

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка стенда для испытания гидроусилителя рулевого
управления

Студент

Г.С. Шведов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Кравцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.В. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Е.Г. Пипко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавра предложена разработка конструкции стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления.

Основываясь на обширном перечне литературных источников, а также на проведенном анализе отечественного и зарубежного рынков, существующих патентов и полезных моделей, автором работы была спроектирована конструкция стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ. Выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D. Выполнен расчет эффективности спроектированной конструкции.

ВКР состоит из пяти глав.

В первой главе рассмотрены аналоги разрабатываемого оборудования.

Во второй главе предложено техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, приведены конструкторские расчеты.

В третьей главе представлен технологический процесс испытания гидроусилителя автомобиля КамАЗ.

В четвертой главе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления.

В пятой главе проведен расчет эффективности проектируемой конструкции.

Общий объем работы составляет 56 страниц, включающих в себя 8 рисунков, 14 таблиц, 35 формул, 25 источников, 1 приложение.

ABSTRACT

The title of the thesis is: «The development of the stand for the power steering test».

The aim of the work is to design of the stand for testing the hydraulic power steering of a «KAMAZ» vehicle in order to cost reduction and reducing laboriousness of testing the hydraulic power steering units.

Based on the scientific literature, analysis of domestic and foreign markets, patents, in this paper was designed the 3D model of the stand construction for power steering test for the «KAMAZ» vehicle with using the graph modeling system KOMPAS-3D. Also was calculated the efficiency of the developed model.

The thesis consists 5 main parts.

In the first part the analogues of the developed equipment are considered.

In the second part are suggested the technical specification on the developed design, operating instruction and engineering calculations are given.

The third part presents the technological process of power steering test for «KAMAZ» vehicle.

The forth part deals with safety and ecological compatibility of the the testing hydraulic power steering stand.

The fifth part deals with calculation of the designed construction efficiency.

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

The thesis consists of 56 pages, including 8 illustrations, 14 tables, 35 formulas, 25 sources of literature and 1 annex.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ состояния вопроса	9
1.1 Стенд для проверки гидравлического усилителя рулевого управления .	9
1.2 Стенд (модель 5005) для проверки гидравлического усилителя рулевого управления	10
1.3 Стенд для ремонта и испытания гидравлического усилителя автомобилей.....	12
2 Разработка конструкции стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления	14
2.1 Техническое задание.....	14
2.2 Техническое предложение	16
2.3 Конструкторские расчеты основных элементов разрабатываемого стенда..	18
3 Технологический процесс испытания гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ.....	27
3.1 Устройство рулевого управления автомобиля КамАЗ.....	27
3.2 Особенности обслуживания и ремонта рулевой колонки КамАЗ	31
3.3 Технологический процесс проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ	33
4 Безопасность и экологичность стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления	34
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	35
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности.....	39

4.5	Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБ агрегатного отделения	40
4.6	Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара...	41
4.7	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ.....	42
5	Расчет эффективности спроектированной конструкции	45
5.1	Определение себестоимости изготовления	45
5.2	Определение затрат на заработную плату	46
5.3	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	47
5.4	Определение общих затрат на изготовление конструкции	49
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	54

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

Каждому автомобилю требуется техническое обслуживание, связанное, прежде всего с условиями эксплуатации транспортного средства, качеством дорожного полотна, дорожно-транспортными происшествиями, необходимостью сезонного обслуживания автомобилей.

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

Использование технологического оборудования в процессах технического обслуживания и ремонта повышает качество, производительность выполняемых работ и безопасность труда персонала, уменьшает расходы на поддержание парка автомобилей в технически исправном состоянии [1].

Разнообразие конструкций узлов и агрегатов отечественных и зарубежных автомобилей требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое для технического обслуживания автомобилей. На данный момент рынок технологического оборудования представлен, в основной своей массе моделями зарубежного производства, имеющих значительную стоимость, а имеющееся оборудование, используемое в АТП, часто находится в старом и изношенном состоянии.

Таким образом, возрастает роль инженерной профессии, представители которой способны провести анализ и выбрать из всего многообразия наиболее приемлемую модель технологического оборудования, а также обладающих знаниями и умениями по проектированию технологического оборудования для изготовления в условиях автотранспортного предприятия.

Целью ВКР является проектирование конструкции стенда для испытания гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ с целью снижения себестоимости и трудоемкости выполнения испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- ознакомиться с представленным ассортиментом оборудования для испытания гидравлических усилителей;
- разработать техническое задание, техническое предложение на

- разрабатываемую конструкцию и провести расчет элементов конструкции;
- разработать технологический процесс испытания гидравлического усилителя;
 - рассмотреть безопасность и экологичность стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления;
 - провести расчет эффективности проектируемой конструкции.

Стенд состоит из рамы 2, электрического двигателя 1, манометра 4, вентиля 5, масляного бака 9, двух резиновых упоров 8. Испытуемый рулевой механизм 6 закрепляется на раме 2 стенда. При пуске электрического двигателя 1, закрытом вентиле 5, повороте колеса вправо или влево механический насос 3 должен обеспечивать давление более 6 МПа, которое контролируется при помощи манометра 4.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики стенда

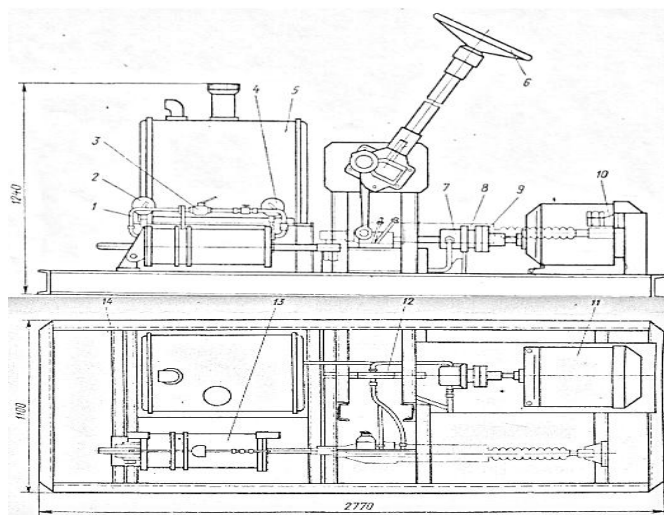
Параметр	Значение
Мощность электрического двигателя, кВт	11
Скорость вращения вала, мин ⁻¹	3000
Тип нагрузочного устройства – гидравлический цилиндр двухстороннего действия	-
Производительность насоса, л/мин;	19 – 23
Рабочее давление, кг/см ²	100
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	1900×1000×1400
Масса стенда, кг	120

1.2 Стенд (модель 5005) для проверки гидравлического усилителя рулевого управления

На рисунке 2 представлена схема устройства стенда (модель 5005) для испытания гидравлического усилителя рулевого управления автомобилей.

Установка гидравлического усилителя на стенд производится аналогично установке на автомобиль. Один конец гидравлического усилителя 8 устанавливается в кронштейн 10, другой – в шток цилиндра 13. Электрический двигатель 11 передает вращение на насос 7 при помощи ременной передачи. Основание стенда представляет собой сварную раму 14. В стенде используется гидравлический цилиндр двухстороннего действия, применяющийся в качестве устройства для создания нагрузки. Изменение величины нагрузки на штоке гидравлического усилителя рулевого управления производится при помощи регулировки крана 3. Гидравлический цилиндр оснащен манометрами 2, 4, с помощью которых выполняется

проверка величины усилия на штоке гидравлического усилителя. Направление движения штока гидравлического усилителя меняется поворотом рулевого колеса 6. Рабочая жидкость поступает из бака 5 в лопастной насос, откуда через регулятор скорости поступает в гидроусилитель 8.



- 1 – шланг; 2, 4 – манометр; 3 – кран; 5 – бак; 6 – рулевое колесо; 7 – насос;
 8 – гидроусилитель; 9 – муфта; 10 – кронштейн; 11 – электрический двигатель;
 12 – регулятор скорости; 13 – шток цилиндра, 14 – рама

Рисунок 2 – Схема устройства стенда модели 5005

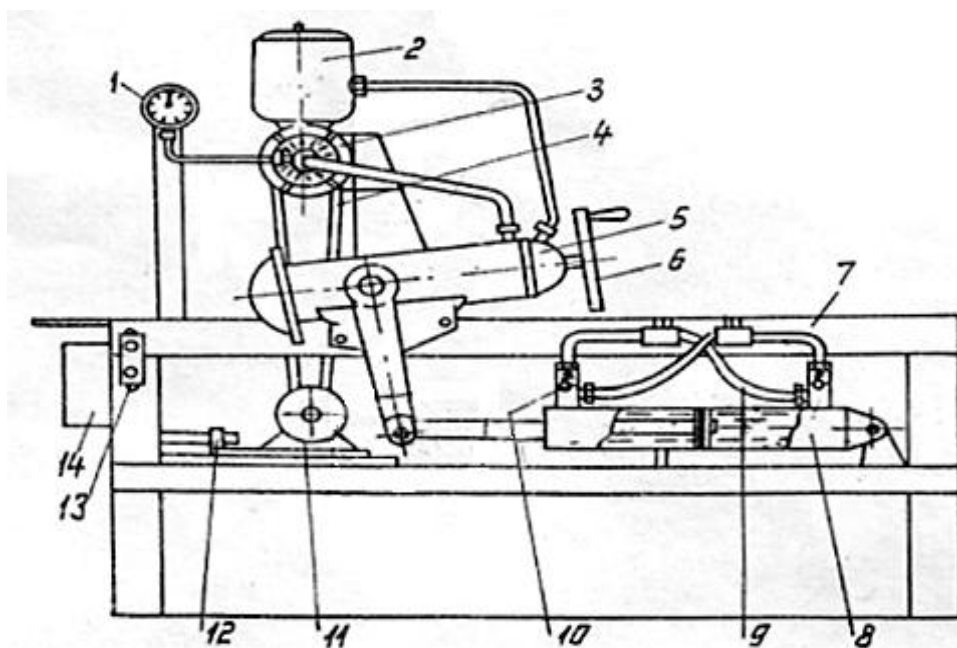
Технические характеристики стенда модели 5005 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики стенда модели 5005

Параметр	Значение
Мощность электрического двигателя, кВт	10
Скорость вращения вала, мин ⁻¹	1460
Тип нагрузочного устройства – гидравлический цилиндр двухстороннего действия	-
Производительность насоса, л/мин;	36-53
Рабочее давление, кг/см ²	100
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	2770×1100×1240
Масса стенда, кг	295

1.3 Стенд для ремонта и испытания гидравлического усилителя автомобилей

Схема устройства стенда для ремонта и испытания гидравлического усилителя грузовых автомобилей представлена на рисунке 3.



- 1 – манометр; 2 – бак; 3 – насос; 4 – ременная передача; 5 – гидравлический усилитель;
6 – маховик; 7 – станина; 8 – гидравлический цилиндр; 9 – шланги; 10 – золотник;
11 – электрический двигатель; 12 –кнопка пуска; 13 –пускатель магнитный

Рисунок 3 – Стенд для ремонта и испытания гидравлических усилителей грузовых автомобилей

На станине 7 стенда размещается испытуемый гидравлический усилитель. Из бака 2 насосом 3 к гидравлическому усилителю 5 подается масло. Электрический двигатель 11 при помощи ременной передачи 4 передает вращение на насос 3. Давление масла (от 6,0 до 8,5 МПа), создаваемое насосом 3, контролируется манометром 1. Для создания нагрузки на вал сошки гидравлического усилителя 5 применяется гидравлический цилиндр. Гидравлический заполнен маслом и в него

установлены два золотника, создающие нагрузку на сошку гидравлического усилителя, которую необходимо преодолеть. Привод гидравлического усилителя осуществляется штурвалом (маховиком) б вручную.

Технические характеристики стенда представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики стенда для ремонта и испытания гидравлических усилителей грузовых автомобилей

Параметр	Значение
Мощность электрического двигателя, кВт	11
Скорость вращения вала, мин ⁻¹	1500
Тип нагрузочного устройства – гидравлический цилиндр двухстороннего действия	-
Производительность насоса, л/мин;	19-23
Рабочее давление, кг/см ²	100
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	1900×1250×1110
Масса стенда, кг	280

Основываясь на проведенном анализе стендов для испытания ГУР, определены основные недостатки – низкая технологичность, сложность конструкций стендов, высокая энергоёмкость.

2 Разработка конструкции стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления

2.1 Техническое задание

Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ относится к транспортному машиностроению, а более конкретно к стендам для испытания гидроусилителей рулевого управления транспортных средств.

Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ необходим при выполнении диагностических и ремонтных работ на специализированных сервисных центрах и станциях технического обслуживания, где выполняется ремонт и техническое обслуживание автомобилей.

После проведения анализа аналогичных по назначению стендов, задаемся целью выполнить оптимизацию существующей конструкции стенда, путем улучшения эргономики стенда, с учетом отзывов и предложений работников, занимающихся выполнением сборочных, ремонтных и обслуживающих работ.

Разработка ВКР бакалавра выполняется по заданию, выданному кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», ФГБОУ ВО Тольяттинский государственный университет.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации:

1. «Ремонт машин, технология, оборудование, организация», Иванов В.П., 2006г.
2. «Детали машин и основы конструирования», Ханов А.М., 2010г.
3. «Справочник по сопротивлению материалов» Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., 1988г.
4. «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», Светлов М.В., 2012г.

5. «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования», Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С. Для студентов высших учебных заведений, 2011г.

6. Журналы, каталоги гаражного оборудования, методические пособия и другая техническая литература.

Конструкция стенда должна обеспечивать следующее:

– жесткое крепление испытуемого рулевого механизма, исключаящее влияние податливости крепления на полученные результаты испытаний;

– приложение внешнего нагружающего момента, значение которого может регулироваться в пределах, превышающих установленные нормативами на рулевые механизмы в 1,5 - 2 раза.

К разрабатываемому стенду для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления предъявляются следующие требования:

1. Для удобства, простоты изготовления, повышения ремонтпригодности и удешевления стоимости стенда в конструкции стенда необходимо использовать нормализованные и унифицированные детали, узлы, металлоконструкции (сортовой прокат и прямоугольные профильные трубы) и стандартные крепёжные элементы.

2. При работе стенд должен создавать минимальные вибрации, издавать шум в допустимых пределах (не более 90 дБ), отвечать всем требованиям производственной безопасности.

3. В целях улучшения условий труда оператора, повышения безопасности выполняемых работ необходимо использование знаний вопросов эргономики труда.

4. Экстерьер стенда должен обеспечивать человеку благоприятное эстетическое восприятие.

5. Стенд должен обладать достаточным запасом прочности, в целях обеспечения целостности конструкции при работе.

6. При проведении технического обслуживания использовать эксплуатационные материалы, выпускающиеся серийно, не требующие использование специальных инструментов.

Специальные требования к конструкции стенда принимаются согласно ГОСТ Р 52453-2005 «Механизмы рулевые с гидравлическим усилителем и рулевые гидроусилители. Технические требования и методы испытаний».

Рекомендуемые технические характеристики стенда представлены в таблице 4.

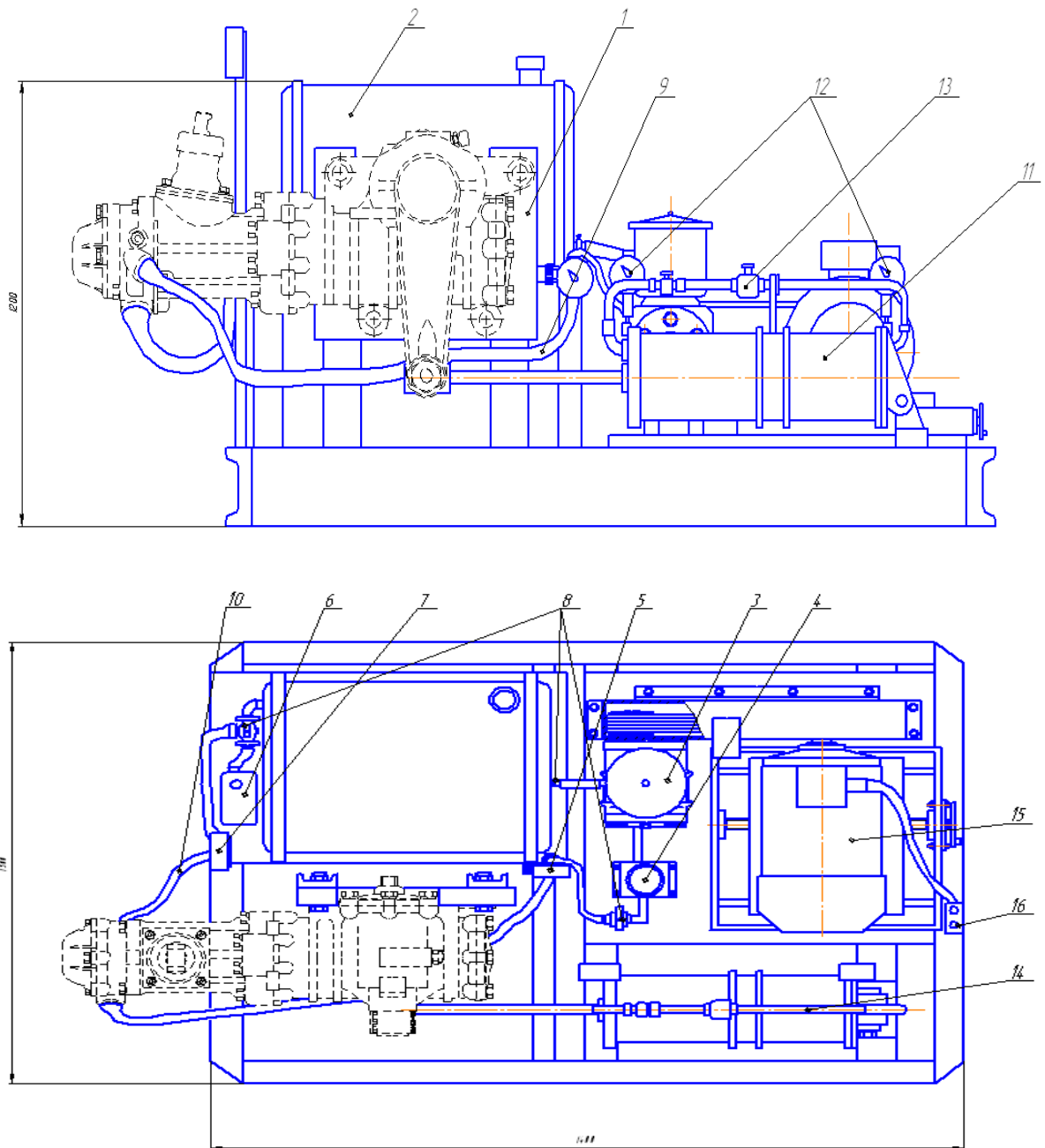
Таблица 4 – Рекомендуемые технические характеристики стенда

Параметр	Значение
Тип стенда	стационарный
Мощность электрического двигателя, кВт	5,5...10
Скорость вращения вала, мин ⁻¹	<1500
Тип нагрузочного устройства – гидравлический цилиндр двухстороннего действия	-
Производительность насоса, л/мин;	>9
Рабочее давление, кг/см ²	>100
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	1400×1000×1400
Масса стенда, кг	<150

2.2 Техническое предложение

Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ предназначен для проверки гидравлических усилителей рулевого управления автомобилями КамАЗ.

Общий вид разработанного стенда представлен на рисунке 4. Стенд состоит из следующих основных частей: системы нагружения гидравлического усилителя, установочного кронштейна, электрического оборудования, гидросистемы, основания.



1 – кронштейн установочный; 2 – бак масляный; 3 – насос; 4 – фильтр;
 5, 7 – манометр; 6 – бак мерный; 8, 13 – кран; 9 – шланг высокого давления;
 10 – шланг низкого давления; 11 – гидравлический цилиндр; 12 – манометр
 регулируемый; 14 – шланг; 15 – электрический двигатель; 16 – пускатель магнитный

Рисунок 4 – Стенд для испытания гидравлических усилителей автомобилей
 КамАЗ

Гидравлическая система стенда состоит из расходного масляного бака 2 с сетчатым фильтром, шестеренного насоса 3 с баком, масляного фильтра 4

тонкой очистки, манометра с регулятором давления 12, измерительного бака, манометров 5, 7, трех кранов 8, 13 различного исполнения, трубопроводов высокого 9 и низкого давления 10.

Система нагружения представляет собой гидравлический цилиндр двухстороннего действия. Обе плоскости гидроцилиндра сообщаются между собой трубопроводом с краном. Кран позволяет изменять гидравлическое сопротивление при протекании жидкости из одной полости цилиндра в другую, тем самым давая возможность изменять нагрузку на шток испытуемого гидроусилителя. Обе полости цилиндра снабжены манометрами, по показаниям которых проверяют величину усилий на штоке. Электрическое оборудование включает электрический двигатель, пускатель магнитный.

2.3 Конструкторские расчеты основных элементов разрабатываемого стенда

Для успешной модернизации стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления необходимо произвести подбор электрического двигателя, произвести расчёт вала, подшипников, расчёт клиноременной передачи.

Подбор электрического двигателя из каталога производится на основании мощности на входном валу, определяющейся по формуле (1)

$$P_{номр} = \frac{P_{вых}}{\eta}, \quad (1)$$

где $P_{вых}$ – мощность на выходе привода, принимается $P_{вых} = 7,5$ кВт ;

η – КПД привода, для ременной передачи, принимается $\eta = 0,95$.

Подставляем значения в формулу (1) и получаем

$$P_{номр} = \frac{7,5}{0,9} = 8,33 \text{ кВт} .$$

Учитывая требуемую мощность производим подбор электрического двигателя. Выбираем двигатель закрытого типа, типоразмера 132М4УЗ, мощность 11 кВт, синхронная частота 1500 мин^{-1} и отношением минимального вращающегося момента к номинальному равным 1,6 по ГОСТ 19523-81 и заданной частотой вращения (рисунок 5).

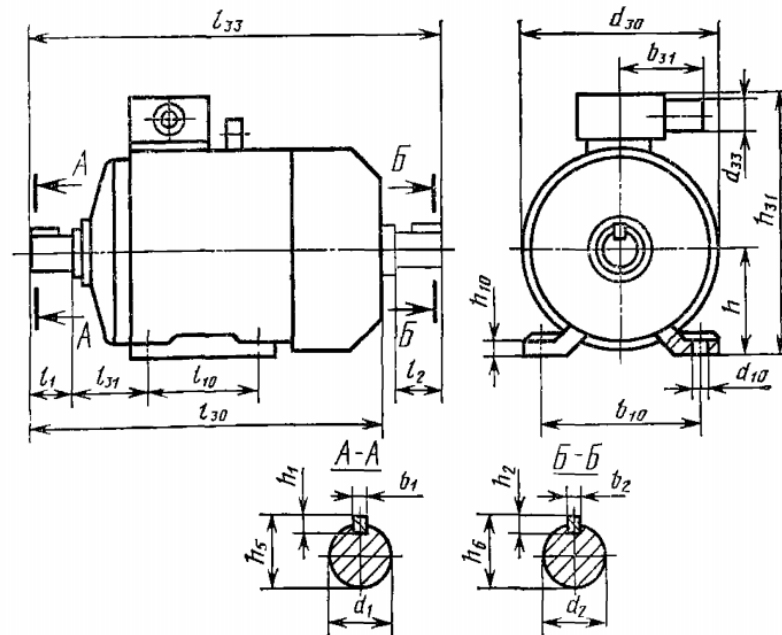


Рисунок 5 – Эскиз электрического двигателя типоразмера 4А132М4УЗ

Мощность на шкивах определяется по формулам (2, 3)

$$P_{шк.1} = P_{эд.}, \quad (2)$$

$$P_{шк.2} = P_{эд.} \cdot \eta. \quad (3)$$

Подставляем значения в формулы (2, 3) и получаем

$$P_{шк.1} = 11,0 \text{ кВт},$$

$$P_{шк.2} = 11,0 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт}.$$

Для определения частоты вращения на элементах привода определяем передаточное число ременной передачи по формуле (4)

$$U = \frac{n_{шк1}}{n_{шк2}}, \quad (4)$$

где $n_{шк1}$ – частота вращения на первом шкиву, принимается $n_{шк1} = n_{эл} = 1500 \text{ мин}^{-1}$;

$n_{шк2}$ – частота вращения на втором шкиву, принимается $n_{шк2} = 1300 \text{ мин}^{-1}$.

Подставляем значения в формулу (4)

$$U = \frac{1500}{1300} = 1,15.$$

Определяем угловую скорость вращения электрического двигателя по формуле (5), а угловую скорость вращения шкива по формуле (6).

$$\omega_{эд} = \frac{\pi \cdot n_{эд}}{30}, \quad (5)$$

$$\omega_{эд} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с},$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_{эд}}{U}, \quad (6)$$

$$\omega_1 = \frac{157}{1,15} = 136,5 \text{ рад/с}.$$

Определяем вращающий момент по формулам (7, 8)

$$T_{эд} = \frac{P_{эл}}{\omega_{эл}}, \quad (7)$$

$$T_{\text{эо}} = \frac{11,0}{157} = 0,07 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_i = T_{\text{эо}} \cdot U \cdot \eta, \quad (8)$$

$$T_i = 0,07 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 0,072 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для расчета клиноременной передачи по номограмме (рисунок 6) выбираем сечение клинового ремня ГОСТ 1284.1–89, учитывая, что диаметр шкива сечения В не должен быть менее 90 мм, принимаем $d_1 = 100$ мм.

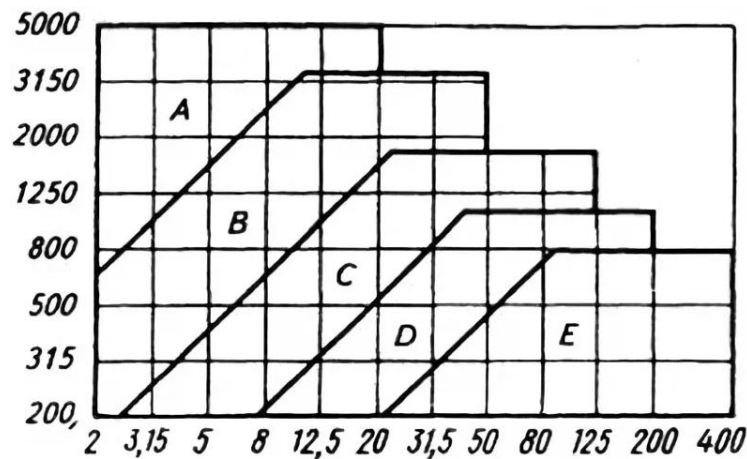


Рисунок 6 – Номограмма для выбора сечения клинового ремня

Определяем диаметр шкива по формуле (9)

$$d_2 = U \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon), \quad (9)$$

$$d_2 = 1,15 \cdot 100 \cdot (1 - 0,015) = 113,3 \text{ мм}.$$

Производим округление до ближайшего стандартного значения и принимаем $d_2 = 125$ мм.

Определяем межосевое расстояние по формулам (10, 11)

$$a_{\text{min}} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (10)$$

где T_0 – высота сечения ремня, в соответствии с ГОСТ 1284.1–89
 $T_0 = 8 \text{ мм}$.

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (100 + 125) + 8 = 132 \text{ мм},$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (11)$$

$$a_{\max} = 100 + 125 = 225 \text{ мм}.$$

Определяем расчетную длину ремня по формуле (12)

$$L = 2 \cdot a_{\max} + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) \cdot \left[\frac{d_2 - d_1}{4 \cdot a_p} \right], \quad (12)$$

$$L = 2 \cdot 225 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (100 + 125) \cdot \left[\frac{125 - 100}{4 \cdot 225} \right] = 803,2 \text{ мм}.$$

Ближайшее стандартное значение длины ремня составляет $L = 900 \text{ мм}$.

Определяем угол обхвата меньшего шкива по формуле (13)

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a_p}, \quad (13)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{125 - 100}{225} = 174^\circ.$$

Определяем количество ремней в передаче по формуле (14)

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (14)$$

где C_p – коэффициент, который учитывает режим работы, принимаем
 $C_p = 1,0$;

C_L – коэффициент, который учитывает влияние длины ремня, для
ремня сечения В при длине $L = 900 \text{ мм}$ коэффициент $C_L = 0,98$;

C_α – коэффициент, который учитывает влияние угла обхвата, при $\alpha_1 = 174^\circ$, $C_\alpha = 0,95$;

C_z – коэффициент, который учитывает количество ремней в передаче, делаем предположение, что количество ремней в передаче будет от 4 до 6, следовательно, принимаем $C_z = 1$.

$$z = \frac{11,0 \cdot 1,0}{1,76 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 1,0} = 6,71 .$$

Число ремней в передаче принимаем $z = 7$.

Определяем натяжение ветви клинового ремня по формуле (15)

$$F_0 = \left(\frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_l}{z \cdot \mathcal{G} \cdot C_\alpha} \right) + \theta \cdot \mathcal{G}^2 , \quad (15)$$

где \mathcal{G} – скорость вращения, принимаем $\mathcal{G} = 15,15 \text{ м/с}$;

θ – коэффициент, который учитывает влияние центробежных сил, для ремня сечения В коэффициент $\theta = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$.

$$F_0 = \left(\frac{850 \cdot 11,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{7 \cdot 15,15 \cdot 0,95} \right) + 0,1 \cdot 15,15^2 = 116 \text{ мм}^2 .$$

Определяем давление на валы по формуле (16)

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} , \quad (16)$$

$$F_B = 2 \cdot 116 \cdot 7 \cdot \sin \frac{174}{2} = 1622 \text{ Н} .$$

Определяем ширину шкива по формуле (17)

$$B_w = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f , \quad (17)$$

$$B_{ш} = (7 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10 = 110 \text{ мм}.$$

Для дальнейшего расчета конструкции необходимо выполнить подбор гидравлического цилиндра.

Вычисляем усилие штока, развиваемое гидравлическим цилиндром по формуле (17)

$$F_{шм} = S \cdot \rho, \quad (17)$$

где S – площадь поршня;

ρ – удельное давление на площади поршня, принимаем $\rho = 2,4 \text{ МПа}$.

Площадь поршня вычисляется по формуле (18)

$$S = \frac{\pi \cdot d_{мп}^2}{4}. \quad (18)$$

Подставляя формулу (18) в формулу (17) выводим формулу (19) для определения требуемого диаметра поршня.

$$d_{мп} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{шм} \cdot \rho}{\pi}}, \quad (19)$$

$$d_{мп} = \sqrt{61,15 \cdot 10^{-3}} = 0,247 \text{ м}.$$

Выбираем гидравлический цилиндр из стандартного ряда с диаметром поршня равным 250 мм.

Проводим расчет площади поперечного сечения штока по формуле (20)

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (20)$$

где d – требуемый диаметр штока, в соответствии с ГОСТ гидравлический цилиндр с диаметром поршня 250 мм соответствует диаметр штока $d = 0,12 \text{ м}$.

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,12^2}{4} = 0,011 \text{ м}^2 .$$

Выполняем расчет нагрузки на шток по формуле (21). Так как нагрузка Q на шток равна усилию, действующему на поршень, то

$$Q = F_{ум} = \frac{\pi \cdot d_{пор}^2}{4 \cdot \rho} , \quad (21)$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4 \cdot 2,4 \cdot 10^{-6}} = 204 \text{ кН} .$$

Выполняем расчет штока на сжатие. Шток испытывает нагрузку сжатия от сил давления, которые действуют на поршень (рисунок 7).

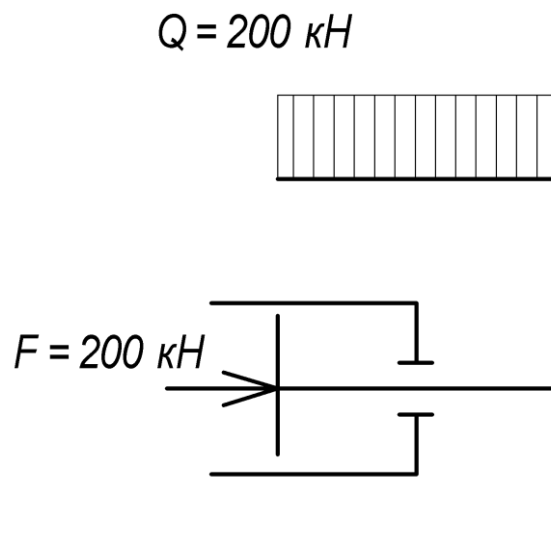


Рисунок 7 – Схема и эпюра сжатия штока

Для стали Ст45 допускаемое напряжение на сжатие составляет $\sigma_{сж} = 160 \text{ МПа}$.

Напряжение сжатие определяется по формуле (22)

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{F}, \quad (22)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{204 \cdot 10^3}{0,011} = 18,5 \text{ МПа} .$$

Подбор гидравлического цилиндра произведен верно, условие $\sigma_{сж} \leq \sigma_{сж}^{\text{доп}}$ выполняется.

Финальным этапом расчета является расчет прочности сварного шва более нагруженного узла - крепление серьги с корпусом гидравлического цилиндра из условия прочности на разрыв.

Приложенная нагрузка, возникающая от усилия, передаваемого штоком $P = F_{шт} = 204 \text{ кН}$, действует только в вертикальной плоскости. Расчет прочности стыковых соединений, нагруженных силой P , выполняется по формуле (23)

$$\tau = \frac{P}{S} \leq \tau_{доп}, \quad (23)$$

где S – площадь шва, принимаем $S = 0,004 \text{ м}^2$.

$$\tau = \frac{204 \cdot 10^3}{0,004} = 51 \text{ МПа} .$$

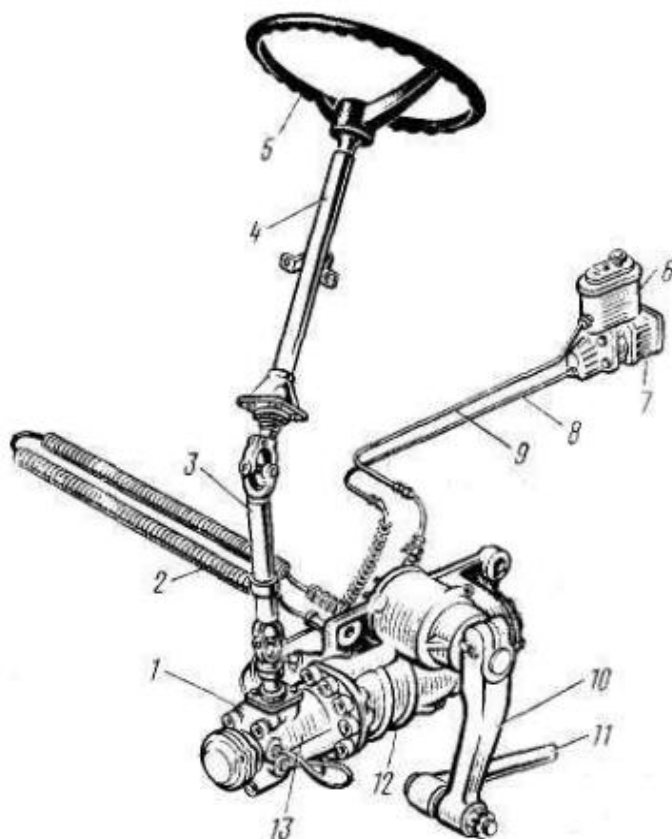
Условие прочности $\tau_{доп} = 56 \geq \tau$ выполняется.

3 Технологический процесс испытания гидравлического усилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ

3.1 Устройство рулевого управления автомобиля КамАЗ

Во всех актуальных и ранних моделях грузовых автомобилей КамАЗ используются принципиально одинаковые по устройству и построенные на единой компонентной базе системы рулевого управления.

На рисунке 8 показано общее устройство рулевого управления автомобиля КамАЗ.



1 – клапан управления гидравлического усилителя; 2 – радиатор охлаждения; 3 – карданный вал; 4 – колонка рулевая; 5 – рулевое колесо, 6 – бак с рабочей жидкостью; 7 – насос ГУР; 8 – шланги высокого давления; 9 – шланги низкого давления; 10 – сошка; 11 – тяга продольная; 12 – рулевой механизм; 13 – редуктор угловой

Рисунок 8 – Общее устройство рулевого управления автомобиля КамАЗ

Каждый из агрегатов играет определенную роль в системе и имеет свои особенности.

Рулевой привод. Построен по традиционной схеме, на автомобилях со всеми колесными формулами установлен на передней оси (или двух передних осях в моделях 8×4 и 8×8) с управляемыми колесами. Привод представляет собой систему из одной продольной тяги, которая соединена с сошкой рулевого механизма и рычагом поворотного кулака, и одной поперечной тяги, соединяющей рычаги обоих поворотных кулаков оси. В автомобилях с двумя управляемыми осями добавляется идентичный набор тяг на второй оси, а также еще одна продольная тяга и рычаг для передачи усилия т рулевого механизма, расположенного в районе передней оси, на заднюю ось.

Рулевой механизм. Во всех грузовиках КамАЗ используется механизм, построенный на двух рабочих парах. Первую пару составляет винт с гайкой (которая одновременно выступает рейкой) на циркулирующих шариках — преобразует крутящий момент от руля в поступательное движение рейки. Вторую пару составляет рейка (с четырьмя зубцами) с сектором — они преобразуют поступательное движение рейки во вращательное движение сектора, соединенного с поворотной сошкой. В актуальных моделях КамАЗ рулевой данный совмещен с гидроусилителем руля, его картер выступает в роли цилиндра ГУР, а рейка — в роли поршня.

Сегодня находят применение отечественные механизмы моделей 4310 и 6540 с передаточным числом 21,7:1, а также механизмы зарубежного производства RBL (Германия) с изменяемым передаточным числом от 17:1 до 20:1, либо с постоянным передаточным числом 21:1. Механизмы RBL имеют гидравлический ограничитель поворота, предотвращающий деформацию и излом рулевых тяг в крайних положениях руля.

Рулевой механизм обычно монтируется на левом лонжероне рамы, рядом с передней осью автомобиля, либо на кронштейне крепления левой рессоры.

Гидроусилитель руля. Основное назначение гидравлического усилителя рулевого управления – снижение величины усилия, которое требуется для поворота передних управляемых колес. Также он смягчает удары, вибрации, которые передаются от неровностей дорожного покрытия, повышает безопасность движения, позволяя сохранить контроль движения при повреждении шин автомобиля.

Как уже было сказано, цилиндр ГУР объединен с рулевым механизмом, также в состав усилителя входит насос ГУР (сегодня чаще всего используются лопастные насосы модели 4310, а также фирм ZF и RBL), радиатор охлаждения рабочей жидкости (он необходим, так как гидроусилитель испытывает большие нагрузки и жидкость подвергается серьезному нагреву), перепускной клапан, клапан управления и золотник (расположены в отдельном блоке на рулевом механизме), система трубопроводов и расширительный бачок. Важно отметить, что в автомобилях с колесной формулой 8×4 и 8×8 устанавливается дополнительный гидроцилиндр ГУР, который облегчает изменение положения колес второй оси.

Угловой редуктор. Простейший редуктор на двух конических шестернях, которые обеспечивают изменение направления потока крутящего момента от руля на рулевой механизм. Ведомая шестерня редуктора выполнена полой, что дает возможность продеть через нее вал, идущий от золотникового механизма ГУР к винту рулевого механизма. Угловой редуктор располагается между рулевым механизмом и золотниковым механизмом гидроусилителя.

Карданная передача. Необходима для передачи крутящего момента от рулевого вала на угловой редуктор. Карданный вал составной, он состоит из трубчатого вала свилкой и вставленной в него на шлицах скользящейвилки — такое решение позволяет валу изменять свою длину при движении автомобиля по неровностям. Вилки вала посредством крестовин соединены с ответнымивилками на валу рулевой колонки и валу ведущей шестерни

углового редуктора, они образуют два карданных шарнира. Крестовины устанавливаются в вилки на необслуживаемых игольчатых подшипниках.

Рулевая колонка вместе с рулевым колесом – это основной орган управления направлением движения автомобиля. Рулевая колонка решает две основных задачи:

- обеспечивает максимально удобную для работы установку руля по высоте и наклону;
- обеспечивает постоянное положение руля во время движения автомобиля.

В автомобилях КамАЗ используется два типа рулевых колонок:

- старого образца – без регулировок по наклону и высоте;
- нового образца – современные колонки с регулировкой по высоте и углу наклона руля.

Несмотря на то, что старые рулевые колонки довольно неудобны, они все еще находят самое широкое применение даже на новых грузовиках. Это объясняется их простой конструкцией, очень высокой надежностью и малой стоимостью. Новые рулевые колонки, устанавливаемые на ряд моделей КамАЗ-5460, 6520 и другие, обеспечивают возможность подстраивать угол наклона и высоту руля под рост и анатомические особенности водителя. Однако они, как показывает практика, менее надежны и более дороги.

Устроена рулевая колонка КамАЗ крайне просто. Ее основу составляет полая труба, внутри которой на двух шарикоподшипниках установлен вал. В верхней части на этот вал посредством гайки устанавливается рулевое колесо, с обратной стороны к валу крепится вилка карданного шарнира. Примерно в средней части колонки предусмотрен кронштейн для ее крепления к панели кабины, в нижней части колонки имеется фланец. Посредством этого фланца колонка монтируется на более широкую трубу (которая также называется фланцем), прикрученную к полу кабины. В этом фланце предусмотрено окно (закрывается крышкой на болтах) для доступа к верхнему шарниру карданного вала.

Колонки нового образца имеют похожее устройство, однако они более короткие, и имеют соосную установку с карданным валом – такое решение позволяет легко и удобно изменять угол наклона рулевой колонки. А шлицевое соединение половин вала позволяет изменять высоту руля над уровнем пола. На колонке предусмотрены механизмы с фиксаторами, обеспечивающие возможность изменять и устанавливать необходимый угол наклона и высоту руля.

На рулевой колонке помимо руля также монтируются органы управления стеклоочистителями и световыми приборами. Рукоятки комбинированных переключателей монтируются под рулем, что делает удобным включение и выключение дворников и стеклоомывателя, указателей поворотов, ближнего и дальнего света фар. В колонках нового образца сами выключатели, вся электроника и механизмы изменения угла наклона и высоты руля скрыты под декоративными пластиковыми кожухами.

3.2 Особенности обслуживания и ремонта рулевой колонки КамАЗ

Рулевая колонка и рулевое колесо – один из самых надежных деталей рулевого управления автомобиля, однако и они требуют периодического технического обслуживания и ремонта. Обслуживание обычно сводится к осмотру надежности крепления и оценке состояния деталей рулевой колонки и руля, и рулевого управления в целом.

Если в процессе осмотра выявлен осевой люфт вала (что свидетельствует о плохом состоянии подшипников), разрушение подшипников или их чрезмерный износ, люфт руля вследствие износа шлицевого соединения карданного вала или карданных шарниров (крестовин или игольчатых подшипников), деформация вала или серьезная деформация самой колонки, то необходимо произвести ремонт или замену деталей.

Демонтаж рулевой колонки в общем случае производится следующим образом:

- установить управляемые колеса в прямое положение и зафиксировать их;

- демонтировать рулевое колесо (для чего нужно снять крышку и открутить одну гайку);

- демонтировать с колонки все переключатели;

- открутить болты, удерживающие крышку на фланце;

- выкрутить и выбить болт, удерживающий верхнюю вилку карданного шарнира;

- выкрутить болты, удерживающие рулевую колонку на фланце и на панели, снять колонку.

- установка колонки производится в обратном порядке, при этом необходимо обеспечить закручивание болта вилки карданного шарнира с определенным усилием, а также правильно установить рулевое колесо.

Большое значение для диагностики рулевого управления имеет люфт рулевого колеса. Он может быть вызван как износом шлицов или карданных шарниров, так и другими неисправностями — износом деталей в рулевом механизме, износом рулевого привода колес и т.д. Обычно люфт при запущенном двигателе на холостом ходу не должен превышать 25° , а во многих моделях еще меньше. При большем люфте следует произвести диагностику и ремонт.

Важное значение имеет и усилие, которое приходится прикладывать к рулевому колесу для его поворота в ту или иную сторону. Это усилие для разных моделей КамАЗ неодинаково, оно измеряется специальным прибором, а устанавливается регулировкой рулевого механизма и ГУР.

При регулярном обслуживании и своевременном ремонте рулевая колонка КамАЗ будет обеспечивать точное и надежное управление, а заодно помогать в диагностике неисправностей рулевого управления грузовика.

3.3 Технологический процесс проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

В связи с ограниченностью объема пояснительной записки технологический процесс представлен на листе 6 графической части ВКР. Общая трудоёмкость 56,5 чел.- мин. Исполнитель – слесарь 4-го разряда.

4 Безопасность и экологичность стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления

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

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

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

В таблице 5 приведен паспорт безопасности на стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления [17].

Таблица 5 – Паспорт безопасности на стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления

Наименование технологического процесса	Наименование технологической операции	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Перечень производственно-технологического оборудования	Перечень конструкционных расходных материалов и веществ
Проверка гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ	1 Установка гидроусилителя на стенд 2 Сборка системы гидроусилителя 3 Включение подачи рабочей жидкости 4 Контроль момента на валу ведущей шестерни 5 Проверка выходного клапана управления гидроусилителем 6 Проверка давления в нагнетательной магистрали 7 Проверка герметичности 8 Проверка свободного хода	Слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда	Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления, рожковые ключи, пускатель электрического двигателя, манометр, динамометр-люфтомер К402	Ветошь, гидравлическая жидкость

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков в процессе производственной деятельности включает в себя обнаружение, выявление и распознавание опасных и вредных производственных факторов (далее – ОиВПФ) и установления их временных, количественных и других характеристик, которые необходимы и достаточны для формирования комплекса предупреждающих мероприятий, которые обеспечат безопасность труда.

В таблице 6 приведена идентификация профессиональных рисков при использовании стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления [17].

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование производственно-технологической и/или эксплуатационно-технологической операции	Наименование ОиВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения ОиВПФ
1	2	3
1 Установка гидроусилителя на стенд	Физические ОиВПФ: – заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности гидроусилителя; – недостаточная освещенность рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления, гидравлический усилитель рулевого управления, рожковые ключи
2 Сборка системы гидроусилителя	Физические ОиВПФ: – заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности гидроусилителя; – недостаточная освещенность рабочей зоны. Психофизиологические ОиВПФ: перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Гидравлический усилитель рулевого управления, рожковые ключи
3 Включение подачи рабочей жидкости	Физические ОиВПФ: повышенное значение напряжения в	Пускатель электрического двигателя

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	– электрической цепи. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	
4 Контроль момента на валу ведущей шестерни	Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Динамометр-люфтомер К402
5 Проверка выходного клапана управления гидроусилителем	– перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления
6 Проверка давления в нагнетательной магистрали	Физические ОиВПФ: – повышенное барометрическое давление в рабочей зоне. Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	Манометр, динамометр-люфтомер К402 Гидравлический усилитель рулевого управления, манометр, динамометр-люфтомер К402
7 Проверка герметичности	Психофизиологические ОиВПФ: – перенапряжение зрительных анализаторов; – монотонность труда	
8 Проверка свободного хода		

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

В таблице 7 приведены методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ.

Таблица 7 – Методы и средства снижения воздействия опасных и ВПФ

ОиВПФ	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения ОиВПФ	Используемые СИЗ для работников
1	2	3
Подвижные части производственного оборудования. Заусенцы, сколы и шероховатость на поверхности гидроусилителя	Рациональная планировка участка и расстановка технологического оборудования, инструктажи (первичный, вводный), предупреждающие таблички, знаки, применение сертифицированного оборудования и инструментов	Специальная защитная одежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, нарукавники, перчатки, ботинки с металлическим носком)
Недостаточная освещенность рабочей зоны	К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: – источники света; – осветительные приборы; световые проемы	–
Повышенное значение напряжения в электрической цепи	Применение устройств автоматического контроля и сигнализации, защитного заземления и зануления, устройств автоматического отключения	–
Умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных анализаторов; монотонность труда	Внедрение оптимальных режимов труда и отдыха. Определить дополнительное короткое время для отдыха в удобное для работника или бригады время. Продолжительность и периодичность определить исходя из условий труда: монотонная работа – короткие перерывы - от 2 до 5 мин через час или полчаса работы. Соблюдение эстетичности производства	–

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности

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

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

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

Выбор лица, несущего ответственность за соблюдение пожарной безопасности.

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

Мероприятия противопожарной безопасности направлены на достижение целей:

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

В таблице 8 приведена идентификация классов и опасных факторов пожара.

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Применяемое оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
Агрегатное отделение	Технологическое оборудование применяемое в агрегатном отделении: стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления, стенд для разборки и сборки головок цилиндров, стенд для разборки передних и задних мостов, стенд для разборки, сборки и регулировки сцепления дизельных автомобилей, стенд для разборки и сборки карданных валов и рулевых управлений, стенд-кантователь для разборки редукторов задних мостов, пресс гидравлический 10 тонн и т. д.	А	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок

4.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению ПБ агрегатного отделения

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

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

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

К подручным средствам тушения пожара относятся:

- совковые, штыковые лопаты, при помощи которых можно закидать пожар песком, землей, мелкой галькой;
- топоры, ломы, багры. Данный инвентарь, используемый в хозяйстве, включая ведра, входит в комплектацию пожарного щита;
- одеяла, пледы, плащи, накидки от дождя, куртки из плотных натуральных тканей, которыми можно, накинув на очаг пожара, и его потушить, в т.ч. горящую одежду на человеке.

4.6 Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

В таблице 9 приведены организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ.

Таблица 9 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ

Наименование технологического процесса	Реализуемые организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара и обеспечению ПБ	Предъявляемые требования по обеспечению ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Проверка гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ	Наличие свидетельства по ПБ на используемое оборудование, инструмент	Приобретение оборудования имеющего сертификаты качества и соответствия
	Обучение по мерам ПБ (противопожарный инструктаж, пожарно-технический минимум)	Своевременное и регулярное проведение различных видов инструктажей под роспись
	Выполнение регулярных и качественных	Осуществление профилактики оборудования в соответствии с

Продолжение таблицы 9

1	2	3
	<p>планово-предупредительных и ремонтных работ, модернизация и оптимизация оборудования</p>	<p>заблаговременно разработанным графиком. Определение приказом ответственного за своевременное проведение профилактических работ</p>
	<p>Наличие предусмотренных законодательством РФ табличек безопасности знаков, информационных</p>	<p>Знаки и информационные таблички безопасности, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ</p>
	<p>Размещение технологического оборудования не создающее препятствий для эвакуации персонала и использованию средств пожаротушения</p>	<p>Должно быть обеспечено беспрепятственное движение персонала к эвакуационным выходам и средствам пожаротушения</p>
	<p>Своевременное обновление средств пожаротушения</p>	<p>Средства пожаротушения всегда должны находиться в исправном состоянии. Не допускается использование средств пожаротушения с истекшим сроком действия</p>
	<p>Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с государственным стандартом ГОСТ Р 12.2.143–2009</p>	<p>Наличие действующего плана эвакуации, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах. Следует учитывать и требования к расстоянию между схемами: оно не должно составлять больше 60 метров</p>
	<p>Изготовление и размещение средств наглядной агитации по обеспечению ПБ</p>	<p>Наличие средств наглядной агитации по обеспечению ПБ</p>

4.7 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

В таблице 10 приведена идентификация экологических факторов технологического процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ.

Таблица 10 – Идентификация экологических факторов технологического процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

Технический объект, процесс	Структурные составляющие технического объекта, процесса	Антропогенное воздействие технического объекта на:		
		атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4	5
Проверка гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ	Стенд для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления, ключи, приспособления, производственный персонал	Пыль, испарения	Не обнаружено	Изношенная спецодежда, ТБО, упаковки запчастей, электроды, лом черных и цветных металлов

В таблице 11 приведены разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

Таблица 11 – Разработанные мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия процесса проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

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

Заключение по главе «Безопасность и экологичность стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления».

В данном разделе ВКР представлен технологический паспорт стенда для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления, в котором отражено следующее:

- технологические операции, определены должности работников согласно Приказу Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст, перечень производственно-технологического оборудования, конструкционных расходных материалов и веществ (таблица 5);

- идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков по технологическому процессу проверки гидравлического усилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ (таблица 6);

- подбор СИЗ для работников (таблица 7);

- мероприятия по обеспечению ПБ в агрегатном отделении, идентификация класса пожара и опасных факторов пожара, разработка средств, методов и мер обеспечения ПБ (таблица 8, 9);

- экологические факторы и мероприятия по обеспечению экологической безопасности при работе на стенде для испытания агрегатов гидравлического усилителя рулевого управления (таблица 10, 11).

5 Расчет эффективности спроектированной конструкции

5.1 Определение себестоимости изготовления

Для того чтобы определить затраты на покупку сырья и материалов, необходимых для изготовления конструкции воспользуемся формулой (24) [19]

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (24)$$

С целью упорядочения затрат на покупку сырья и материалов сводим данные в таблицу 12.

Таблица 12 – Затраты на покупку сырья и материалов

Материал (сырье)	Единица измерения	Необходимое кол-во материала	Цена, рублей	Сумма, рублей
Швеллер №8	м	9,5	695	6602,5
Уголок №4 (3 мм)	м	8,5	85	722,5
Горячекатаный лист (4 мм)	м ²	2,5	1630	4075
Эмаль	л	1	400	400
Грунт	л	1	350	350
Разное:	-	-	-	1250
ИТОГО:				13400
Расходы на транспортировку и заготовку:				600
ВСЕГО:				14000

Для того чтобы определить затраты на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (25)

$$P_{И} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (25)$$

С целью упорядочения затрат на покупные изделия сводим данные в таблицу 13.

Таблица 13 – Затраты на покупные изделия

Наименование покупного изделия	Кол-во, шт.	Цена за ед., рублей	Сумма, рублей
1	2	3	4
Пульт управления	1	350	350
Электрический двигатель	1	5400	5400
Насос	1	1650	1650
Гидроцилиндр	1	1850	1850
Манометр	3	250	750
Кран (тройник)	3	105	315
Кран	1	90	90
Распределительный электрощит	1	480	480
Штуцер	12	70	840
Шкив	2	450	900
Ремень	1	250	250
Масляный бачок	1	150	150
Метизы	50	2,5	125
Разное	-	-	1000
ВСЕГО:			14150

5.2 Определение затрат на заработную плату

Расчет затрат на заработную плату выполним по формуле (26)

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (26)$$

С целью упорядочения затрат на выплату основной заработной платы сводим данные в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на выплату заработных плат

Тип выполняемой операции	Необходимый квалификационный разряд работника	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, рублей/час	Заработная плата, рублей
Заготовительная	3	8	45,25	362
Токарная	5	10	65,75	657,5
Фрезерная	4	3	57,50	172,5
Сверлильная	4	2	57,50	115
Сборочная	5	3	65,75	197,25
Окрасочная	3	1	45,25	45,25
Испытательная	4	1	57,50	57,50
Итого:				1607
Выплата премии:				243
Заработная плата (основная):				1850

Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы выполним по формуле (27) [19]

$$З_д = З_о \cdot K_д, \quad (27)$$

где $K_д$ – коэффициент доплат до часового фонда, $K_д = 1,1$ [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (27)

$$З_д = 1850 \cdot 1,1 = 185 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на отчисления ЕСН выполним по формуле (28) [19]

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (28)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда, $K_c = 0,26$ [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (28)

$$O_c = (1850 + 185) \cdot 0,26 = 529 \text{ руб.}$$

5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования выполним по формуле (29)

$$P_{\text{cod.ob}} = З_о \cdot K_{\text{об}}, \quad (29)$$

где $K_{\text{об}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, принимаем $K_{\text{об}} = 1,04$ [19].

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (29)

$$P_{\text{cod.ob}} = 1850 \cdot 1,04 = 1924 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общепроизводственные нужды выполним по формуле (30)

$$P_{opr} = Z_O \cdot K_{opr}, \quad (30)$$

где K_{opr} – коэффициент, учитывающий общепроизводственные расходы, принимаем $K_{opr} = 1,5$.

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (30)

$$P_{opr} = 1850 \cdot 1,5 = 2775 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на работу цеха (себестоимость цеховая) выполним по формуле (31)

$$C_{ц} = M + \Pi_{II} + Z_O + Z_D + O_C + P_{cob.ob} + P_{opr}. \quad (31)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (31)

$$C_{ц} = 14000 + 14150 + 1850 + 185 + 529 + 1924 + 2775 = 35413 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на общехозяйственных расходы выполним по формуле (32)

$$P_{oxp} = Z_O \cdot K_{oxp}, \quad (32)$$

где K_{oxp} – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, принимаем $K_{oxp} = 1,6$.

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (32)

$$P_{oxp} = 1850 \cdot 1,6 = 2960 \text{ руб.}$$

Расчет общих затрат выполним по формуле (33)

$$C_{IP} = C_{ц} + P_{oxp}. \quad (33)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (33)

$$C_{IP} = 35413 + 2960 = 38373 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на внепроизводственные нужды выполним по формуле (34)

$$P_{ВН} = C_{ПР} \cdot K_{внепр}, \quad (34)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, принимаем $K_{внепр} = 0,05$.

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (34)

$$P_{ВН} = 38373 \cdot 0,05 = 1918,65 \text{ руб.}$$

5.4 Определение общих затрат на изготовление конструкции

Расчет общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств выполним по формуле (35)

$$C_{Общ} = C_{ПР} + P_{ВН}. \quad (35)$$

Выполняем подстановку ранее вычисленных значений в формулу (35)

$$C_{ПР} = 38373 + 1918,65 = 40291,7 \text{ руб.}$$

Проведенный анализ стендов для испытания ГУР, представленных на отечественном рынке оборудования, показал среднюю стоимость стенда – 85000 руб. Что позволяет сделать вывод о том, что изготовление сконструированного стенда является экономически эффективным и целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью, в рамках выполнения ВКР была разработана конструкция стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления, а именно для испытания гидроусилителя автомобиля КамАЗ.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

Во-первых, выполнен сравнительный анализ представленных на рынке аналогов стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления. В ходе проведения анализа были определены основные недостатки существующих конструкций – низкая технологичность, сложность конструкций стендов, высокая энергоёмкость.

Во-вторых, разработаны техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию, проведены конструкторские расчеты элементов конструкции.

В-третьих, рассмотрено устройство гидравлического усилителя автомобиля КамАЗ и составлен технологический процесс его испытания.

В-четвертых, рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытания гидроусилителя рулевого управления.

В-пятых, проведен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции, позволяющий сделать вывод о том, что изготовление сконструированного стенда является экономически эффективным и целесообразным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с.

2 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

3 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во"] / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

4 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А.,Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - . - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

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

6 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

7 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с.

8 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей / Всесоюз. объединение "Союзсельхозтехника" Совета

Министров СССР. Гос. всесоюз. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка "ГосНИТИ". - Москва : [б. и.], 1975. - 118 с.

9 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

10 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

11 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

12 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

13 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

14 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с.

15 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

16 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петербур. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

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

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

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

20 Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова – Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Спецификация

Перв. измен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
	A4				19.БР.ПЭА.292.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	56 стр.
	A1				19.БР.ПЭА.292.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж	2	
Станд. №						<u>Сборочные единицы</u>		
			1		19.БР.ПЭА.292.61.01.000	Рама	1	
			2		19.БР.ПЭА.292.61.02.000	Кожух	1	
			3		19.БР.ПЭА.292.61.03.000	Плита электродвигателя	1	
			4		19.БР.ПЭА.292.61.04.000	Шкив	1	
			5		19.БР.ПЭА.292.61.05.000	Кронштейн	1	
			6		19.БР.ПЭА.292.61.06.000	Втулка крепления электродвигателя	1	
			7		19.БР.ПЭА.292.61.07.000	Винт установочный	1	
			8		19.БР.ПЭА.292.61.08.000	Боковина кожуха	1	
			9		19.БР.ПЭА.292.61.09.000	Масляный бак	1	
Подп. и дата						<u>Детали</u>		
			10		19.БР.ПЭА.292.61.00.010	Мерный бачок	1	
			11		19.БР.ПЭА.292.61.00.011	Трубопровод	1	
			12		19.БР.ПЭА.292.61.00.012	Соединительный шланг	3	
			13		19.БР.ПЭА.292.61.00.013	Трубопровод высокого давления	2	
			14		19.БР.ПЭА.292.61.00.014	Трубопровод низкого давления	1	
Взам. инв. №						<u>Стандартные изделия</u>		
Подп. и дата			15			Болт М16х40 ГОСТ 7798-70	4	
					19.БР.ПЭА.292.61.00.000			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Шведов Г.С.			Лит.	Лист	Листов
	Пров.		Кравцова Е.А.			1	1	2
	Н.контр.		Егоров А.Г.			ТГУ, ИМ, гр. ЭТКБ-1501		
Утв.		Бобровский А.В.			Стенд для испытания ГУР автомобиля КАМАЗ			
					Копировал			
					Формат А4			

