

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 конструкции установки для очистки автомобильных  
колес и дисков грузовых автомобилей КамАЗ

Студент

В.В. Заворыкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Бобровский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

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 установок для очистки автомобильных колес и дисков грузовых автомобилей, отечественных и зарубежных производителей. После этого провести сравнительную оценку основных параметров представленных установок путем построения циклограммы и выявить конструкцию для проведения подробного анализа.

Основываясь на проведенном анализе, разработать усовершенствованную конструкцию установки для очистки автомобильных колес и дисков, выполнить сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, провести прочностные расчеты элементов конструкции установки.

Составить технологическую карту очистки автомобильных колес автомобилей КамАЗ.

В первой главе рассмотрены различные конструкции установок для очистки автомобильных колес и дисков грузовых автомобилей.

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

В третьей главе представлена технологическая карта очистки колеса автомобиля КамАЗ.

В четвертой главе рассмотрена безопасность и экологичность установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.

В пятой главе представлен расчет экономической эффективности проектируемой конструкции.

Выпускная квалификационная работа состоит из 65 страниц, и включает в себя 6 иллюстраций, 16 таблиц, 25 источников, 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Состояние вопроса.....	7
2 Конструкторская часть .....	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	14
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	19
2.3 Расчет элементов конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	24
2.4 Руководство по эксплуатации установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	35
3 Технологический процесс.....	43
3.1 Технологическая карта очистки колеса автомобиля КамАЗ.....	43
4 Безопасность и экологичность установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	44
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика установки для очистки автомобильных колес и дисков .....	45
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	45
4.3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	47
4.4 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий.....	48
4.5 Обеспечение экологической безопасности установки для очистки автомобильных колес и дисков .....	50
4.6 Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду.....	50

5	Расчет экономической эффективности установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.....	52
5.1	Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия....	52
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	59
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	63

## 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 [1].

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.

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.

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 [10].

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

Необходимым условием разработки конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков грузовых автомобилей является проведение глубокого анализа работы устройства, конструкций установок для мойки колес и дисков грузовых автомобилей, отечественных и зарубежных производителей и разработанных патентов.

При выполнении анализа отечественного рынка можно выделить следующие установки для очистки автомобильных колес и дисков грузовых автомобилей [6]:

- автоматическая мойка Wulkan 500 (производство Польша);
- автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2 (производство Россия);
- мойка для колес Торнадо-Truck с функцией нагрева воды (производство Россия).

Для выявления достоинств и недостатков конструкций и выбора наиболее прогрессивного устройства выполним сравнение по заранее выбранным параметрам [10]:

- габаритные размеры;
- диаметр колес;
- потребляемая мощность;
- масса;
- стоимость.

Автоматическая мойка Wulkan 500 (рисунок 1.1) предназначена для мойки колес грузовых автомобилей от 16” до 24,5” перед шиномонтажными работами. Может быть использована на станциях технического обслуживания, шиномонтажных участках и автосервисах. При использовании мойки колес при шиномонтажных работах достигается более точная балансировка колес и низкий износ шиномонтажного оборудования. В зависимости от степени загрязнения колеса позволяет оператору выбрать

один из трех режимов мойки (60/120/240 секунд), после чего автоматически включается режим сушки (30 секунд). Мойка работает в замкнутой цикле, без применения химикатов. Рабочее тело: вода с гранулятом. Для подключения WULKAN 500 требуется только воздух и электричество. Вода и полимерные гранулы выбрасываются под давлением через сопла в направлении вращающегося на роликах колеса, после чего грязь оседает в отстойнике, а гранулят остается на поверхности. Рабочий процесс автоматически прерывается после 200 циклов, после чего требуется чистка моечной камеры. Изготовлена из нержавеющей сталей, применяется двойная звукоизоляция. Мойка колес WULKAN 500 стандартно оснащается пневматическим поворотным лифтом подъема колеса. Объем бака 500 л.



Рисунок 1.1 – Автоматическая мойка Wulkan 500

Технические характеристики автоматической мойки Wulkan 500 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики автоматической мойки Wulkan 500

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Диаметр колес, мм	Потребляемая мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1900х1600х2160	740-1200	7	630	791844

Автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2 (рисунок 1.2) предназначена для мойки колес грузовых автомобилей перед проведением шиномонтажных работ.

#### Преимущества мойки колес МК-2

- низкая стоимость;
- моет колесо с выступающими частями диска;
- отсутствие электроники;
- регулировка времени мойки колеса с помощью реле;
- высокая ремонтпригодность: отечественные электродвигатели и помпа, удобное расположение узлов.



Рисунок 1.2 – Автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2

Позволяет мыть увеличенное количество колес до замены воды по сравнению с большинством моек, а также упрощается процесс очистки самой мойки.

Мойка колес МК-2 проста в обслуживании и управлении. Цикл мойки, в зависимости от загрязнения колеса, по выбору устанавливается в 60, 120 или 180 секунд, после чего автоматически начинается цикл сушки продолжительностью 30 секунд.

Корпус установки изготовлен из нержавеющей стали, что позволяет сохранить мойку от коррозии. Благодаря защите, установленной в моечной камере, мойка колес МК-2 не царапает и не задевает выступающие части дисков колес.

Технические характеристики автоматической мойки колес для грузовых автомобилей МК-2 представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики Автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Диаметр колес, мм	Потребляемая мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1660x1380x1910	700-1200	5,1	320	530000

Мойка для колес Торнадо-Truck с функцией нагрева воды (рисунок 1.3) предназначена для очистки от грязи водой с пластиковыми гранулами комплектных автомобильных колес, состоящих из шины и диска.

Мойка колес происходит по замкнутому циклу, грязь осаждается на дно ванны. Мойка не требует подключения к водопроводу и канализации и позволяет обеспечить чистоту рабочего помещения.

Мойка Торнадо-Truck оборудована пневматическим лифтом, позволяющим легко и безопасно захватывать и поддерживать обод загружаемого или выгружаемого колеса.

Изделие имеет несколько режимов мойки - для колес разной степени загрязнения.

Затем автоматически включается сушка колеса сжатым воздухом, которая длится 30 секунд. Также есть отдельный режим сушки колеса длительностью 30 секунд.



Рисунок 1.3 – Мойка для колес Торнадо-Truck

Основные особенности данной модели:

- возможно мыть колеса шириной до 430 мм и высотой до 1200 мм;
- пневматический лифт для загрузки и выгрузки колеса;
- устройство загрузки колеса позволяет загружать колеса как с центральной частью и без;
- полная шумоизоляция моечного отделения.

Технические характеристики мойки для колес Торнадо-Truck представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики мойки для колес Торнадо-Truck

Параметр	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	Диаметр колес, мм	Потребляемая мощность, кВт	Масса нетто, кг	Стоимость, рублей
Значение	1390x2424x1620	740-1200	10	690	508500

Проведение достоверной оценки качества технологического оборудования возможно только с учетом всей системы групп показателей качества. Для этого требуется разработка формальных правил проведения данной оценки [10].

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 установку для очистки автомобильных колес и дисков:

- габаритные размеры;
- диаметр колес;
- потребляемая мощность;
- масса;
- стоимость.

Для выбранных показателей качества определяем  $Y_i$  и заносим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительная характеристика аналогов

Показатель	Модель сравниваемого оборудования		
	Wulkan 500	МК-2	Торнадо-Truck
1	2	3	4
Занимаемая площадь в плане, м <sup>2</sup> $P_{i0} = 2,29 \text{ м}^2$	3,04	2,29	3,36
$Y_i =$	0,75	1	0,68
Диаметр колес, мм $P_{i0} = 1200 \text{ мм}$	740-1200	700-1200	740-1200
$Y_i =$	1	1	1
Потребляемая мощность, кВт $P_{i0} = 5,1 \text{ кВт}$	7	5,1	10
$Y_i =$	0,73	1	0,51
Масса оборудования, кг $P_{i0} = 320 \text{ кг}$	630	320	690
$Y_i =$	0,51	1	0,46
Стоимость, рублей $P_{i0} = 508500 \text{ рублей}$	791844	530000	508500
$Y_i =$	0,64	0,96	1
Итого ( $\sum Y_i$ ):	3,63	4,96	3,65

По данным таблицы 1.4 видно, что наибольший суммарный показатель качества имеет автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2, из этого можно заключить, что в настоящее время данное устройство является наиболее прогрессивным в данной области техники.

## 2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

### 2.1.1 Область применения

Качественная очистка автомобиля и его составных частей при проведении технического обслуживания и ремонта является сложной, до конца не решенной проблемой. Несовершенство технологии и оборудования очистки отрицательно влияет на качество обслуживания и ремонта автомобилей, санитарно-гигиенических условиях труда работающих, их производительности [2, 3]. Решение проблемы повышения качества очистки автомобилей и их составных частей (в том числе и колес) заключается в совершенствовании оборудования для проведения моечно-очистных работ.

Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ относится к моечному оборудованию, и может применяться при выполнении подготовительных работ перед проведением технического обслуживания и ремонта колес грузовых автомобилей КамАЗ. Установка может быть применена на АТП и СТО, где выполняется техническое обслуживание и ремонт легковых и грузовых автомобилей.

### 2.1.2 Основание для разработки

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

Разработка конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ проводится на основании технического описания существующих аналогов, а также описания изобретения к авторскому свидетельству

### 2.1.3 Цель и назначение разработки

Целью разработки конструкции установки для очистки автомобильных

колес и дисков 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 установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ.

#### 2.1.4 Источники информации

При разработке данной конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ использовались следующие источники информации:

1. Авторское свидетельство, принятого за аналог описания устройства.
2. И.С. Туревский «Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей». М., «ФОРУМ», 2007 г.
3. П.И. Орлов «Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах». М., «Машиностроение», 1977 г.
4. Оборудование для ремонта автомобилей. Под ред. Шахнеса М. М. Изд-во «Транспорт», 1971 г.

#### 2.1.5 Технические требования к проектируемой установке для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ должна:

- удовлетворять требованиям надёжности и экономичности;
- быть безотказной при эксплуатации;
- иметь малую трудоемкость при проведении ремонтных работ;
- быть технологичной при производстве;
- быть работоспособной в течении всего срока хранения и транспортировки;
- отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности.

При проектировании установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ должны приобретаться изделия, отвечающие требованиям государственного стандарта – автомобильные запасные части, крепежные детали, герметизирующие материалы, уплотнительные устройства и т.д. Кроме того, в разработанной конструкции установки должны быть предусмотрены варианты дальнейшей модификации конструкции с целью улучшения ее технико-потребительских качеств и свойств.

Безопасность труда при эксплуатации установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ обеспечиваются следующими требованиями [9, 12]:

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

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

3. Электробезопасность установки (заземление, стойкая к химическому и механическому воздействию электроизоляция, защита при перегрузке установки и возможность экстренного отключения установки).

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 установки 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. Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ должна удовлетворять условиям разборки / сборки и ремонтпригодности. При осуществлении хранения и транспортировки установка должна разбираться и упаковываться в ящики.

Питание электрического привода установки должно осуществляться при помощи переменного трёхфазного тока (напряжение сети 380 В, частота 50 Гц).

2.1.6 Рекомендуемая техническая характеристика установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

Рекомендуемая техническая характеристика установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рекомендуемая техническая характеристика установки

Параметр	Значение
1	2
Габаритные размеры:	
- длина, мм	не более 2500
- ширина, мм	не более 2500
- высота, мм	не более 1800
Масса, кг	не более 300
Максимальный диаметр колеса, мм	1100

## Продолжение таблицы 2.1

1	2
Тип	стационарная двухсекционная (ванна с моющим раствором и герметичная моечная камера с крышкой), без подогрева моющего раствора
Моющая жидкость	растворы СМС
- температура, К	352...364
Насос	тип фекальный, горизонтальный
Напряжение сети, В	380

Качество и эффективность работы установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ оценивается показателем остаточного загрязнения автомобильного колеса после проведения мойки, он должен быть не более  $1,25 \text{ мг/см}^2$ . Данная степень очистки позволяет обеспечить полное отсутствие загрязнения рабочих мест, а также рук и специальной одежды персонала, гарантирует возможность проведения высококачественного ремонта.

### 2.1.7 Стадии и этапы разработки

Сроки выполнения технического задания по разработке конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков 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 установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

### 2.2.1 Оценка технического задания

Трудность в разработке конструкции данной установки заключается не только в разнообразии возможных загрязнений, но и высоком коэффициенте рельефности как диска колеса, так и самой шины, а также шероховатостью поверхности шины, которая существенно влияет на сбор загрязнений и их связь с поверхностью.

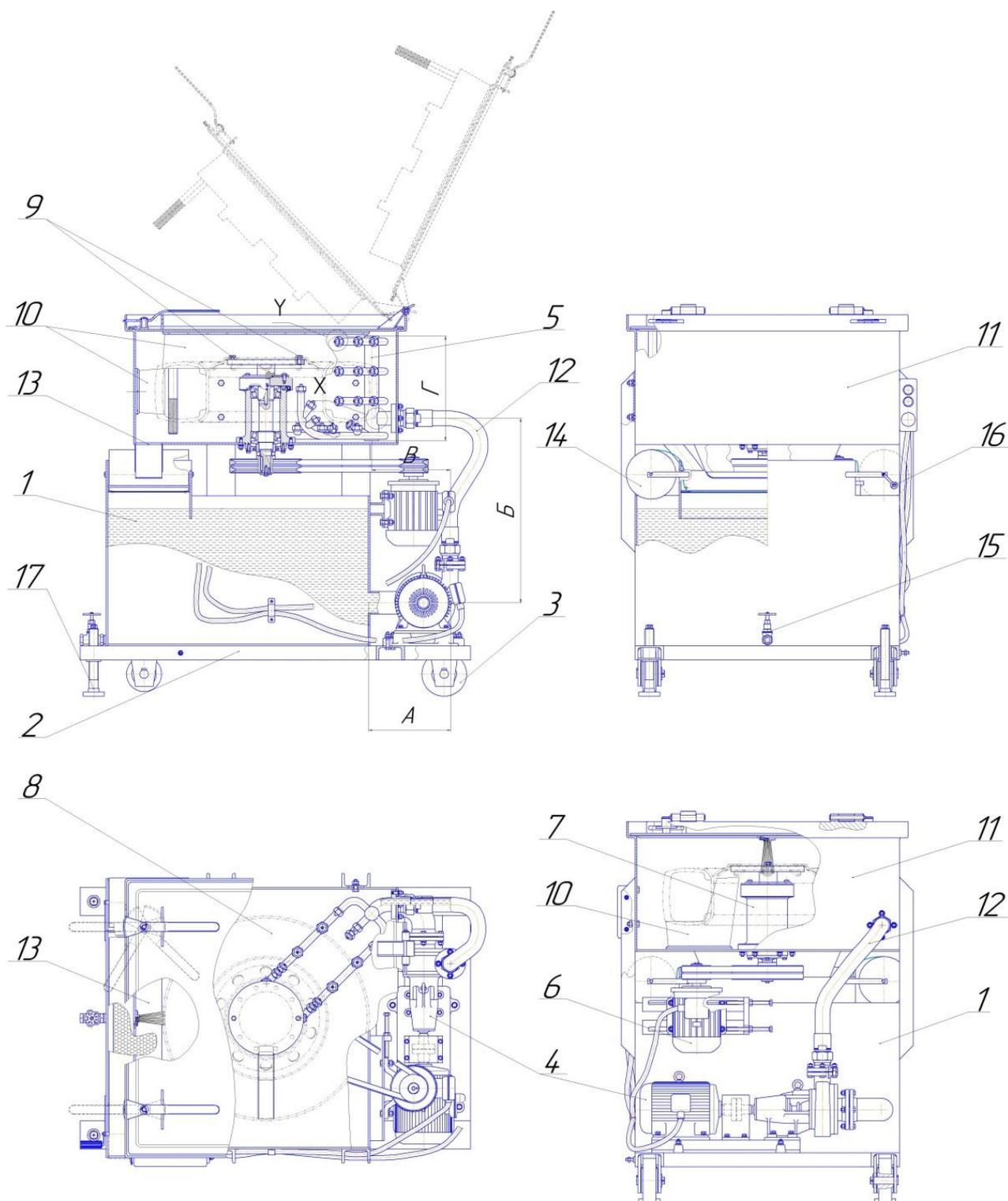
Разнообразие состава и свойств загрязнений очищаемых поверхностей не позволяет даже в экспериментальных исследованиях получить точные зависимости, подходящие для расчета установок для мойки. Именно поэтому их расчет проводится на основе приближенных эмпирических зависимостей.

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

С учетом изложенных в техническом задании требований предлагается следующий вариант конструкции мойки (рисунок 2.1).

Конструкция проектируемой установки представляет собой двухкамерную компоновку, одна из которых (1) – емкость для хранения (слива и забора) моющего раствора, она закреплена на раме (2), имеющей колеса (3) для перемещения всей установки, а также на раме закреплён центробежный насос (4).

На емкости (1) также закреплён электрический двигатель (6) предназначенный для привода вращения подшипникового узла (7), который в свою очередь передает вращение непосредственно колесу (диску) (8) жестко закреплённому на торцевой поверхности подшипникового узла (7) при помощи двух болтов (9).



1 – емкость; 2 – рама; 3 – колеса; 4 – центробежный насос; 5 – коллектор; 6 – электрический двигатель; 7 – подшипниковый узел; 8 – омываемый диск (колесо); 9 – болт; 10 – щетки; 11 – рабочая камера; 12 – напорный шланг; 13 – полость; 14 – фильтровочный элемент; 15 – сливной кран; 16 – ручка

Рисунок 2.1 - Компоновочная схема моечной установки

Вращение на подшипниковый узел передается при помощи клиноременной передачи через шкивы, таким образом, что объект очистки – колесо или диск вращается со скоростью  $200 \text{ мин}^{-1}$ , что обеспечивает помимо щеточной (10) и струйной (5) очистки еще и центробежную очистку колеса.

Щетки (10) жестко закреплены в рабочей камере (11) и охватывают 80...90% поверхности колеса (при его вращении), что повышает качество очистки поверхности и снижает время очистки, следовательно, повышается и производительность установки в целом.

Струйная очистка осуществляется коллектором (5) имеющим 20-ть насадок, представляющие собой форсунки с возможностью регулировки угла атаки струи – что дает возможность охвата (настройки) всей поверхности колеса, а также возможность перенастройки (переналадки) насадок для мойки других типов колес (другой размерностью).

Давление на коллектор (5) передается через гибкий напорный шланг (12). Вода (моющий раствор) из рабочей камеры (11) самотеком стекает в полость (13) и попадает на фильтровочный элемент (14), проходя который раствор вновь попадает в емкость (1).

В процессе эксплуатации фильтровочный элемент (14) необходимо перемещать за ручку (16) – для обеспечения эффективной фильтрации моющего раствора от смываемых с колеса загрязнений, тем самым моющий раствор в установке используется многократно.

Для обеспечения полного слива моющего раствора из рабочей камеры (11) предусмотрено регулирующее устройство наклона установки (достаточно 1 градуса), установленного на раме (2); необходимый наклон устанавливается винтами (17), что также способствует более жесткой фиксации установки на полу.

Для замены моющего раствора предусмотрен сливной кран (15), расположенный в нижней части емкости (1).

Таким образом, предложенная конструкция моечной установки представляет собой по:

1) принципу действия – комбинированная (струйная, щеточная и центробежная очистка –  $200 \text{ мин}^{-1}$ ):

– струйная очистка является универсальной (насадки регулируются по направлению струи); простота и компактность конструкции; отсутствие механического контакта металлических насадок с очищаемой поверхностью, что исключает возможность повреждения наружной поверхности шины и сбоя настроек насадок;

– щеточная очистка улучшает качество очистки за счет механического воздействия ворса щеток на загрязненные поверхности колеса, значительно уменьшает время мойки (в 2-3 раза по сравнению со струйной очисткой), и, как следствие, уменьшается расхода электрической энергии, воды и моющих средств;

– центробежная очистка способствует эффективному удалению загрязнений под действием центробежных сил, а так же может быть использована для «сушки» колеса – удаление остатков воды с поверхности колеса под действием тех же центробежных сил (при отключенной подачи воды из коллектора, т.е. при выключенной струйной очистке);

2) характеру перемещения объекта – тупиковая однокамерная установка с емкостью для хранения моющего раствора;

3) конструкции моющих устройств – неподвижный коллектор с соплами (регулируемые насадки - форсунки), щетки (неподвижные), вращение колеса (диска) – центробежная сила ( $200 \text{ мин}^{-1}$ );

4) степени использования воды – с многократным использованием моющего раствора;

5) конструкции очистительных устройств – фильтрующий элемент в виде волокнистого прессового полотна в рулоне (т.е. имеем сменный фильтр), и в меньшей степени – резервуар-отстойник;

6) конструкции нагревательных устройств – отсутствуют (с целью удешевления себестоимости установки), но их установка не исключена;

7) способу сушки колеса (диска) – центробежная сушка (отключается насос подачи моющего раствора, а электрический двигатель привода вращения колеса продолжает работать, тем самым происходит сброс остатков влаги с поверхности колеса или диска).

### 2.2.3 Эстетические требования к разрабатываемой конструкции

Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать продуманный и гармоничный дизайн разрабатываемого изделия [9, 10].

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 установки в чистоте и упрощает удаление различных видов загрязнений.

Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ окрашивается в соответствии с эстетическими требованиями и требованиями безопасности. Все части корпуса установки 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.

### 2.2.4 Эргономические требования

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

Пульт управления установкой, органы управления и кнопки легкодоступны, удобны в управлении и размещены на уровне согнутого локтя. Предусмотрено дистанционное отключение установки рубильником.

### 2.2.5 Техника безопасности в конструкции

Выполнение требований техники безопасности обеспечивается проведением комплекса следующих мероприятий [10, 14]:

– 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 установки и исправности крепежа перед проведением ремонтных работ, выявление подтеков в гидросхеме.

Таким образом, предлагаемая конструкция установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ, полностью соответствует техническим требованиям и рекомендациям, изложенным в ТЗ. Себестоимость изготовления установки значительно ниже представленных на рынке установок аналогичного назначения отечественного и зарубежного изготовления.

## 2.3 Расчет элементов конструкции установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

### 2.3.1 Выполнение гидравлического расчета установки

Чтобы обеспечить удаление загрязнений струей воды необходимо, чтобы струя обладала большой кинетической энергией, которая определяется по формуле (2.1) [2, 22]:

$$E = \varphi^2 \cdot \rho \cdot H_c, \quad (2.1)$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости (зависит) от типа насоса;

$\rho$  – вес воды, кг;

$H_c$  – напор, м.

Кинетическая энергия струи воды является линейной функцией весового расхода и давления. Следовательно, наибольшую эффективность мойки можно обеспечить путем повышения давления воды при небольших ее расходах или путем увеличения расхода при относительно малом давлении.

По причине того, что разрабатываемая моечная установка по степени использования моющего раствора является многократной, то следует руководствоваться следующими рекомендациями: в установках с многократным оборотом воды целесообразно использование меньшего давления жидкости, но большего расхода моющего раствора, от рекомендуемых значений. Для установки с многократным использованием воды – 0,5...0,6 МПа ( $H_c = 50...60$  м) – давление жидкости перед соплом, при условии удаления сопел от поверхности объекта мойки в пределах 300...500 мм.

В виду того, что в нашем случае удаление (наибольшее) сопла (насадка) от поверхности колеса составляет менее 150 мм, а также отсутствует необходимость применения направленной промывки, то целесообразно снизить рекомендуемое давление до 20...30 м, что соответствует опытным данным.

Подбор сопел необходимо осуществлять с тем условием, что min коэффициентом сопротивления обладают сопла с отверстиями круглого и квадратного сечения. Принимаем сопло с круглым отверстием.

Исходя из условия обеспечения ламинарного течения жидкости диаметр отверстия сопла определяется по формуле (2.2):

$$d \geq \frac{R_e \cdot v}{V}, \quad (2.2)$$

где  $R_e$  – число Рейнольдса,  $R_e = 1000...1500$ ,  $R_e = 1500$  ;

$\nu$  - кинематическая вязкость жидкости,  $\nu = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ;

$V$  – скорость истечения жидкости, для сохранения ламинарного движения  $V > 6000 \text{ см/с}$ ,  $V = 8000 \text{ см/с}$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.2), получим:

$$d \geq \frac{1500 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6}}{7000} = 1,93 \cdot 10^{-7} \text{ см.}$$

Из опытных данных известно, что диаметр насадки рекомендуется назначать равным 2...8 мм, то принимаем диаметр отверстия равным 4 мм, т.к. предусмотрена эффективная очистка моющего раствора (60% объёма за цикл) фильтровочным сменным полотном.

Устойчивость режима движения жидкости в отверстии насадки зависит от отношения длины его отверстия к диаметру. Оптимальная величина этого отношения 3...4, принимаем 3, т.е.  $d = 4 \text{ мм}$ ,  $L = 12 \text{ мм}$ .

Определив конструкцию установки, давление жидкости ( $H = 20..30 \text{ м}$ ) перед насадкой, форма (круглые), диаметр и длину отверстия ( $d = 4 \text{ мм}$ ,  $L = 12 \text{ мм}$ ) и кол-во насадок (20 шт.), определяем расход жидкости (производительность насоса).

Расход жидкости определяется по формуле (2.3):

$$Q = \alpha \cdot n \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{(2g \cdot H)}, \quad (2.3)$$

где  $\alpha$  - коэффициент запаса,  $\alpha = 1,1..1,3$ ,  $\alpha = 1,2$ ;

$n$  – количество сопел,  $n = 20$ ;

$\mu$  - коэффициент расхода,  $\mu = 0,45..0,62$ ,  $\mu = 0,55$ ;

$\omega$  - площадь поперечного сечения отверстия насадки;

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4 \cdot 1000^2} = 1,2566 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

$H$  – напор перед насадкой,  $H = 20..30 \text{ м}$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.3), получим:

$$Q = 1,2 \cdot 20 \cdot 0,55 \cdot 1,2566 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (20 \cdot 30)} = 3,285 \cdot 10^{-3} \dots 4,024 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Следующим этапом расчета является определение необходимого полного напора  $H_{\gamma}$ , создаваемого насосом, который должен превышать величину напора у насадок на сумму потерь давления в системе.

Потери напора  $H_L$  определяют отдельно для всасывающего и напорного трубопроводов.

Потери напора прямолинейного участка трубопровода определяются по формуле (2.4):

$$H_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{Q^2}{2g \cdot \varpi}, \quad (2.4)$$

где  $\lambda$  – коэффициент сопротивления трубопроводов,  $\lambda = 0,02284 \dots 0,03665$ ;

$L$  – длина участка трубопровода, (конструктивно, по чертежу);

$d$  – внутренний диаметр трубопровода, (конструктивно, по чертежу);

$\varpi$  – площадь поперечного сечения струи.

На рисунке 2.1 рассматриваем участки А, Б, В и Г:

для А:  $\lambda_A = 0,023$  ;

для Б:  $\lambda_A = 0,024$  ;

для В:  $\lambda_A = 0,0245$  ;

для Г:  $\lambda_A = 0,03$  ;

для А:  $L_A = 240 \text{ мм} = 0,24 \text{ м}$  ;

$d_A = 125 \text{ мм} = 1,125 \text{ м}$  ;

$\varpi_A = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,0625^2 = 0,01227 \text{ м}^2$  ;

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4) для участка А, получим:

$$H_{LA} = 0,023 \cdot \frac{0,24}{0,125} \cdot \frac{0,0033^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,01227} = 2,04 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

для Б:  $L_B = 550 \text{ мм} = 0,55 \text{ м}$ ;

$d_B = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$ ;

$\varpi_B = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,016^2 = 8,042 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4) для участка Б, получим:

$$H_{LB} = 0,024 \cdot \frac{0,55}{0,032} \cdot \frac{0,0033^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 8,042 \cdot 10^{-4}} = 2,847 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

для В:  $L_B = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$ ;

$d_B = 32 \text{ мм} = 0,032 \text{ м}$ ;

$\varpi_B = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,016^2 = 8,042 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ;

Подставив соответствующие значения в формулу (2.4) для участка В, получим:

$$H_{LB} = 0,0245 \cdot \frac{0,25}{0,032} \cdot \frac{0,0033^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 8,042 \cdot 10^{-4}} = 1,345 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

для Г:  $L_\Gamma = 300 \text{ мм} = 0,3 \text{ м}$ ;

$d_\Gamma = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$ ;

$\varpi_\Gamma = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,02^2 = 1,256 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

$$H_{L\Gamma} = 0,03 \cdot \frac{0,3}{0,04} \cdot \frac{0,0033^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,256 \cdot 10^{-3}} = 1,012 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Общая потеря напора прямолинейного участка трубопровода определяется по формуле (2.5):

$$\Sigma H_\Gamma = H_{LA} + H_{LB} + H_{LB} + H_{L\Gamma} = 5,2244 \cdot 10^{-4} \text{ м}, \quad (2.5)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.5), получим:

$$\Sigma H_\Gamma = 2,04 \cdot 10^{-6} + 2,847 \cdot 10^{-4} + 1,345 \cdot 10^{-4} + 1,012 \cdot 10^{-4} = 5,2244 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

Для каждого местного сопротивления определим потери напора местного сопротивления по формуле (2.6):

$$H_{\Gamma} = \xi \cdot \frac{Q^2}{2g\omega^2}, \quad (2.6)$$

где  $\xi$  - коэффициент потерь местного сопротивления,  $\xi = 0,18...12$ ;

Принимаем для местного сопротивления X:  $\xi = 0,5$ .

$$\varpi = \varpi_B = \varpi_B = 8,042 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.6), получим:

$$H_{\Gamma X} = 0,5 \cdot \frac{0,0033^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (8,042 \cdot 10^{-4})^2} = 0,437 \text{ м}.$$

Принимаем для местного сопротивления X:  $\xi = 0$ , поскольку они входят в состав напорного коллектора.

Таким образом, полный необходимый напор, который нужно развить насосу ( $\Sigma H$ ) поменялся незначительно (менее чем на 0,5 м), т.е. оставляем напор в прежних пределах:  $H = 20...30$  м.

Итак, определив производительность ( $11,8...14,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и полный напор ( $20...30$  м), выбираем из справочника марку центробежного насоса для перекачки чистых и слегка загрязненных жидкостей.

Принимаем насос центробежный марки: К50-32-125 по ТУ 26-06 (ГОСТ 22247-76), имеющий следующие технические характеристики, представленные в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технические характеристики центробежного насоса марки: К50-32-125

Параметр	Значение
1	2
Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	12,5
Напор (давление), м	20
Мощность электрического двигателя, кВт	2,2
Частота вращения вала электрического двигателя, $\text{мин}^{-1}$	2900
Частота вращения вала электрического двигателя, $\text{мин}^{-1}$	2900
Обозначения: К – консольного типа, 50 – диаметр всасывающего патрубка, 32 – диаметр нагнетательного патрубка, 125 – диаметр рабочего колеса	

Технические характеристики емкости для хранения моющего раствора представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Технические характеристики емкости для хранения моющего раствора

Параметр	Значение
Габаритные размеры:	
– длина, мм	600
– ширина, мм	1150
– глубина, мм	1150
Объем, м <sup>3</sup>	0,79

Т.е. весь моющий раствор, выбранный насос перекачивает за 3,8 мин. (12,5 м<sup>3</sup> - за 1 час, 0,79 м<sup>3</sup> - за 3,8 мин.), что приемлемо для эксплуатации установки (не отразится на слишком быстром падении химических свойств моющего раствора).

### 2.3.2 Выполнение кинематического расчета

Кинематический расчет установки заключается в определении расчетным путем передаточных отношений, частот вращения, угловых скоростей и крутящих моментов на элементах (шкивах) кинематической цепочки (рисунок.2.2).

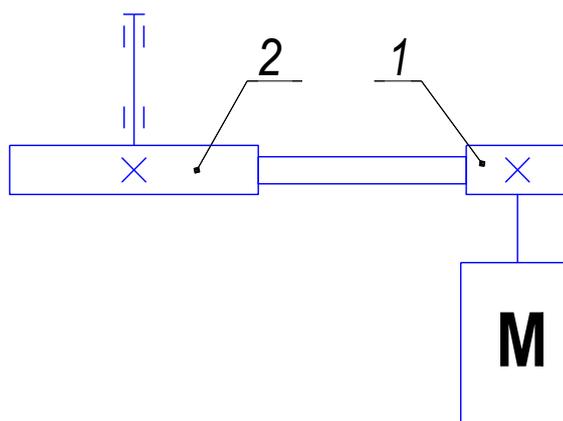


Рисунок 2.2 - Кинематическая схема привода

Определяем передаточное число кинематической цепочки по формуле (2.7):

$$U_{12} = \frac{d}{D}, \quad (2.7)$$

где  $d$  – диаметр малого шкива (1) – шкива электрического двигателя;  
 $D$  – диаметр большего шкива (2).

Поскольку было задано конечное число оборотов (выходного вала) равное  $n_2 = 200 \text{ мин}^{-1}$ , а число оборотов электрического двигателя берется из стандартного ряда (принимая число оборотов электрического двигателя  $n_1 = 750 \text{ мин}^{-1}$ ).

Подставив соответствующие значения в формулу (2.7), получим:

$$U_{12} = \frac{d}{D} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{200}{750} = 0,267$$

Далее подбираем под это передаточное отношение диаметры шкивов из стандартного ряда:  $D = 300 \text{ мм}$ ,  $d = 80 \text{ мм}$ .

Проводим проверку:  $U_{12} = \frac{80}{300} = 0,267$ .

Определяем угловые скорости по формуле (2.8):

$$W_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,54 \text{ с}^{-1}, \quad (2.8)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.8), получим:

$$W_1 = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,54 \text{ с}^{-1}$$

Определяем крутящие моменты по формуле (2.9):

$$T_1 = \frac{N_{\text{вых}} \cdot 10^{-3}}{W_1}, \quad (2.9)$$

где  $N_{\text{вых}}$  – выходная мощность электрического двигателя, принимаем исходя из соображений о практически нулевом сопротивлении вращения колеса, т.е. 90% мощности затрачивается на преодоление момента инерции самого колеса и сопротивление от щеток и подшипникового узла, что очевидно не так много, т.е. 0,55 кВт – достаточно для преодоления вышеописанных сопротивлений.

Подставив соответствующие значения в формулу (2.9), получим:

$$T_1 = \frac{0,55 \cdot 10^{-3}}{78,54} = 7 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

$$T_2 = \frac{T_1}{U_{12}} = \frac{7}{0,267} = 26,22 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

### 2.3.3 Выполнение расчета шпонки на прочность

Расчет шпонки вала электрического двигателя не производится в виду того, что данный элемент конструкции является стандартным, т.е. имеет гарантированный запас прочности, поэтому расчет ведется только для шпонки приводного вала.

Задаваясь условием, что напряжения в зоне контакта распределены равномерно, то среднее контактное напряжение, которое вызывает смятие рабочих граней, определяется по формуле (2.10):

$$v_{см} = \frac{2 \cdot T_2}{d \cdot l_p \cdot t_2} \leq \sigma_{см} , \quad (2.10)$$

где  $d$  – диаметр вала,  $d = 40 \text{ мм}$ ;

$l_p$  – длина шпонки рабочая,  $l_p = 60 \text{ мм}$ ;

$\sigma_{см}$  – допустимое напряжение на смятие, для шпонки 10x10x60 ГОСТ 23360-78  $\sigma_{см} = 150 \dots 180 \text{ МПа}$  .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.10), получим:

$$v_{cm} = \frac{2 \cdot 26220}{40 \cdot 60 \cdot 5} = 4,37 \leq 150 \dots 180 \text{ МПа} .$$

Условие прочности выполняется.

### 2.3.4 Выбор и расчет приводного ремня

Выбор приводного ремня производится исходя из номинальной передаваемой мощности одним ремнем.

Так как диаметр меньшего шкива равен  $d = 80 \text{ мм}$  передаточное отношение  $U_{12} = 0,267$ , и частота вращения меньшего шкива  $n_1 = 750 \text{ мин}^{-1}$ , то выбранный ремень будет со следующими характеристиками:

1. класс ремня – II;
2. сечение ремня – А;
3. передаваемая мощность – 0,49 кВт ;
4. длина ремня – 1400 мм (выбор длины ремня обусловлен по конструктивным построениям – по компоновке узлов).

Определяем мощность, передаваемую ремнем по формуле (2.11):

$$P = P_{ном} \cdot C_p , \quad (2.11)$$

где  $P_{ном}$  – номинальная мощность, потребляемая приводом,  $P_{ном} = 0,55 \text{ кВт}$  ;

$C_p$  – коэффициент динамической нагрузки и режима работы,  $C_p = 1,1$  .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.11), получим:

$$P = 0,55 \cdot 1,1 = 0,605 \text{ кВт} .$$

Определяем линейную скорость ремня по формуле (2.12):

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60000} , \quad (2.12)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (2.12), получим:

$$V = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 750}{60000} = 3,14 \text{ м/с}.$$

Учитывая произведенные расчеты по передаваемой мощности и линейной скорости, очевидна необходимость установки двух ремней, т.к. выбранный ремень способен передать только 0,49 кВт, а реальная передаваемая нагрузка составляет 0,605 кВт, при  $V = 3,14 \text{ м/с}$ .

Наработка ремня, при достижении которой при стендовых испытаниях не должно быть признаков предельного состояния – обрывов, продольного расслоения более чем на 1/3 длины, поперечных трещин глубиной до несущего слоя со сколами резины слоя сжатия, определяется по формуле (2.13):

$$T_0 = N_{\text{оц}} \frac{L_p}{60 \cdot \pi \cdot d_p \cdot n}, \quad (2.13)$$

где  $N_{\text{оц}}$  – наработка ремня в циклах,  $N_{\text{оц}} = 2000000$  циклов;

Подставив соответствующие значения в формулу 2.13, получим:

$$T_0 = 2 \cdot 10^6 \cdot \frac{1400}{60 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 750} = 247,6 \text{ ч}.$$

Средний ресурс ремней в эксплуатации определяется по формуле (2.14):

$$T_p = T_{p(\text{ср})} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.14)$$

где  $T_{p(\text{ср})}$  – средний ресурс ремня,  $T_{p(\text{ср})} = 2500 \text{ ч}$ ;

$K_1$  – коэффициент режима работы, для легкого режима работы  $K_1 = 2,5$ ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий климатические условия, для центральных зон  $K_2 = 1$ .

Подставив соответствующие значения в формулу (2.14), получим:

$$T_p = 2500 \cdot 2,5 \cdot 1 = 6250 \text{ ч.}$$

## 2.4 Руководство по эксплуатации установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

Руководство по эксплуатации установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ (далее по тексту – установка) предназначено для изучения принципа действия установки и содержит сведения, необходимые для его правильной эксплуатации и обслуживания.

К работам по управлению установкой, 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 с установкой опасностей.

Ремонт установки выполняется поставщиками.

Описание и работа установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

### 2.4.1 Назначение установки

Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ предназначена для мойки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ при их ремонте в АТП и ремонтных мастерских с небольшим объёмом производства.

### 2.4.2 Технические характеристики установки

1. Тип – тупиковая однокамерная передвижная установка с емкостью для хранения моющего раствора, без подогрева моющего раствора.

2. Принцип действия – комбинированная (струйная, щеточная и центробежная очистка), с возможностью центробежной сушки.

3. Диаметр колеса максимальный, мм.....1100

4. Моющая жидкость раствора синтетических моющих средств
5. Параметры объекта мойки:
- колесо в сборе:.....10.00R20, 11.00R20
  - диск:.....7,5-20
6. Частота вращения объекта мойки (колеса или диска) .....200 мин<sup>-1</sup>
7. Характеристика приводного электрического двигателя:
- тип (по ГОСТ 19523-74).....4A80BY3
  - мощность номинальная, кВт.....0,55
  - частота вращения выходного вала, мин.....750
8. Характеристика электрического насоса:
- тип центробежный консольный типа K50-32-125 ТУ 26-06-807-73
  - производительность, м<sup>3</sup>/ч.....12,5
  - напор, м.....20
  - мощность электрического двигателя, кВт.....2,2
  - частота вращения вала электрического двигателя, мин<sup>-1</sup> .....2900
9. Объем оборотной заливаемой воды (моющего средства), м<sup>3</sup>  
(л).....0,79 (790)
10. Габаритные размеры установки (в рабочем положении), мм:
- длина.....2910
  - ширина.....2155
  - высота.....1540
11. Масса установки в сборе, кг
- без воды (моющего средства).....300
  - с водой (моющим средством).....1190
12. Напряжение питания электрического двигателя насоса и  
приводного электрического двигателя:
- (при питании от сети переменного тока с частотой 50Гц), В.....380

### 2.4.3 Общие меры безопасности

Все вращающиеся части установки должны быть ограждены.

Установка должна быть заземлена.

Не подтягивать сальник во время работы насоса.

Работы по техническому обслуживанию принципиально должны производиться только на отключенной установке. При этом главный выключатель следует предохранять от несанкционированного повторного включения (при помощи висячего замка).

Работы по техническому обслуживанию должны регулярно проводиться квалифицированными лицами в соответствии с указаниями производителя. При этом необходимо соблюдать существующие положения и требования охраны труда. Работы с электрическим оборудованием должны выполняться только квалифицированным электриком. Крышка моечной камеры должна быть закрыта на оба запора.

Установка должна быть установлена на горизонтальном, твердом, неповрежденном полу и зафиксирована винтами.

Колесо должно быть надежно закреплено на два болта на поворотном столе.

Строго запрещается открывать крышку моечной камеры во время мойки или сушки колеса (диска).

#### 2.4.4 Общее описание установки

Общее описание основных узлов установки и их назначение подробно описано в п.2.2 настоящей пояснительной записки.

#### 2.4.5 Подготовка и порядок работы на установке

Перед проведением моечных работ необходимо проверить: исправность приводного электрического двигателя (5), (см. рисунок 2.1) и двигателя привода насоса (4) – на наличие механических повреждения не допускаемых в процессе эксплуатации. Необходимо проверять натяжение и состояние приводных ремней (19), наличие моющего раствора (воды) в

емкости (1) установки в нужном объеме (0,79 м<sup>3</sup>), общую целостность конструкции.

#### Порядок работы на установке

Процесс мойки колеса (диска) вести в следующей последовательности действий (рисунок 2.3):

1. Открыть крышку (20), повернув рукоятку (21) на 180° до полной фиксации в скобе (22).
2. Открутить два болта (7).
3. При помощи передвижного гидравлического крана установить грязное колесо (диск) на торцевую поверхность подшипникового узла (6) совместив отверстия под болты.
4. Зафиксировать колесо обоими болтами (7) – плотно закрутить при помощи гаечного ключа.
5. Закрыть крышку (20) на оба затвора – в обратной последовательности п.1.
6. Запустить электрический двигатель привода насоса (4) путем нажатия на кнопку №1 пульта управления (24).
7. Запустить электрический двигатель привода вращения колеса (диска) (18) путем нажатия на кнопку №2 пульта управления (24).
8. Процесс мойки производить в течение 2...5 минут (в зависимости от степени загрязненности колеса или диска). При необходимости (при сильном загрязнении) перематывать фильтровочное полотно (14) за рукоятку (15) против часовой стрелки.
9. По завершению процесса мойки (нажав на кнопку «СТОП» расположенную на пульте (24)), дождавшись полной остановки всех движущихся узлов, открыть крышку и визуально убедиться в приемлемом качестве мойки, если качество мойки не устраивает, то повторить процесс мойки.

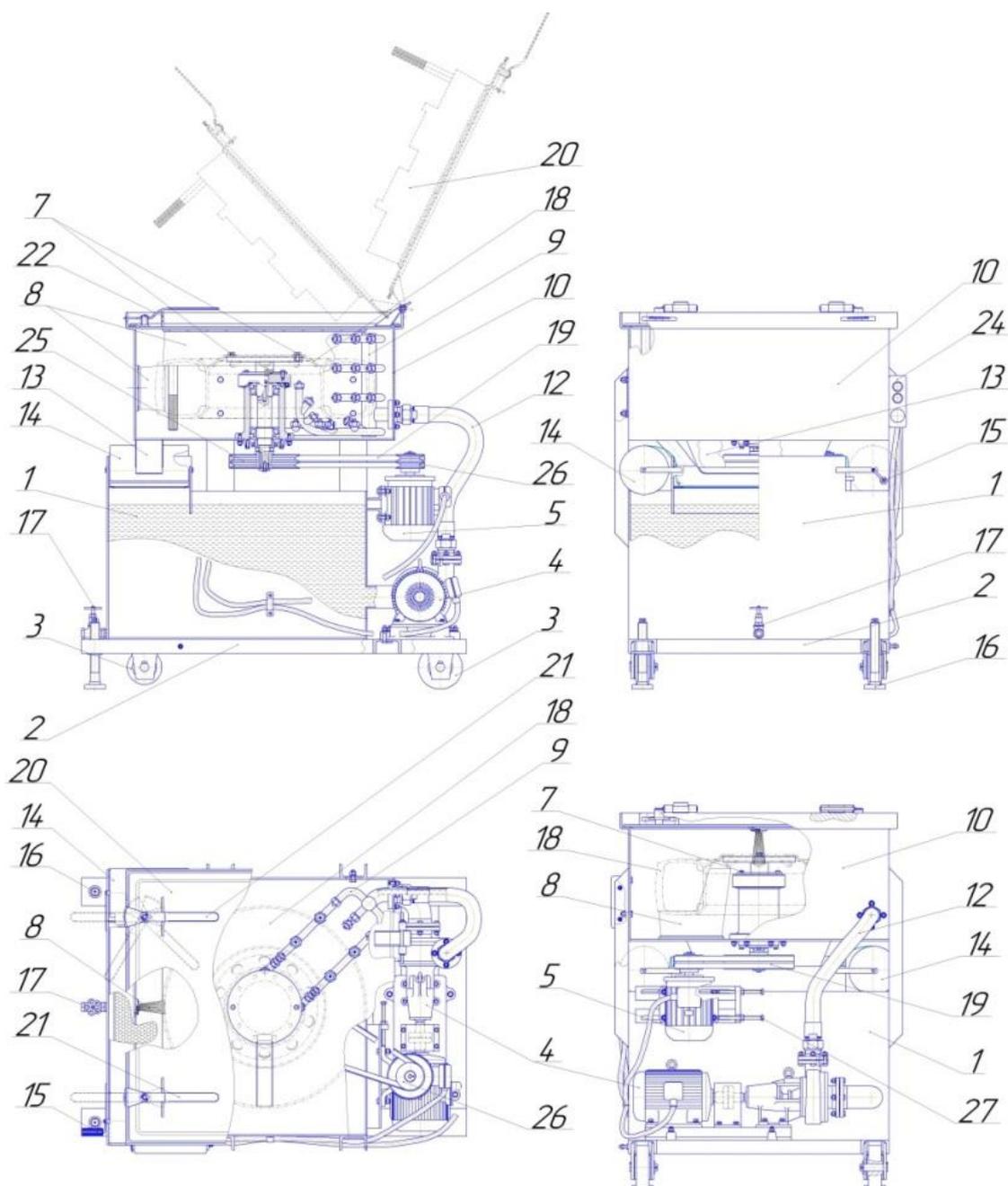


Рисунок 2.3 – Мойка – общий вид установки

10. Для сушки колеса (диска) необходимо запустить только электрический двигатель привода колеса (не включая при этом электрический двигатель насоса (4)). Процесс центробежной сушки производить в течении 1...1,5 минут.

11. По окончании процесса мойки (или сушки), извлечь колесо (диск) при помощи гидравлического передвижного крана, вернуть на место оба болта (7) и закрыть крышку (20).

#### 2.4.6 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание установки заключается в следующем:

1. Проверка состояния электрического оборудования, в том числе наличие заземления установки.

2. Проверка элементов конструкции установки (электрических двигателей, корпуса насоса, подшипникового узла) на наличие постороннего шума и перегрева.

3. Подшипниковый узел (6) периодически необходимо смазывать через пресс-масленку, расположенную под опорной площадкой, на которую устанавливается колесо (диск).

4. Сальниковую набивку, которая служит для уплотнения вала в месте выхода его из корпуса насоса, в процессе эксплуатации (при наличии течи) необходимо подтягивать или заменить новой.

5. Шкивы подшипникового узла (25) и электрического двигателя (26) должны вращаться без заметной вибрации. Рабочая поверхность шкивов должна быть ровной, без механических повреждений, т.к. всякие неровности, заусенцы, царапины вызывают преждевременный износ приводных ремней.

6. Натяжение ремней (19) осуществлять болтами (27) по мере необходимости.

При выявлении этих и других механических и других отклонений – выполнить соответствующие регулировки, наладку, при необходимости провести замену (ремонт) элементов конструкции установки.

#### 2.4.7 Транспортировка и хранение

Установка может транспортироваться автомобильным, железнодорожным и морским транспортом. Транспортировка в части воздействия: механических факторов в условиях «Л» по ГОСТ 23170-78; климатических факторов – по условиям хранения «8» ГОСТ 15150-69.

Возможно хранение установки под навесом или в неотапливаемом складе согласно группе 5 ГОСТ 15150-69. Вариант защиты ВЗ-1 по ГОСТ 9.014-78.

При превышении срока хранения срока консервации равным 3 года, необходимо произвести повторную консервацию в соответствии с ГОСТ 9.014-78.

#### 2.4.8 Гарантийные обязательства

Гарантируется исправная работа установки 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 установки не по назначению и несоблюдению правил и условий эксплуатации, указанных в данном руководстве по эксплуатации.

#### 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 Технологическая карта очистки колеса автомобиля КамАЗ

В связи с ограниченным объемом пояснительной записки технологический процесс очистки колеса автомобиля КамАЗ представлен на листе графической части ВКР.

Общая трудоёмкость 14,95 чел.-мин. (0,25 чел.-ч.). Исполнитель – слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда.

#### 4 Безопасность и экологичность установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

Технологический паспорт безопасности объекта – это документ, который требуется на всех опасных сооружениях и производствах. Он помогает не только сократить количество чрезвычайных ситуаций, происходящих на производстве по причине работы с потенциально опасными объектами, но и нужен для разработки плана на случай ЧС. Благодаря тому, что в Главном управлении МЧС находятся паспорта для всех опасных объектов на подконтрольной территории, повышается техногенная безопасность, а в случае аварии и персонал, и спецслужбы точно знают как действовать. Плюс ко всему, организации, работающие с взрывоопасными, радиоактивными, химическими и биологическими веществами, получают гарантию безопасности во время их производства, перевозки и использования. Промышленный уровень безопасности значительно повышается.

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

Необходимо разрабатывать паспорт безопасности по следующим причинам:

- оценка последствий в случае аварийной ситуации или ЧС;
- 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.

#### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика установки для очистки автомобильных колес и дисков

Технологический паспорт установки для очистки автомобильных колес и дисков представлен в таблице 4.1 [15].

Таблица 4.1 – Технологический паспорт установки для очистки автомобильных колес и дисков

Технологический процесс	Технологическая операция	Занимаемая должность сотрудника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Одежда, материалы, вещества
Очистка колеса автомобиля КамАЗ	1 Подготовка установки к мойке 2 Мойка колеса 3 Сушка колеса 4 Окончание мойки (сушки) колеса	Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда	Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ	Спецодежда, перчатки

#### 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Рассмотрим воздействующие на человека опасные и вредные производственные факторы (таблица 4.2) в соответствии с классификацией,

приведенной в ГОСТ 12.0.003-74, при выполнении работ на установке для очистки автомобильных колес и дисков [15].

Таблица 4.2 – Перечень основных вредных и опасных производственных факторов при выполнении работ на установке для очистки автомобильных колес и дисков

Производственно-технологический процесс	Вредные и опасные производственные факторы в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)	Очаг происхождения вредного и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Подготовка установки к мойке	<p>Физические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– острые края, заусенцы и не соответствующая шероховатость установки для мойки, колеса;</li> <li>– движущиеся машины и механизмы; подвижные части установки для</li> </ul> <p>Нервно-психологические перегрузки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перенапряжение анализаторов;</li> <li>– однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).</li> </ul> <p>Психофизиологические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– динамические физические перегрузки</li> </ul>	Установка для очистки автомобильных колес и дисков, колесо в сборе
Мойка колеса	<p>Физические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– повышенный уровень вибрации;</li> <li>– повышенная влажность воздуха</li> </ul>	Установка для очистки автомобильных колес и дисков
Сушка колеса	<p>Физические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– повышенный уровень вибрации</li> </ul>	Установка для очистки автомобильных колес и дисков
Окончание мойки (сушки) колеса	<p>Физические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– острые края, заусенцы и не соответствующая шероховатость установки, колеса;</li> </ul>	Установка для очистки автомобильных колес и дисков, колесо

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	<p>Нервно-психологические перегрузки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перенапряжение анализаторов;</li> <li>– однообразное многократно повторяющиеся действия (монотонность труда).</li> </ul> <p>Психофизиологические опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>динамические физические перегрузки</li> </ul>	

#### 4.3 Разработка комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Технические средства пожаротушения являются неотъемлемой частью всей системы безопасности. На производственных объектах и там, где существует 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.

Рассмотрим классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта [15, 16]:

- первичные средства пожаротушения - внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;

- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);

– стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду.

Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара приведена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Идентификация класса пожароопасности и опасных факторов пожара

Участок и его оснащённость оборудованием	Класс пожароопасности	Вредные и опасные факторы при пожаре
Технологическое оборудование в шиномонтажном отделении	класс А	Основные факторы: искры и пламя, тепловой поток, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, повышенная температура окружающей среды. Сопутствующие проявления пожара: части, фрагменты разрушившихся строений, опасные факторы взрыва, воздействие огнегасящих элементов

#### 4.4 Организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий

Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС приведены в таблице 4.4 [16].

Таблица 4.4 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС

Технологический процесс, оборудование	Варианты проводимых организационно-технических мероприятий	Требования, которые предъявляются для обеспечения ПБ, реализуемые эффекты
1	2	3
Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей	Наличие свидетельства по ПБ на установку для очистки автомобильных колес и	Приобретение оборудования с сертификатом на требования ПБ

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3
КамАЗ	дисков	
	Проведение инструктажей по ПБ	Своевременное и регулярное проведение инструктажей по ПБ под роспись
	Выполнение регулярного и высококачественного осуществления планово-предупредительных и ремонтных работ	Профилактические работы на основании ранее разработанного и утвержденного графика. Определение приказом по организации работника, ответственного за осуществление планово-предупредительных и ремонтных работ
	Наличие в соответствии с требованиями законодательства РФ знаков и информационных табличек безопасности применяемых для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности	Знаки безопасности применяемые для соблюдения условий охраны труда и пожарной безопасности, установленные в соответствии с требованиями законодательства РФ
	Размещение технологического оборудования в соответствии с требованиями ПБ	Должно быть обеспечено свободный доступ работающего персонала к путям эвакуации и средствам пожаротушения
	Материально-техническое обеспечение с целью безусловного выполнения функционального назначения во всех режимах эксплуатации, поддержки и своевременного обновления работоспособности	Исправное состояние огнетушителей и других средства пожаротушения Не допускать наличие и применение просроченных средств пожаротушения
	Разработка плана эвакуации людей в соответствии с п. 3.14 ГОСТ Р 12.2.143-2002	Наличие действующего плана эвакуации. Планы эвакуации вывешиваются на видных местах. Планы пересматриваются не реже одного раза в 5 лет. При изменениях в технологическом процессе, метрологическом обеспечении, при наличии информации об имевших место пожароопасных ситуациях планы уточняются в 15-дневный срок

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности установки для очистки автомобильных колес и дисков

Идентификация экологических факторов установки для очистки автомобильных колес и дисков приведена в таблице 4.5 [15, 16].

Таблица 4.5 – Идентификация экологических факторов установки для очистки автомобильных колес и дисков

Название технического объекта или технологического процесса	В каком месте планируется использовать устройство и кем	Влияние технического объекта на атмосферу	Влияние технического объекта на гидросферу	Влияние технического объекта на литосферу
Установка для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ	Шиномонтажное отделение	Не выявлено	Сточные воды	Отработанные средства индивидуальной специальной защиты (спецодежда, перчатки)

#### 4.6 Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы установки для очистки автомобильных колес и дисков приведен в таблице 4.6 [16].

Таблица 4.6 – Перечень мероприятий, определяющих экологические факторы установки для очистки автомобильных колес и дисков

Название технического объекта	Установка для очистки автомобильных колес и дисков
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на атмосферу	Проведение контроля за состоянием воздуха в рабочей зоне оператора. Применение фильтрующих элементов в вытяжных шкафах (зондах) участка диагностики.
Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на гидросферу	Проведение утилизации и захоронения выбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод соблюдая меры по предотвращению загрязнения почв

#### Продолжение таблицы 4.6

Мероприятия, способствующие уменьшению негативного антропогенного влияния на литосферу	Выполнение сбора, накопления и хранения отходов в специальных закрытых емкостях (бочки, контейнеры и т.д.), которые установлены в специально отведенных местах. Вывоз ТБО и КТО осуществляется на основании договоров, заключенных со специализированными организациями по сбору и вывозу отходов, в соответствии с действующим законодательством
--	--

Выводы по разделу «Безопасность и экологичность установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ».

В разделе представлен обзор и оценка основных характеристик технологического процесса очистки колеса автомобиля КамАЗ, составлен технологический паспорт установки для очистки автомобильных колес и дисков (таблица 4.1).

Произведена идентификация опасностей в процессе производственной деятельности (таблица 4.2). Определены возможные профессиональные риски при выполнении очистки колеса автомобиля КамАЗ. Вредными и опасными производственными факторами определены: монотонность работы, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенная влажность воздуха, острые края, заусенцы и не соответствующая шероховатость плоскости установки, перенапряжение анализаторов оператора.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в шиномонтажном отделении (таблица 4.3).

Разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных происшествий в шиномонтажном отделении (таблица 4.4).

Проведена идентификация экологически опасных факторов установки для очистки автомобильных колес и дисков (таблица 4.5) и разработан перечень мероприятий для обеспечения экологической безопасности при выполнении работ на данном техническом объекте (таблица 4.6).

## 5 Расчет экономической эффективности установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ

### 5.1 Калькуляция себестоимости изготовления проектируемого изделия

5.1.1 Расчет расходов на сырье и основные материалы производится по формуле (5.1) [19, 20, 21]:

$$M = C_m \cdot Q_m \cdot \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (5.1)$$

Расчет расходов на сырье и основные материалы представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Себестоимость изготовления проектируемого изделия

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Трубный прокат в ассортименте	кг	2,5	14,5	36,25
Грунтовка	кг	1,5	53	79,5
Краска	кг	2	45	90
Горячекатанный круг, d = 90	кг	7,5	11,7	87,75
Круг, бронза	кг	0,5	170	85
Труба прямоугольная	кг	45	14,9	670,5
Металл листовой в ассортименте	кг	10	15,6	156
Уголок 30x30	кг	1,5	11,4	17,1
Иное	-	-	-	500
ИТОГО:				1685,85
Расходы на заготовку и транспортировку:				118,01
Возвратимые отходы:				75,86
ВСЕГО:				1879,723

5.1.2 Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые для комплектования изделий производится по формуле (5.2):

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

Расчет затрат на готовые покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты представлен в таблице (5.2).

Таблица 5.2 – Затраты на покупные комплектующие

Наименование комплектующих	Количество	Заготовительная цена, руб.	Стоимость, руб.
Болты М10х25	12	7,5	90
Гайка М10	12	2,5	30
Двигатель 4А90L26УЗ ГОСТ 19523-81	1	1 650,00	1650
Форсунка	10	97	970
Подшипник №60210	4	85	340
Насосная станция	1	5 600,00	5600
Ремень клиновой	2	103	206
Кольцо стопорное	4	3,5	14
Шайбы пружинные	10	0,4	4
Шпонка призматическая	2	2,9	5,8
Колесо поворотное	4	320	1280
Электрический кабель, м	3,5	25	87,5
Крепеж	-	-	150
Иное	-	-	950
ИТОГО:			11377,3
Расходы на заготовку и транспортировку:			796,41
ВСЕГО:			12173,71

5.1.3 Расчет затрат на выплату основной заработной платы производится по формуле (5.3):

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

Расчет затрат на выплату основной заработной платы представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – 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	3	4	42,17	168,68
Сварочная	5	4	50,51	202,04
Сверлильная	5	4	45,04	180,16

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5
Слесарная	5	1,5	45,04	67,56
Сборочная	4	1,5	50,51	75,765
Окрасочная	4	1	45,04	45,04
Испытательная	5	10	45,04	450,4
ИТОГО:				1189,64
Доплата премии:				237,93
Заработная плата основная:				1427,57

5.1.4 Расчет затрат на выплату дополнительной заработной платы производится по формуле (5.4):

$$Z_{д} = Z_{о} \cdot \frac{K_{д}}{100} \quad (5.4)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.4), получим:

$$Z_{д} = 1427,57 \cdot (1,1 - 1) = 142,75 \text{ руб.}$$

5.1.5 Расчет затрат на отчисления единого социального налога производится по формуле (5.5):

$$O_{с} = (Z_{о} + Z_{д}) \cdot K_{с} \quad (5.5)$$

Подставив соответствующие значения в формулу 5.5, получим:

$$O_{с} = (1427,57 + 142,75) \cdot 0,26 = 408,28 \text{ руб.}$$

5.1.6 Расчет расходов на ремонт, содержание и эксплуатацию промышленного оборудования производится по формуле (5.6):

$$P_{сод.об} = Z_{о} \cdot \frac{K_{об}}{100} \quad (5.6)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.6), получим:

$$P_{сод.об} = 1427,57 \cdot 1,04 = 1484,67 \text{ руб.}$$

5.1.7 Расчет затрат общепроизводственного характера производится по формуле (5.7):

$$P_{\text{ОПР}} = Z_o \cdot \frac{K_{\text{ОПР}}}{100} \quad (5.7)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.7), получим:

$$P_{\text{ОПР}} = 1427,57 \cdot 1,5 = 2141,36 \text{ руб.}$$

5.1.8 Расчет цеховой себестоимости производится по формуле (5.8):

$$C_{\text{ц}} = M + П_{\text{ц}} + Z_o + Z_{\text{д}} + O_c + P_{\text{СОД.ОБ}} + P_{\text{ОПР}} \quad (5.8)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.8), получим:

$$C_{\text{ц}} = 1879,72 + 12173,71 + 1427,57 + 142,75 + 408,28 + 1484,67 + 2141,36 = 19658,09 \text{ руб.}$$

5.1.9 Расчет затрат на общехозяйственные расходы производится по формуле (5.9):

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = Z_o \cdot \frac{K_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}}}{100} \quad (5.9)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.9), получим:

$$P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} = 1427,57 \cdot 1,6 = 2284,11 \text{ руб.}$$

5.1.10 Расчет производственной себестоимости производится по формуле (5.10):

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{ц}} + P_{\text{ОБЩ.ХОЗ.Р}} \quad (5.10)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.10), получим:

$$C_{\text{ПР}} = 19658,09 + 2284,11 = 21942,21 \text{ руб.}$$

5.1.11 Расчет затрат на внепроизводственные расходы производится по формуле (5.11):

$$P_{\text{ВНЕПР.}} = C_{\text{ПР}} \cdot \frac{K_{\text{ВНЕПР}}}{100} \quad (5.11)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (5.11), получим:

$$P_{\text{ВНЕПР.}} = 21942,21 \cdot 0,05 = 1097,11 \text{ руб.}$$

Для определения общих затрат на производство установки, приобретения материалов и затрат связанных с выплатой денежных средств воспользуемся формулой (5.12):

$$C_{\text{Общ}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВНЕПР}} \quad (5.12)$$

Подставляем ранее вычисленные значения в формулу (5.12) и получаем:

$$C_{\text{ПР}} = 21942,21 + 1097,11 = 23039,32 \text{ руб.}$$

Анализ отечественного рынка показал, что средняя стоимость приобретения установки для очистки автомобильных колес и дисков составляет 61000 руб. На основании этого можно сделать вывод, что изготовление конструкции разработанной установки является экономически целесообразным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Проведен анализ конструкций установок для очистки автомобильных колес и дисков, отечественных и зарубежных производителей. Выполнена сравнительная оценка основных параметров представленных установок путем построения циклограммы и выявлена наиболее прогрессивная конструкция – автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2. Особенности конструкции данной установки были использованы при разработке нового оборудования.

2. Разработана конструкция установки для очистки автомобильных колес и дисков, выполнены сборочные чертежи конструкции в графическом редакторе Компас-3D, проведены прочностные расчеты элементов конструкции установки, составлено руководство по эксплуатации установки.

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

3. Составлена технологическая карта очистки колеса автомобиля КамАЗ на спроектированном оборудовании.

4. Рассмотрен раздел «Безопасность и экологичность установки для очистки автомобильных колес и дисков», составлен технологический паспорт установки для очистки автомобильных колес и дисков, определены возможные профессиональные риски при выполнении мойки колеса/диска, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в шиномонтажном отделении, разработаны организационно-технические мероприятия по предотвращению ЧС, разработан перечень мероприятий для обеспечения экологической безопасности при выполнении работ на данной установке.

5. Проведен расчет экономической эффективности спроектированной установки по итогам которого было установлено, что изготовление конструкции разработанной установки для очистки автомобильных колес и дисков автомобилей КамАЗ является экономически целесообразным.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Иванов, В. П. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] : дипломное проектирование : учеб. пособие / В. П. Иванов. - Минск : Высшая школа, 2015. - 216 с. : ил.

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

3 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учеб. пособие / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 346 с. : ил.

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.

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

6 Специальное технологическое оборудование (СТО) [Текст] : Каталог. - БМ : б. и., 1979. - 364 с. : ил.

7 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. - Библиогр.: с. 41-42 (9 назв.). - 300 экз. - Б. ц.

8 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.

9 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.

10 Малкин, В. С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учеб. пособие / В. С. Малкин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : ТГУ, 2016. - 451 с. : ил.

11 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.

12 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.

13 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.

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

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

16 Оценка загрязнения атмосферного воздуха производственным участком автотранспортного предприятия [Текст] / А. Т. Туленов [и др.] // Естественные и технические науки. - 2015. - № 9. - С. 145-147. - Библиогр.: 2 назв. (Шифр в БД У2950/2015/9).

17 Воликов, А. Н. Исследование загрязнителей воздушной среды [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 290700-теплогазоснабжение и вентиляция / А. Н. Воликов. - 20 - . - В надзаг.:С.- Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т, Каф. теплогазоснабжения и охраны воздуш. бассейна. Ч. 1 : Механизм и условия образования. - [Б. м. : б. и.]. - 2003. - 113 с. : ил.

18 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.

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

20 Маевская, Е. Б. Экономика организации [Текст] : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
A4				18.БР.ПЭА.239.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	65 стр.		
	A1			18.БР.ПЭА.239.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3			
Справ. №					<u>Сборочные единицы</u>				
			1	18.БР.ПЭА.239.61.01.000	Рама правая	1			
			2	18.БР.ПЭА.239.61.02.000	Рама левая	1			
			3	18.БР.ПЭА.239.61.03.000	Рама подвижная	1			
			4	18.БР.ПЭА.239.61.04.000	Опора	2			
Подп. и дата					<u>Детали</u>				
			5	18.БР.ПЭА.239.61.00.005	Колесо	4			
			6	18.БР.ПЭА.239.61.00.006	Кольцо регулировочное	4			
			7	18.БР.ПЭА.239.61.00.007	Рычаг домкратов	1			
					<u>Стандартные изделия</u>				
			8		Болт М8 ГОСТ 7805-70	4			
			9		Болт М16 ГОСТ 7805-70	8			
Взам. инв. №			10		Гайка М24 ГОСТ 2526-70	4			
			11		Шайба 16 11371-78	8			
			12		Шайба 24 11371-78	4			
Подп. и дата	<b>18.БР.ПЭА.239.61.00.000</b>								
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разр.:	Заварыкин В.В.			Установка для очистки автомобильных колес и дисков		Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Бабровский А.В.						1	2
	Исполн.	Егоров А.Г.					ТГУ, ИМ, гр. ЭТКдэ-1331		
Утв.	Бабровский А.В.								
Копировал							Формат А4		

