

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 ремонта энергоаккумуляторов  
автомобилей КамАЗ

Студент

А.В. Афанасьев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Зотов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

При выполнении выпускной квалификационной работы необходимо провести анализ конструкций стендов для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ, отечественных и зарубежных производителей. После этого провести сравнительную оценку основных параметров представленных моек путем построения циклограммы и выявить конструкцию для проведения подробного анализа.

Основываясь на проведенном анализе, разработать усовершенствованную конструкцию стенда для ремонта энергоаккумуляторов выполнить сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, провести прочностные расчеты элементов стенда.

Составить технологическую карту технического обслуживания пневмопривода автомобиля КамАЗ.

В первой главе рассмотрены различные стенды для ремонта энергоаккумуляторов.

Во второй главе представлено техническое задание, предложение, конструкторские расчеты элементов конструкции стенда и руководство по эксплуатации.

В третьей главе рассмотрены функции и роль энергоаккумуляторов, представлена технологическая карта технического обслуживания пневмопривода автомобиля КамАЗ.

В четвертой главе представлен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

Выпускная квалификационная работа состоит из 55 страниц, и включает в себя 12 иллюстраций, 12 таблиц, 26 источников, 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Состояние вопроса .....	6
2 Конструкторская часть.....	13
2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ .....	13
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ .....	17
2.3 Расчет элементов конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ .....	28
2.4 Руководство по эксплуатации стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ .....	33
3 Технологический процесс.....	37
3.1 Функции и роль энергоаккумуляторов .....	37
3.2 Технологическая карта технического обслуживания пневмопривода автомобиля КамАЗ .....	41
4 Расчет экономической эффективности стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ .....	43
4.1 Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия ....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	53

## 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.

Своевременное техническое обслуживание, качественный ремонт и правильная эксплуатация – факторы, гарантирующие работоспособность автомобиля в процессе эксплуатации [3].

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 важное значение [5].

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 [3].

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.

## 1 Состояние вопроса

Грузовые автомобили КАМАЗ, как и большинство транспортных средств этого класса, оснащаются тормозной системой с пневмоприводом. Исполнительным механизмом здесь выступает тормозная камера - именно в ней создается усилие, необходимое для разжима колодок внутри тормозного барабана колеса. Однако использованием одной тормозной камеры можно реализовать только рабочую тормозную систему, используемую во время движения автомобиля при запущенном силовом агрегате. Остальные системы – запасную и стояночную – данным механизмом привести в действие уже невозможно, для этой цели используется дополнительный узел - пружинный энергоаккумулятор.

Энергоаккумулятор – устройство, обеспечивающее запасание энергии, необходимой для работы тормозов автомобиля без постоянного источника сжатого воздуха (при остановленном силовом агрегате и компрессоре) [1, 2]. Энергия в данном устройстве накапливается в сжатой пружине, которая при необходимости разжимается и приводит в действие установленные в колесах тормозные механизмы. Предварительное сжатие пружины для запасания энергии осуществляется силой сжатого воздуха, который поставляется пневмосистемой автомобиля.

Энергоаккумулятор входит в состав стояночной и запасной тормозных систем. При использовании «ручника» пружина создает необходимое усилие для постоянного удерживания колодок на тормозном барабане. А в случае поломки или неправильной регулировке привода тормозов энергоаккумулятор обеспечивает аварийное торможение.

Энергоаккумулятор играет важную роль в управляемости и безопасности, но при этом имеет простую конструкцию.

Ремонт и сборка узла выполняются в соответствии с рекомендациями производителя по порядку работ, по применяемым смазочным материалам и т.д. Для сборки необходимо использовать специальное приспособление –

стенд для ремонта энергоаккумулятора, который обеспечит безопасное сжатие пружины энергоаккумулятора, выполнить ремонт без такого приспособления невозможно.

Необходимым условием разработки стенда для ремонта энергоаккумулятора автомобилей КамАЗ является проведение глубокого анализа работы устройства, конструкций стендов для ремонта энергоаккумуляторов, отечественных и зарубежных производителей и разработанных патентов.

При выполнении анализа отечественного и зарубежного рынков необходимо отметить небольшое количество оборудования для обслуживания энергоаккумуляторов. Рассмотрим следующие стенды для ремонта энергоаккумуляторов:

- стенд сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1;
- стенд С-2 для разборки сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры.

Для выявления достоинств и недостатков конструкций и выбора наиболее прогрессивного устройства выполним сравнение по заранее выбранным параметрам:

- габаритные размеры;
- ход домкрата;
- усилие домкрата;
- масса;
- стоимость.

Стенд сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1 (рисунок 1.1) предназначен для ремонта тормозной системы автомобилей КамАЗ в условиях СТО, АТП и ремонтных мастерских [1].

Стенд С1 состоит из следующих основных частей: основания, упора, направляющей, колонок, втулки и домкрата.

Основание и упор соединены между собой колонками, по которым при помощи домкрата передвигается направляющая с установленной на ней

прижимной втулкой. Вращением рукоятки домкрата втулка подводится к крышке энергоаккумулятора и усилием домкрата сжимает силовую пружину, находящуюся под поршнем. Стенд комплектуется съемником для выпрессовки толкателя. Он состоит из стакана, шпильки, гайки, и хомута.

Для выпрессовки толкателя из поршня шпилька заворачивается в толкатель (вместо снятой крышки толкателя), а при отсутствии резьбы закрепляется на толкателе при помощи хомута. На шпильку надевается стакан и при помощи гайки происходит выпрессовка толкателя.



Рисунок 1.1 – Стенд сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1

Технические характеристики стенд сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики стенда сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Ход домкрата, мм	Усилие домкрата, Н	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	380х370х560	130	7500	20	44600

Стенд С-2 для разборки сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры (рисунок 1.2) предназначен для ремонта пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры 661-3519XXX (производства ЗАО «Камский завод тормозной аппаратуры и агрегатов» г. Набережные Челны) тормозной системы автомобилей КАМАЗ в условиях станций технического обслуживания, АТП и ремонтных мастерских [1].



Рисунок 1.2 – Стенд С-2 для разборки сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры

Технические характеристики стенда С-2 для разборки сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики стенда С-2 для разборки сборки пружинного энергоаккумулятора тормозной камеры

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Ход домкрата, мм	Усилие домкрата, Н	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	380х415х 575	150	8000	25	50600

Проведение достоверной оценки качества технологического оборудования возможно только с учетом всей системы групп показателей качества. Для этого требуется разработка формальных правил проведения данной оценки.

В том случае, если определенные единичные показатели качества  $P_i$  могут быть выражены количественными значениями, то их можно соотнести с базовым показателем  $P_{i0}$ , который обычно отражает значение показателя качества оборудования, соответствующее современным требованиям и хорошо зарекомендовавшим себя на рынке. Если рост абсолютного значения показателя качества ведет к улучшению качества, то уровень качества данного оборудования выражается следующим отношением (формула 1.1):

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad (1.1)$$

Иначе, если при увеличении показателя ухудшается качество оборудования, то уровень качества определяется обратным отношением (формула 1.2):

$$Y_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad (1.2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю.

Определяем показатели качества, характеризующие стенд для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ:

- габаритные размеры;
- ход домкрата;
- усилие домкрата;
- масса;
- стоимость.

Для выбранных показателей качества определяем  $Y_i$  и заносим в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Сравнительная характеристика аналогов

Показатель	Модель сравниваемого оборудования	
	C1	C2
Занимаемая площадь в плане, м <sup>2</sup> $P_{i0} = 0,51 \text{ м}^2$	0,14	0,16
$Y_i =$	1	0,87
Ход домкрата, мм $P_{i0} = 150 \text{ кг}$	130	150
$Y_i =$	1	0,85
Усилие домкрата, Н $P_{i0} = 8000 \text{ Н}$	7500	8000
$Y_i =$	0,94	1
Масса оборудования, кг $P_{i0} = 20 \text{ кг}$	20	25
$Y_i =$	1	0,85
Стоимость, рублей $P_{i0} = 44600 \text{ рублей}$	44600	51000
$Y_i =$	1	0,87
Итого ( $\sum Y_i$ ):	4,81	4,59

По данным таблицы 1.3 видно, что сравниваемые стенды обладают схожими техническими характеристикам, из этого можно заключить, что в

настоящее время данные устройства являются наиболее прогрессивными в данной области техники. Особенности конструкций данных стендов можно использовать при разработке нового оборудования.

## 2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

### 2.1.1 Область применения

Стенд для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ (далее – стенд) относится к ремонтной технике, и может применяться при сборочных и разборочных работах на энергоаккумуляторах автомобиля КамАЗ с пружинной камерой. Стенд может применяться на станциях технического обслуживания и авторемонтных предприятиях, где выполняется техническое обслуживание и ремонт грузовых автомобилей. Предполагается установка стенда в агрегатном отделении, в помещении закрытого типа

### 2.1.2 Основание для разработки

Конструкция стенда разрабатывается по заданию кафедры «ПЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

Разработка конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ проводится на основании технического описания существующих аналогов.

### 2.1.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ является изменение конструкции аналога за счет уменьшения количества деталей, упрощения конструкции отдельных узлов повышения технологичности при изготовлении, что в совокупности позволяет изготавливать конструкцию в условиях небольшого парка станков, применения экономически более выгодных конструкций, а также унифицированных узлов и деталей.

Назначением разработки данной конструкции является разработка

пакета конструкторской документации, на основании которого будет разрабатываться рабочая документация, по результатам которой в дальнейшем будет изготовлен опытный образец стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ.

#### 2.1.4 Источники информации

При разработке данной конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ использовались следующие источники информации:

1. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей : КАМАЗ-5320, 5321, 53212, 53213, 5410, 54112, 55111, 55102, 53229, 65115. - М. : Ливр, 2000. – 238.

2. П.И. Орлов «Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах». М., «Машиностроение», 1977 г.

3. Оборудование для ремонта автомобилей. Под ред. Шахнеса М. М. Изд-во «Транспорт», 1971 г.

4. В.В. Крамаренко «Техническое обслуживание автомобилей». Изд-во «Транспорт», 1968 г.

#### 2.1.5 Технические требования к проектируемому стенду для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Стенд для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ должен:

– обладать достаточной прочностью рамы, для обеспечения сборки-разборки пружинного энергоаккумулятора (нагрузка 400 кг);

– быть оснащен устройством для сжатия пружины энергоаккумулятора;

– обеспечивать плавное регулирование давления в пневматической системе на разных этапах сборки-разборки и диагностики энергоаккумулятора;

- удовлетворять требованиям надёжности и экономичности;
- быть оборудован контрольно-измерительными приборами, обеспечивающие измерения с заданной точностью и минимальным уровнем погрешности;
- при работе должен создавать минимальные вибрации;
- иметь малую трудоемкость при проведении ремонтных работ;
- быть технологичным при производстве;
- быть безотказным при эксплуатации;
- быть работоспособным в течении всего срока хранения и транспортировки;
- отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности.

При проектировании стенда должны приобретаться изделия, отвечающие требованиям государственного стандарта - автомобильные запасные части, крепежные детали и т.д. Кроме того, в разработанной конструкции стенда должны быть предусмотрены варианты дальнейшей модификации конструкции с целью улучшения ее технико-потребительских качеств и свойств [4].

Безопасность труда при эксплуатации стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ обеспечиваются следующими требованиями [9]:

1. Конструктивными (при выполнении ремонтных работ должно быть предусмотрено крепление и фиксация рабочих органов стенда, устройства для обеспечения безопасности оператора и т.д.).

2. Санитарно-гигиенические условия (обеспечение местной вентиляции, применение шумовых экранов, обеспечение беспрепятственного доступа к внутренним поверхностям стенда для выполнения работ по уборке).

3. Электробезопасность стенда (заземление).

4. Эргономические требования (рабочее место не должно вызывать повышенной усталости оператора. Должно быть предусмотрено удобное

размещение крепежных и стопорных элементов. Предусмотреть возможность дистанционного управления).

5. Эстетические требования (очертания конструкции должны быть простыми и строгими, предпочтительно выполнять части стенда в форме прямоугольника, внешний вид конструкции не должен оказывать воздействия на психическое состояние оператора, отвлекать его от работы, острые углы и кромки поверхностей должны быть скруглены, выступающие углы должны иметь скошенные грани).

6. Защита персонала от вредных производственных факторов.

7. Стенд для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ должен удовлетворять условиям разборки / сборки и ремонтпригодности. При осуществлении хранения и транспортировки стенд должен разбираться и упаковываться в ящики.

2.1.6 Рекомендуемая техническая характеристика стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Стенд разработать на основании имеющихся в продаже стендов С–1 и С–2.

На основании технологии проведения разборочно-сборочных работ и диагностики автомобилей КамАЗ, необходимо чтобы на стенде обеспечивался контроль следующих параметров [9]:

- давление воздуха в тормозной камере, кПа;
- ход штока тормозной камеры, мм;
- давление воздуха в энергоаккумуляторе, кПа.

Рекомендуемая техническая характеристика стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рекомендуемая техническая характеристика стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Параметр	Значение
Габаритные размеры:	
- длина, мм	не более 1000
- ширина, мм	не более 900
- высота, мм	не более 2000
Масса, кг	не более 100
Тип	стационарный стенд
Техническая характеристика привода стенда:	
- тип привода	ручной
Рабочее давление на стенде, кг	200

### 2.1.7 Стадии и этапы разработки

Сроки выполнения технического задания по разработке конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ должны соответствовать срокам, установленным в учебном плане.

### 2.1.8 Порядок контроля и приёмки

Конструкторская документация на стадии технического проекта проходит согласование с руководителем выпускной квалификационной работы, и техническими специалистами, рекомендованными руководителем ВКР.

## 2.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

### 2.2.1 Подбор материалов

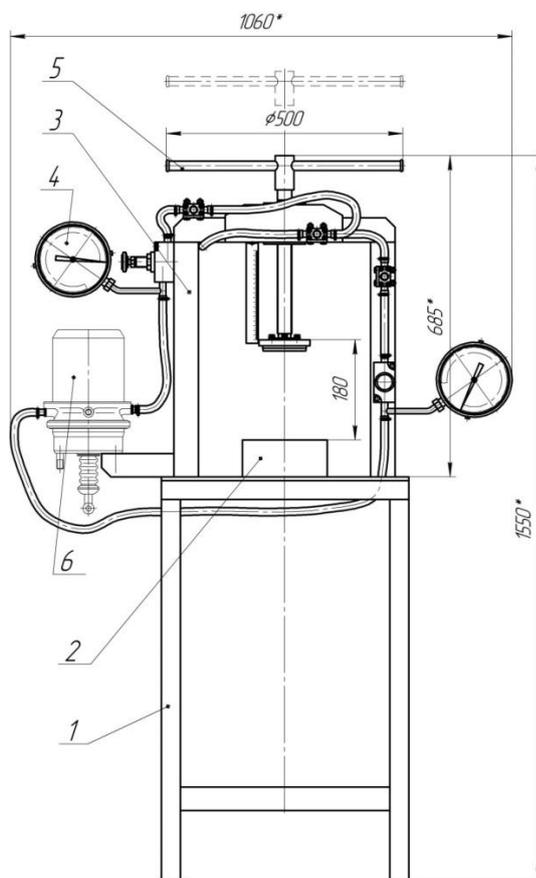
При выполнении проектирования конструкции стенда используются материалы, собранные в ходе литературного обзора разрабатываемой конструкции, курс лекций кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», книги и журналы.

Руководствуясь техническим заданием необходимо разработать конструкцию стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ.

В качестве исходного варианта конструкции предложено использовать стенды С–1 и С–2.

### 2.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Предлагаемая конструкция стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ (рисунок 2.1) состоит из следующих основных частей: нижнего каркаса 1 стола, сваренного из стандартных металлических профилей в виде уголков, сверху привинчивается основание, выполненное из толстолистовой конструкционной стали и верхней рамы 3, установленной на основании из толстолистовой низколегированной стали.



1 – нижняя рама стенда; 2 – направляющая втулка; 3 – верхняя рама стенда; 4 – пневмооборудование; 5 – вороток; 6 – диагностируемый энергоаккумулятор

Рисунок 2.1 - Устройство стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Дополнительно на верхнем каркасе размещается вороток 5, создающий рабочее давление на разбираемом энергоаккумуляторе и пневмооборудование 4. По центру верхней рамы, также на основании стола, предусмотрена втулка 2, играющая роль направляющей для центрирования корпуса энергоаккумулятора под воротком 5, и одновременно для обеспечения свободного хода выталкиваемого при разборке штока энергоаккумулятора.

Работа узла.

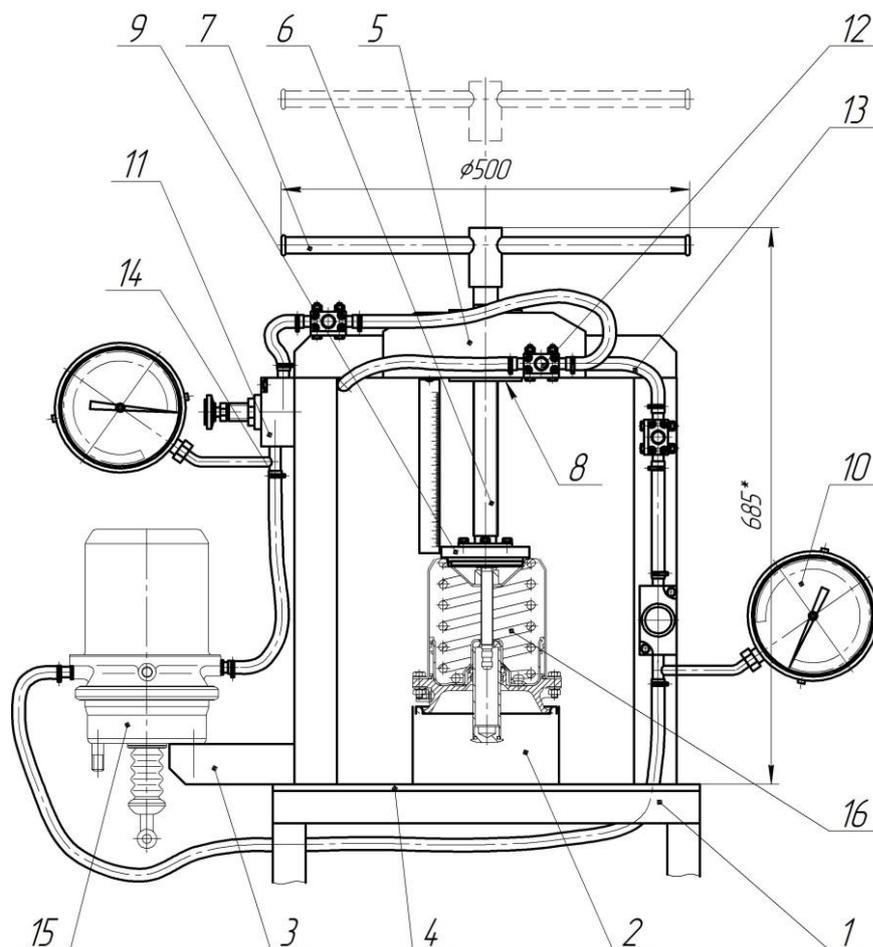
Во втулку 2 и на верхнюю раму 3 станда устанавливаются энергоаккумуляторы, один для проведения сборочно-разборочных работ, второй для проверки после сборки, оператор производит над ними работы согласно технологической карте ремонта.

Рабочее оборудование станда состоит из двух сварных кронштейнов 2 и 3 (рисунок 2.2), на которых во время работы размещаются два энергоаккумулятора – разбираемый 16 и диагностируемый 15 соответственно.

В верхнем каркасе станда 5 установлена съемная резьбовая втулка 8; в которой вращается грузовой винт 6. В нижней части винта 6 подвижно монтируется зажимная призма 9, закрепленная винтовым соединением. Призма выполнена из конструкционной стали, нижняя часть имеет форму поверхности совпадающей с крышкой энергоаккумулятора, верхняя часть выполнена с пазом, позволяющим снимать и надевать призму на винт без применения специального инструмента. Параллельно с винтом установлена линейка 17, для контроля выдвижения штока энергоаккумулятора при разборке.

Справа на раме установлен кронштейн 3, имеющий отверстия для установки диагностируемого энергоаккумулятора 15.

Винт приводится во вращение вручную, воротком 7. По оси винта, на основании 4 станда, расположена направляющая втулка 2, предназначенная для установки разбираемого энергоаккумулятора 16.



1 – основание стола; 2 – направляющая втулка; 3 – кронштейн; 4 – основание  
 станда; 5 – верхняя рама; 6 – винт; 7 – вороток; 8 – втулка винта; 9 – зажимная призма;  
 10 – манометр; 11 – регулятор давления; 12 – пневмораспределитель; 13 –  
 пневматические рукава; 14 – хомут металлический; 15 – диагностируемый  
 энергоаккумулятор; 16 – разбираемый энергоаккумулятор; 17 – линейка

Рисунок 2.2 – Рабочее оборудование станда для ремонта  
 энергоаккумуляторов

Проверяемый энергоаккумулятор 15 своими камерами подключается к пневмооборудованию станда: на стенде устанавливаются два регулятора давления 11, два манометра 10 и три пневмораспределителя 12, соединенных между собой пневматическими рукавами 13, зажатых стальными хомутами 14. К камерам пневмоаккумулятора шланги подключаются через резьбовые штуцера. На двух пневмораспределителях при работе станда происходит

сравливание воздуха из камер энергоаккумулятора в атмосферу, на этих выходах установлены пневмоглушители.

Примененное пневмооборудование:

Манометр МТИ-К 1216 производства ООО «Манометр», со следующими техническими характеристиками, представленными в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Технические характеристики манометра МТИ-К 1216

Параметр	Значение
Диаметр корпуса, мм	160
Класс точности	0,6
Диапазон измеряемого давления, кгс/см <sup>2</sup>	от 1 до 25

Внешний вид манометра МТИ-К 1216 показан на рисунке 2.3.

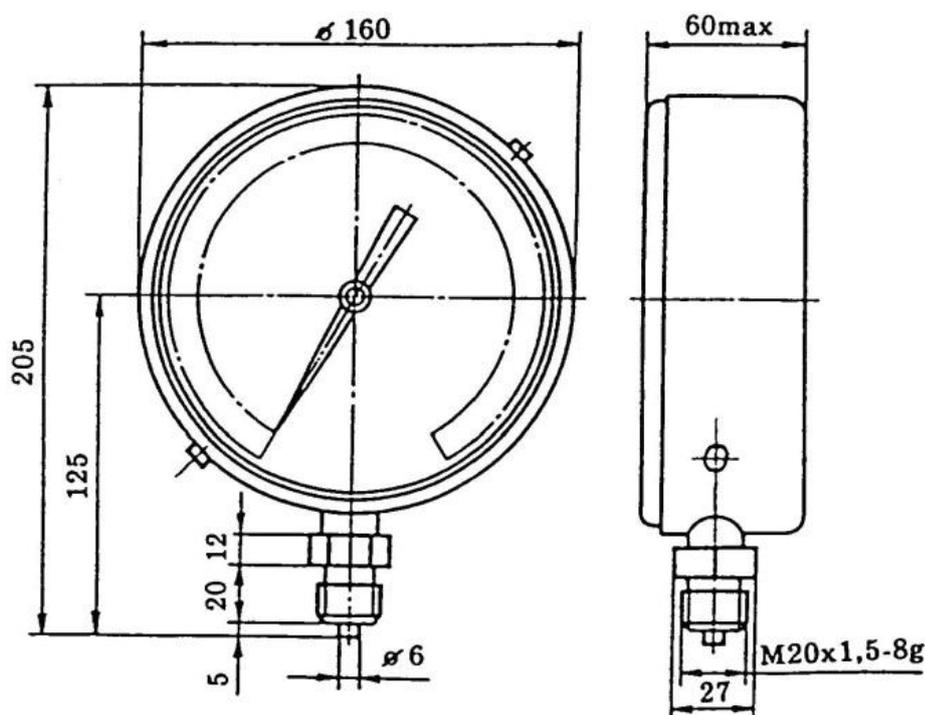


Рисунок 2.3 – Манометр МТИ-К 1216

Пневмодроссель с обратным клапаном П-ДК16, производства ООО «ПромСнабКомплект», со следующими техническими характеристиками, представленными в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики пневмодросселя П-ДК16

Параметр	Значение
1	2
Пропускная способность $K_V$ через открытый дроссель при закрытом обратном клапане, м <sup>3</sup> /ч, не менее	2,0
Пропускная способность $K_V$ через открытый обратный клапан при закрытом дросселе, м <sup>3</sup> /ч, не менее	2,80
Масса, кг, не более	0,27
Габаритные размеры, мм:	
– длина	80
– ширина	40
– высота	68

Внешний вид пневмодросселя П-ДК16 показан на рисунке 2.4.

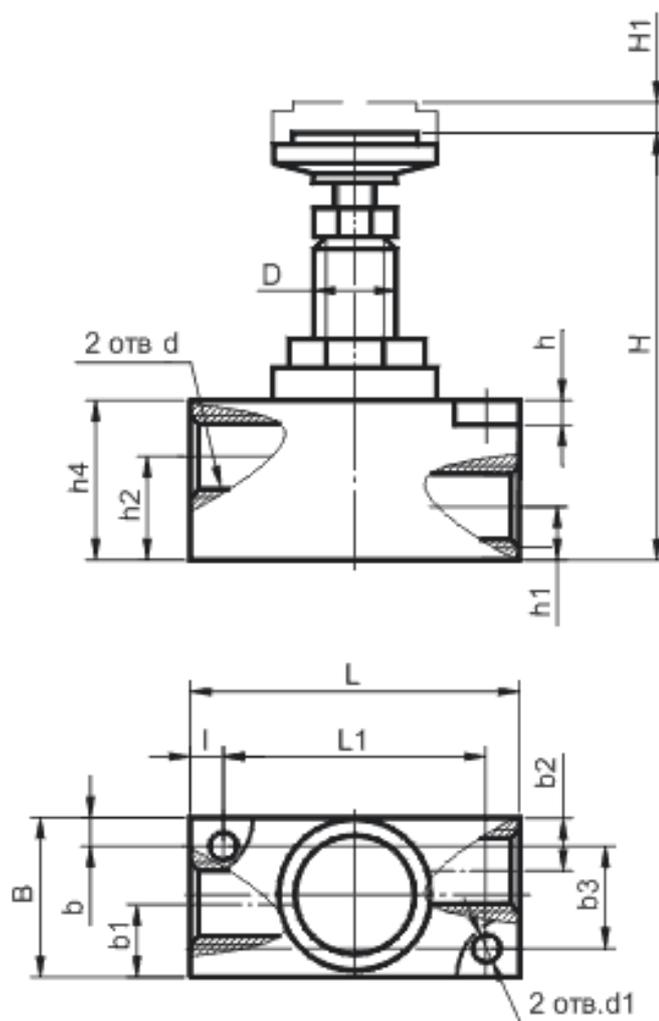


Рисунок 2.4 – Пневмодроссель П-ДК16

Пневмораспределитель трехлинейный П-Р4Ф РЗ, производства ООО "ПромСнабКомплект", со следующими техническими характеристиками представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Технические характеристики пневмораспределителя трехлинейного П-Р4Ф РЗ

Параметр	Значение
Условный проход, мм	4,0
Номинальное давление, МПа	1,0
Минимальное давление, МПа	0,3
Пропускная способность, $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч, не менее	0,6
Общая утечка из полостей распределителя, см <sup>3</sup> /мин, не более	50
Присоединительная резьба	К 1/8"
Количество линий	3 - в исполнении РЗ
Масса, кг, не более	0,35

Внешний вид пневмораспределителя трехлинейного П-Р4Ф РЗ показан на рисунке 2.5.

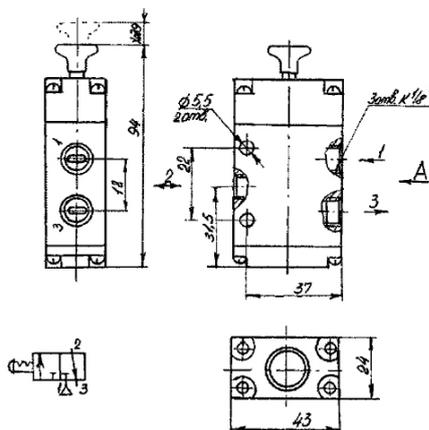


Рисунок 2.5 - Пневмораспределитель П-Р4Ф РЗ

Работа на оборудовании.

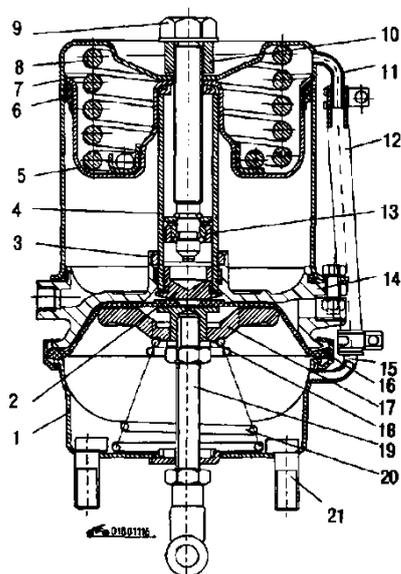
Разбираемый энергоаккумулятор со снятой крышкой устанавливается в направляющую втулку 2, сверху винтом 6 через вороток 7 подводится призма 6, плотно фиксируя крышку энергоаккумулятора. Оператор обеспечивает

выполнение необходимых действий по разборке согласно техкарте ремонта. По окончании операций домкратом отводит толкатель.

При разборке оператор использует пневмошланг с быстросъемным соединением для подачи воздуха в корпус энергоаккумулятора с целью управления сжатием внутренней пружины. При диагностировании энергоаккумулятор устанавливается в кронштейн 3, крепится гайками. Подключаются пневмошланги, оператор управляет давлением в шлангах, контролируя по манометрам 10, перепуская давление в шлангах пневмораспределителями 12 и изменяя регуляторами расхода 11.

Разборка и сборка тормозной камеры с пружинным энергоаккумулятором [1, 2].

Установить тормозную камеру на ровный стол и, ослабив контргайку, отвернуть вилку штока 19 (рисунок 2.6).



- 1 – корпус; 2 - подпятник; 3 – кольцо уплотнительное; 4 – толкатель; 5 – поршень;  
6 – манжета; 7 – цилиндр энергоаккумулятора; 8 – пружина силовая; 9 – винт;  
10 – бобышка; 11 – патрубок цилиндра; 12 – трубка дренажная; 13 – подшипник упорный;  
14 – фланец-крышка; 15 – патрубок тормозной камеры; 16 – мембрана; 17 – диск опорный;  
18 – гайка колпачковая; 19 – шток; 20 – пружина возвратная; 21 – болт

Рисунок 2.6 – Задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором

Отвернуть хомуты крепления дренажной трубки 12 и снять ее. Затем подать в полость пружинного энергоаккумулятора воздух под давлением не менее 0,5 МПа.

Отвернуть болты крепления хомутов корпуса камеры и осторожно, придерживая рукой корпус 1, снять хомуты и вынуть мембрану 16. Затем снять пружину 20 и опорный диск 17 в сборе с колпачковой гайкой 18.

Выпустить воздух из энергоаккумулятора, закрепить его в тисках с мягкими губками за фланец-крышку 14 подпятником 2 вверх и вывернуть его. Для облегчения отворачивания рекомендуется нагреть подпятник нагревательным устройством до температуры 200 °С.

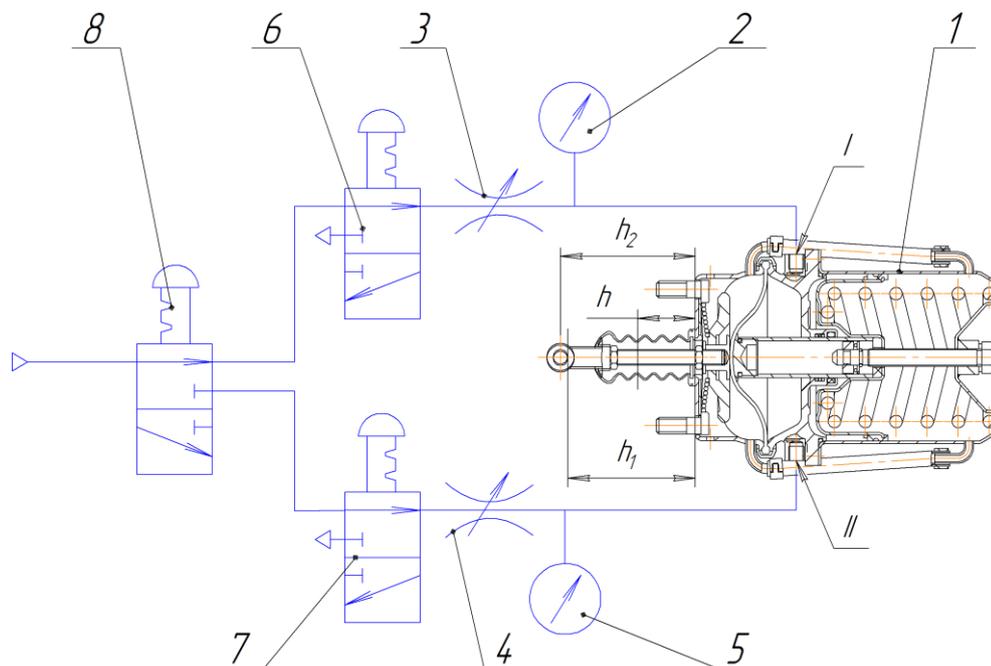
Вновь подать в энергоаккумулятор воздух под давлением не менее 0,5 МПа. Вставить в толкатель 4 специальную разрезную оправку мод. И 804.00.008 (на рисунке не показано) и, осадив вниз ею подшипник 13, снять упорные кольца, подшипник и кольцо. Отсоединить подвод сжатого воздуха. Установить энергоаккумулятор на стенд и поджать его винтом приспособления. При помощи откидного ключа отвернуть болты. Не допускается наличие трещин и других заметных глазом дефектов на поверхности корпусных деталей. Необходимо заменить все резиновые детали на новые.

Регулировка и проверка тормозной камеры после выполнения сборочных операций [1, 2].

Установить камеру на стенд и подключить по схеме, показанной на рисунке 2.7. Винт растормаживания должен быть ввинчен до упора.

Три раза подать (и выпустить) воздух под давлением 0,75 МПа в вывод II. Проверить ход штока, для чего измерить размер  $h_2$ . Затем подать воздух под давлением 0,75 МПа в вывод II и измерить размер  $h$ , переместив шток в сторону камеры до упора в мембрану. Разность размеров  $h_2$  и  $h$  должна соответствовать общему ходу штока.

Для проверки давления отключения пружинного энергоаккумулятора надо понизить давление в выводе II до 0,48-0,54 МПа. Шток при этом может переместиться не более чем на 5 мм.



1 – энергоаккумулятор; 2 – манометр; 3,4 – регулятор расхода; 5 – манометр;  
6,7,8 – пневмораспределитель; I, II – выходы энергоаккумулятора  
Рисунок 2.7 – Схема подключения энергоаккумулятора

Для проверки дополнительного хода штока надо подать воздух под давлением 0,75 МПа в вывод II, переместив шток в сторону камеры до упора в мембрану, и под давлением 0,1 МПа в вывод I, замерив размер  $h_1$ . Разность размеров  $h_2$  и  $h_1$  определяет дополнительный ход штока.

Герметичность тормозных камер проверяется нанесением мыльного раствора на стыки.

### 2.2.3 Эстетические требования к разрабатываемой конструкции

Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать продуманный и гармоничный дизайн разрабатываемого изделия.

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и в большинстве случаев является повторением горизонтальных и вертикальных линий. Простота и открытость внешней формы обеспечивает содержание стенда в чистоте и упрощает удаление различных видов загрязнений.

Стенд для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ окрашивается в соответствии с эстетическими требованиями и требованиями безопасности. Все части корпуса стенда окрашиваются в светло-зеленый цвет, так как он является физиологически оптимальным для зрения человека, не оказывает влияния на нервную систему оператора и не снижает производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью, защитный откидной кожух окрашивается желтой краской.

#### 2.2.4 Эргономические требования

Конструкция стенда в целом эргономична, так как ее техническое обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Пульт управления стендом, органы управления и кнопки легкодоступны, удобны в управлении и размещены на уровне согнутого локтя. Рукоять домкрата, расположена сбоку, в безопасной для оператора зоне.

#### 2.2.5 Техника безопасности в конструкции

Выполнение требований техники безопасности обеспечивается проведением комплекса следующих мероприятий:

- выполнение требований пожаро- и взрывобезопасности путем оснащения участка для проведения ремонта средствами пожаротушения: пожарный щит, огнетушитель порошковый ОП-5, огнетушитель углекислотный ОУ-5 и ящик с песком (емкость 0,5 м<sup>3</sup>) на 50 м<sup>2</sup> площади помещения;

- обеспечение эргономики труда оператора;

- проведение инструктажей для слесарей МСР согласно ГОСТ 12.0.004-2015. «Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» с обязательным ведением журнала регистрации;
- соблюдение порядка и чистоты на рабочем месте;
- проверка крепления всех узлов стенда и исправности крепежа перед проведением ремонтных работ.

## 2.3 Расчет элементов конструкции стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

### 2.3.1 Определение усилий

Усилие на стенде определяется усилием сжатия пружины энергоаккумулятора. С учетом универсальности стенда, усилие пружины подбирается из данных по ряду энергоаккумуляторов.

Максимальное усилие 300 кгс для автомобиля КамАЗ 65115 [1]. Для этого усилия производим подбор винта. Для привода предлагается винт из конструкции автомобильного домкрата – как самого простого и доступного источника сжимающего усилия в пределах до 800 кг.

Исходя из особенностей конструкции энергоаккумулятора, для разборки достаточно сжатие не на полный ход пружины, а только на 30-50% хода. Определяем усилие по формуле (2.1) [21]:

$$F_{\max} = m \cdot k, \quad (2.1)$$

где  $m$  – усилие полного хода сжатия пружины,  $m = 300$  кгс;

$k$  – достаточный ход сжатия пружины,  $k = 50\%$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.1), получим:

$$F_{\max} = 300 \cdot 50\% = 150 \text{ кгс}.$$

### 2.3.2 Определение хода грузового винта

Высота подъема винта определится исходя из значений длины пружины энергоаккумулятора  $H_{\max} = l = 220 \text{ мм}$ .

### 2.3.3 Выбор грузового винта

Исходя из полученных ранее данных (усилие сжатия энергоаккумулятора и высота подъема винта) и рекомендаций завода изготовителя, выбираем рычажный домкрат для ВАЗ-2109, производства ООО «Полипроф», Россия, Самарская область, г. Тольятти, со следующими техническими характеристиками:

- грузоподъемность 500 кгс;
- масса 2,9 кг;
- максимальная высота подъема 370 мм.

### 2.3.4 Расчет швеллера каркаса

Каркас испытывает изгиб верхнего швеллера от действия силы  $P$  сжатия пружины грузовым винтом (рисунок 2.8).

При работе домкрата для расчета принимается наиболее нагруженный случай, когда домкрат полностью сжимает пружину энергоаккумулятора.

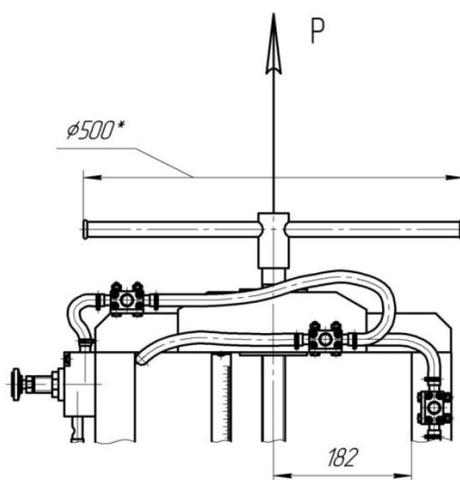


Рисунок 2.8 – Схема сил в каркасе

Конструктивно выбираем материал швеллера номер 12, шириной 120 мм, материал – Ст3.

Проверяю швеллер на прочность при изгибе [26]. При таком расчете требуется выполнить условие по формуле (2.2):

$$\sigma_{изг} = \frac{M_u}{W} \leq \sigma_{изг}^{\text{доп}}, \quad (2.2)$$

где  $M_u$  – изгибающий момент,

$W$  – момент сопротивления в расчетном сечении швеллера, для швеллера номер 12, согласно справочнику  $W = 80,75 \text{ см}^3$ .

Строим эпюру нагружения каркаса (рисунок 2.9).

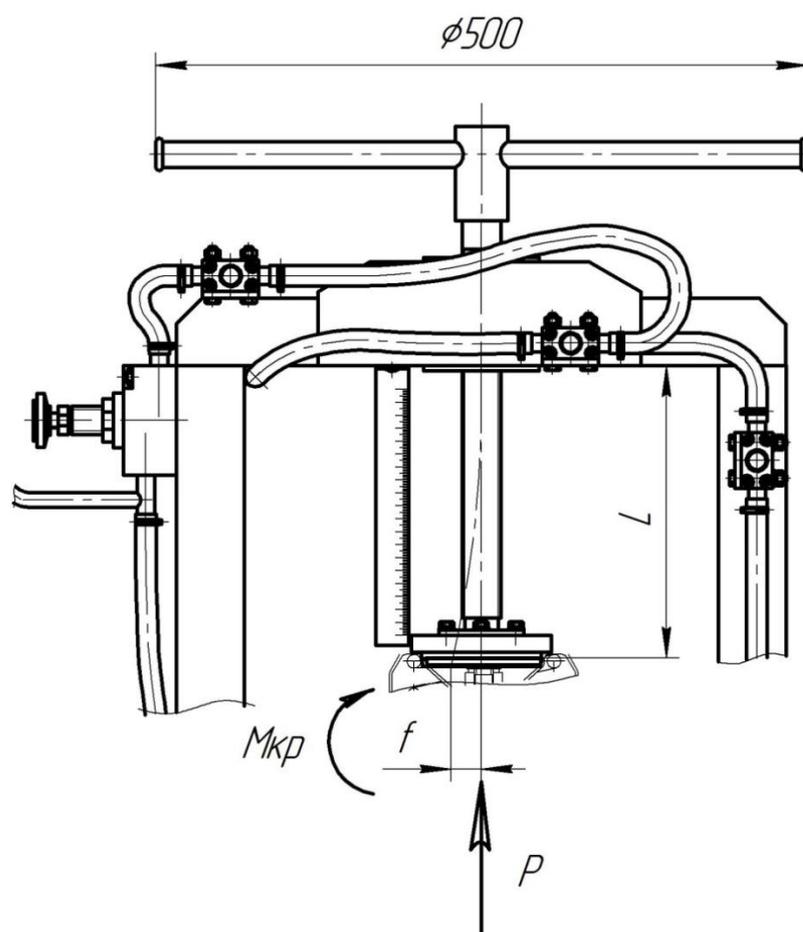


Рисунок 2.9 – Схема сил на грузовом винте

Для расчета определяем максимальный изгибающий момент по формуле (2.3):

$$M_u = P \cdot l, \quad (2.3)$$

где  $P$  – усилие выбранного винта,  $P = 500$  кг

$l$  – плечо действия силы,  $\llbracket 85-110-5 \rrbracket = 270$  мм.

Подставив соответствующие значения в формулу (2.3), получим:

$$M_u = 500 \cdot 270 = 135000 \text{ кг/мм} = 13500 \text{ кг/см}.$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.2), получим:

$$\sigma_{изг} = \frac{13500}{80,75} = 167,18 \text{ кг/см}^2.$$

В итоге:  $\sigma_{изг} = 167,18 \leq \llbracket \sigma_{изг} \rrbracket = 350 \text{ кг/мм}^2$  – для марки Ст3.

Условие выполняется, следовательно, расчет произведен верно.

### 2.3.5 Расчет грузового винта на изгиб

Грузовой винт, прикладывающий нагрузку вертикально, испытывает изгиб продольной оси от действия момента  $M_{кр}$  (рисунок 2.9).

Устойчивость винта определяется максимальным прогибом  $f$ . Для расчета устойчивости винта должен соответствовать условию  $f < \llbracket f \rrbracket$ .

Значение максимального прогиба определяется по формуле 2.4:

$$f = \frac{M_{кр} \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot J_x}, \quad (2.4)$$

где  $M_{кр}$  – максимальный момент изгиба поворотного моста от действия силы давления энергоаккумулятора,  $M_{кр} = M_G = 47,5 \text{ кг} \cdot \text{м}$ ;

$l$  – полная длина вылета винта,  $l = 1,145$  м;

$E$  – модуль продольной упругости материала вала из стали марки Ст3,  
 $E = 1,92 \cdot 10^5$  МПа;

$$J_x = \frac{a \cdot b^3 - a_1 \cdot b_1^3}{12} - \text{осевой момент инерции поперечного сечения стойки}$$

как трубы прямоугольного сечения размером 60x40 мм, толщиной стенки 3 мм,

где  $a$  – наружный диаметр сечения резьбы,  $a = 0,06$  м;

$b$  – внутренний диаметр сечения резьбы,  $b = 0,04$  м;

$$J_x = \frac{0,06 \cdot 0,04^3 - 0,054 \cdot 0,034^3}{12} = 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3,$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4), получим:

$$f = \frac{47,35 \cdot 0,99^2}{2 \cdot 1,92 \cdot 10^5 \cdot 1,43 \cdot 10^{-7}} = 7,14 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,714 \text{ мм},$$

$$f_{-} = \frac{1}{200} = 5,725 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,725 \text{ мм}.$$

## 2.4 Руководство по эксплуатации стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Руководство по эксплуатации стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ (далее по тексту – стенд) предназначено для изучения принципа действия стенда и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

К работам по управлению стендом, надзору за ее работой, уходу, техническому обслуживанию и контролю разрешается допускать только персонал, знакомый с принципами проведения указанных работ и изучивший настоящее руководство по эксплуатации, а также прошедший инструктаж относительно связанных со стендом опасностей.

Ремонт стенда выполняется поставщиками.

### 2.4.1 Описание и работа стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

Данное устройство относится к ремонтной технике, и может быть использовано при обслуживании сборочных и ремонтных работах на легковых и грузовых автомобилях. Для повышения качества ремонтных работ установка оснащена съемным реечным домкратом и подводом воздуха под давлением, удобными зажимами для корпуса энергоаккумулятора.

### 2.4.2 Технические характеристики стенда

1. Техническая характеристика стенда, без учета установленных энергоаккумуляторов:

– длина, мм.....	720
– ширина, мм.....	500
– высота, мм.....	1581
– масса в сборе, кг.....	62

2. Техническая характеристика привода стенда:

- тип привода.....ручной
- усилие оператора, кг.....15
- рабочее давление на стенде, кг.....200

### 2.4.3 Комплект поставки

Комплект поставки стенда должен соответствовать перечню таблицы

2.5.

Таблица 2.5 – Комплект поставки стенда

Наименование	Количество, шт
Основные части	
Нижняя рама в сборе	1
Верхняя рама в сборе	1
Комплект метизов	1
Призма	1
Вороток	1
Манометр МТИ-К 1216	1
Пневмодроссель П-ДК16	1
Пневмораспределитель трехлинейный П-Р4Ф Р3	1
Техническая документация	
Паспорт	1
Руководство по эксплуатации	1
Лист упаковочный	1

### 2.4.4 Общие меры безопасности

Любые изменения или модификации, вносимые в стенд без предварительного разрешения производителя, освобождают производителя от ответственности за возможный ущерб, нанесенный или вызванный вышеназванными действиями.

Стенд необходимо установить на горизонтальном, твердом, не имеющим повреждений полу и закрепить его к полу с помощью анкерных болтов.

Производитель не несет ответственности за вред, нанесенный вследствие невыполнения правил данного руководства по эксплуатации.

#### 2.4.5 Общее описание стенда

Общий вид стенда показан на рисунке 2.1, общее описание основных узлов стенда и их назначение подробно описано в п.2.2.2 настоящей пояснительной записки.

#### 2.4.6 Подготовка и порядок работы на стенде

Снять защитное покрытие со всех неокрашенных поверхностей стенда, собрать стенд из поставленного комплекта согласно сборочному чертежу.

Порядок работы на стенде подробно описан в п.2.2.2 настоящей пояснительной записки.

#### 2.4.7 Характерные неисправности и методы их устранения

Характерные неисправности и методы их устранения представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Характерные неисправности и методы их устранения

Неисправность, внешнее проявление	Вероятная причина	Неисправность, внешнее проявление
При поднятии штока привода винта прижим не поднимается	Неисправен механизм съемной втулки винта	Заменить втулку
При испытании пружина энергоаккумулятора не сжимается	Не отрегулирован запорный пневмоклапан	Отрегулировать клапан

#### 2.4.8 Гарантийные обязательства

Гарантируется исправная работа стенда в течение 12 месяцев со дня продажи, при условии эксплуатации его в точном соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня отгрузки заказчику.

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель производит ремонт или замену преждевременно вышедших из строя деталей и сборочных единиц.

Предприятие-изготовитель не несёт никаких гарантийных обязательств в случае использования стенда не по назначению и несоблюдению правил и условий эксплуатации, указанных в данном руководстве по эксплуатации.

В случае утери данного руководства по эксплуатации либо отсутствия требуемых записей в Листе регистрации, гарантийное обслуживание прекращается, претензии не принимаются.

#### 2.4.9 Сведения о рекламациях

Потребитель предъявляет рекламации предприятию-изготовителю на основании действующего положения о поставке продукции производственного назначения.

Детали и сборочные единицы заменяются предприятием-изготовителем при условии предоставления акта рекламации с полным обоснованием причин поломок.

В акте должны быть указаны наименование деталей и сборочной единицы, время и место выявления дефекта, а также подробно указаны обстоятельства, при которых обнаружен дефект.

## 3 Технологический процесс

### 3.1 Функции и роль энергоаккумуляторов

В грузовиках Камского автозавода используется тормозная система с пневматическим приводом. Исполнительным элементом в этой системе выступает тормозная камера, соединенная с энергоаккумулятором [1].

Грузовые автомобили КамАЗ, как и большинство транспортных средств этого класса, оснащаются тормозной системой с пневмоприводом. Исполнительным механизмом здесь выступает тормозная камера - именно в ней создается усилие, необходимое для разжима колодок внутри тормозного барабана колеса. Однако использованием одной тормозной камеры можно реализовать только рабочую тормозную систему, используемую во время движения автомобиля при запущенном силовом агрегате. Остальные системы – запасную и стояночную – данным механизмом привести в действие уже невозможно, для этой цели используется дополнительный узел – пружинный энергоаккумулятор.

Энергоаккумулятор – устройство, обеспечивающее запасание энергии, необходимой для работы тормозов автомобиля без постоянного источника сжатого воздуха (при остановленном силовом агрегате и компрессоре). Энергия в данном устройстве накапливается в сжатой пружине, которая при необходимости разжимается и приводит в действие установленные в колесах тормозные механизмы. Предварительное сжатие пружины для запасания энергии осуществляется силой сжатого воздуха, который поставляется пневмосистемой автомобиля.

Энергоаккумулятор входит в состав стояночной и запасной тормозных систем. При использовании «ручника» пружина создает необходимое усилие для постоянного удерживания колодок на тормозном барабане. А в случае поломки или неправильной регулировке привода тормозов энергоаккумулятор обеспечивает аварийное торможение.

Энергоаккумулятор играет важную роль в управляемости и безопасности, но при этом имеет простую конструкцию.

Классификация и устройство энергоаккумуляторов КамАЗ [2. 3].

На всех камских грузовиках используются тормозные камеры, объединенные в единую конструкцию с пневматическими энергоаккумуляторами (за исключением передних осей, где обычно устанавливаются одиночные камеры). Такая конструкция делает привод колесных тормозных механизмов более простым и надежным, а также сокращает стоимость узлов.

На автомобилях Камского автозавода используются энергоаккумуляторы и тормозные камеры нескольких типов: 20/20, 20/24, 24/20, 30/24 и 30/30. Цифры в дроби указывают на округленное значение эффективной (используемой при работе устройства) площади мембраны тормозной камеры (первая цифра) и площади поршня энергоаккумулятора (вторая цифра), измеренное в квадратных дюймах.

Конструкция узлов, независимо от типа, марки и применимости, принципиально одинакова. В состав узла входит две детали – тормозная камера и смонтированный на его задней стенке энергоаккумулятор. Камера – мембранного (диафрагменного) типа, эластичная мембрана делит камеру на две полости: герметичную нижнюю и открытую верхнюю. В верхней камере располагается шток привода колесного тормозного механизма, соединенный с опорным диском, который, в свою очередь, опирается на диафрагму. Прижим опорного диска к мембране и возврат мембраны в начальное положение осуществляется пружиной. В верхней и в нижней полостях камеры предусмотрены штуцеры: в нижней камере для подачи сжатого воздуха, в верхней – для соединения с энергоаккумулятором. В задней стенке ТК выполнено отверстие для связи с толкателем энергоаккумулятора.

Энергоаккумулятор КамАЗ (рисунок 3.1) пружинно-пневматический, он состоит из металлического корпуса цилиндрической формы, в нижней части которого установлена мощная витая пружина, несущая на себе

цилиндрический поршень. На поршне установлен толкатель, в котором с обратной стороны (в задней стенке энергоаккумулятора) ввернут винт аварийного растормаживания и его упорная гайка. Данный винт помогает снять транспортное средство со стояночного тормоза при отсутствии подачи сжатого воздуха – винт при выворачивании стягивает пружину и растормаживает колесный тормозной механизм. В обеих камерах энергоаккумулятор (надпоршневой и подпоршневой) предусмотрены штуцеры.



Рисунок 3.1 – Энергоаккумулятор автомобиля КамАЗ

Энергоаккумулятор с помощью болтов или переходного фланца смонтирован на тормозной камере так, что толкатель поршня располагается напротив отверстия в задней стенке камеры. Также дренажной трубкой между собой соединены штуцеры в верхней полости тормозной камеры и подпоршневой полости энергоаккумулятора. Через данную трубку осуществляется выпуск воздуха в атмосферу при сжатии пружины.

По типу соединения энергоаккумулятора и тормозной камеры узлы условно делятся на два типа:

- стандартные цилиндрические – соединение осуществляется болтами, пропущенными через отверстия во фланцах на корпусах тормозной камеры и энергоаккумулятора;

– современные «матрешки» – соединение осуществляется с помощью переходного фланца, который соединен с деталями с помощью хомутов.

Независимо от конструкции функционируют энергоаккумуляторы с тормозными камерами одинаково. Механизм работы отличается в зависимости от того, какая тормозная система автомобиля работает в данный момент.

В функционировании рабочей (основной) тормозной системы участвует только тормозная камера. В случае необходимости выполнить торможение в нижней полости тормозной камеры повышается давление, вследствие чего диафрагма поднимается и выталкивает шток, приводящий в действие тормозной механизм на колесе. При растормаживании воздух стравливается и шток вместе с диафрагмой вследствие усилия пружины возвращается в первоначальное состояние.

В функционировании «ручника» участвуют оба узла. Во время движения авто сжатый воздух подается в энергоаккумулятор, стягивая пружину. При постановке грузовика на стояночный тормоз давление в энергоаккумуляторе понижается, пружина освобождается и связанный с ней толкатель приводит в действие тормозную камеру, выталкивая ее шток – колодки разжимаются и автомобиль теряет возможность двигаться. При выключении «ручника» в энергоаккумуляторе вновь повышается давление, воздух сжимает пружину и возвращает толкатель и детали тормозной камеры в первоначальное положение.

Иногда могут возникать ситуации, когда шток тормозной камеры выдвигается недостаточно для надежного прижима тормозных колодок (такое может быть при неправильной регулировке или в случае поломки). В этом случае включается запасная тормозная система – из энергоаккумулятора стравливается некоторое количество воздуха, пружина поднимается и толкателем дополнительно выталкивает шток тормозной камеры. Таким образом, энергоаккумулятор помогает нормально управлять автомобилем до устранения неисправности.

Также энергоаккумуляторы автоматически осуществляют аварийное торможение автомобиля при потере герметичности пневмосистемы и невозможности нормального управления тормозами.

Энергоаккумуляторы требуют минимального внимания при ТО – достаточно осматривать их на предмет наличия повреждений и проверять их работу. Также необходимо периодически осуществлять регулировку привода колесных тормозных механизмов в соответствии с указаниями инструкции по эксплуатации и обслуживанию автомобиля.

При износе деталей камеры и энергоаккумулятора – мембраны, прокладок, уплотнителя поршня и т.д. – необходимо выполнить их замену (данные детали продаются в составе ремкомплектов). О необходимости ремонта могут свидетельствовать ухудшение работы тормозов и наличие утечек сжатого воздуха. Для ремонта узел необходимо демонтировать с автомобиля и разобрать, при этом следует соблюдать осторожность, так как сжатая пружина в энергоаккумуляторе может нанести серьезные травмы.

Ремонт и сборка узла выполняются в соответствии с рекомендациями производителя по порядку работ, по применяемым смазочным материалам и т.д. Для сборки необходимо использовать специальное приспособление, обеспечивающее безопасное сжатие пружины энергоаккумулятора, выполнить ремонт без такого приспособления невозможно.

При своевременном обслуживании и ремонте, энергоаккумулятор и тормозная камера будут работать долго и надежно, обеспечивая безопасность и комфорт тяжелого грузовика.

### 3.2 Технологическая карта технического обслуживания пневмопривода автомобиля КамАЗ

В связи с ограниченным объемом пояснительной записки технологический процесс технического обслуживания пневмопривода

автомобиля КамАЗ представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы [1, 2].

Общая трудоёмкость 90 чел.-мин. (1,5 чел.-ч.). Исполнители – слесари по ремонту автомобилей 4-го и 5 –го разряда.

## 4 Расчет экономической эффективности стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ

### 4.1 Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия

4.1.1 Расчет расходов на сырье и основные материалы производится по формуле (4.1) [18, 19, 20]:

$$M = C_m \cdot Q_m \cdot \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (4.1)$$

Расчет расходов на сырье и основные материалы представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Себестоимость изготовления проектируемого изделия

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Пластина толщина 7,5 мм	кг	4	35	140
Пруток диаметр 45 мм	кг	3	19	57
Уголок № 4	кг	6	18	108
Труба диаметр 30 мм	кг	4	45	180
Труба диаметр 50 мм	кг	1,5	45	67,5
Швеллер № 30	кг	2	39	78
Швеллер № 12	кг	4	39	156
Листовой металл, h = 7	кг	3	38	114
Листовой металл, h = 10	кг	5	38	190
Прокат черного металла,	кг	10	12,5	125
Арматура	кг	2	22	44
Грунтовка ГФ 020	кг	0,8	55	44
Эмаль НЦ 11	кг	1,1	95	104,5
Иное	-	-	-	600
ИТОГО:				1868
Расходы на заготовку и транспортировку:				93,40
Возвратимые отходы:				37,36
ВСЕГО:				1998,76

4.1.2 Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые для комплектования изделий производится по формуле (4.2):

$$P_{II} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{mз}}{100}\right) \quad (4.2)$$

Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на покупные комплектующие

Наименование комплектующих	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Распределитель П-Р4.Ф2	3	1780	5340
Манометр МТИ-К	2	1180	2360
Домкрат винтовой 2101	1	272	272
Рукав напорный ВГ-20	3,6	90,68	326,45
Пневмоглушитель 2113-16	3	179	537
Дроссель П-ДК-20-1	2	475	950
Метизы	92	3	276
Хомут STR 37802-22	12	120	1440
Иное	-	-	400
ИТОГО:			11901,45
Расходы на заготовку и транспортировку:			595,07
ВСЕГО:			12496,52

4.1.3 Расчет затрат на выплату основной заработной платы производится по формуле (4.3):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{пл}}{100}\right) \quad (4.3)$$

Расчет затрат на выплату основной заработной платы представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты на выплату основной заработной платы

Вид операции	Квалификационный разряд работы	Трудоемкость, человек/час	Тарифная часовая ставка	Тарифная заработная плата
1	2	3	4	5
Заготовительная	4	3	53,9	161,7
Токарная	4	4	53,9	215,6
Фрезерная	4	3	53,9	161,7
Обрабатывающая	4	2	53,9	107,8
Сварочная	4	7	53,9	377,3

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
Сверлильная	3	2	50,2	100,4
Сборочно-монтажная	4	12	53,9	646,8
Окрасочная	4	1	53,9	53,9
Слесарная	5	4	59,2	236,8
Испытательная	5	3	59,2	177,6
ИТОГО:				2239,6
Доплата премии:				447,92
Заработная плата основная:				2687,52

4.1.4 Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы производится по формуле (4.4):

$$Z_{д} = Z_{о} \cdot \frac{K_{д}}{100} \quad (4.4)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.4), получим:

$$Z_{д} = 2687,52 \cdot (1,1 - 1) = 268,75 \text{ руб.}$$

4.1.5 Расчет затрат на отчисления единого социального налога производится по формуле (4.5):

$$O_{с} = (Z_{о} + Z_{д}) \cdot K_{с} \quad (4.5)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.5), получим:

$$O_{с} = (2687,52 + 268,75) \cdot 0,26 = 768,63 \text{ руб.}$$

4.1.6 Расчет расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию промышленного оборудования производится по формуле (4.6):

$$P_{сод.об} = Z_{о} \cdot \frac{K_{об}}{100} \quad (4.6)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.6), получим:

$$P_{\text{СОД.ОБ}} = 2687,52 \cdot 1,04 = 2795,02 \text{ руб.}$$

4.1.7 Расчет затрат общепроизводственного характера производится по формуле (4.7):

$$P_{\text{ОПР}} = Z_{\text{О}} \cdot \frac{K_{\text{ОПР}}}{100} \quad (4.7)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.7), получим:

$$P_{\text{ОПР}} = 2687,52 \cdot 1,5 = 4031,28 \text{ руб.}$$

4.1.8 Расчет цеховой себестоимости производится по формуле (4.8):

$$C_{\text{Ц}} = M + П_{\text{И}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{Д}} + O_{\text{С}} + P_{\text{СОД.ОБ}} + P_{\text{ОПР}} \quad (4.8)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.8), получим:

$$C_{\text{Ц}} = 1998,76 + 12496,52 + 2687,52 + 268,75 + 768,63 + 2795,02 + 4031,28 = 25046,48 \text{ руб.}$$

4.1.9 Расчет затрат на общехозяйственные расходы производится по формуле (4.9):

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = Z_{\text{О}} \cdot \frac{K_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}}}{100} \quad (4.9)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.9), получим:

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = 2687,52 \cdot 1,6 = 4300,03 \text{ руб.}$$

4.1.10 Расчет производственной себестоимости производится по формуле (4.10):

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} \quad (4.10)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.10), получим:

$$C_{IP} = 25046,48 + 4300,03 = 29546,52 \text{ руб.}$$

4.1.11 Расчет затрат на внепроизводственные расходы производится по формуле (4.11):

$$P_{ВНЕПР.} = C_{IP} \cdot \frac{K_{ВНЕПР}}{100} \quad (4.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4.11), получим:

$$P_{ВНЕПР.} = 29346,52 \cdot 0,05 = 1467,32 \text{ руб.}$$

4.1.12 Расчет общих затрат на изготовление стенда

Для определения общих затрат на производство стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ, приобретения материалов и затрат связанных с выплатой денежных средств воспользуемся формулой (4.12):

$$C_{ОБЩ} = C_{IP} + P_{ВНЕПР} \quad (4.12)$$

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу 4.12 и получаем.

$$C_{ОБЩ} = 29346,52 + 1467,32 = 30813,84 \text{ руб.}$$

Анализ отечественного рынка показал, что средняя стоимость приобретения стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ составляет 47600 руб. На основании этого можно сделать вывод, что изготовление конструкции разработанного стенда является экономически целесообразным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проработки темы выпускной квалификационной работы проведена следующая работа, а именно:

1. Проведен анализ конструкций стендов для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ, отечественных и зарубежных производителей. Выполнена сравнительная оценка основных параметров представленных стендов путем построения циклограммы и выявлена наиболее прогрессивная конструкция – стенд сборки/разборки пружинного энергоаккумулятора С1. Особенности конструкции данного стенда были использованы при разработке нового оборудования.

2. Разработана конструкция стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ, выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, проведены прочностные расчеты элементов конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации стенда.

Невысокие затраты на изготовление стенда и относительно простая конструкция позволяет изготовить стенд в условиях станции технического обслуживания и/или автотранспортного предприятия.

3. Рассмотрены функции и роль энергоаккумуляторов. Составлена технологическая карта технического обслуживания пневмопривода автомобиля КамАЗ

4. Проведен расчет экономической эффективности спроектированного стенда для ремонта энергоаккумуляторов автомобилей КамАЗ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей : КАМАЗ-5320, 5321, 53212, 53213, 5410, 54112, 55111, 55102, 53229, 65115. - М. : Ливр, 2000. - 238, [2] с. : ил.

2 Автомобили КамАЗ [Текст] : Руководство по техн. обслуживанию и ремонту / В/о "Автоэкспорт". - Москва : Внешторгиздат, [1979]. - 416 с., 1 отд. л. схем. : ил.; 22 см.. - М. : КамАЗ : РусьАвтокн., 2004. - 312,[2] с. : ил.

3 Иванов, В. П. Оборудование автопредприятий [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности "Техническая эксплуатация автомобилей" / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 301 с. : ил.

4 Проектирование технологической оснастки для ремонта и обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин : практикум / Сев.-Кавказ. федерал. ун-т ; [сост. Н. Ю. Землянушнова, Н. И. Ющенко]. - Ставрополь : СКФУ, 2015. – 150.

5 Виноградов, В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепашин, В. Ф. Солдатов. - Москва. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 346 с. : ил.

6 Плаксин, А. М. Технологический расчет производственных подразделений автотранспортного предприятия [Текст] : учеб. пособие / А. М. Плаксин, Э. Г. Мухамадиев. - Челябинск : ЧГАУ, 2007 (Челябинск). - 68 с.

7 Круцило, В. Г. Расчет и проектирование производственно-технической инфраструктуры предприятия [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Круцило, В. В. Плешивцев, А. В. Карпов. - Самара : [б. и.], 2007. - 292 с. : ил.

8 Напольский, Г. М. Технологический расчет и планировка автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию по дисциплине "Проектирование предприятий автомоб. трансп." / Г. М. Напольский. - М. : [б. и.], 2003. - 43 с.

9 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.

10 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.

11 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.

12 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.

13 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.

14 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.

15 Ковалевский, В. И. Проектирование технологического оборудования и линий [Текст] : учеб. пособие / В. И. Ковалевский. - СПб. : ГИОРД, 2007 (СПб.). - 316 с. : ил.

16 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.

17 Новиков, А. И. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : лаб. практикум / А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. - Воронеж : ВГЛТУ, 2016. - 83 с. : ил.

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

19 Бычков, В. П. Экономика автотранспортного предприятия [Текст] : учебник / В. П. Бычков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 404 с.

20 Ярин, Г. А. Экономика предприятия [Текст] : учеб. / Г.А.Ярин. - 2.изд.,перераб.и доп. - Екатеринбург : [б. и.], 2001. - 182 с. + 1 л. портр. - 2000 экз. - Б. ц.

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

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

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

24 Enclosure integrity procedure for Halon 13B1 total flooding fire suppression systems / C. Casey, Grant ; National Fire Protection Research Foundation из кн.: International Halon Research Project. - 1989. - P.1-63.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Спецификация



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		19		Болт М10х45 ГОСТ 7798-70	8	
		20		Шайба 10Н ГОСТ 6402-70	12	
		21		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	20	
		22		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	12	
		23		Болт М10х40 ГОСТ 7798-70	2	
		24		Болт М10х55 ГОСТ 7798-70	4	
		25		Кольцо А42 ГОСТ 13943	1	
		26		Шайба 14 ГОСТ 11371-78	2	
		27		Гайка М14 ГОСТ 5915-70	2	
		28		Болт М6х30 ГОСТ 7798-70	3	
		29		Шайба 6Н ГОСТ 6402-70	7	
		30		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	7	
				<i>Прочие изделия</i>		
		31		Распределитель П-Р4.Ф2.200.РЗ	3	
		32		Манометр МТИ-К	2	
		33		Хомут STR 37802-22	12	
		34		Рукав напорный ВГ-20 ТУ 38-105998-91	1	длина 3,6 м
		35		Пневмоглушитель 2113-16 ТУ 4152-002-00220859	3	
		36		Дроссель П-ДК-20-1	2	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	18.БР.ПЭА.272.61.00.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 2	

Копировал

Формат А4