



## АННОТАЦИЯ

Тема работы посвящена разработке (модернизации) конструкции стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ. Актуальность темы связана с тем, что в настоящее время в автотранспортных предприятиях испытание агрегатов ГУР после проведения ремонтных работ проходит непосредственно на автомобиле, что неоправданно увеличивает трудоемкость этих испытаний.

Целью работы является поиск решений, способствующих снижению себестоимости и трудоемкости проведения испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести анализ параметров, используемых в настоящее время стендов;
- разработать техническое задание на основании обзора литературы, анализа преимуществ и недостатков, представленных на отечественном рынке стендов, в соответствии с которым представить техническое предложение с конструкторским расчетом основных элементов;
- рассмотреть особенности устройства гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ и разработать технологический процесс проведения испытания;
- рассмотреть вопрос обеспечения безопасности и экологичности технического объекта (стенда), предложить различные варианты снижения вероятности причинения травм на предприятии, технические средства для обеспечения пожарной и экологической безопасности;
- провести анализ целесообразности изготовления стенда, на основании себестоимости его изготовления.

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из 5 глав, которые включают в себя 50 страниц пояснительной записки, а также 10 рисунков, 7 таблиц, 25 источников литературы и 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 Обзор конструкций стендов.....	8
1.1 Стенд проверки гидроусилителя рулевого управления (модель 5005) ...	8
1.2 Стенд для ремонта и испытания гидроусилителя автомобилей.....	9
1.3 Стенд для проверки гидроусилителя рулевого управления.....	11
1.4 Стенд для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления (патент № 2290538).....	12
2 Конструкторская часть .....	14
2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого автомобиля КамАЗ.....	14
2.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого автомобиля КамАЗ.....	16
2.3 Конструкторский расчет стенда.....	18
3 Особенности устройства гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ и технологический процесс его испытания .....	27
3.1 Особенности устройства.....	27
3.2 Разработка технологического процесса проверки гидроусилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ .....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	31
4.1 Оценка профессиональных угроз здоровью.....	32
4.2 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения ПБ.....	33
4.3 Обеспечение природоохранной безопасности рассматриваемой зоны (участка, отделения) предприятия.....	37
4.4 Мероприятия по снижению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду .....	37
5 Экономическая эффективность разработанной конструкции .....	39
5.1 Себестоимость изготовления конструкции.....	39

5.2 Затраты на зарплату работников.....	40
5.3 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.....	41
5.4 Общие затраты на изготовление стенда.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время численность грузового автомобильного транспорта, осуществляющего перевозки грузов, значительно возросла. Свыше 2/3 всех грузоперевозок в народном хозяйстве осуществляется грузовым автомобильным транспортом. Основные направления социального и экономического развития РФ, включают развитие и расширение производства специализированных и грузовых автомобилей, автобусов, в основном работающих на газомоторном топливе, увеличение производства малотоннажных грузовых автомобилей (пикапов, фургонов), прицепов, полуприцепов и автомобилей, работающих на электричестве для осуществления городских перевозок [1].

Своевременное техническое обслуживание, качественный ремонт и правильная эксплуатация – факторы, гарантирующие работоспособность автомобиля в процессе эксплуатации.

Исследованию методов и средств поддержания автомобилей в исправном техническом состоянии, закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, при бережном с точки зрения экономики и экологии использовании всех ресурсов уделяется особое внимание [21].

Изменение экономической ситуации в стране привело к возникновению десятков тысяч коммерческих фирм малой формы собственности, не имеющих полноценной собственной производственно-технической базы и персонала, способного проводить качественное техническое обслуживание, что впоследствии привело к обострению проблем поддержания требуемого технического состояния эксплуатируемых автомобилей.

Государственные и международные нормы регламентируют требования к техническому состоянию автотранспортных средств. Для обеспечения выполнения этих требований в течение всего срока эксплуатации автомобиля, необходима качественная работа обслуживающего

персонала высокой квалификации, соответствующего уровню современной автомобильной техники и наличие современного оборудования, обеспечивающего механизацию производственных процессов, требующих малоквалифицированного труда, экономию топливно-энергетических ресурсов и защиту окружающей среды, а также повышающего качество технического обслуживания и ремонта автомобилей [5].

Разнообразные конструкции узлов и агрегатов автомобилей отечественного и зарубежного производства требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое в практике технического обслуживания автомобилей. В настоящий момент рынок технологического оборудования заполнен, в основной массе дорогими моделями зарубежного изготовления, а оборудование, используемое в АТП, зачастую является старым и изношенным. Таким образом, значительно увеличивается роль инженеров, которые способны сделать обоснованный выбор наиболее приемлемой модели приобретаемого технологического оборудования, умеющих спроектировать оптимальное технологическое оборудование для изготовления в условиях СТО, АТП, или АРЗ.

Одним из наиболее значимых направлений по повышению производительности труда, сокращению затрат на содержание и эксплуатацию автомобилей, является усовершенствование технологических процессов, которое происходит на основании применения современного оборудования, то есть осуществляются мероприятия по механизации и автоматизации технического обслуживания и ремонта подвижного состава на автотранспортных предприятиях.

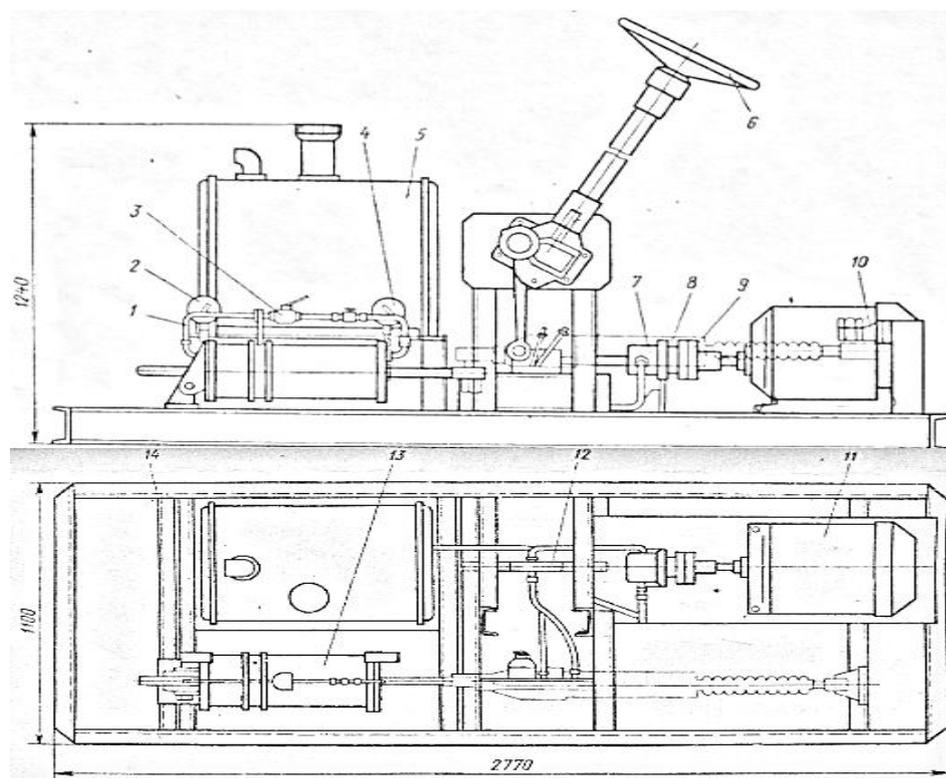
Приступая к ремонту рулевого механизма и других узлов рулевого управления автомобиля, необходимо учитывать, что восстановление деталей в этих узлах недопустимо, поэтому ремонт рулевого механизма в условиях автотранспортных предприятиях допускается только заменой вышедших из строя агрегатов.

## 1 Обзор конструкций стендов

В настоящее время в автотранспортных предприятиях для осуществления работ, связанных с испытанием гидроусилителей рулевого управления, применяются стенды с различными характеристиками и по конструктивному исполнению. В данном разделе проводится анализ нескольких конструкторских решений исполнения стендов для испытания гидроусилителей автомобилей.

### 1.1 Стенд проверки гидроусилителя рулевого управления (модель 5005)

На рисунке 1.1 представлен стенд (модель 5005) для испытания гидроусилителя рулевого управления автомобилей.



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

Рисунок 1.1 – Стенд модели 5005



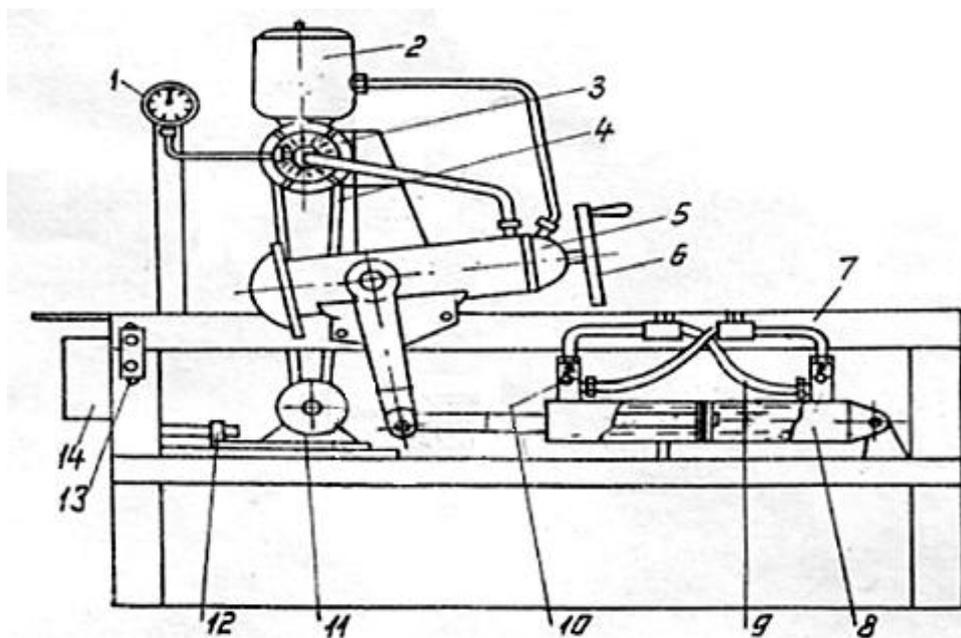
Принцип работы заключается в том, что гидроусилитель устанавливается на стенд по такому же принципу, как и на автомобиль. Один конец гидроусилителя устанавливается в кронштейн, другой – в шток цилиндра. Электродвигатель передает вращение на насос посредством ременной передачи. Основание стенда представляет собой сварную раму. В стенде используется гидроцилиндр двухстороннего действия, который применяется в качестве нагрузочного устройства. Нагрузка на штоке гидроусилителя рулевого управления меняется регулировкой крана. Цилиндр снабжен манометрами, при помощи которых производится проверка величины усилия на штоке гидроусилителя. Направление движения штока гидроусилителя меняется поворотом рулевого колеса. Рабочая жидкость поступает из бачка в лопастной насос, откуда через регулятор скорости поступает в гидроусилитель.

Технические характеристики стенда:

- мощность двигателя, кВт ..... 10;
- скорость вращения вала, об/мин ..... 1460;
- тип нагрузочного устройства .....  
..... гидроцилиндр двухстороннего действия;
- производительность насоса, л/мин ..... 36 – 53;
- рабочее давление, кг/см<sup>2</sup> ..... 100;
- габаритные размеры (ДхШхВ), мм ..... 2770×1100×1240;
- вес, кг ..... 295.

## 1.2 Стенд для ремонта и испытания гидроусилителя автомобилей

На рисунке 1.2 представлен стенд для ремонта и испытания гидроусилителя грузовых автомобилей.



- 1 – манометр; 2 – бачок; 3 – насос; 4 – ременная передача; 5 – гидроусилитель;  
 6 – маховик; 7 – станина; 8 – гидроцилиндр; 9 – шланги; 10 – золотник;  
 11 – электродвигатель; 12 – пусковая кнопка; 13 – магнитный пускатель

Рисунок 1.2 – Стенд для ремонта и испытания гидроусилителя

На станине стенда располагается испытуемый гидроусилитель. Из бачка насосом к гидроусилителю подается масло. Электродвигатель посредством ременной передачи передает вращение на насос. Создаваемое насосом давление масла, контролируется манометром, которое должно быть в диапазоне от 6,0 до 8,5 МПа. Для создания нагрузки на вал сошки гидроусилителя используется гидроцилиндр. Гидроцилиндр заполнен маслом и в него установлены два золотника, которые создают нагрузку на сошку гидравлического усилителя, которую он должен преодолеть. Привод гидроусилителя осуществляется штурвалом (маховиком) вручную.

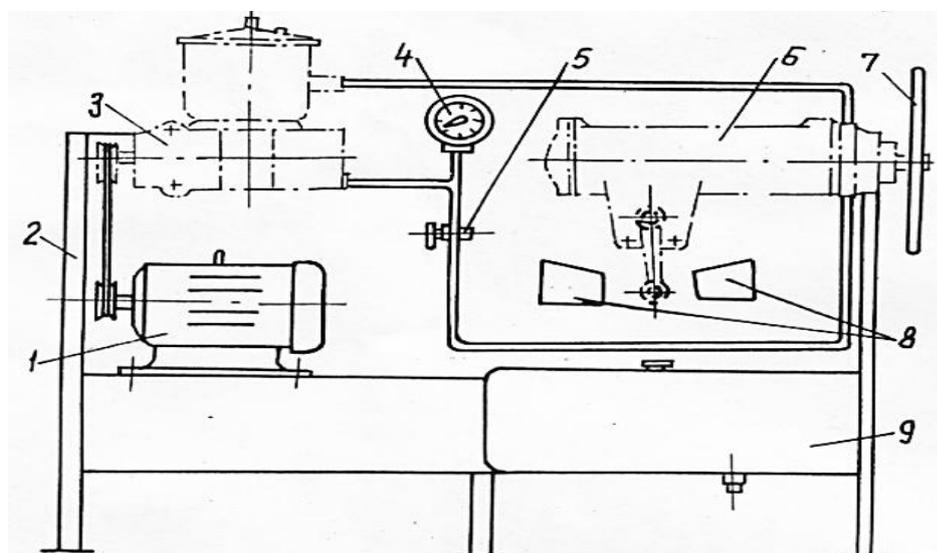
Технические характеристики стенда:

- мощность двигателя, кВт ..... 11;
- скорость вращения вала, об/мин ..... 1500;
- тип нагрузочного устройства .....
- ..... гидроцилиндр двухстороннего действия;

- производительность насоса, л/мин ..... 19 – 23;
- рабочее давление, кг/см<sup>2</sup> ..... 100;
- габаритные размеры (ДхШхВ), мм ..... 1900×1250×1110;
- вес, кг ..... 280.

### 1.3 Стенд для проверки гидроусилителя рулевого управления

На рисунке 1.3 представлен стенд для ремонта и испытания гидроусилителя грузовых автомобилей.



1 – электродвигатель; 2 – каркас стенда; 3 – насос; 4 – манометр; 5 – вентиль; 6 – рулевой механизм; 7 – рулевое колесо; 8 – резиновые упоры; 9 – бачок

Рисунок 1.3 – Стенд для проверки гидроусилителя рулевого управления

Стенд состоит из каркаса, электродвигателя, манометра, вентиля, масляного бака, двух резиновых упоров. Рулевой механизм закрепляют на каркас стенда. При запуске электродвигателя, закрытом вентиле, повороте колеса вправо или влево насос должен создавать давление, превышающее 6 МПа, которое контролируется по показаниям манометра.

После этого осуществляется визуальный контроль гидроусилителя рулевого управления на подтекание жидкости.

Технические характеристики стенда:

- мощность двигателя, кВт ..... 11;
- скорость вращения вала, об/мин ..... 3000;
- тип нагрузочного устройства .....  
..... гидроцилиндр двухстороннего действия;
- производительность насоса, л/мин ..... 19 – 23;
- рабочее давление, кг/см<sup>2</sup> ..... 100;
- габаритные размеры (ДхШхВ), мм ..... 1900×1000×1400;
- вес, кг ..... 120.

1.4 Стенд для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления (патент № 2290538)

Общая схема стенда представлена на рисунке 1.4. Стенд содержит:

- приводной вал, который связан ременной передачей с валом испытываемого насоса;
- гидравлическую систему, имеющую бачок с жидкостью;
- всасывающую линию, вход которой подключен к масляному бачку, а выход предназначен для подключения к входному отверстию насоса;
- напорную линию;
- сливную линию для возврата рабочей жидкости;
- средства для установки гидроусилителя рулевого управления и центрифуги на стенд;
- средства для определения производительности испытываемого насоса.

Согласно патенту гидравлическая система снабжена регулируемым дросселем для регулирования давления рабочей жидкости в напорной линии, а средства для определения производительности испытываемого насоса включают в себя датчик оборотов вала испытываемого насоса, счётчик импульсов, снабженный индикатором и выключателем, счётчик жидкости,

снабженный соответствующим органом включения/выключения, а переключающая рукоятка связана с органами включения счетчика импульсов и счетчика жидкости для обеспечения одновременного включения этих счетчиков с подачей рабочей жидкости из второго выхода двухходового крана на вход счетчика.

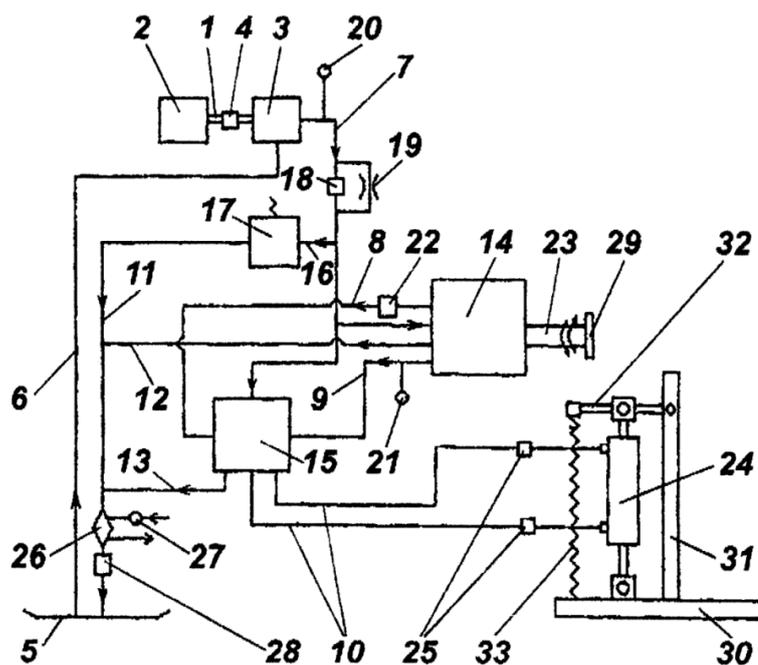


Рисунок 1.4 – Стенд для испытания агрегатов ГУР

Подводя итоги анализа, представленных на отечественном рынке стендов, выявлены основные недостатки – низкая технологичность, сложность конструкции, высокая энергоёмкость.

## 2 Конструкторская часть

Стенд для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ незаменим при выполнении ремонтных и диагностических работ. Он найдёт себе применение на специализированных станциях и сервисных центрах, где выполняется ремонт и техническое обслуживание автомобилей. Стенд может быть реализован на предприятия малого и среднего бизнеса внутреннего рынка, а также на экспорт в страны (при выполнении условий патентной чистоты).

Проведя мониторинг аналогичных по назначению стендов, ставим перед собой цель провести оптимизацию конструкции стенда. Учитывая отзывы и предложения работников сервисных служб, выполняющих сборочные, ремонтные и обслуживающие операции, в части улучшения работы. Необходимо обратить внимание на эргономику стенда.

### 2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого автомобиля КамАЗ

Задание на разработку выпускной квалификационной работы выдано кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета. Техническое задание уточнения не требует.

Алгоритм предоставления технического предложения:

- проработка конструкторских решений по созданию (модернизации) стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ;
- создание конструкторской документации;
- провести подбор основных элементов конструкции стенда на основании конструкторских расчетов;
- разработка методики испытания на стенде.

При разработке технического предложения необходимо использовать следующие источники информации:

1. «Испытания автомобилей», Балабин И.В., Куров Б.А., Лаптев С.А., 1988г.;
2. «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования», Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С. Для студентов высших учебных заведений, 2011г.;
3. Журнал «Автомобильный транспорт» 1999-2002 гг.;
4. «Справочник по сопротивлению материалов» Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., 1988г.;
5. «Детали машин и основы конструирования», Ханов А.М., 2010г.;
6. «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», Светлов М.В., 2012г.;
7. «Ремонт машин, Технология, Оборудование, Организация», Иванов В.П., 2006г.;
8. «Справочник конструктора, Проектирование машин и их деталей», том 2, Фещенко В.Н., 2016г.

Стенд должен обеспечивать возможность жесткого крепления рулевого механизма, исключая влияние податливости крепления на результаты испытаний и приложения 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 гидроусилителя рулевого управления, предъявляются следующие общие требования:

- конструкция стенда должна быть по возможности дешева, прочна, безопасна, удобна, универсальна, технологична и проста в изготовлении;
- использовать прокат сортовой в форме профильных прямоугольных труб, так как это является самым конструктивно оптимальным решением, с наиболее выгодными прочностными и геометрическими характеристиками (в поперечном сечении из-за симметричного распределения материалов по всему профильному периметру);

– по возможности использовать разъёмные соединения. Использовать сварные соединения элементов только в крайних случаях, где невозможно обеспечить жесткость конструкции без усложнения конструкции;

– для ремонтпригодности, а также низкой стоимости обслуживания стенда необходимо использовать стандартные крепёжные изделия (болты, гайки, шайбы и т.п.), изготовленные в соответствии с ГОСТом;

– для облегчения работы оператора, для обеспечения безопасности, сохраняя работоспособность длительное время необходимо использовать знание вопросов эргономики и эстетики.

Специальные требования определяем в соответствии с ГОСТ Р 52453-2005 «Механизмы рулевые с гидравлическим усилителем и рулевые гидроусилители. Технические требования и методы испытаний».

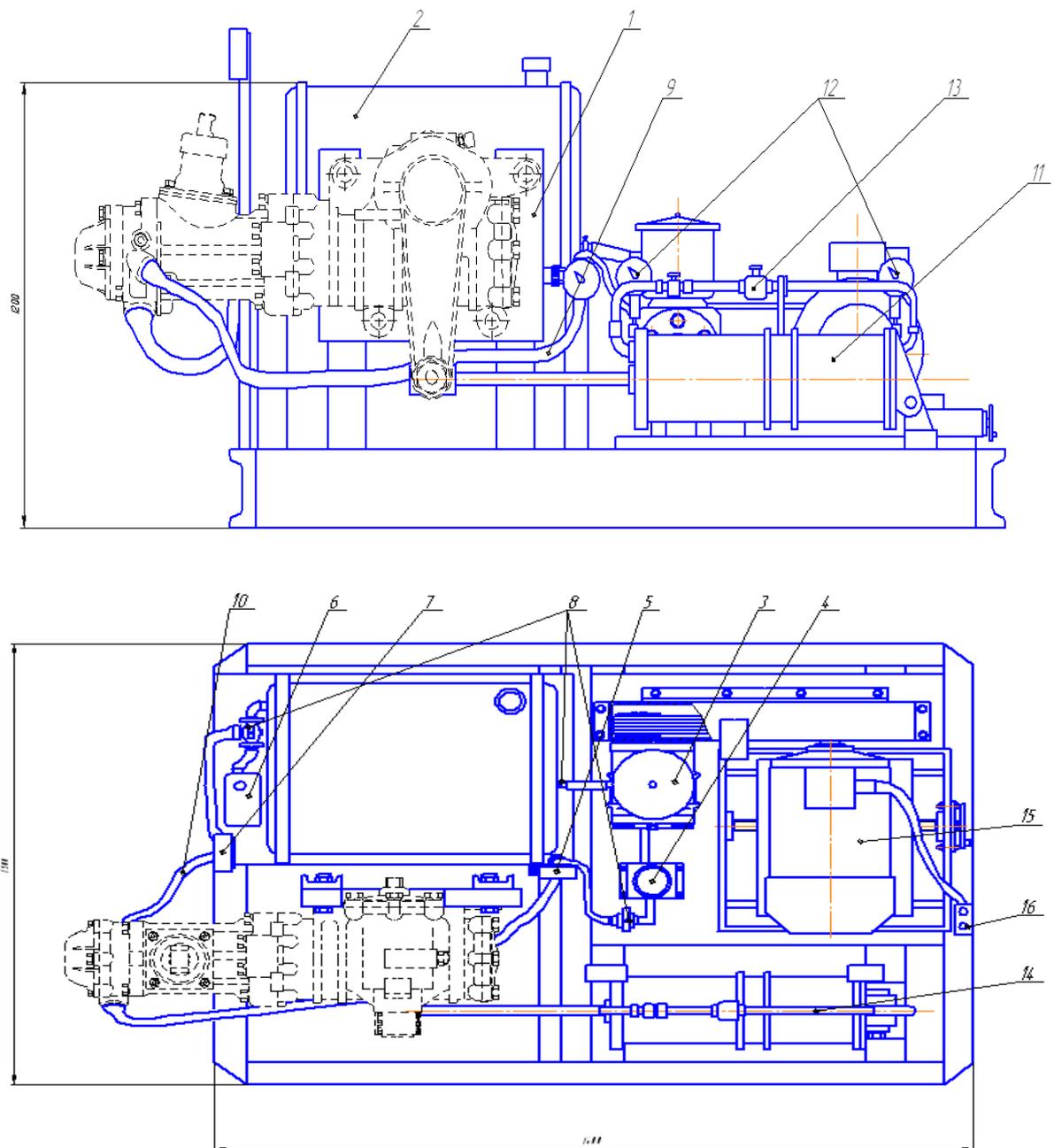
Рекомендуемые характеристики стенда:

- тип стенда ..... стационарный;
- мощность электродвигателя, кВт ..... от 5,5 , но не более 10;
- скорость вращения вала, об/мин ..... не более 1500;
- тип нагрузочного устройства .....  
..... гидроцилиндр двухстороннего действия;
- производительность насоса, л/мин ..... не менее 9;
- рабочее давление, кг/см<sup>2</sup> ..... не менее 100;
- габаритные размеры (ДхШхВ), мм ..... 1400×1100×1200;
- вес, кг ..... 150.

## 2.2 Техническое предложение на разработку стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого автомобиля КамАЗ

Стенд предназначен для проверки гидроусилителей рулевого управления автомобилей КамАЗ. Общий вид стенда представлен на рисунке 2.1. Разработанный стенд состоит из системы нагружения гидроусилителя, установочного кронштейна, электрооборудования, гидросистемы, основания.





- 1 – установочный кронштейн; 2 – масляный бачок; 3 – насос; 4 – фильтр;  
 5, 7 – манометр; 6 – мерный бачок; 8, 13 – кран; 9 – шланг высокого давления;  
 10 – шланг низкого давления; 11 – гидроцилиндр; 12 – манометр регулируемый;  
 14 – шланг; 15 – электродвигатель; 16 – магнитный пускатель

Рисунок 2.1 – Стенд для испытания гидросилителей автомобилей КамАЗ

В гидросистему стенда входит расходный бак с сетчатым фильтром, шестеренный насос с бачком, масляный фильтр тонкой очистки, манометр с

регулятором давления, измерительный бачок, манометр, три крана различного исполнения, трубопроводы высокого и низкого давления.

Система нагружения состоит из гидроцилиндра 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. Электрооборудование включает электродвигатель и магнитный пускатель.

### 2.3 Конструкторский расчет стенда

Для того чтобы провести модернизацию стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления необходимо произвести выбор электродвигателя, произвести расчёт вала, подшипников и провести расчёт клиноременной передачи.

Выбор двигателя из каталога производится по мощности на входном валу, которая определяется по формуле

$$P_{номп} = \frac{P_{вых}}{\eta}, \quad (2.1)$$

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

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

Подставляем значения в формулу (2.1) и получаем

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

С учетом мощности выбираем электродвигатель. В соответствии с ГОСТ 19523-81 «Двигатели асинхронные серии 4А трехфазные с

короткозамкнутым ротором» и заданной частотой вращения принимаем двигатель закрытого типа, типоразмера 132М4УЗ, мощностью 11 кВт, с синхронной частотой –  $1500 \text{ мин}^{-1}$  и отношением минимального вращающегося момента к номинальному равным 1,6 (рисунок 2.2).

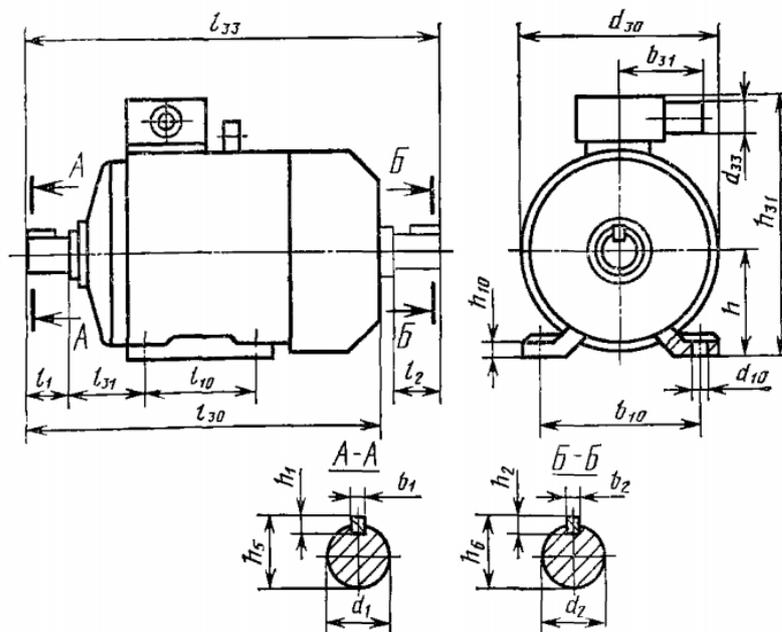


Рисунок 2.2 – Эскиз электродвигателя типоразмера 4A132М4УЗ

Расчет мощности на элементах привода (шкивах).

Для определения мощности на шкивах воспользуемся формулами

$$P_{\text{шк.1}} = P_{\text{эд.}}, \quad (2.2)$$

$$P_{\text{шк.2}} = P_{\text{эд.}} \cdot \eta. \quad (2.3)$$

Подставляем значения в формулы (2.2, 2.3) и получаем

$$P_{\text{шк.1}} = 11,0 \text{ кВт},$$

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

Для определения частоты вращения на элементах привода первым этапом определяем передаточное число ременной передачи по формуле

$$U = \frac{n_{шк1}}{n_{шк2}}, \quad (2.4)$$

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

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

Подставляем значения в формулу (2.4) и получаем

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

После того как нам стало известно передаточное число ременной передачи определяем угловую скорость вращения электродвигателя по формуле (2.5), а угловую скорость вращения шкива по формуле (2.6).

$$\omega_{эд} = \frac{\pi \cdot n_{эд}}{30}, \quad (2.5)$$

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

$$\omega_1 = \frac{\omega_{эд}}{U}, \quad (2.6)$$

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

Определяем вращающий момент по формулам

$$T_{эд} = \frac{P_{эл}}{\omega_{эл}}, \quad (2.7)$$

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

$$T_i = T_{\text{эо}} \cdot U \cdot \eta, \quad (2.8)$$

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

Для проведения расчета клиноременной передачи по номограмме (рисунок 2.3) принимаем сечение клинового ремня.

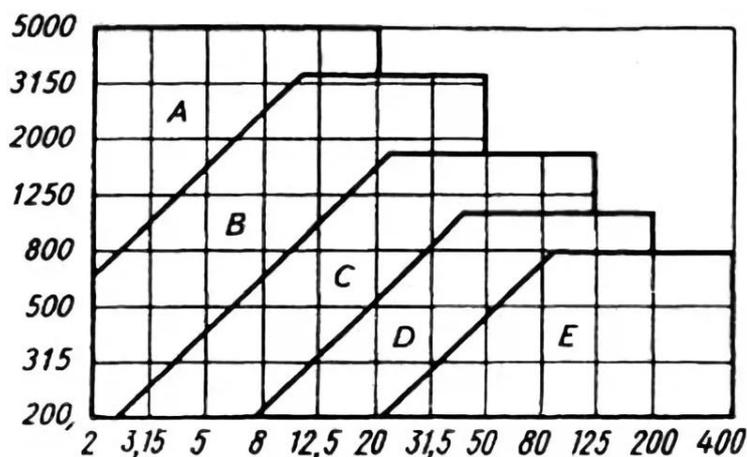


Рисунок 2.3 – Номограмма для выбора сечения клинового ремня

Согласно ГОСТ 1284.1–89 «Ремни приводные клиновые нормальных сечений» с учетом того, что диаметр шкива сечения «В» не должно быть менее 90 мм, принимаем  $d_1 = 100$  мм.

Определим диаметр шкива по формуле

$$d_2 = U \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon), \quad (2.9)$$

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

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

Определим межосевое расстояние по формулам (2.10, 2.11)

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (2.10)$$

где  $T_0$  – высота сечения ремня, в соответствии с ГОСТ 12841–89  $T_0 = 8$  мм.

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

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (2.11)$$

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

Определим расчетную длину ремня по формуле

$$L = 2 \cdot a_{\max} + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) \cdot \left( \frac{d_2 - d_1}{4 \cdot a_p} \right), \quad (2.12)$$

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

Ближайшее стандартное значение ремня составляет  $L = 900$  мм.

Определим угол обхвата меньшего шкива по формуле

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a_p}, \quad (2.13)$$

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

Определим число ремней в передаче по формуле

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (2.14)$$

где  $C_p$  – коэффициент, учитывающий режима работы, принимаем  $C_p = 1,0$ ;

$C_L$  – коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, для ремня сечения В при длине  $L = 900$  мм коэффициент  $C_L = 0,98$ ;

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

$C_z$  – коэффициент, учитывающий число ремней в передаче, предполагаем, что число ремней в передаче будет от 4 до 6, следовательно, примем коэффициент  $C_z = 1$ .

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

Число ремней в передаче принимаем  $z = 7$ .

Определим натяжение ветви клинового ремня по формуле

$$F_0 = \left( \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_l}{z \cdot \mathcal{G} \cdot C_\alpha} \right) + \theta \cdot \mathcal{G}^2, \quad (2.15)$$

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

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

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

Определим давление на валы по формуле

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (2.16)$$

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

Определим ширину шкива по формуле

$$B_u = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f, \quad (2.17)$$

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

Следующим этапом подбора оборудования является выбор гидроцилиндра для этого необходимо вычислить усилие штока, развиваемое гидроцилиндром по формуле

$$F_{um} = S \cdot \rho, \quad (2.18)$$

где  $S$  – площадь поршня, определяется по формуле (2.19);

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

Площадь поршня вычисляется по формуле

$$S = \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{4}. \quad (2.19)$$

Подставляя формулу (2.19) в формулу (2.18) выводим формулу для определения требуемого диаметра поршня.

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{um} \cdot \rho}{\pi}}, \quad (2.20)$$

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

Ближайший диаметр поршня из стандартного ряда равен 250 мм. Применим гидроцилиндр с диаметром поршня 250 мм.

Проводим расчет площади поперечного сечения штока по формуле

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (2.21)$$

где  $d$  – требуемый диаметр штока, в соответствии с ГОСТ гидроцилиндр с диаметром поршня 250 мм соответствует диаметр штока  $d = 0,12$  м .

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



Проводим расчет нагрузки на шток. Так как нагрузка  $Q$  на шток равна усилию, действующему на поршень, то

$$Q = F_{ум} = \frac{\pi \cdot d_{пор}^2}{4 \cdot \rho}, \quad (2.22)$$

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

Проводим расчет штока на сжатие. Шток испытывает нагрузку сжатия от сил давления, действующих на поршень (рисунок 2.4).

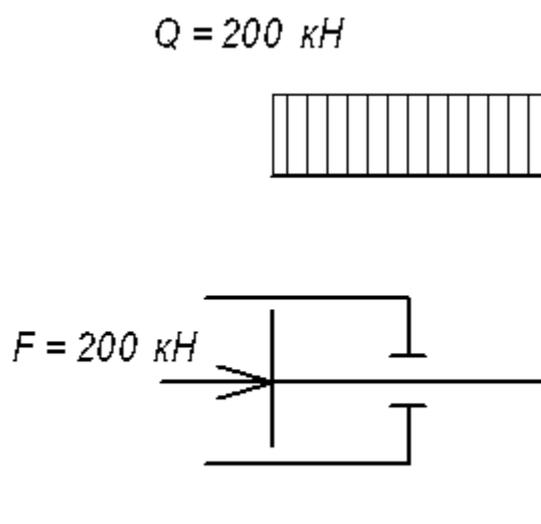


Рисунок 2.4 – Схема и эпюра сжатия штока

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

Напряжение сжатие определяется по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{F}, \quad (2.23)$$

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

Подбор гидроцилиндра осуществлен правильно, так как выполняется условие  $\bar{\sigma}_{с.ж} \geq \sigma_{с.ж}$ .

Заключительным этапом расчетов является расчет сварного шва более нагруженного узла. В нашем случае это крепление серьги с корпусом гидроцилиндра. Проводим расчет сварного шва из условия прочности на разрыв. Действующая нагрузка будет действовать только в вертикальной плоскости, которая возникает от усилия, передаваемого штоком  $P = F_{шт} = 204 \text{ кН}$ .

Расчет прочности стыковых соединений, нагруженных силой  $P$ , выполняется по формуле

$$\tau = \frac{P}{S} \leq \bar{\tau}, \quad (2.24)$$

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

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

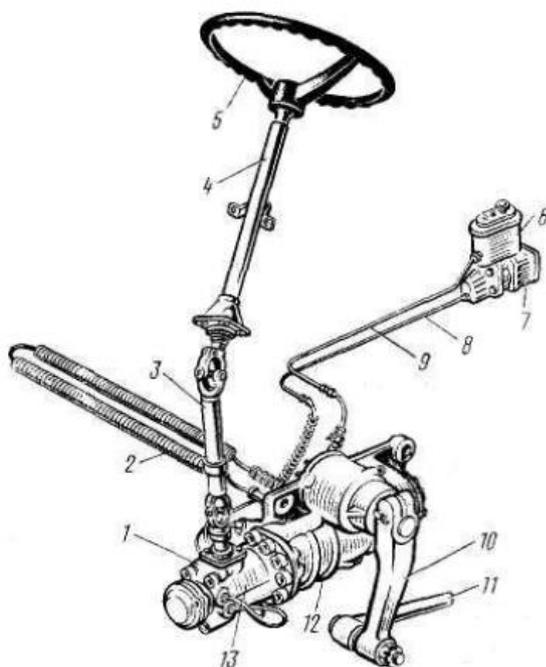
Условие прочности  $\bar{\tau} = 56 \geq \tau$  выполняется.

### 3 Особенности устройства гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ и технологический процесс его испытания

#### 3.1 Особенности устройства

Основным предназначением гидроусилителя рулевого управления является уменьшение усилия, необходимого для поворота передних колес. Также ГУР смягчает вибрации, удары, передающиеся от неровностей дороги, повышает безопасность движения, позволяя сохранить контроль за направлением движения автомобиля в случае разрыва шины переднего колеса.

На рисунке 3.1 представлено общее устройство ГУР автомобиля КамАЗ.



1 – клапан гидроусилителя; 2 – радиатор; 3 – вал карданный; 4 – рулевая колонка; 5 – руль,  
6 – бачок; 7 – насос; 8 – шланги высокого давления; 9 – шланги низкого давления;  
10 – сошка; 11 – продольная тяга; 12 – гидроусилитель с рулевым; 13 – угловой редуктор

Рисунок 3.1 – Рулевое управление автомобиля КамАЗ

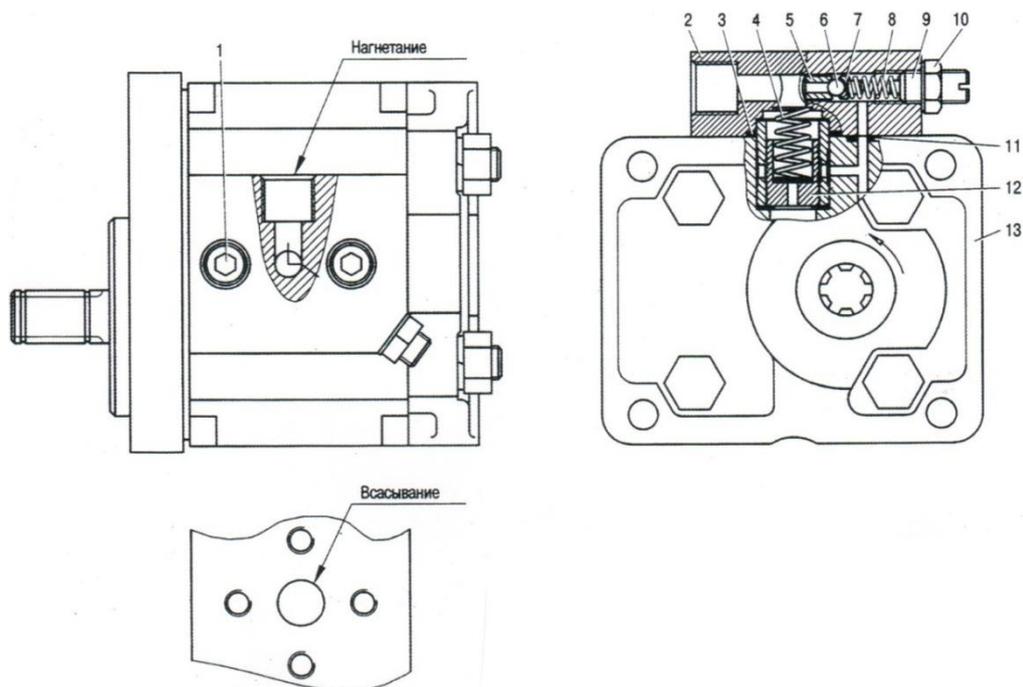
Рулевое управление состоит из:

- регулируемой рулевой колонки с рулевым колесом;
- карданного вала;
- рулевого механизма с гидроусилителем;
- насоса гидроусилителя рулевого управления (ГУР);
- бачка с рабочей жидкости;
- привода рулевого управления.

Конструкция рулевой колонки позволяет изменять положение рулевого колеса по вылету и углу наклона. Рулевой механизм интегрального типа крепится на кронштейне, на левом лонжероне рамы и представляет собой двухступенчатый механический редуктор с передачей винт-шариковая гайка-поршень-сектор, со встроенным силовым цилиндром и распределителем. Картер является одновременно силовым цилиндром, в котором перемещается гайка-поршень. Гайка-поршень имеет внутреннюю винтовую канавку и через находящиеся в ней шарики взаимодействует с винтом. Входной и выходной концы винтовой канавки на гайке-поршне замыкаются желобом, заполненным такими же шариками. На гайке-поршне нарезаны зубья, находящиеся в зацеплении с тремя зубьями вала-сектора. Вал установлен на роликовых подшипниках, наружные обоймы которых снабжены эксцентриситетом для регулировки зубчатого зацепления.

Регулировка без зазорного зубчатого зацепление происходит при одновременном повороте наружных обойм роликовых подшипников вала сошки. Узел механизма, состоящий из винта, комплекта шариков и гайки-поршня, разукomплектованию не подлежит. Распределитель роторного типа с центрирующим элементом торсионом управляет потоком жидкости. Рулевой механизм включает в себя регулируемые концевые выключатели, состоящие из ограничительного винта, клапана и его пружины, клапана ограничения давления и шарикового перепускного клапана, обеспечивающего при неработающем насосе гидроусилителя перетекание рабочей жидкости из одной полости картера в другую, минуя бачок и насос. Концевые

выключатели отрегулированы на углы поворота сошки против часовой стрелки ( $28^\circ$ ) и по часовой стрелке ( $35^\circ$ ), если смотреть со стороны сошки, и должны срабатывать (сбрасывать максимальное давление в нагнетательной магистрали) за 1 – 3 мм до упора болтов ограничения поворота колес в переднюю балку. На торце входного вала есть метка «Д» среднего положения механизма, которая должна находиться вверху и совпадать по направлению со стрелкой на сливной бобышке корпуса распределителя. При установке сошки на рулевой механизм метки на торце сошки и выходном механизме должны совпадать.



1 – болт, 2 – корпус клапанной коробки; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – пружина клапана подачи; 5 – седло; 6 – шарик; 7 – направляющая пружины; 8 – пружина седла; 9 – винт регулировочный; 10 – контргайка; 11 – уплотнительное кольцо; 12 – золотник клапана подачи; 13 – насос

Рисунок 3.2 – Насос гидроусилителя рулевого управления

Насос гидроусилителя руля (рисунок 3.2) шестеренчатый, установлен с правой стороны двигателя через проставку, в которой находится шестерня со шлицевым отверстием под входной вал насоса. Насос снабжен двумя

клапанами: ограничения максимального давления 5 и ограничения подачи 12. Клапан ограничения давления защищает насос от перегрузок. При достижении максимального давления клапан открывается, и линия нагнетания сообщается с линией всасывания. Клапан ограничения подачи ограничивает подачу рабочей жидкости в систему при увеличении частоты вращения входного вала насоса.

### 3.2 Разработка технологического процесса проверки гидроусилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ

В связи с ограниченностью объема пояснительной записки технологический процесс проверки гидроусилителя рулевого механизма автомобиля КамАЗ-5410 представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы. Общая трудоёмкость 56,5 чел. – мин. Исполнитель – слесарь 4-го разряда.

#### 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Перед использованием оборудования (устройства, установки и т.д.) производитель обязан в полном объеме предоставить потребителю информацию о необходимости соблюдения правил безопасности для предотвращения чрезвычайных (нештатных) ситуаций. Часть мер безопасности указаны в руководстве по эксплуатации, однако необходимо разработать паспорт безопасности объекта, в нашем случае это стенд для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления автомобилей КамАЗ.

В документе должны отражаться основные характеристики технологического процесса, перечислены технологические операции, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, необходимо для работы на данном стенде. Должны быть определены опасные и вредные производственные факторы, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в агрегатном отделении, а также проработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

Создается и утверждается паспорт безопасности опасного объекта по нормам, установленным Российским законодательством, а также Приказом МЧС Российской Федерации. Основные документы, регулирующие разработку и предоставление документа, были утверждены более десятилетия назад, но содержащиеся рекомендации актуальны и сегодня.

Необходимо разрабатывать паспорт безопасности по следующим причинам:

- оценка последствий в случае аварийной ситуации или чрезвычайных ситуациях;
- расчет рисков для персонала, оборудования, производства и населения;
- установление плана дальнейших действий для восстановления после происшествия;

– анализ подготовленности персонала на случай аварии, готовность персонала материальной базы к устранению последствий;

– составление плана действий для увеличения уровня защиты, а также проведение подробного инструктажа среди работников.

В документе фиксируются все вышеуказанные факторы с указанием уровня подготовленности, безопасности и степени риска. После заполнения один экземпляр остается на предприятии, а другой отправляется в местное самоуправление, которому поручено контролировать данный объект. Некоторые моменты могут вноситься в паспорт дополнительно. Замена документа производится раз в 5 лет, а также в случае смены деятельности, реорганизации [17].

Существуют специальные организации, занимающиеся подготовкой, разработкой и согласованием бумаг. К выбору подрядчика стоит подходить с особой ответственностью, чтобы проверка была наиболее полной и достоверной.

#### 4.1 Оценка профессиональных угроз здоровью

Профессиональная угроза здоровью – риск причинения вреда здоровью вследствие влияния вредных и (либо) опасных производственных условий при выполнении производственных работ работником [18].

Таблица 4.1 – Перечень основных профессиональных угроз здоровью

Наименование фактора	Источник возникновения
1	2
Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	При проведении работ по зачистке плоскостей от загрязнений, поднимаемая с пола при возникновении утечек воздуха
Токсические: испарения ядовитых веществ	При обезжиривании поверхностей при помощи растворителя или ацетона, при смазывании поверхностей клеем, при проведении работ с клеем, при сварочных работах
Резкий запах	Специфический запах ГСМ, возникающий при работе с растворителями и едкими жидкостями



#### Продолжение таблицы 4.1

1	2
Едкие и ядовитые вещества	При разборке прикипевших и загрязненных резьбовых соединений
Недостаточная освещенность рабочей зоны	При работе в труднодоступных местах
Электромагнитное излучение, высокое напряжение	При работе сварочного трансформатора

#### 4.2 Разработка перечня мероприятий и применение технических средств для обеспечения ПБ

Средства пожаротушения являются неотъемлемой частью всей системы безопасности. На производственных объектах и там, где повышенная опасность возникновения аварийных ситуаций, связанных с возгораниями, наличие технических средств для ликвидации пожаров обязательно. Требования к ним описаны в соответствующем техническом регламенте и отраслевых актах нормативной литературы. Некоторые правила и их своды выпущены во времена СССР, но продолжают действовать до сих пор.

Для локализации и ликвидации пожаров в помещениях используют стационарные установки пожаротушения. Они состоят из различных технических средств. Их назначение определяет наполнение огнетушащими веществами. Работа установок построена на принципах объемного или поверхностного тушения пожаров. Встречаются также установки с локально-объемным, либо локально-поверхностным способом работы [19].

Действие стационарных установок направлено на локализацию возникшего пожара. Предполагается, что с помощью них можно бороться с начальной стадией пожара или небольшими возгораниями. По принципу включения бывают автоматические с местным или дистанционным управлением. Они нужны для обеспечения безопасности на крупных объектах, чтобы предотвратить значительный ущерб и снизить риск

появления пострадавших. Все установки подобного типа регулярно подвергаются обследованиям и проверкам на исправность. Тушение должно производиться в любой момент, если есть необходимость.

Стационарные установки 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.

При первых признаках пожара необходимо задействовать такие первичные средства пожаротушения, как огнетушители. Их действие направлено на ликвидацию небольших по площади и силе возгораний. Эффект отсутствует, если масштабы возгорания резко увеличиваются или применение огнетушителя небезопасно в данной ситуации. Их заряжают водой, порошками из химических соединений, инертными газами. Вид вещества влияет на применение огнетушителя. Не все подходят для ликвидации возгорания электрических устройств с высоким напряжением или для тушения в замкнутых пространствах [20].

Наличие огнетушителя в любых офисных и производственных помещениях обусловлены требованиями законодательства в части пожарной безопасности.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации ключевую роль играет оперативность донесения информации до лиц, здоровью и жизни которых грозит опасность. Правильная и быстрая оценка вновь возникших обстоятельств позволяет выбрать наиболее оптимальные способы и методы защиты. Время донесения информации не должно превышать пять минут. За это время должны быть оповещены соответствующие органы и лица, расположенные в месте чрезвычайного происшествия.

Своевременное реагирование позволит не только сохранить жизнь и здоровье людей, а также минимизировать размер материального ущерба от последствий. Создание ЛСО на производствах и промышленных

предприятиях является первостепенной задачей штаба Гражданской обороны [20].

Локальная система оповещения – представляет собой комплекс технических средств оповещения на потенциально опасных объектах, промышленных предприятиях, производствах.

Первоочередными задачами локальных систем оповещения являются оповещение персонала о чрезвычайном происшествии, доведение до сведения информации руководству потенциально опасного объекта, службам гражданской обороны, спасателям доведение до сведения информации руководству потенциально опасного объекта, службам гражданской обороны, спасателям.

Практика и анализ происходящих чрезвычайных ситуаций показали, что наибольшее количество происшествий, носящих техногенный характер, в результате которых возникает угроза жизни и здоровью людей, а также приносящих существенный материальный ущерб происходят на промышленных и производственных объектах.

Промышленные объекты, на которых высока вероятность аварии, можно разделить на четыре основные группы: химическая, радиационная, пожарная и взрывоопасная, гидродинамическая.

Размещение локальных систем оповещения является не просто необходимостью, а требованием действующего законодательства РФ в этой сфере. Локальная система оповещения зрения представляет собой целостный комплекс взаимосвязанных технических средств. В его структуру входит основной блок управления, как правило, это компьютеризированная система, либо матричный блок управления. Коммутационный блок сигналов. Источники распространения и усиления звукового оповещения. Полноценная действующая система локального оповещения включает в себя сирены или иные средства подачи тревожных сигналов, приспособления для голосового и речевого оповещения,

ламповые или светодиодные индикаторы, маяки и подобные средства визуального сообщения.

Звуковая система оповещения, издавая сигналы, информирует людей о произошедшей чрезвычайной ситуации либо аварии. На потенциально опасных объектах разрабатываются положения о порядке действий в случае возникновения аварии, дополнительные рекомендации и инструкции могут сообщаться через громкоговорители [19].

Голосовое оповещение считается наиболее информативным и продуктивным способом оповещения. Требование к созданию систем оповещения является обязательным на потенциально опасных объектах и регламентируется рядом законодательных актов РФ.

В таблице 4.2 представлена идентификация классов и опасных факторов пожара.

Таблица 4.2 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок подразделения, применяемое на нем оборудование	Вредные и опасные факторы при пожаре	Класс пожаро-опасности
Агрегатное отделение Технологическое оборудование	<p>Основные факторы:</p> <p>1 Пониженная концентрация кислорода, искры и пламя, тепловой поток, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, повышенная температура окружающей среды;</p> <p>2 Сопутствующие проявления пожара;</p> <p>3 Части, фрагменты разувшихся строений, построек и т.п, опасные факторы взрыва, воздействие ОЭ.</p>	А

Пожаробезопасность в помещении, где будет использоваться данный стенд, будет обеспечиваться пожарной сигнализацией, в которые встроены датчики присутствия дыма и датчики тепла. К основным средствам пожаротушения относятся огнетушители типа огнетушитель углекислотный порошковый (ОУП), который должен располагаться на стене, а кроме того контейнер с песком для присыпки случайно пролитых легковоспламеняющихся эксплуатационных материалов [18].

### 4.3 Обеспечение природоохранной безопасности рассматриваемой зоны (участка, отделения) предприятия

Таблица 4.3 – Идентификация экологических факторов

Наименование технологического процесса, технического объекта или участка	Используемые стенды, приспособления, устройства, механизм. Кто использует	Влияние на атмосферу	Влияние на гидросферу	Влияние на литосферу
Агрегатное отделение	Стенды, оборудование, производственный персонал	Масляные испарения	Не выявлено	Лом черных и цветных металлов изношенная, упаковки запчастей, спецодежда, масло отработанное

### 4.4 Мероприятия по снижению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду

С целью охраны окружающей среды от отрицательного антропогенного влияния в виде загрязнения её вредоносными элементами (веществами) обычно выделяют такие мероприятия как технологические (создание безотходных и малоотходных производств) и санитарно-технические.

Таблица 4.4 – Перечень мероприятий, определяющие экологические факторы стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления

Мероприятия, способствующие снижению негативного антропогенного влияния:		
на атмосферу:	на литосферу:	на гидросферу:
1 Применение фильтров в имеющихся на участке вытяжных шкафах (зондах); 2 Контроль за состоянием качества воздуха в зоне выполнения работ	1 Индивидуальная ответственность за сохранность окружающей среды. 2 Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки, установленные в специально отведенных местах. 3 Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение	1 Переработка и захоронение сбросов, отходов, выбросов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. 2 Персональная ответственность за охрану окружающей среды

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

В разделе представлены обзор и оценка приоритетных характеристик технологических процессов проводимых в зоне текущего ремонта, анализ технологические операции, производственно-технического и инженерно-технического оборудования. Определены возможные профессиональные риски при выполнении различного перечня работ, предусмотренного в зоне текущего ремонта. Вредными и опасными производственными факторами определены: монотонность работы, недостаточная освещенность рабочего места, движимые части производственного оборудования, шероховатость и заусенцы на поверхности инструментов и спецоборудования, острые кромки. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в зоне текущего ремонта автотранспортного предприятия. Произведена идентификация класса пожарной опасности и опасные факторы пожара, а также подобраны списки средств, а также различные меры и методы по обеспечению пожарной безопасности.

Выявлены опасные факторы на основании выполняемых работ в зоне текущего ремонта и проработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

## 5 Экономическая эффективность разработанной конструкции

### 5.1 Себестоимость изготовления конструкции

Для определения статьи затрат на сырье и материалы воспользуемся формулой [21]

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

Для удобства в таблицу 5.1 сводим затраты, связанные с покупкой и доставкой материалов, необходимых для изготовления (производства) стенда, позволяющего производить сборочные/разборочные работы.

Таблица 5.1 – Затраты, связанные с изготовлением и реализацией конструкции

Наименование материала (сырья)	Единицы измерения	Расход материала	Цена за материал, руб.	Окончательная сумма, руб.
Швеллер №8	м	9,5	695	6602,5
Уголок №4 (3 мм)	м	8,5	85	722,5
Горячекатаный лист (4 мм)	м <sup>2</sup>	2,5	1630	4075
Эмаль	л	1	400	400
Грунт	л	1	350	350
Разное:	-	-	-	1250
ИТОГО:				13400
Расходы, связанные с транспортировкой и заготовкой:				600
ВСЕГО:				14000

Для определения статьи затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой

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

В таблице 5.2 представлены затраты на покупные изделия.

Таблица 5.2 – Затраты на покупные изделия

Наименование	Количество	Цена за единицу	Сумма, руб.
1	2	3	4
Пульт управления	1	350	350

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
Электродвигатель	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 Затраты на зарплату работников

Для определения статьи затрат на выплату основной зарплаты воспользуемся формулой (5.3) и для удобства заносим в таблицу 5.3 с разбивкой по видам работ.

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (5.3)$$

Таблица 5.3 – Затраты связанные с выплатой зарплат

Виды работ	Требуемый разряд работника	Трудоемкость, чел-ч.	Тарифная ставка, руб./час	Заработная плата, руб.
Заготовительные	3	8	45,25	362
Токарные	5	10	65,75	657,5
Фрезерные	4	3	57,50	172,5
Сверлильные	4	2	57,50	115
Сборочные	5	3	65,75	197,25
Окрасочные	3	1	45,25	45,25
Испытательные	4	1	57,50	57,50
ИТОГО:				1607
Выплата премии:				243
Заработная плата (основная):				1850

Для определения статьи затрат на выплату дополнительной зарплаты воспользуемся формулой [21]



$$З_д = З_о \cdot K_д, \quad (5.4)$$

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

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.4) и получаем

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

Для определения статьи затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (5.5) [21]

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (5.5)$$

где  $K_c$  – коэффициент доплат до часового фонда,  $K_c = 0,26$  [17-21].

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.5) и получаем.

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

### 5.3 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения статьи расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования воспользуемся формулой

$$P_{cod.ob} = З_о \cdot K_{об}, \quad (5.6)$$

где  $K_{об}$  – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, принимаем  $K_{об} = 1,04$  [18].

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.6) и получаем

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

Для определения статьи расходов на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой

$$P_{opr} = З_о \cdot K_{opr}, \quad (5.7)$$

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

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.7) и получаем

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

Для определения затрат, связанных с работой цеха (цеховая себестоимость) воспользуемся формулой

$$C_{ц} = M + П_{II} + З_{O} + З_{Д} + O_{C} + P_{соб.об} + P_{opr}, \quad (5.8)$$

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.8) и получаем.

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

Для определения затрат по статье общехозяйственных расходов воспользуемся формулой

$$P_{охр} = З_{O} \cdot K_{охр}, \quad (5.9)$$

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

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.9) и получаем

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

Для определения общих затрат воспользуемся формулой

$$C_{ПП} = C_{ц} + P_{охр}. \quad (5.10)$$

Подставляем вычисленные значения в формулу (5.10) и получаем

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

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (5.11)

$$P_{ВН} = C_{ПП} \cdot K_{внепр}, \quad (5.11)$$

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

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.11) и получаем.

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

#### 5.4 Общие затраты на изготовление стенда

Для определения общих затрат на производство стенда, приобретения материалов, и затрат связанных с выплатой денежных средств воспользуемся формулой

$$C_{Общ} = C_{ПП} + P_{ВН}, \quad (5.12)$$

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.12) и получаем

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

Анализ отечественного рынка показал, что средняя стоимость приобретения стенда для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления составляет 85000 руб. На основании этого можно сделать вывод, что изготовление конструкции разработанного стенда является целесообразным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы достигнуты поставленные цели, а именно:

- проведен анализ представленных в настоящее время стендов для испытания агрегатов гидроусилителя рулевого управления, проведен анализ параметров, определены их недостатки;

- разработано техническое задание на основании обзора литературы, анализа преимуществ и недостатков, представленных на отечественном рынке стендов, в соответствии с которым представить техническое предложение с конструкторским расчетом основных элементов;

- рассмотрены особенности устройства гидроусилителя рулевого управления автомобиля КамАЗ и разработан технологический процесс проведения испытания;

- рассмотрен вопрос обеспечения безопасности и экологичности технического объекта (стенда), предложить различные варианты снижения вероятности причинения травм на предприятии, технические средства для обеспечения пожарной и экологической безопасности;

- проведен анализ экономической целесообразности изготовления стенда, на основании себестоимости его изготовления.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования [Текст] : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с. : ил. - Библиогр.: с. 121 (9 назв.). - 54 экз. - 150 р.

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

3 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во"] [Текст] / 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 [Текст] : 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. : ил. - 500 экз. - 8 р., 113 р.

5 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 [Текст] / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Перечень ГОСТов: с. 909-912. - Предм. указ.: с. 913-920. - ISBN 5-217-02963-3.

6 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие [Текст] / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.

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

8 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции [Текст]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с. : ил. - Библиогр. в конце ст. - 300 экз. - 260 р.

9 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей [Текст] / 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. : ил.

10 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с. : ил. - Библиогр.: с. 91-92 (27 назв.). - 100 экз. - ISBN 5-7765-0293-4 : Б. ц.

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

12 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов [Текст] / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с. : ил. - Библиогр.: с. 383. - ISBN 5-89382-037-2.

13 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : 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. : ил. - Библиогр.: с. 50 (9 назв.). - 125 экз. - 20 р.

14 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей [Текст] / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с. : ил.

15 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической

подготовки производства [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с. : ил.

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

17 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования [Текст] : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с. : ил. - Библиогр.: с. 145-146 (23 назв.). - 152 экз. - ISBN 978-5-7422-5830-8 : 150 р.

18 Голубовский, В. И. Детали машин и подъемное оборудование [Текст] / В. И. Голубовский, И. М. Ковлер. - Алма-Ата : Мектеп, 1985. - 412 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 Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста : учебно-методическое пособие [Текст] / А. Г. Егоров, В. Г. Виткалов, Г. Н. Уполовникова, И. А. Живоглядова. - Тольятти, 2012, - 135 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



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
<u>Документация</u>									
A4			18.БР.ПЭА.245.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	50 стр.			
A1			18.БР.ПЭА.245.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	2				
<u>Сборочные единицы</u>									
		1	18.БР.ПЭА.245.61.01.000	Рама	1				
		2	18.БР.ПЭА.245.61.02.000	Кожух	1				
		3	18.БР.ПЭА.245.61.03.000	Плита электродвигателя	1				
		4	18.БР.ПЭА.245.61.04.000	Шкив	1				
		5	18.БР.ПЭА.245.61.05.000	Кронштейн	1				
		6	18.БР.ПЭА.245.61.06.000	Втулка крепления электродвигателя	1				
		7	18.БР.ПЭА.245.61.07.000	Винт установочный	1				
		8	18.БР.ПЭА.245.61.08.000	Боковина кожуха	1				
		9	18.БР.ПЭА.245.61.09.000	Масляный бак	1				
<u>Детали</u>									
		10	18.БР.ПЭА.245.61.00.016	Мерный бачок	1				
		11	18.БР.ПЭА.245.61.00.017	Трубопровод	1				
		12	18.БР.ПЭА.245.61.00.018	Соединительный шланг	3				
		13	18.БР.ПЭА.245.61.00.019	Трубопровод высокого давления	2				
		14	18.БР.ПЭА.245.61.00.020	Трубопровод низкого давления	1				
<u>Стандартные изделия</u>									
		15		Болт М16х40 ГОСТ 7798-70	4				
<b>18.БР.ПЭА.245.61.00.000</b>									
Изм. / лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Семенов В.В.							
Пров.		Бодровский А.В.							
И.контр.		Егоров А.Г.							
Утв.		Бодровский А.В.							
<b>Стенд для испытания ГУР автомобиля КАМАЗ</b>				Лит.		Лист		Листов	
						1		2	
<b>ТГУ, ИМ, гр. ЭТКдэ-1331</b>									

Копировал

Формат А4

