 |
| Подвесная кран-балка грузоподъемность 1,5 т | - | - | -- |
| 8 Стенд для испытания главной передачи собственного изготовления | - | 1 | 2050×1140×1140 |
| 9 Стенд для разборки-сборки редукторов задних мостов передвижной | Р-640 | 1 | 800×670×1000 |
| 10 Пресс электрогидравлический | Р-338 | 1 | 470×200×860 |
| 11 Верстак слесарный | - | 1 | 600×800×900 |
| 12 Передвижная ванна для мойки мелких деталей | ОМ-1316 | 1 | 1050×500×100 |
| 13 Станок для расточки тормозных барабанов и расточки накладок | Р-185 | 1 | 880×770×1200 |
| 14 Пресс напольный | ПГП-30 | 1 | 700×1200×1800 |

Продолжение таблицы 3

| Наименование оборудования | Модель | Количество | Габаритные размеры, мм |
|---|--------|------------|------------------------|
| гидравлический, грузоподъемность 30 т | | | |
| 15 Стол для контроля и сортировки деталей | - | 1 | 2000×800×1050 |
| 16 Шкаф инструментальный | КО-390 | 1 | 710×600×1500 |
| 17 Ларь для обтирочных материалов | - | 1 | 400×510×800 |
| 18 Верстак слесарный | ВС-1 | 3 | 1200×800×900 |
| 19 Стеллаж для деталей | - | 1 | 1000×500×200 |

В агрегатное отделение устанавливаем разработанный стенд (позиция 8) для испытания главной передачи. Данный стенд по совокупности технико-экономических показателей оптимален для данного отделения.

Определяем производственную площадь.

«Первоначально площадь отделения определяем по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки.

$$F_{np} = K_{пл} \cdot \sum F_{обор} \quad (25)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь занимаемая оборудованием;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования. Для агрегатного отделения с крупногабаритным подвижным составом принимаем равным 4,5» [19].

$$F_{np} = 4,5 \cdot (0,59 \times 0,58 + 0,93 \times 0,6 + 1,1 \times 0,78 + 1,18 \times 0,67 + 0,9 \times 0,67 + 0,76 \times 0,9 + 1,05 \times 0,5 + 0,38 \times 0,37 + 0,7 \times 1,2 + 2,0 \times 0,8 + 1,2 \times 0,8 + 0,71 \times 0,6 + 0,71 \times 0,5 + 1,2 \times 0,8 \times 2 + 1,1 \times 0,5 \times 2 + 0,6 \times 0,8 + 0,4 \times 0,51 + 1,5 \times 0,6 + 0,62 \times 0,58) = 4,5 \times 12,3 \approx 56 \text{ м}^2$$

Определяем окончательную производственную площадь.

«Окончательная площадь участка определяется с учетом площади оборудования, его расстановки, при этом учитываются расстояния между элементами здания и контуром каждого вида оборудования.

С учетом норм расстановки оборудования принимаем окончательную площадь отделения равной 63 м².

Чертеж участка выполнен в масштабе 1:25 с указанием стен, колонн, оконных и дверных проемов и расположенных рядом помещений, с привязкой к плану главного производственного корпуса с помощью координатной сетки; условными обозначениями нанесено технологическое оборудование с указанием рабочих мест, расстояния между оборудованием с привязкой его к элементам здания (стенам, колоннам). Условными обозначениями показаны потребители электроэнергии, рабочие места исполнителей, местные вентиляционные отсосы и так далее» [22].

Выводы по разделу.

В разделе предложена конструкция стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты элементов стенда, разработана технологическая карта испытания заднего моста, выполнена углубленная проработка агрегатного отделения.

4 Технологический раздел

Сборочный процесс в автомобиле- и тракторостроении представляет собой совокупность операций по соединению деталей в определенной последовательности для получения узлов, механизмов или законченного автомобиля (трактора), полностью отвечающих установленным техническим требованиям.

При производстве автомобилей и тракторов их собирают либо на том же заводе, где изготавливаются детали этого изделия, либо на специализированном сборочном предприятии. Первый вид организации производства в настоящее время преобладает в отечественном автотракторостроении.

Трудоемкость сборочных работ больше трудоемкости литейных, сварочных, кузнечно-прессовых и ряда других работ. Реальная возможность снижения трудоемкости сборки прежде всего путем ее механизации – это один из важных резервов производства.

В автотракторостроении преобладает массовое и крупносерийное производство. По сравнению с другими отраслями машиностроения здесь имеются более благоприятные условия для механизации и автоматизации процессов сборки и сокращения на этой основе ручного труда. Между тем, трудоемкость работ в заготовительных и обрабатывающих цехах большинства автомобильных и тракторных заводов снижается более быстрыми темпами, чем в сборочных. В связи с этим относительное значение трудоемкости сборки очень часто не сокращается, а растет.

Удельный вес сборочных работ в общей трудоемкости изготовления автомобилей и тракторов составляет в настоящее время 25-30%.

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- сборочные чертежи (изделия, узла или машины);
- технические условия на сборку;

- рабочие чертежи деталей, входящих в изделие;
- заданная годовая программа или общая программа выпуска.

Также при проектировании технологического процесса сборки необходимо пользоваться вспомогательными материалами, такими как: каталоги, паспорта, характеристики сборочного оборудования и механизированного сборочного инструмента; ГОСТ и нормами на немеханизированный сборочный инструмент, технологические процессы сборки типовых узлов.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Выбор технологического процесса сборки зависит от различных факторов, таких как тип изделия, его размеры, количество производимой продукции, требования к качеству и степени автоматизации процесса.

Одним из основных факторов является тип изделия. Например, для изделий, требующих высокой точности и мелких деталей, лучше использовать автоматизированный технологический процесс, чтобы уменьшить ошибки человеческого фактора и обеспечить повышенную точность.

Кроме того, размеры изделия могут определять, какой технологический процесс выбрать. Для производства больших изделий может потребоваться использование кранов и других тяжелых механизмов, а для мелких изделий могут использоваться автоматические линии сборки.

Ввиду того, что стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT не будет иметь большого спроса сборку можно осуществлять методом мелкосерийной сборки.

«В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс сборки осуществляется бригадами рабочих, имеющих профильную специальность по каждому виду сборочных работ.

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (26)$$

где $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [8].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{120} = 1035 \text{ ч.}$$

Далее составляем технологическую схему сборки.

Технологическая схема сборки – это графическое представление последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта.

Она описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием.

Основные элементы технологической схемы сборки:

- получение исходных материалов;
- подготовительные операции – разметка материалов, нарезка, обработка и так далее;
- сборочные операции – сборка изделия из отдельных деталей;
- окончательная обработка – шлифовка, полировка, окраска и так далее;
- контроль качества – проверка соответствия готового изделия заданным требованиям;
- упаковка и хранение готового изделия.

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень сборочных работ

| Содержание основного и вспомогательного перехода | Время на выполнение операции, мин. |
|---|------------------------------------|
| Поднять при помощи тельфера раму стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT | 0,8 |
| Осмотреть раму стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT | 2 |
| Установить раму стенда на предполагаемое место | 0,5 |
| Осмотреть электродвигатель | 0,2 |
| Взять болт М10×30 (4 шт.), шайбу 10×4.04.016 (4 шт.), шайбу 10 (4 шт.), гайку М10 (4 шт.) | 0,1 |
| Установить электродвигатель на раму стенда | 8 |
| Взять кронштейн оградительный | 0,1 |
| Осмотреть кронштейн оградительный | 0,2 |
| Приварить кронштейн оградительный к раме стенда | 6 |
| Взять шпонку 2-50×10×8 | 0,1 |
| Установить шпонку на вал электродвигателя | 0,1 |
| Взять муфту в сборе | 0,1 |
| Осмотреть муфту в сборе | 0,2 |
| Запрессовать муфту в сборе на вал электродвигателя | 2 |
| Взять карданный вал | 0,1 |
| Осмотреть карданный вал | 0,2 |
| Взять датчик крутящего момента | 0,1 |
| Установить датчик крутящего момента на карданный вал | 1 |
| Взять кожух-ограждение правое | 0,1 |
| Осмотреть кожух-ограждение правое | 0,2 |
| Взять замок (3 шт.) и клин (3 шт.) | 0,1 |
| Установить кожух-ограждение правое | 10 |
| Взять кожух-ограждение левое | 0,1 |
| Осмотреть кожух-ограждение левое | 0,2 |
| Взять замок (3 шт.) и клин (3 шт.) | 0,1 |
| Установить кожух-ограждение левое | 10 |
| Взять скобу (2 шт.) | 0,1 |
| Осмотреть скобу | 0,2 |
| Взять болт М10×30 (2 шт.), шайбу 10 (2 шт.), гайку М10 (2 шт.) | 0,1 |
| Установить скобу на раме | 6 |
| Взять датчик температурный | 0,1 |
| Установить датчик температурный на испытуемый мост | 1 |
| Взять датчик измерения биения | 0,1 |
| Установить датчик измерения биения на карданный вал | 1 |
| Выполнить регулировочные операции перед запуском стенда | 15 |
| Выполнить испытание стенда | 60 |
| Итого: | 126,2 |

«Рассчитаем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (27)$$

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (28)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимаем равным 3%;
 β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимаем равным 5%» [23].

$$t_{ум}^{общ} = 126,2 + 126,2 \cdot \left(\frac{3 + 5}{100} \right) = 136,29 \text{ мин.}$$

4.2 Проектирование технологического процесса сборки станда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Технологический процесс сборки станда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

| Номер операции | Наименование операции | Номер позиции | Содержание операции, перехода | Оборудование, инструмент, приспособление | Затрачиваемое время, мин. |
|----------------|-----------------------|---------------|---|--|---------------------------|
| 005 | Сборочная | 1 | Поднять при помощи тельфера раму станда для испытания главной | Гайковерт, набор головок, рожковые | |

Продолжение таблицы 5

| Номер операции | Наименование операции | Номер позиции | Содержание операции, перехода | Оборудование, инструмент, приспособление | Затрачиваемое время, мин. |
|----------------|-----------------------|---------------|---|---|---------------------------|
| | | | передачи автомобиля ГАЗель NEXT | ключи, динамометрический ключ, воронка, оправка Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина | 51,2 |
| | | 2 | Осмотреть раму станда | | |
| | | 3 | Установить раму станда на предполагаемое место | | |
| | | 4 | Осмотреть электродвигатель | | |
| | | 5 | Взять болт М10×30 (4 шт.), шайбу 10×4.04.016 (4 шт.), шайбу 10 (4 шт.), гайку М10 (4 шт.) | | |
| | | 6 | Установить электродвигатель на раму станда | | |
| | | 7 | Взять кронштейн оградительный | | |
| | | 8 | Осмотреть кронштейн оградительный | | |
| | | 9 | Приварить кронштейн оградительный к раме станда | | |
| | | 10 | Взять шпонку 2-50×10×8 | | |
| | | 11 | Установить шпонку на вал электродвигателя | | |
| | | 12 | Взять муфту в сборе | | |
| | | 13 | Осмотреть муфту в сборе | | |
| | | 14 | Запрессовать муфту в сборе на вал электродвигателя | | |
| | | 15 | Взять карданный вал | | |
| | | 16 | Осмотреть карданный вал | | |
| | | 17 | Взять датчик крутящего момента | | |
| | | 18 | Установить датчик крутящего момента на карданный вал | | |
| | | 19 | Взять кожух-ограждение правое | | |
| | | 20 | Осмотреть кожух-ограждение правое | | |

Продолжение таблицы 5

| Номер операции | Наименование операции | Номер позиции | Содержание операции, перехода | Оборудование, инструмент, приспособление | Затрачиваемое время, мин. |
|----------------|-----------------------|---------------|--|--|---------------------------|
| | | 21 | Взять замок (3 шт.) и клин (3 шт.) | | |
| | | 22 | Установить кожух-ограждение правое | | |
| | | 23 | Взять кожух-ограждение левое | | |
| | | 24 | Осмотреть кожух-ограждение левое | | |
| | | 25 | Взять замок (3 шт.) и клин (3 шт.) | | |
| | | 26 | Установить кожух-ограждение левое | | |
| | | 27 | Взять скобу (2 шт.) | | |
| | | 28 | Осмотреть скобу | | |
| | | 29 | Взять болт М10×30 (2 шт.), шайбу 10 (2 шт.), гайку М10 (2 шт.) | | |
| | | 30 | Установить скобу на раме | | |
| | | 31 | Взять датчик температурный | | |
| | | 32 | Установить датчик температурный на испытуемый мост | | |
| | | 33 | Взять датчик измерения биения | | |
| | | 34 | Установить датчик измерения биения на карданный вал | | |
| 010 | Регулировочная | 1 | Выполнить регулировочные операции | Набор ключей | 75 |
| | | 2 | Выполнить испытание стенда | | |

Технологическая схема сборки стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, спроектирован технологический процесс сборки стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT и представлен в графической части ВКР.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

В настоящее время возрос интерес к человеческим ресурсам, улучшились условия и качественные меры по охране труда на рабочем месте.

В долгосрочной перспективе благополучие человеческих ресурсов является источником стабильности, процветания и производительности.

Стоимость несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в странах колеблется от 2,6% до 3,8% валового национального продукта.

Участие работников в процессе управления охраной труда и рисками для здоровья имеет основополагающее значение, поскольку работники являются субъектами, которые лучше всего осведомлены о проблемах охраны труда и ресурсах, задействованных в их задачах.

5.1 Характеристика технологического процесса обкатки с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны

В целях наиболее полного рассмотрения характеристики технологического процесса испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны необходимо составить технологический паспорт (таблица 6).

Таблица 6 – Технологический паспорт технологического процесса испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|----------------------------|---|--|--|-----------------------------|
| Испытание главной передачи | 1 Установка заднего моста ГАЗель NEXT | Слесарь по ремонту автомобилей | Стенд для испытания главной передачи | Перчатки, масло трансмиссии |

Продолжение таблицы 6

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|-------------------------|---|--|--|---------------------------|
| автомобиля ГАЗель NEXT | на стенд | пятого разряда | автомобиля ГАЗель NEXT, молоток, ключ шестигранный, ключи на 12-14 | онное, жидкость тормозная |
| | 2 Заливка и проверка уровня масла в картере заднего моста | | | |
| | 3 Подключение нагрузочно-тормозной системы | | | |
| | 4 Испытание заднего моста | | | |

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важным аспектом является необходимость идентификации риска в организации, чтобы поддерживать или улучшать правильное и всестороннее определение эффективности охраны труда.

Оценка профессионального риска представляет собой подробное изучение всех возможных происшествий, потенциально вредных действий, которые допустимы или недопустимы в организации. Одним из наиболее важных аспектов является то, что каждая организация должна определить и выбрать риски, которые находятся на пределе мер предосторожности, которые должны быть проанализированы и пересмотрены. Тяжесть последствий отражает серьезность результата, который может быть вызван нежелательным и неожиданным событием. Вероятность возникновения события следует оценивать с учетом наличия или отсутствия систем управления.

«Работодатель должен осуществлять меры по предупреждению, избежанию рисков, оценку рисков, которых невозможно избежать, борьбу с рисками у источника, адаптацию работы к личности, адаптацию к

техническому прогрессу; замену опасных элементов на неопасные или менее опасные, разработку последовательной организации работы, условий труда, социальных отношений» [17].

Деятельность по идентификации рисков включает:

- выявление опасностей, присутствующих на рабочем месте и в рабочей среде;
- выявление опасностей, обнаруженных в ходе предыдущего управления рисками;
- выявление потенциальных последствий признанных опасностей – рисков, то есть потенциальных причин травматизма работников, несчастного случая на производстве, профессионального заболевания или профессионального заболевания.

Результаты проведенной идентификации профессиональных рисков при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты идентификации профессиональных рисков

| Операция | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|---|--|--|
| 1 Установка заднего моста ГАЗель NEXT на стенд. 2 Заливка и проверка уровня масла в картере заднего моста. | «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей | Элементы конструкции |
| 3 Подключение нагрузочно-тормозной системы. | Запыленность и загазованность воздуха | Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [12]. |
| 4 Испытание заднего моста | «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования | Электроинструмент, стенд для обкатки ведущих мостов, станки |
| | Возможность поражения электрическим током | Электроинструмент, стенд для испытания главной передачи » [2]. |

Продолжение таблицы 7

| Выполняемая работа | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|--------------------|--|---|
| | «Отсутствие или недостаток естественного света» | Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [11]. |
| | «Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой» | Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [12]. |
| | Напряжение зрительных анализаторов | |
| | Монотонность труда, вызывающая монотонию | |

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Основой снижения профессиональных рисков является подготовка и обучение сотрудников. Это поможет им понимать процессы своей работы и принимать правильные решения.

Правильное планирование задач поможет снизить риски и уменьшить вероятность возникновения проблем в работе.

Использование защитной экипировки и оборудования – в некоторых профессиях защитная экипировка необходима для снижения рисков. Например, обязательное использование шлемов и защитных очков в строительстве.

Регулярные проверки оборудования и обслуживание позволят выявлять и устранять возможные проблемы до их возникновения.

Правильное распределение нагрузки – риск травм и ранений может быть снижен.

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [12].

Специальная оценка условий труда (далее – СОУТ) – это процесс анализа рабочей среды и рабочих операций с целью определения возможных рисков и определения мер по их устранению или снижению.

СОУТ проводится специалистами по охране труда и имеет законодательную базу во многих странах. Она является обязательной для всех организаций, где работники подвергаются воздействию вредных факторов, таких как шум, вибрация, химические вещества, пыль, излучения и другое.

Оценка проводится на основе измерений и анализа данных, полученных на рабочих местах. После проведения оценки, специалисты определяют уровень риска и рекомендуют меры по его снижению.

«Основные мероприятия:

а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

- 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [12].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
 - в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
 - г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии с действующими нормами;
 - д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
 - е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
 - ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда

компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;

- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;
- к) и других мероприятий в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) РФ» [12].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|---|
| «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования | Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12]. |
| «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля | Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов) |

Продолжение таблицы 8

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|--|---|---|
| «Повышенный уровень шума | Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами | Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20]. |
| «Возможность поражения электрическим током | Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. | Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12]. |
| «Отсутствие или недостаток естественного света | Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания» [28] | – |
| «Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой | Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [30]. | – |
| «Монотонность труда | – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: 1. длительность объединенных операций не | – |

Продолжение таблицы 8

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|-------|--|--------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> – должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; – применение методов эстетического воздействия во время работы (озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности); – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; – разработка и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства; – чередование пассивного отдыха с активным» [15]. | |

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 9).

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|----------------------|---|--------------|---|--|
| «Агрегатный участок» | Технологическое оборудование, применяемое на агрегатном участке | 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» [24]. |

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

«В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «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» [12].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [26].

Разработка мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности является одним из главных этапов обеспечения безопасности в зданиях и сооружениях. Такие мероприятия должны быть разработаны в соответствии с законодательными и нормативными актами и утверждены руководством организации.

Первый шаг при разработке мероприятий – это проведение анализа рисков возможного возникновения пожара в здании или сооружении. Для этого необходимо провести осмотр помещений, выявить наличие возможных источников возгорания, оценить состояние систем пожарной безопасности.

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|---|---|
| «Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности | Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15] |
| «Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007 | Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [22] |
| «Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования | Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [24] |
| «Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ | Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15]. |
| «Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения | Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей |
| Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения | Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [31] |
| «Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ | Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах |
| Размещение информационного стенда по пожарной безопасности | Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [15] |

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT

Для обеспечения экологической безопасности технологического процесса необходимо принимать следующие меры:

- использование экологически чистых материалов и ресурсов.

Например, замена опасных химических реагентов на более безопасные аналоги;

- минимизация выбросов и отходов. Необходимо использовать эффективные системы очистки выбросов и переработки отходов;
- соблюдение норм и требований экологического законодательства. Технологический процесс должен соответствовать требованиям всех нормативных документов и лицензий;
- обучение и мотивация персонала. Сотрудники должны понимать важность экологической безопасности и использовать соответствующие методы;
- проведение экологической оценки технологического процесса.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT и сведем их в таблицу 11.

Таблица 11 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

| Технологический процесс | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|---|--|-----------------------|--|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| «Испытание главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT» | Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей. | Масло трансмиссионное | Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11]. |

Выполним разработку мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT:

- атмосферу – использование технологий снижения выбросов и загрязнений: установка фильтров на промышленные предприятия,

ограничение использования транспорта с высокими выбросами, утилизация отходов, популяризация и переход на использование возобновляемых источников энергии (установка солнечных панелей, ветрогенераторов, гидроэлектростанций и так далее) ;

- литосферу – внедрение программ по сбору и переработке отходов. Это включает создание системы раздельного сбора мусора, развитие рынка вторсырья.

Выводы по разделу.

В разделе:

- разработан паспорт производственно-технологического процесса испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT;
- выявлены профессиональные риски при испытании главной передачи автомобиля и определены методы, средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при испытании главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT и разработаны мероприятия по их снижению.

Также необходимо подчеркнуть, что участие работников в процессе управления охраной труда подразумевает:

- информирование сотрудников о возможных опасностях, связанных с работой и оказании первой помощи в случае необходимости;
- оценка рисков и выработка предложений по принятию мер по уменьшению их воздействия на работников;
- проведение обучения и тренингов по охране труда, продуктивному использованию рабочего времени и управлению стрессом
- участие в разработке и контроле соблюдения инструкций по безопасности, а также в работе комиссии по охране труда.

6 Экономическая эффективность проекта

Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда необходимо учесть следующие факторы:

- стоимость материалов: необходимо определить, какие материалы будут использоваться для создания стенда, и рассчитать их стоимость;
- трудозатраты: необходимо определить количество человеко-часов, которые будут потрачены на разработку конструкции стенда, и рассчитать стоимость труда в соответствии с тарифами на работу;
- оборудование: необходимо определить, какое оборудование будет необходимо для создания стенда (например, инструменты, станки и так далее) и рассчитать их стоимость;
- дополнительные расходы: необходимо учесть все дополнительные расходы, такие как аренда помещения, расходы на транспортировку материалов и оборудования, расходы на электроэнергию и так далее.

После того как все факторы были учтены, можно рассчитать общую сумму финансовых затрат на разработку конструкции стенда.

«Финансовые затраты на разработку конструкции стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT определяются по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (26)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{O.H}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [7].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{K.Д} = Q_K \cdot C_K, \quad (27)$$

где Q_K – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

C_K – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [7].

В таблице 12 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 12 – Стоимость изготовления корпусных деталей

| Деталь | Марка металла | Масса материала заготовок, кг | Масса деталей, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|---|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Рама для стенда из прямоугольных профилей | Ст3 | 800 | 800 | 80,3 | 64240 |
| Итого: | – | – | – | – | 64240 |

$$C_{K.Д} = 80,3 \cdot 800 = 64240 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{O.Д} = C_{ПРН} + C_M, \quad (28)$$

где $C_{ПРН}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [7].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{ЗП}} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (29)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, зажим – 1 шт., кожух левый – 1 шт., кожух правый – 1 шт., втулка дистанционная – 1 шт., пластина зажима – 1 чел.-ч.; трудоёмкость на изготовление деталей: зажим – 0,4 чел.-ч., кожух левый – 0,5 чел.-ч., кожух правый – 0,55 чел.-ч., втулка дистанционная – 0,3 чел.-ч., пластина зажима – 0,42 чел.-ч.

C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [7].

$$t = (1 \cdot t_{\text{зажим}} + 1 \cdot t_{\text{вал}} + 2 \cdot t_{\text{вал}} + 1 \cdot t_{\text{втулка}} + 1 \cdot t_{\text{пластина}}),$$

$$t = 1 \cdot 0,4 + 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,55 + 1 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,42 = 2,17 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 января 2023 года МРОТ составляет 16242 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $16242 / (7 \cdot 21) = 110,48$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $110,48 \cdot 1,42 = 156,88$ р./ч.

$$C_{IP} = 2,17 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 350,64 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_D = (5...12) \cdot C_{IP} / 100, \quad (30)$$

$$C_D = 10 \cdot 350,64 / 100 = 35,06 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{соц} = 30 \cdot (C_{IP} + C_D) / 100, \quad (31)$$

$$C_{соц} = 30 \cdot (350,64 + 35,06) / 100 = 115,71 \text{ р.,}$$

$$C_{\Sigma IP} = 350,64 + 35,06 + 115,71 = 501,41 \text{ р.}$$

В таблице 13 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 13 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Заработная плата | 350,64 |
| Дополнительная заработная плата | 35,06 |
| Начисления на заработную плату | 115,71 |
| Итого: | 501,41 |

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (32)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [7].

В таблице 14 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 14 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

| Наименование детали | Материал | Количество, шт. | Общая масса материала, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|----------------------|----------|-----------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Зажим | Сталь 40 | 1 | 0,4 | 86,0 | 34,4 |
| Кожух левый | Сталь 45 | 1 | 3,7 | 90,0 | 333 |
| Кожух правый | Сталь 45 | 1 | 3,7 | 90,0 | 333 |
| Втулка дистанционная | Сталь 40 | 1 | 1 | 86,0 | 86 |
| Пластина зажима | Ст3 | 1 | 0,6 | 79,2 | 47,52 |
| Итого: | – | – | – | – | 833,92 |

$$C_M = 0,4 \cdot 86 + 3,7 \cdot 90 + 3,7 \cdot 90 + 1 \cdot 86 + 0,6 \cdot 79,2 = 833,92 \text{ р.}$$

$$C_{ОД} = 501,41 + 833,92 = 1335,33 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{СБ.П} = C_{СБ} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (33)$$

где $C_{СБ}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{Д.СБ}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{СОЦ.СБ}$ – страховые взносы в фонды, р» [7].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{СБ} = T_{СБ} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (34)$$

где $T_{СБ}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (35)$$

где t_{CB} – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_C – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [7].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей станда равной 6 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 7,5 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 1211,89 \text{ р.,}$$

$$C_{Д.СБ} = 0,1 \cdot 1211,89 = 121,18 \text{ р.,}$$

$$C_{СОЦ.СБ} = 0,3 \cdot (1211,89 + 121,18) = 399,92 \text{ р.,}$$

$$C_{СБ.П} = 1211,89 + 121,18 + 399,92 = 1732,99 \text{ р.}$$

В таблице 15 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 15 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Основная заработная плата | 1211,89 |
| Дополнительная заработная плата | 121,18 |
| Страховые взносы в фонды | 399,92 |
| Итого | 1732,99 |

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OH})}{100}, \quad (36)$$

где C_{PP}' – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OH} – доля общепроизводственных накладных расходов, %» [7].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (37)$$

Подставив числовые значения в формулы (18, 19) получим:

$$C_{PP}' = 350,64 + 1211,89 = 1562,53 \text{ р.},$$

$$C_{OH} = \frac{(1562,53 \cdot 15)}{100} = 234,38 \text{ р.}$$

«Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: электродвигатель 4A160M6Y3 – 1 шт., вал карданный шлицевой ЗиЛ – 1 шт., датчики – 3 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 16» [20].

Таблица 16 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

| Значение | Количество, шт. | Цена, руб. | Сумма, руб. |
|---|-----------------|------------|-------------|
| Электродвигатель 4A160M6Y3 | 1 | 9200 | 9200 |
| Вал карданный шлицевой ЗиЛ | 1 | 8300 | 13000 |
| Датчик температуры | 1 | 1200 | 1200 |
| Датчик крутящего момента | 1 | 1500 | 1500 |
| Датчик замера биений | 1 | 1700 | 1700 |
| Метизы | 64 | 15 | 640 |
| Грунт-эмаль | 1 | 1300 | 1300 |
| Краска акриловая по металлу Tikkurila Metallista | 1 | 2200 | 2200 |
| Итого: | | | 30740 |

$$C_{ИД} = 9200 + 13000 + 1200 + 1500 + 1700 + 640 + 1300 + 2200 = 30740 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 17.

$$C_{КОН} = 64240 + 1335,33 + 1732,99 + 30740 + 234,38 = 98282,7 \text{ р.}$$

Таблица 17 – Затраты на изготовление конструкции

| Значение | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Стоимость изготовления корпусных деталей | 64240 |
| Затраты на изготовление оригинальных деталей | 1335,33 |
| Затраты на сборку | 1732,99 |
| Общепроизводственные накладные расходы | 30740 |
| Стоимость покупных изделий (деталей) | 234,38 |
| Итого: | 98282,7 |

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT равны 98282,7 р.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (38)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р. » [7].

$$\mathcal{E}_Г = 150000 - 98282,7 = 51717,3 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (39)$$

$$O_{ОК} = \frac{98282,7}{51717,3} = 1,9 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{эф}} &= \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{\text{кон}} & (40) \\ \mathcal{E}_{\text{эф}} &= 51717,3 - 0,15 \cdot 98282,7 = 36974,89 \text{ р.} \end{aligned}$$

В таблице 18 представлены основные показатели проекта.

Таблица 18 – Основные показатели проекта

| Показатели | Единица измерения | Значение | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|
| | | До внедрения | После внедрения |
| Стоимость изготовления конструкции | р. | 150000 | 98282,7 |
| Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции | р. | – | 51717,3 |
| Экономический эффект | р. | – | 36974,89 |
| Срок окупаемости | год | – | 1,9» [11]. |

Выводы по разделу.

В разделе определена эффективность разработки стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT составляет 98282,7 р., срок окупаемости равен 1,9 года.

Заключение

В соответствии с утвержденной темой дипломного проекта был разработан стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT.

Ключевым вопросом дипломного проекта являлось проектирование стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT с целью тестирования и обкатки заднего моста автомобилей «Газель».

Проблема диагностики и обкатки заднего моста автомобилей «Газель» рассматривается в рамках процессов комплексной механизации и автоматизации, снижающими трудоёмкость и себестоимость выполнения ТО и ремонта подвижного состава.

В ходе выполнения дипломного проекта было сделано следующее:

- рассмотрены условия и режим испытания задних мостов в сборе, выполнен обзор конструкций стендов-аналогов для испытания главной передачи автомобиля;
- выполнены патентные исследования с целью проверки усовершенствованного объекта на критерии патентоспособности;
- предложена конструкция стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT, выполнены конструкторские расчеты элементов стенда, разработана технологическая карта испытания заднего моста;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки проектируемого стенда;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена целесообразность разработки проектируемого стенда для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT с экономической стороны.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Беляев В. П. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для самостоятельной работы студентов : для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / В. П. Беляев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Автомобили». - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2010. - 74, [1] с

2 Вахламов В. А. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)» направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» / В. К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2009. - 556, [1] с.

3 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова», Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

4 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства по дисциплине «Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» : [практикум] / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский

государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 115 с.

5 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

6 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Колесные, гусеничные машины и автомобили». - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

7 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

8 Дубинин Н. Н. Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 190109 - Наземные транспортно-технологические средства специализации "Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Дубинин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2014. - 258 с.

9 Зузов В. Н. Механика наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / В. Н. Зузов ; Московский гос. технический ун-т им. Н. Э. Баумана. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 185, [1] с

10 Кротов С. В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций и сооружений с применением ANSYS : учебное пособие / С. В. Кротов ; Росжелдор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (ФГБОУ ВО РГУПС). - Ростов-на-Дону : РГУПС, 2022. - 95 с.

11 Лебедев В. А. Технология машиностроения: проектирование технологии сборки изделий : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Лебедев ; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Дон. гос. техн. ун-т, Азов. технол. ин-т. - Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2005. - 161 с.

12 Митрохин Н. Н. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 15.03.01 "Машиностроение" (квалификация (степень) "бакалавр") / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 262, [1] с.

13 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

14 Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

15 Погребной С. Н. "ГАЗель" 3302/2705 [Текст] : грузопассажирский автомобиль сегмента LCV : выпуск с 1994 г., рестайлинг в 2003 г. : бензиновые двигатели: 2.5 л (ЗМЗ-4026/4025), 2.3 л (ЗМЗ-4061/4063), 2.5 л (ЗМЗ-40522, ЕВРО-2), 2.5 л (ЗМЗ-40524, ЕВРО-3) : руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту : в фотографиях / С. Н. Погребной, А. А. Владимиров. - Москва : Третий Рим, 2011. - 352 с

16 Поливаев О. И. Тракторы и автомобили. Конструкция [Текст] : учебное пособие для вузов / О. И. Поливаев [и др.] ; под общ. ред. О. И. Поливаева. - Москва : КноРус, 2016. - 251 с.

17 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

18 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

19 Школьников А. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие / А. И. Школьников ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. радиотехнических систем. - Челябинск : ЮУрГУ, 2009. - 63, [3] с.

20 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

21 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

22 Heisler H. Advanced vehicle technology / Heinz Heisler. - 2. ed. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - IX, 654, [1] p.

23 Pacejka H. B. Tyre and vehicle dynamics / Hans B. Pacejka. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - XIII, 627, [1] p.

24 Regan F. J. Re-entry vehicle dynamics / Frank J. Regan. - New York : Amer. inst. of aeronautics a. astronautics, 1984. - X, 414 p.

25 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

| Перв. примен. | | Формат | Этап | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|---------------|--|-------------------------------|----------------------------------|-------|---------------------------|--|------|---------------------------|-----|
| | | | | | | <u>Документация</u> | | | |
| | | A4 | | | 23.ДП.01.153.61.00.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | | |
| | | A1 | | | 23.ДП.01.153.61.00.000.СБ | Сборочный чертёж | 1 | | |
| | | | | | | <u>Сборочные единицы</u> | | | |
| Спроб. № | | A1 | 1 | | 23.ДП.01.153.61.01.000 | Рама | 1 | | |
| | | | 2 | | 23.ДП.01.153.61.02.000 | Кронштейн оградительный | 1 | | |
| | | A4 | 3 | | 23.ДП.01.153.61.03.000 | Кожух-ограждение правое | 1 | | |
| | | A4 | 4 | | 23.ДП.01.153.61.04.000 | Кожух-ограждение левое | 1 | | |
| | | | 5 | | 23.ДП.01.153.61.05.000 | Муфта | 1 | | |
| | | | 6 | | 23.ДП.01.153.61.06.000 | Вал карданный | 1 | | |
| | | | 7 | | 23.ДП.01.153.61.07.000 | Замок | 3 | | |
| | | | | | | <u>Детали</u> | | | |
| Подп. и дата | | | | 8 | 23.ДП.01.153.61.00.008 | Скоба | 2 | | |
| | | | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | | |
| Инв. № анал. | | | | 9 | | Болт М10х30 ГОСТ 7808-70 | 14 | | |
| Взам. инв. № | | | | 10 | | Болт М12 х 1,25-6дх60.58.35Х.16 ГОСТ 7808-70 | 2 | | |
| Подп. и дата | | | | 11 | | Болт М12х60 ГОСТ 7808-70 | 14 | | |
| | | | | 12 | | Гайка М10х1,5 ГОСТ 5915-70 | 14 | | |
| | | | | 13 | | Гайка М12х1,5 ГОСТ 5915-70 | 6 | | |
| | | 23.ДП.01.153.61.00.000 | | | | | | | |
| Инв. № табл. | | Изм./Лист | № докум. | Подп. | Дата | Стенд для испытания главной передачи автомобиля ГАЗель NEXT | | Лит./Лист/Листов | |
| | | Разраб. Проб. | Куликов Н.А. Тизилов А.С. | | | | | Д/1 | 1/2 |
| | | Н.контр. Утв. | Тизилов А.С. Бабраевский А.В. | | | | | ТГУ, АТс-1801z | |
| | | | | | | | | Копировал _____ Формат А4 | |

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для испытания главной передачи
автомобиля ГАЗель NEXT

