

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Проектирование зоны текущего ремонта грузовых автомобилей с  
разработкой установки для мойки деталей

Шифр ВКР 230303.474.18

Студент группы 3461с \_\_\_\_\_ Савушкин А.А.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Салахов И.М.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол №      от                      20   г.)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Савушкину Антону Алексеевичу

Тема ВКР Проектирование зоны текущего ремонта грузовых  
автомобилей с разработкой установки для мойки деталей

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_ » января 2018 г. № \_\_\_\_.

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10 февраля 2018 года

2. Исходные данные

Техническая литература

Научные статьи и патенты на изобретения

Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса текущего ремонта грузовых автомобилей

2. Технологические расчеты производственной программы ТО и  
ремонта автопарка на 80 единиц техники

3. Разработка установки для мойки деталей

4. Техничко-экономическое обоснование разработанной конструкции

5. Охрана труда и окружающей среды при техническом обслуживании  
и ремонте автомобилей

#### 4. Перечень графических материалов

|   |
|---|
| Лист 1. Планировка зоны текущего ремонта грузовых автомобилей |
| Лист 2. Обзор существующих установок для мойки деталей        |
| Лист 3. Сборочный чертеж конструкции установки                |
| Лист 4. Рабочие чертежи деталей и узлов конструкции           |
| Лист 5. Технологическая карта                                 |
| Лист 6. Техничко-экономические показатели конструкции         |

#### 5. Консультанты по ВКР

| Раздел (подраздел)                 | Консультант    |
|------------------------------------|----------------|
| Нормо-контроль                     | Салахов И.М.   |
| Техничко-экономическое обоснование | Сафиуллин И.Н. |
| Охрана труда и окружающей среды    | Гаязиев И.Н.   |
|                                    |                |
|                                    |                |

6. Дата выдачи задания 04 декабря 2017 года

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| №<br>п/п | Наименование этапов ВКР | Срок<br>выполнения | Примечание |
|----------|-------------------------|--------------------|------------|
| 1        | Раздел 1                | До 25.12.2017      |            |
| 2        | Раздел 2                | До 08.01.2018      |            |
| 3        | Раздел 3                | До 05.02.2018      |            |
| 4        | Оформление ВКР          | До 10.02.2018      |            |

Студент \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Савушкина А.А. на тему:  
***«Проектирование зоны текущего ремонта грузовых автомобилей  
с разработкой установки для мойки деталей»***

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 74 листах формат А4 и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, заключения, приложения и включает 7 рисунков, 16 таблиц, список использованной литературы содержит 18 наименований источников.

В первом разделе пояснительной записки рассматривается состояние вопроса, связанное с организацией текущего ремонта грузовых автомобилей, приводится описание технологического процесса ремонта автомобилей, технологии мойки деталей, приводятся методы и способы мойки деталей, а также обзор конструкции существующих установок и оборудования для мойки деталей и узлов.

Второй раздел пояснительной записки содержит технологические расчеты по организации и планированию технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также обоснование планировки и площади производственных участков зоны текущего ремонта грузовых автомобилей. Приводятся требования охраны труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей, основные мероприятия по профилактики профессиональных заболеваний, требования по охране окружающей среды.

В третьем разделе пояснительной записки приводится назначение и описание принципа работы установки для мойки деталей, конструктивные расчеты установки, основные требования безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании установки, а также расчеты по экономическому обоснованию установки.

Пояснительная записка заканчивается заключением.

Приложение включает таблицу с технологическим оборудованием зоны текущего ремонта грузовых автомобилей.

## ANNOTATION

to the graduate qualification project Savushkin A.A. on the theme of:

***«Designing of a zone of current repair of lorries  
with the development of a machine for cleaning details»***

Graduate qualification project consists of an interpretative note on 74 sheets of A4 format and a graphic part on 6 sheets A1 format.

The interpretative note consists of an introduction, 3 sections, conclusion, addendum and includes 7 pictures, 16 tables, the list of used literature contains 18 names of sources.

The first section of the interpretative note deals with the status of the issue related to the organization of current repair of trucks, describes the technological process for repairing cars, technology for cleaning parts, provides methods and methods for cleaning parts, as well as an overview of the design of existing installations and equipment for cleaning parts and assemblies.

The second section of the interpretative note contains technological calculations for the organization and planning of vehicle maintenance and repair, as well as the justification for the layout and area of the production areas of the truck repair zone. The requirements of labor protection in the maintenance and repair of cars, the main measures for the prevention of occupational diseases, requirements for environmental protection are given.

In the third section of the interpretative note, the purpose and description of the principle of operation of the unit for cleaning the parts, the design calculations of the installation, the basic safety requirements for the operation and maintenance of the installation, as well as calculations for the economic justification of the installation are given.

The interpretative note ends with the conclusion.

The addendum includes the table with the technological equipment of a zone of current repair of lorries.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | стр. |
|---|------|
| ВВЕДЕНИЕ  | 8    |
| 1 СОСТОЯНИТ ВОПРОСА ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ                                | 10   |
| 1.1 Организация текущего ремонта автомобилей                                    | 10   |
| 1.2 Технологический процесс текущего ремонта автомобилей                        | 12   |
| 1.3 Технология текущего ремонта агрегатов и узлов автомобилей                   | 14   |
| 1.4 Технология мойки деталей и узлов  | 18   |
| 1.4.1 Роль и значение процесса мойки деталей                                    | 18   |
| 1.4.2 Способы мойки деталей   | 18   |
| 1.4.3 Обзор конструкции установок для мойки деталей                             | 20   |
| 1.5 Обоснование темы выпускной квалификационной работы                          | 24   |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ   | 25   |
| 2.1 Выбор исходных данных для расчета производственной программы и объема работ | 25   |
| 2.2 Расчет производственной программы автотранспортного предприятия             | 26   |
| 2.3 Расчет трудоемкости технического обслуживания и ремонта автомобилей         | 31   |
| 2.4 Расчет численности производственных рабочих                                 | 34   |
| 2.5 Расчет количества постов текущего ремонта                                   | 35   |
| 2.6 Подбор технологического оборудования для ремонтной зоны автомобилей         | 36   |
| 2.7 Расчёт площадей участков зоны текущего ремонта                              | 39   |
| 2.8 Охрана труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей             | 40   |
| 2.8.1 Требования охраны труда ТО и ремонте автомобилей                          | 40   |
| 2.8.2 Профилактика профессиональных заболеваний работников                      | 45   |
| 2.9 Охрана окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте автомобилей  | 49   |

|  |    |
|--|----|
| 3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ   | 51 |
| 3.1 Обоснование выбранной конструкции установки для мойки деталей                | 51 |
| 3.2 Описание и принцип работы разрабатываемой конструкции                        | 52 |
| 3.3 Определение размеров ванны установки   | 53 |
| 3.4 Расчет параметров пневмоцилиндра   | 53 |
| 3.5 Определение диаметра патрубков для подачи воздуха                            | 56 |
| 3.6 Определение параметров электрического нагревательного элемента               | 57 |
| 3.7 Требования техники безопасности при эксплуатации установки для мойки деталей | 59 |
| 3.8 Техническое обслуживание установки для мойки деталей                         | 55 |
| 3.9 Расчет технико-экономических показателей эффективности установки             | 62 |
| 3.9.1 Расчет массы и балансовой стоимости установки                              | 62 |
| 3.9.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции         | 62 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ   | 69 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ   | 70 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ   | 72 |
| СПЕЦИФИКАЦИИ   | 74 |

## ВВЕДЕНИЕ

К основным эксплуатационно-техническим свойствам автомобилей относятся динамичность, устойчивость, экономичность, надежность, долговечность и т.д. Эти свойства для каждого автомобиля выражаются конкретными показателями, с помощью которых можно оценить работоспособность автомобиля. Для того, чтобы работоспособность автомобиля во время эксплуатации находилась на требуемом уровне, значения этих показателей длительное время должны быть неизменными [8].

Однако техническое состояние любой машины или механизма в процессе длительной эксплуатации не остается неизменным. Причиной этого являются изнашивание деталей, узлов и механизмов, поломки и другие неисправности, которые в результате и приводят к ухудшению эксплуатационно-технических свойств автомобиля.

Кроме того, ухудшение технического состояния автомобилей с увеличением пробега происходит также в результате несоблюдения правил технической эксплуатации автомобиля, несвоевременное и некачественное выполнение операции технического обслуживания и ремонта.

Поэтому для поддержания автомобиля в технически исправном состоянии, а также предупреждения и предотвращения неисправностей необходимо своевременное и высококачественное выполнение технического обслуживания. Но даже при выполнении всех мероприятий неизбежны появление неисправностей и необходимости восстановления его работоспособности, т.е. ремонта.

Для сокращения простоев в ремонте, материальных и трудовых затрат и обеспечения бесперебойной работы всего автотранспортного парка любого предприятия необходимо постоянное усовершенствование производственно - технологической базы по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей [13].



Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование зоны текущего ремонта грузовых автомобилей и разработка установки для мойки деталей и узлов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

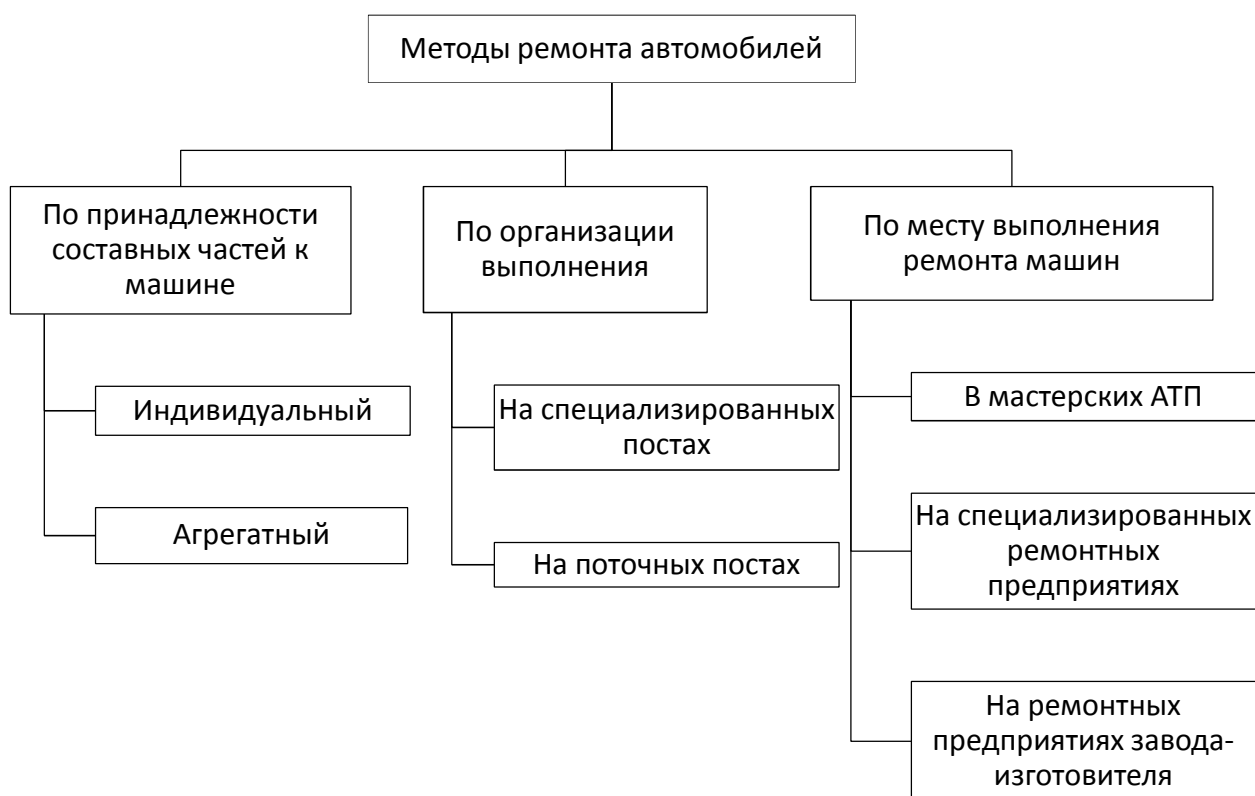
1. Рассмотреть современное состояние вопроса ремонта грузовых автомобилей.
2. Изучить технологические процессы ремонта грузовых автомобилей.
3. Провести технологические расчеты ремонта грузовых автомобилей и спроектировать зону текущего ремонта.
4. Провести анализ конструкции существующих установок и стендов для мойки деталей и узлов автомобилей при их ремонте.
5. Разработать установку для мойки деталей и произвести расчет ее технико-экономических показателей.

# 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

## 1.1 Организация текущего ремонта автомобилей

Текущий ремонт автомобиля проводится для обеспечения или восстановления его работоспособности и состоит в устранении неисправностей его агрегатов и узлов путем их частичной или полной разборки или замены агрегатов, требующих капитального ремонта [7].

Существуют различные методы ремонта автомобилей. Классификация методов ремонта приведен на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1 – Классификация методов ремонта автомобилей**

В настоящее время текущий ремонт автомобилей в основном выполняется с применением индивидуального или агрегатного методов [7].

Применение индивидуального метода ремонта предполагает снятие с автомобиля неисправных или отказавших агрегатов и узлов, которые затем ремонтируются и устанавливаются на тот же автомобиль. При использовании данного метода время простоя автомобиля в ремонте не нормирован и зависит от трудоемкости ремонта неисправного агрегата или узла.

При использовании агрегатного метода ремонта автомобилей неисправные агрегаты заменяют новыми или отремонтированными агрегатами, а неисправный агрегат поступает на ремонт, после чего в оборотный фонд автотранспортного предприятия. При этом сокращается время простоя автомобиля в ремонте, что в свою очередь ведет к повышению коэффициента технической готовности автомобиля и всего парка.

Необходимость в текущем ремонте автомобилей на автотранспортных предприятиях в основном определяется [8]:

- в процессе эксплуатации автомобиля (водителем);
- при контрольном осмотре автомобиля перед выездом на линию или по возвращении его с линии (дежурным механиком);
- при диагностировании или техническом обслуживании автомобиля (диагностом или механиком).

При текущем ремонте характерными работами являются разборочно-сборочные, слесарные, окрасочные и другие работы, а также замена деталей и агрегатов, достигших предельного состояния, кроме базовых узлов или агрегатов. К ним относятся такие детали или узлы, техническое состояние которых влияет на работоспособность остальных деталей и узлов, работают в сопряжении с ней. Например, блок цилиндров, корпуса коробок передач, кузов и т.д.

К работам, связанные с разборкой и сборкой относятся:

- демонтаж агрегатов, механизмов и узлов с автомобиля;
- разборка и сборка снятых с автомобиля агрегатов, механизмов и узлов на отдельные детали для их замены или ремонта;
- обеспечение сопряжений отдельных деталей при их сборке;

- установка и крепление отремонтированных агрегатов, механизмов, узлов на автомобиль и их регулировка.

Разборочно-сборочные работы следует выполнять на постах текущего ремонта и в агрегатном цехе.

Ремонтно-восстановительными работами при текущем ремонте автомобилей являются восстановление изношенных или разрушенных деталей, восстановление окраски автомобиля, обивка кузова и т.д. Эти работы выполняются в вспомогательных отделениях.

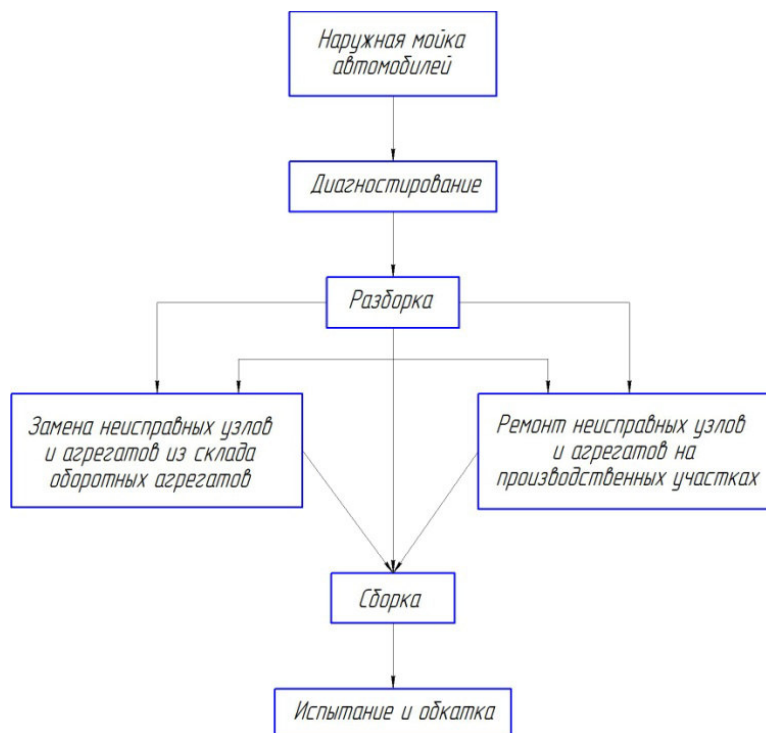
Посты текущего ремонта автомобилей должны быть оснащены необходимым технологическим оборудованием: осмотровыми канавами, подъемно-транспортными устройствами, различными приспособлениями и инструментами, а также специализированными устройствами для снятия и установки крупных агрегатов (коробка передач, задний мост и т.д.), различными съёмниками, электрогайковертами, динамометрическими ключами и т.д.

В составе производственно-технологической базы по техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей должны быть вспомогательные производственные цехи (отделения), которые необходимы для обеспечения выполнения ремонтно-восстановительных работ. К таким цехам относятся: агрегатный, слесарно-механический, кузнечно-рессорный, сварочный, медницкий, электротехнический, аккумуляторный, топливной аппаратуры, шиномонтажный, кузовной [13].

## **1.2 Технологический процесс текущего ремонта автомобилей**

Технологический процесс — это последовательность выполнения операций ремонта автомобиля. Перечень и содержание операции текущего ремонта автомобиля могут быть различными, которые зависят от характера неисправностей и способов их устранения [7].

Рассмотрим схему технологического процесса текущего ремонта автомобилей (рисунок 1.2).



**Рисунок 1.2 - Схема технологического процесса текущего ремонта автомобиля**

Автомобили, подлежащие ремонту, подвергаются наружной мойки и очистки. Наружная мойка и очистка должна проводиться на моечной площадке. Затем автомобиль подвергается внешнему осмотру для определения его общего технического состояния.

Затем автомобиль направляется на частичную или полную разборку. Последовательность процесса разборки должен быть такой, чтобы обеспечить наименьшие затраты времени и наибольшее удобство в работе. Поэтому разборку автомобиля следует начинать с снятия предохранительных щитков, крышек и кожухов для обеспечения доступа к неисправным агрегатам и узлам. По трудоемкости разборочно-сборочные работы составляют около 20% от всей трудоемкости ремонта автомобилей [7], поэтому при разборочно-сборочные работы следует пользоваться механизированным инструментом (пневматическими или электрическими гайковертами).

При разборке автомобиля снятые с автомобиля узлы и детали необходимо укладывают на стеллажи, а крепежные детали - в специальные ящики.

Затем детали подвергают мойки и дефектовке. При дефектовке определяется неисправность деталей (места поломок, трещины, изломы) и возможность их ремонта.

При текущем ремонте автомобилей могут выполняться также сварочные, слесарные, жестяницкие, арматурные и кузовные работы. Эти работы выполняются при восстановлении изношенных деталей, заварке трещин, отколов, наложении заплат на пробоины.

После устранения неисправностей деталей производится их установка на узлы и агрегаты. Затем эти узлы и агрегаты крепятся на автомобиль и в случае необходимости выполняются их подгонка и регулировка.

### **1.3 Технология текущего ремонта агрегатов и узлов автомобилей**

При текущем ремонте агрегатов и узлов автомобиля производится частичная их разборка, замена или ремонт неисправных узлов и деталей путем их восстановления.

В процессе разборки агрегатов и узлов проверяют техническое состояние деталей, чтобы при необходимости можно было заменить негодные. При разборке необходимо следить за тем, чтобы без необходимости не нарушалось взаимное расположение поверхностей деталей в подвижных соединениях. Те агрегаты и узлы, которые по своему техническому состоянию подлежат капитальному ремонту, не разбираются.

Рассмотрим технологию ремонта основных агрегатов и узлов автомобиля [8].

*Двигатель.* Процесс текущего ремонта двигателя включает его разборку, дефектовку деталей, замену или восстановление деталей, устранение неисправностей и сборку. При устранении неисправностей двигателя проводятся слесарно-механические работы. При этом производится замена

поршневых колец, поршневых пальцев, тонкостенных вкладышей коренных и шатунных подшипников, прокладки головки блока.

Изгиб или скручивание шатунов определяется при их дефектовке, которые устраняются путем их правки.

Прилегание клапанов к их седлам восстанавливается путем притирки рабочих фасок клапанов к их седлам. При большом износе фасок клапанов и их гнезд производится предварительная шлифовка седел и фасок клапанов конусными абразивными кругами с использованием шлифовального приспособления. После шлифования фасок клапанных гнезд клапаны притираются при помощи ручной пневматической дрели абразивной пастой до образования фасок на рабочей поверхности гнезда и клапана шириной не менее 1,5 мм. Фаски должны иметь матовую поверхность по всей окружности и обеспечивать герметичность прилегания клапана к седлу.

*Сцепления.* При текущем ремонте сцепления (в случае необходимости) меняются фрикционные накладки дисков сцепления. Новые накладки приклепываются латунными или алюминиевыми заклепками с помощью специального устройства на гидравлическом прессе. Задиры и царапины на поверхности ведущего диска устраняются шлифованием. После ремонта ведомый диск проверяется на биение плоскостей, которое должно быть не более 1 мм.

*Карданный вал.* В случае нарушения динамической балансировки карданного вала и появления вибрации он снимается с автомобиля и проверяется на специальных стендах и приспособлениях. Дисбаланс может быть вызван прогибом вала, наличием вмятин труб вала, погнутостью фланцев и другими неисправностями. При превышении биения выше допустимого (0,8 мм) вал правится при помощи прессы. Он устанавливается для этого на специальные призмы и балансируется на балансирных станках.

*Радиаторы системы охлаждения.* Радиаторы могут иметь следующие дефекты: течь в паяных швах, течь трубок сердцевины, повреждения бачков (трещины, вмятины), охлаждающих пластин, засорение трубок и отложение накипи.

Поврежденные места радиаторов определяются следующим образом: отверстия патрубков закрываются пробками и радиатор погружается в ванну с водой. Через пароотводную трубку при помощи ручного насоса или из воздушной магистрали воздух нагнетается до давления 0,08 МПа. По выходящим пузырькам воздуха на поверхности радиатора определяется место повреждения, которое отмечается чертилкой. Вынутый радиатор просушивается, а места течи запаиваются мягким припоем. Пайка выполняется паяльником или погружением предварительно протравленных поврежденных мест изделия в расплавленный припой.

Деформированные охлаждающие пластины выпрямляются при помощи специальной гребенки или плоскогубцами. При текущем ремонте допускается заглушка отдельных поврежденных трубок.

Отремонтированный радиатор проверяется на герметичность под давлением 0,08 МПа погружением его в воду вышеуказанным способом. Работы по текущему ремонту аккумуляторов выполняются в отделении ремонта аккумуляторов электротехнического участка. Батареи, требующие ремонта, очищаются от загрязнений, и поверхность крышек аккумуляторов нейтрализуется 10 %-м раствором кальцинированной соды или нашатырного спирта. После очистки батарея насухо протирается ветошью. Ремонту подвергаются батареи, имеющие механические повреждения, трещины в заливочной мастике, обломы выводов и межэлементных соединений. Все работы по ремонту выполняются в соответствии с технологическими картами и с применением соответствующего оборудования и инструмента.

Неплотности и трещины в кислотоупорной мастике батарей обнаруживаются по просачиванию электролита. Трещины разделяются под угол 90...120° и заливаются горячей мастикой.



*Тормоза.* При текущем ремонте тормозов сменяются фрикционные накладки тормозных колодок, а при наличии на внутренней поверхности тормозного барабана глубоких рисок и задиров или значительного местного износа их внутренняя поверхность растачивается на станках для расточки барабанов. На этих же станках обтачиваются накладки тормозных колодок.

*Кабина, платформа.* Небольшие вмятины и прогибы на кабинах, платформах устраняются правкой с применением специального набора инструментов, куда входят молотки различной формы, оправки, поддержки. Промышленность выпускает специальные наборы таких инструментов, например набор ГАРО 214-1. Глубокие вмятины восстанавливаются методом вытягивания и рихтовки металла с последующей зачисткой поверхности. Глубокие царапины устраняются плавкой припоями или синтетическими порошками и клеями путем нанесения их на деформируемую поверхность.

Трещины, пробоины, разрывы после выравнивания поверхности завариваются при помощи газовой сварки, после чего поверхность зачищается и шлифуется.

*Генератор.* Характерными неисправностями генератора являются износ щеток, ослабление пружин, межвитковое замыкание, износ вала ротора и др.

При текущем ремонте генераторов, стартеров, приборов электрооборудования и зажигания производится их разборка на отдельные узлы и детали, которые подвергаются контролю и дефектации. Непригодные мелкие детали (втулки, щетки, подшипники, контакты и др.) заменяются на новые. Детали, подлежащие ремонту, восстанавливаются.

## **1.4 Технология мойки деталей и узлов**

### **1.4.1 Роль и значение процесса мойки деталей**

В процессе эксплуатации детали и узлы автомобиля подвергаются воздействию множества типов загрязнений: маслянистые отложения, нагар, продукты коррозии, накипь, продукты изнашивания и т.д.

Мойка и очистка от этих загрязнений является обязательной операцией при проведении технического обслуживания и ремонта, т.к. наличие загрязнений на наружной или внутренней поверхности деталей агрегата влияет на точность измерения при дефектации и контроле деталей и скрывает дефекты, тем самым снижает качество технического обслуживания и ремонта. От качества проведения этой операции не только качество последующей сборки, но и ресурс отремонтированного агрегата или узла.

Процесс мойки деталей состоит из следующих этапов [7]:

- 1) сначала очищаются наружные поверхности детали от грязи;
- 2) затем производится очистка полостей и каналов внутри детали от нагара и частиц износа деталей;
- 3) потом очищаются поверхности соприкосновений деталей от остатков уплотнителей (прокладки или герметики);
- 4) далее детали промываются;
- 5) в заключение продуваются внутренние каналы, и производится сушка деталей.

### **1.4.2 Способы мойки деталей**

Мойку деталей можно производить ручным и автоматизированным способами.

Ручная мойка применяется в небольших ремонтных мастерских и представляет собой мойку детали на поддоне с помощью специальной кисти

или щетки и моющего средства, в качестве которого чаще всего используется бензин или керосин. Бензин оказывает неблагоприятное воздействие на резиновые части деталей – манжеты и уплотнители, пожароопасен и токсичен, плохо отмывает частицы грязи. Керосин, хотя и менее пожароопасен, хуже отмывает загрязнения. Детали после керосина остаются масляными и притягивают ещё больше пыли. Также в качестве моющего средства можно использовать содовый раствор, т.к. он нетоксичен и совершенно безопасен. Наилучшем вариантом являются использование специальных синтетических моющих жидкостей.

Автоматическая мойка деталей применяется на более крупных ремонтных предприятиях. Существуют различные по конструкции моющие установки, которые выполняют мойку крупных и мелких деталей с подогревом и очисткой загрязненного раствора. Автоматические моющие установки высокоэффективны, но предварительную очистку сильно загрязненных деталей всё же приходится делать вручную.

В настоящее время применяют следующие способы мойки деталей:

- *гидродинамическая очистка* - на поверхность детали воздействуют струей воды при давлении 0,5...20 МПа;
- *растворение загрязнений в различных средах* – выбор типа растворителя зависит от типа загрязнений (углеводородные загрязнения очищают в органических растворителях, ржавчину - в кислотном растворе, а лакокрасочные материалы - в щелочном);
- *эмульгирование* - это процесс образования эмульсий (несмачиваемые и нерастворимые загрязнения при этом переводятся в жидкую среду в виде устойчивых дисперсных эмульсий);
- *очистка поверхности детали электрохимической обработкой* – очистка производится пузырьками водорода или кислорода, выделяющихся, соответственно, на катоде и аноде;

- *очистка поверхности детали ультразвуковой обработкой* – при этом колебания жидкой среды вызывают гидравлические удары у поверхности детали, которые разрушают загрязнения;

- *очистка поверхности детали, воздействием на него потоком металлической дроби, стеклянных шариков, кварцевого песка, пластмассовой или косточковой крошки;*

- *очистка поверхности детали термической обработкой;*

- *срезание.*

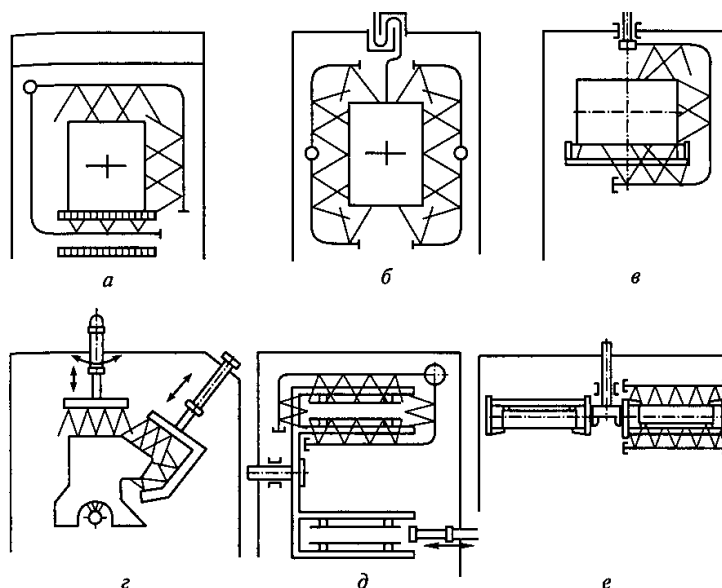
На практике широкое распространение нашли способы очистки деталей с применением различных растворителей (керосин, уайт-спирит, бензол, толуол, этиловый спирт, ацетон, хлористый метилен, трихлорэтилен и др.) и моющих средств.

Выбор способа мойки деталей осуществляется с учетом вида загрязнений, размеров, конфигурации деталей и мест отложений загрязнений, стоимости моющих средств и оборудования.

### **1.4.3 Обзор конструкции установок для мойки деталей**

Мойка деталей производится в моечных установках различных конструкций. Установки для мойки деталей бывают однокамерные, двухкамерные и многокамерные, специальные и универсальные. По принципу действия - струйные, погружные и для механической очистки с раствором или без него.

Очистка деталей в струйных моечных установках основан на физико-химическом методе очистки разнонаправленными струями водных растворов. На рисунке 1.3 представлены различные схемы струйных моечных установок.



а-в – с пассивным воздействием струи; г-е – с активным воздействием струи

**Рисунок 1.3 - Схемы струйных моечных установок**

Некоторые конструкции струйных моечных установок работают по замкнутому циклу (рисунок 1.4), в которых предварительно нагретый моющий раствор под давлением подается через рампу с форсунками на движущиеся детали. Затем раствор с загрязнениями сливается обратно в ванну, проходит через фильтр и очищенный раствор вновь подается насосом.

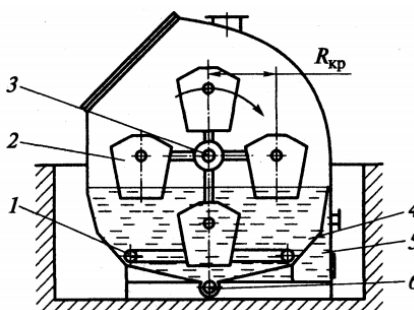


**Рисунок 1.4 – Струйная моечная установка замкнутого цикла UNIX 100  
фирмы TEKNOX s.r.l. (Италия)**

Мойка и очистка деталей погружением в моющий раствор производится комплексным воздействием на загрязнения физико-химических и механических факторов. Основными преимуществами мойки деталей погружением по сравнению со струйной очисткой являются: эффективное

использование возможностей различных моющих растворов, лучшая очистка деталей со сложной формы, меньшая энергоемкость процесса мойки, меньшие теплотери. Погружные моечные установки бывают двух видов: тупиковые и проходные.

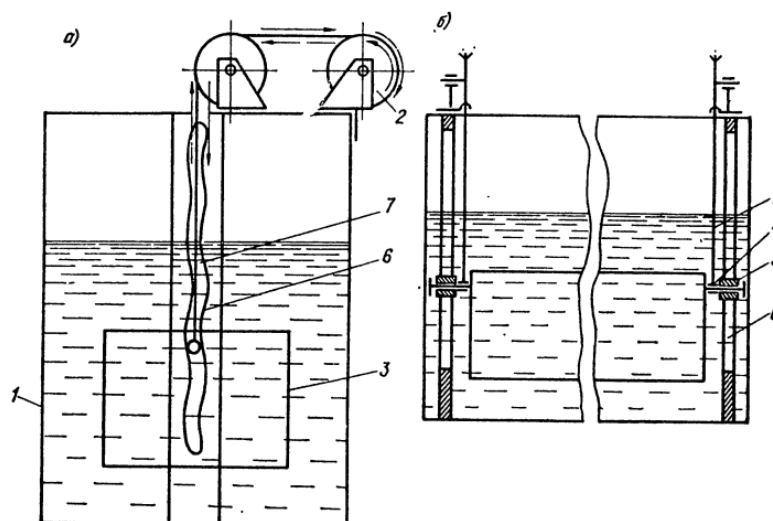
На рисунке 1.5 приведена схема тупиковой моечной установки [15]. Установка состоит из ванны 4, внутри которого расположен вал 3 с крестовинами с свободно подвешенными контейнерами 2. Привод вала осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и редукторы, соединенные между собой электрогидравлическим тормозом. Дно ванны выполнено с уклоном и имеет винтовой конвейер 6 для удаления шлама. Разгрузочный патрубок винтового конвейера соединен с грязесборником, разгрузка которого выполняется под давлением сжатого воздуха. Транспортный проем закрывается дверью. Удаление раствора из ванны 4 и маслосборника 5 обеспечивается насосом.



1 - теплообменник; 2 - контейнер; 3 - вал с крестовинами (ротор); 4 - ванна;  
5 - маслосборник; 6 - винтовой конвейер

**Рисунок 1.5 - Схема тупиковой роторной моечной установки:**

На рисунке 1.6 представлена установка для мойки деталей (авт. свид. № 1047550) погружным способом, которая состоит из ванны 1, контейнера 3 для размещения деталей, который подвешен на тросе 7, связанного с приводом 2. Контейнер 3 имеет ось с роликами 5, движущегося по направляющим 6.



**Рисунок 1.6 – Установка для мойки деталей (авт. свид. № 1047550)**

Принцип работы установки заключается в следующем. Очистка деталей, размещенных в контейнере 3 производится методом погружения. При подъеме или опускании контейнер 3 движется по поверхности направляющих 6 роликами 5. При этом контейнер 3 с деталями совершает вертикальные и горизонтальные перемещения. Режим мойки деталей можно менять путем изменения скорости подъема или опускания контейнера и профиля направляющих.

Проходные погружные моечные установки имеют высокую производительность и применяются на крупных ремонтных предприятиях. Интенсификация очистки в этих установках достигается активацией моющей жидкости вибрирующими контейнерами или при помощи лопастных винтов.

Обзор конструкций моечных установок показал, что существующие установки достаточно сложные по конструктивному исполнению, а соответственно, и их обслуживанию. Все это удорожает их применение в производстве с небольшой программой выпуска продукции.

### **1.5 Обоснование темы выпускной квалификационной работа**

Одной из важнейших задач организации текущего ремонта является снижение времени простоя автомобилей в текущем ремонте и его ожидании. Причиной слабой организации текущего ремонта являются снижение качества ремонта, увеличение межремонтного пробега и объемов текущего ремонта.

Перед проведением операции технического обслуживания или началом ремонтных работ обязательной операцией является мойка и очистка автомобиля, а также мойка агрегатов, узлов и деталей после разборки. Это повышает качество обслуживания и ремонта, что в свою очередь на продолжительность ремонта и снижает материальные и трудовые затраты.

В связи с вышеизложенным, необходимо обосновать планировку зоны текущего ремонта автомобилей, произвести подбор необходимого технологического оборудования и разработать установку для мойки деталей.



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор исходных данных для расчета производственной программы и объема работ

Согласно заданию к выпускной работе произведем расчет производственной программы ремонтной зоны на 80 грузовых автомобилей. В качестве исходных данных для расчета принимаем следующие данные:

Исходными данными для расчета являются:

- количество автомобилей по маркам;
- продолжительность работы и средний пробег автомобилей в сутки;
- число рабочих дней в году (при 6-дневной рабочей неделе принимаем равным 305 дней);
- средний пробег автомобилей с начала эксплуатации;
- условия эксплуатации.

Количество автомобилей по маркам представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

| № | Марка автомобиля | Количество | Категория условий эксплуатации | Средний пробег автомобиля в сутки, км |
|---|------------------|------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | КамАЗ-65111      | 45         | III                            | 250                                   |
| 2 | МАЗ-6501         | 25         |                                | 220                                   |
| 3 | ГАЗ-3309         | 10         |                                | 150                                   |

Для представленных марок автомобилей определяются нормативные периодичности технических обслуживаний и ремонтов, пробег до капитального ремонта, трудоемкости и продолжительности простоев.

Нормативные периодичности технических обслуживаний и ремонтов для I категорий условий эксплуатации составляют для грузовых автомобилей: до ТО-1 - 4000 км, до ТО-2 - 16000 км, а до КР - 300000 км. Для остальных категорий условий эксплуатации нормативы корректируются с помощью соответствующих коэффициентов [11].

## 2.2 Расчет производственной программы автотранспортного предприятия

При расчете производственная программа автотранспортного предприятия определяется число технических обслуживаний и ремонтов за планируемый период времени (год, сутки) на весь парк автомобилей.

Пробег автомобиля до ТО-1 и ТО-2 в соответствии с условиями эксплуатации определяется по формуле [11]:

$$L_i = L_i^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

где  $L_i$  – скорректированная периодичность  $i$ -го вида ТО, км;

$L_i^H$  – нормативная периодичность  $i$ -го вида ТО, км;

$K_1$  – коэффициент корректирования нормативной периодичности ТО в зависимости от категории условий эксплуатации ([13]);

$K_3$  – коэффициент корректирования нормативной периодичности ТО в зависимости от природно-климатических условий ([13]).

Скорректированный пробег автомобиля до капитального ремонта (КР) определяется по формуле [11]:

$$L_{KP} = L_{KP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

где  $L_{KP}^H$  – нормативный пробег автомобиля до КР, км;

$K_2$  – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации автотранспорта ([13]).

Для всех марок автомобилей скорректированные пробеги до ТО-1, ТО-2 и КР составит:

$$L_{\text{ТО-1}} = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 3200 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 12800 \text{ км.}$$

$$L_{\text{КР}} = 300000 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 204000 \text{ км.}$$

После определения скорректированной периодичности ТО проверяется ее кратность между видами обслуживания с последующим округлением до целых сотен километров.

Коэффициент кратности ежесменного технического обслуживания до ТО-1 определяется по формуле:

$$K_{EO} = \frac{L_{TO-1}}{L_{cc}}, \quad (2.3)$$

где  $L_{TO-1}$  – скорректированная периодичность ТО-1, км;

$L_{cc}$  – среднесуточный пробег, км.

Принятая периодичность ТО-1:

$$L_{TO-1}^n = K_{EO} \cdot L_{cc}. \quad (2.5)$$

Коэффициент кратности ТО-1 до ТО-2 определяется по формуле:

$$K_{TO-1} = \frac{L_{TO-2}}{L_{TO-1}^n}, \quad (2.4)$$

где  $L_{TO-1}^n$  – принятая периодичность ТО-1, км;

$L_{TO-2}$  – скорректированная периодичность ТО-2, км.

Полученное значение округляется до целого числа.

Принятая периодичность ТО-2:

$$L_{TO-2}^n = K_{TO-1} \cdot L_{TO-1}^n. \quad (2.5)$$

Коэффициент кратности ТО-2 автомобиля до КР:

$$K_{TO-2} = \frac{L_{KR}}{L_{TO-2}^n}. \quad (2.6)$$

Полученное значение округляется до целого числа.

Принятый пробег автомобиля до КР:

$$L_{KR}^n = K_{TO-2} \cdot L_{TO-2}^n. \quad (2.7)$$

Для примера произведем расчет для автомобилей КамАЗ-65111:

$$K_{EO} = \frac{3200}{250} = 12,8.$$

Принимаем  $K_{EO} = 13$ .

$$L_{TO-1}^n = 13 \cdot 250 = 3250 \text{ км.}$$

$$K_{TO-1} = \frac{12800}{3250} = 3,9.$$

Принимаем  $K_{TO-1} = 4$ .

$$L_{\text{ТО-2}}^{\text{п}} = 4 \cdot 3250 = 13000 \text{ км.}$$

$$K_{\text{ТО-2}} = \frac{204000}{13000} = 15,6.$$

Принимаем  $K_{\text{ТО-2}} = 16$ .

$$L_{\text{КР}}^{\text{п}} = 16 \cdot 13000 = 208000 \text{ км.}$$

Расчет для остальных марок автомобилей производится аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты корректировки периодичности ТО и КР автомобилей

| Марка автомобиля | $K_{\text{ЕО}}$ | $L_{\text{ТО-1}}^{\text{п}}, \text{км}$ | $K_{\text{ТО-1}}$ | $L_{\text{ТО-2}}^{\text{п}}, \text{км}$ | $K_{\text{ТО-2}}$ | $L_{\text{КР}}^{\text{п}}, \text{км}$ |
|------------------|-----------------|---|-------------------|---|-------------------|---------------------------------------|
| КамАЗ-65111      | 13              | 3250                                    | 4                 | 13000                                   | 16                | 208000                                |
| МАЗ-6501         | 15              | 3300                                    | 4                 | 13200                                   | 16                | 211200                                |
| ГАЗ-3309         | 21              | 3150                                    | 4                 | 12600                                   | 16                | 201600                                |

Годовой пробег автомобилей определяется по формуле [9]:

$$L_{\Gamma} = D_{\text{р.г.}} \cdot \alpha_{\text{т}} \cdot L_{\text{сс}} \cdot n_{\text{а}}, \quad (2.8)$$

где  $D_{\text{р.г.}}$  – число рабочих дней в году;

$n_{\text{а}}$  – количество автомобилей;

$\alpha_{\text{т}}$  – коэффициент технической готовности автомобиля.

Коэффициент технической готовности автомобиля определяется по формуле:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{D_{\text{э.ц}}}{D_{\text{э.ц}} + D_{\text{пр.ц}}}, \quad (2.9)$$

где  $D_{\text{э.ц}}$  – число дней эксплуатации за цикл, дн.

$D_{\text{пр.ц}}$  – число дней простоя автомобиля в техническом обслуживании и ремонте за цикл, дн.

Число дней эксплуатации за цикл определяется из выражения:

$$D_{\text{э.ц}} = \frac{L_{\text{КР}}}{L_{\text{сс}}}. \quad (2.10)$$

Число дней простоя автомобиля в техническом обслуживании и ремонте за цикл:

$$D_{\text{пр.ц}} = D_{\text{пр.КР}} + D_{\text{пр.ТОиР}} \cdot \frac{L_{\text{КР}} \cdot K_4^1}{1000}, \quad (2.11)$$

где  $D_{\text{пр.КР}}$  - число дней простоя в КР;

$D_{\text{пр.ТОиР}}$  – нормативное время простоя автомобиля в техническом обслуживании и ремонте на 1 000 км пробега, дн ([13]).

Для автомобилей КамАЗ-65111:

$$D_{\text{э.ц}} = \frac{208000}{250} = 832 \text{ дн.}$$

$$D_{\text{пр.ц}} = 22 + 0,5 \cdot \frac{208000 \cdot 1,2}{1000} = 146,8 \text{ дн.}$$

$$\alpha_T = \frac{832}{832 + 146,8} = 0,85.$$

$$L_{\Gamma} = 305 \cdot 0,85 \cdot 250 \cdot 45 = 2916562,5 \text{ км.}$$

Результаты расчета для остальных марок автомобилей приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчета годового пробега автомобилей

| Марка автомобиля | $D_{\text{э.ц}}$ , дней | $D_{\text{пр.ц}}$ , дней | $\alpha_T$ | $L_{\Gamma}$ , км |
|------------------|-------------------------|--------------------------|------------|-------------------|
| КамАЗ-65111      | 832                     | 146,8                    | 0,85       | 2916562,5         |
| МАЗ-6501         | 960                     | 148,7                    | 0,86       | 1452485,7         |
| ГАЗ-3309         | 1344                    | 123,8                    | 0,91       | 418894,4          |

Годовое количество технических обслуживаний и ремонтов на весь парк автомобилей за год определяется по следующим формулам:

$$N_{\text{КРГ}} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{КР}}}. \quad (2.12)$$

$$N_{\text{ТО-2Г}} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{ТО-2}}}. \quad (2.13)$$

$$N_{\text{ТО-1Г}} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{ТО-1}}} - N_{\text{ТО-2Г}}. \quad (2.14)$$

$$N_{\text{ЕОГ}} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{сс}}}. \quad (2.15)$$

Для автомобилей КамАЗ-65111:

$$N_{\text{КРГ}} = \frac{2916562,5}{208000} = 14.$$

$$N_{\text{ТО-2Г}} = \frac{2916562,5}{13000} = 224,3.$$

Принимаем  $N_{\text{ТО-2Г}} = 224$ .

$$N_{\text{ТО-1Г}} = \frac{2916562,5}{3250} - 224 = 673,4.$$

Принимаем  $N_{\text{ТО-1Г}} = 673$ .

$$N_{\text{ЕОГ}} = \frac{2916562,5}{250} = 11666,3.$$

Принимаем  $N_{\text{ЕОГ}} = 11666$ .

Результаты расчета для остальных марок автомобилей приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты расчета годового количества ТО и ремонтов автомобилей

| Марка автомобиля | $N_{\text{КРГ}}$ | $N_{\text{ТО-2Г}}$ | $N_{\text{ТО-1Г}}$ | $N_{\text{ЕОГ}}$ |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| КамАЗ-65111      | 14               | 224                | 673                | 11666            |
| МАЗ-6501         | 7                | 110                | 330                | 6602             |
| ГАЗ-3309         | 2                | 33                 | 100                | 2793             |

Суточное количество технических обслуживаний на весь парк автомобилей определяется по формулам:

$$N_{\text{ТО-2с}} = \frac{N_{\text{ТО-2Г}}}{D_{\text{р.г.}}} \quad (2.16)$$

$$N_{\text{ТО-1с}} = \frac{N_{\text{ТО-1Г}}}{D_{\text{р.г.}}} \quad (2.17)$$

$$N_{\text{ЕОс}} = \frac{N_{\text{ЕОГ}}}{D_{\text{р.г.}}} \quad (2.18)$$

Для автомобилей КамАЗ-65111:

$$N_{\text{ТО-2с}} = \frac{224}{305} = 0,7.$$

$$N_{\text{ТО-1с}} = \frac{673}{305} = 2,2.$$

$$N_{\text{ЕОс}} = \frac{11666}{305} = 38.$$

Результаты расчета для остальных марок автомобилей приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты расчета суточного количества ТО автомобилей

| Марка автомобиля | $N_{\text{ТО-2с}}$ | $N_{\text{ТО-1с}}$ | $N_{\text{ЕОс}}$ |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| КамАЗ-65111      | 0,7                | 2,2                | 38               |
| МАЗ-6501         | 0,4                | 1,0                | 22               |
| ГАЗ-3309         | 0,1                | 0,3                | 9                |
| Всего            | 1,2                | 3,5                | 69               |

По суточному количеству ТО выбирается метода ТО: поточный или тупиковый метод. В нашем случае, согласно [13] принимаем тупиковый метод обслуживания.

### 2.3 Расчет трудоемкости технического обслуживания и ремонта автомобилей

Расчет трудоемкости ТО и ремонтов необходимо для определения численности производственных рабочих, число постов, рабочих мест. Нормативная трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобилей также корректируется в зависимости от категорий условий эксплуатации.

Нормативная скорректированная трудоемкость ТО автомобилей определяется по формуле:

$$t_i = t_i^H \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.19)$$

где  $t_i^H$  – нормативная трудоемкость ТО  $i$ -го вида, чел.-ч ([9]);

$K_5$  - коэффициент корректирования нормативов трудоемкости ТО и ТР в зависимости от количества автомобилей и количества технологически совместимых групп подвижного состава ([9]).

Сезонное обслуживание выполняется совмещено с ТО-2, поэтому трудоемкость сезонного обслуживания принимаем в процентах от трудоемкости ТО-2. В нашем случае трудоемкость сезонного обслуживания принимаем равным 20% от трудоемкости ТО-2 [13].

Удельная нормативная скорректированная трудоемкость текущего ремонта автомобилей определяется по формуле:

$$t_{\text{ТР}} = t_{\text{ТР}}^{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.20)$$

где  $t_{\text{ТР}}^{\text{н}}$  – нормативная удельная трудоемкость ТР, чел.-ч/1000 км.

$K_4$  - коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта.

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей определяется по следующим формулам:

$$T_{\text{ЕОГ}} = N_{\text{ЕОГ}} \cdot t_{\text{ЕО}}. \quad (2.21)$$

$$T_{\text{ТО-1Г}} = N_{\text{ТО-1Г}} \cdot t_{\text{ТО-1}}. \quad (2.22)$$

$$T_{\text{ТО-2Г}} = N_{\text{ТО-2Г}} \cdot t_{\text{ТО-2}}. \quad (2.23)$$

$$T_{\text{СОГ}} = N_{\text{СОГ}} \cdot t_{\text{СО}} = 2 \cdot n_a \cdot 0,2 \cdot t_{\text{ТО-2}}. \quad (2.24)$$

$$T_{\text{ТРГ}} = \frac{L_{\text{Г}} \cdot t_{\text{ТР}}}{1000}. \quad (2.25)$$

Для автомобилей КамАЗ-65111:

$$t_{\text{ЕО}} = 0,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 0,7 \text{ чел. -ч.}$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 7,8 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ чел. -ч.}$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 31,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 43 \text{ чел. -ч.}$$

$$t_{\text{ТР}} = 6,1 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 12,1 \text{ чел. -ч}$$

$$T_{\text{ЕОГ}} = 11666 \cdot 0,7 = 8166,2 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТО-1Г}} = 673 \cdot 10,8 = 7268,4 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{ТО-2Г}} = 224 \cdot 43 = 9632 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{СОГ}} = 2 \cdot 45 \cdot 0,2 \cdot 43 = 774 \text{ чел. -ч.}$$



$$T_{\text{ТРГ}} = \frac{2916562,5 \cdot 12,1}{1000} = 35354,3 \text{ чел. -ч.}$$

Результаты расчета для остальных марок автомобилей приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчета трудоемкости ТО и ремонтов автомобилей

| Марка автомобиля | Трудоемкость, чел.-ч |                   |                   |                 |                  |                    |                    |                  |                  |
|------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|
|                  | $t_{\text{ЕО}}$      | $t_{\text{ТО-1}}$ | $t_{\text{ТО-2}}$ | $t_{\text{ТР}}$ | $T_{\text{ЕОГ}}$ | $T_{\text{ТО-1Г}}$ | $T_{\text{ТО-2Г}}$ | $T_{\text{СОГ}}$ | $T_{\text{ТРГ}}$ |
| КамАЗ-65111      | 0,7                  | 10,8              | 43                | 12,1            | 8166,2           | 7268,4             | 9632               | 774              | 35354,3          |
| МАЗ-6501         | 0,7                  | 10,8              | 43                | 12,1            | 4621,4           | 3564               | 4730               | 430              | 8860,2           |
| ГАЗ-3309         | 0,4                  | 4,9               | 19,8              | 6,0             | 1118,4           | 490                | 653,4              | 79,2             | 2513,4           |
| Всего            |                      |                   |                   |                 | 13906            | 11322,4            | 15015,4            | 1283,2           | 46727,9          |

Годовая трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобилей:

$$\sum T_{\text{Г}} = T_{\text{ЕОГ}} + T_{\text{ТО-1Г}} + T_{\text{ТО-2Г}} + T_{\text{СОГ}} + T_{\text{ТРГ}}. \quad (2.26)$$

$$\sum T_{\text{Г}} = 13906 + 11322,4 + 15015,4 + 1283,2 + 46727,9 = 88254,9 \text{ чел. -ч.}$$

Годовая трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобилей не учитывает затраты труда на вспомогательные работы по техническому обслуживанию и ремонту производственного оборудования и инструмента предприятия, внутригаражные транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, хранение, приемку и выдачу материальных ценностей, уборку производственных помещений и другие вспомогательные работы по самообслуживанию предприятия. Трудоемкость вспомогательных работ по самообслуживанию предприятия устанавливается в размере не более 30 % от объема годовой трудоемкости технического обслуживания и ремонта автомобилей:

$$\sum T_{\text{сам.Г}} = 0,3 \cdot \sum T_{\text{Г}}. \quad (2.27)$$

$$\sum T_{\text{сам.Г}} = 0,3 \cdot 88254,9 = 26476,5 \text{ чел. -ч.}$$

Общая годовая трудоемкость всех работ:

$$\sum T_{\text{общ.г}} = \sum T_{\text{г}} + \sum T_{\text{сам.г}} \quad (2.28)$$

$$\sum T_{\text{общ.г}} = 88254,9 + 26476,5 = 114731,4 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

## 2.4 Расчет численности производственных рабочих

Численность производственных рабочих определяется исходя из общей трудоемкости по формуле [9]:

$$n_p = \frac{\sum T_{\text{общ.г}}}{\Phi}, \quad (2.29)$$

где  $\Phi$  - фонд рабочего времени, ч.

$$\Phi = D \cdot T_{\text{см}} \cdot \tau \cdot K_{\text{см}}, \quad (2.30)$$

где  $D$  - число рабочих дней в году, дн.;

$T_{\text{см}}$  - продолжительность смены, ч;

$\tau$  - коэффициент использования времени смены;

$K_{\text{см}}$  - коэффициент сменности.

$$\Phi = 305 \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 1,5 = 2882,2 \text{ ч.}$$

$$n_p = \frac{114731,4}{2882,2} = 39,8.$$

Принимаем  $n_p = 40$ .

## 2.5 Расчёт числа постов текущего ремонта

Числа постов текущего ремонта автомобилей определим исходя из годового объёма постовых работ по текущему ремонту по следующей формуле [13]:

$$X_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{ТРг}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{см}} \cdot \varphi}{D_{\text{р.г.}} \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{р.ТР}} \cdot \tau_{\text{ТР}}}, \quad (2.31)$$

где  $T_{\text{ТРг}}$  – годовой объём работ по текущему ремонту автомобилей, чел·ч;

$K_{\text{п}}$  – доля постовых работ для текущего ремонта автомобилей за исключением работ, выполняемых в цехах, постах диагностирования и других рабочих местах (для ТР  $K_{\text{п}} = 0,35 \dots 0,45$ );

$K_{\text{см}}$  – коэффициент, учитывающий долю объема работ, выполняемых в наиболее загруженную смену (для ТР  $K_{\text{см}} = 0,5 \dots 0,6$ );

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий неравномерность объемов работ и поступления автомобилей на посты вследствие случайности характера изменения технического состояния автомобилей ( $\varphi = 1 \dots 1,4$ );

$n_{\text{р.ТР}}$  – численность рабочих, одновременно работающих на одном посту, чел (принимаем  $n_{\text{р.ТР}}=2$ );

$\tau_{\text{ТР}}$  – коэффициент использования рабочего времени поста текущего ремонта, характеризующий уровень технологии и организации работ ( $\tau_{\text{ТР}} = 0,85 \dots 0,95$ ).

$$X_{\text{ТР}} = \frac{46727,9 \cdot 0,45 \cdot 0,6 \cdot 1,2}{305 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,9} = 3,9.$$

Принимаем  $X_{\text{ТР}}=4$ .

## 2.6 Подбор технологического оборудования для ремонтной зоны автомобилей

На ремонтной зоне автомобилей применяется различное по назначению технологическое оборудование: основное (станочное, демонтажно-монтажное и т.д.), комплектное, подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, общего назначения (стеллажи, верстаки и т.д.) и т.д. [15].

Технологическое оборудование для разных участков проектируемой ремонтной зоны автомобилей представлены в таблицах 2.7-2.11.

Таблица 2.7 – Оборудование участка ремонта автомобилей

| №   | Наименование                         | Тип или модель         | Габаритные размеры, мм | Количество |
|---|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| 1   | 2                                    | 3                      | 4                      | 5          |
| 1   | Верстак слесарный                    | ОРГ-1468-01-060А       | 1200×800               | 2          |
| 2   | Ящик с песком                        | -                      | 1000x800               | 2          |
| 3   | Ларь для обтирочных материалов       | -                      | 1000x500               | 2          |
| 4   | Компрессор воздушный                 | К-3                    | 2300×760×1500          | 1          |
| 5   | Тележка для снятия и установки колес | Н-217                  | 1000×800×600           | 1          |
| 6   | Щит противопожарный с инвентарем     | -                      | -                      | 2          |
| 7   | Солидолонагнетатель                  | 170                    | 690×375×680            | 1          |
| 8   | Маслораздаточный бак передвижной     | -230                   | 410x370x830            | 1          |
| 9   | Стеллаж для деталей и узлов          | ОПТ – 7353             | 1210×800               | 1          |
| 10  | Стол монтажный                       | ОРГ – 1468 – 01 – 080А | 1200×800               | 4          |
| 11  | Настольно-вертикальный ручной пресс  | ОКС-918                | 920×220                | 2          |
| 12  | Гайковерты для гаек колес            | И-330                  | 1250x650x1100          | 1          |
| 13  | Емкость для отработанного масла      | НС-2081                | 520x470                | 1          |
| 14  | Двухплунжерный подъемник             | ППТ – 23<br>(Q=10 т)   | 970×1010               | 2          |
| 15  | Тележка для перевозки агрегатов      | ОПТ-7353               | 1210x800               | 1          |
| 16  | Мостовой кран                        | -                      | -                      | 1          |
| 17  | Смотровая яма                        | -                      | 7500x1200              | 2          |
| 18  | Ящики для отходов                    | -                      | 1000×800               | 1          |
| Площадь, занимаемая оборудованием – 15,2 м <sup>2</sup> |                                      |                        |                        |            |

Таблица 2.8 – Оборудование слесарно-механического участка

| №   | Наименование                                   | Тип или модель   | Габаритные размеры, мм | Количество |
|---|--|------------------|------------------------|------------|
| 1   | 2  | 3                | 4                      | 5          |
| 1   | Верстак слесарный                              | ОРГ-1468-01-060А | 1200×800               | 2          |
| 2   | Стеллаж для инструмента и инвентаря поворотный | 7879-4003        | Диаметр - 900          | 2          |
| 3   | Стеллаж для деталей и узлов                    | ОПТ – 7353       | 1210×800               | 1          |
| 4   | Станок точильно-шлифовальный                   | 332Б             | 2600х1900              | 1          |
| 5   | Настольно-вертикальный ручной пресс            | ОКС-918          | 920×220                | 1          |
| 6   | Ящики для отходов                              | -                | 1000×800               | 1          |
| 7   | Фрезерный станок                               | 6К11             | 250х1000               | 1          |
| 8   | Токарный станок                                | 1М63             | 3550х1680              | 1          |
| 9   | Токарный станок                                | 1К62             | 3300х1370              | 1          |
| 10  | Сверлильный станок                             | 2А135            | 1085х920               | 1          |
| Площадь, занимаемая оборудованием – 21,9 м <sup>2</sup> |  |                  |                        |            |

Таблица 2.9 – Оборудование агрегатного участка

| №   | Наименование  | Тип или модель   | Габаритные размеры, мм | Количество |
|---|---|------------------|------------------------|------------|
| 1   | 2   | 3                | 4                      | 5          |
| 1   | Верстак слесарный                                       | ОРГ-1468-01-060А | 1200×800               | 3          |
| 2   | Ларь для обтирочных материалов                          | -                | 1000х500               | 1          |
| 3   | Установка для мойки деталей                             | -                | 1215х1325              | 1          |
| 4   | Стеллаж для инструмента и инвентаря поворотный          | 7879-4003        | Диаметр - 900          | 1          |
| 5   | Стеллаж для деталей и узлов                             | ОПТ – 7353       | 1210×800               | 1          |
| 6   | Консольно-поворотный кран                               | -                | -                      | 1          |
| 7   | Ящики для отходов                                       | -                | 1000×800               | 1          |
| 8   | Стенд для ремонта двигателей                            | Р-500Е           | 1195х791х1050          | 2          |
| 9   | Станок для шлифовки клапанов                            | RV-516           | 700х600х700            | 1          |
| 10  | Станок для притирки клапанов                            | -                | 700х600х700            | 1          |
| 11  | Стенд для испытания масляных насосов и фильтров         | КИ-28199         | 1090х950х1780          | 1          |
| 12  | Стенд для проверки пневмооборудования                   | К-203            | 1255х890               | 1          |
| 13  | Стенд для ремонта сцепления                             | Р-207            | 625х565х405            | 1          |
| 14  | Пресс для клёпки фрикционных накладок                   | 3-324            | 150х600                | 1          |
| 15  | Пресс для клёпки тормозных лент                         | Р-335            | 420х470х585            | 1          |
| 16  | Станок для расточки тормозных барабанов                 | ТТН-420          | 700х900х1130           | 1          |
| 17  | Стенд для ремонта карданных валов и рулевого управления | Р-223            | 2140х870х1780          | 1          |
| 18  | Стенд для ремонта коробок передач                       | 2365             | 500х780х808            | 1          |
| 19  | Стенд для ремонта ведущих мостов                        | ОР-7353          | 1130х552               | 1          |
| 20  | Масляная ванна для подогрева деталей                    | УМН-1            | 790х500х800            | 1          |
| Площадь, занимаемая оборудованием – 15,9 м <sup>2</sup> |   |                  |                        |            |

Таблица 2.10 – Оборудование участка ремонта топливной аппаратуры

| №   | Наименование                                   | Тип или модель         | Габаритные размеры, мм | Количество |
|---|--|------------------------|------------------------|------------|
| 1   | 2  | 3                      | 4                      | 5          |
| 1   | Верстак слесарный                              | ОРГ-1468-01-060А       | 1200×800               | 1          |
| 2   | Ларь для обтирочных материалов                 | -                      | 1000х500               | 1          |
| 3   | Стеллаж для деталей и узлов                    | ОПТ – 7353             | 1210×800               | 2          |
| 4   | Стол монтажный                                 | ОРГ – 1468 – 01 – 080А | 1200×800               | 1          |
| 5   | Настольно-вертикальный ручной пресс            | ОКС-918                | 920×220                | 1          |
| 6   | Ящики для отходов                              | -                      | 1000×800               | 1          |
| 7   | Стенд для проверки форсунок                    | КИ-562                 | -                      | 1          |
| 8   | Верстак для ремонта форсунок                   | -                      | 1200х800               | 1          |
| 9   | Стол для контроля и мойки прецизионных деталей | ОМ-1316                | 1250х620               | 1          |
| 10  | Верстак для ремонта топливной аппаратуры       | ОРГ-1468-07            | 2460х860               | 1          |
| 11  | Стенд для испытания топливной аппаратуры       | КИ-15711               | 1500х2000              | 1          |
| 12  | Инструментальный шкаф                          | ОРГ-1468-07-010А       | 700х500                | 1          |
| Площадь, занимаемая оборудованием – 12,5 м <sup>2</sup> |  |                        |                        |            |

Таблица 2.11 – Оборудование участка ремонта электрооборудования

| №   | Наименование   | Тип или модель   | Габаритные размеры, мм | Количество |
|---|--|------------------|------------------------|------------|
| 1   | 2  | 3                | 4                      | 5          |
| 1   | Верстак слесарный  | ОРГ-1468-01-060А | 1200×800               | 2          |
| 2   | Ларь для обтирочных материалов                               | -                | 1000х500               | 1          |
| 3   | Стеллаж для деталей и узлов                                  | ОПТ – 7353       | 1210×800               | 2          |
| 4   | Станок точно-шлифовальный                                    | 332Б             | 2600х1900              | 1          |
| 5   | Настольно-вертикальный ручной пресс                          | ОКС-918          | 920×220                | 1          |
| 6   | Ящики для отходов  | -                | 1000×800               | 1          |
| 7   | Стенд для проверки генераторов, реле-регуляторов и стартеров | 532М             | 985х960                | 1          |
| 8   | Универсальный стенд для проверки электрооборудования         | Э-214            | 395х154                | 1          |
| 9   | Поворотный стол для ремонта статоров                         | -                | 2500х1000              | 1          |
| 10  | Прибор для проверки контрольно-измерительных приборов        | Э-204            | 380х240                | 1          |
| 11  | Комплект оборудования для проверки и очистки свечей          | Э-203            | 205х400                | 1          |
| 12  | Вытяжной шкаф для плавильных и паяльных работ                | ШВ-200           | 985х750х2100           | 1          |
| Площадь, занимаемая оборудованием – 14,6 м <sup>2</sup> |  |                  |                        |            |

## 2.7 Расчёт площадей участков зоны текущего ремонта

Площадь участков ремонтной зоны определяется по формуле:

$$F_y = f_{об} \cdot k_{pz}, \quad (2.32)$$

где  $k_{pz}$  – коэффициент рабочей зоны, учитывающий необходимость наличия проходов, проездов, зон обслуживания оборудования.

Коэффициенты рабочей зоны принимаем согласно [13].

Площадь слесарно-механического участка:

$$F_{y.см} = 21,9 \cdot 4,5 = 98,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем ширину участка равным  $l_{y.см} = 6 \text{ м}$ .

Тогда длина участка:  $b_{y.см} = 98,5/6 = 16,4 \text{ м}$ . Принимаем  $b_{y.см} = 18 \text{ м}$ .

Окончательно принимаем  $F_{y.см} = 6 \cdot 18 = 108 \text{ м}^2$ .

Площадь агрегатного участка:

$$F_{y.агр} = 15,9 \cdot 4,5 = 71,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $F_{y.агр} = 72 \text{ м}^2$ .

Площадь участка по ремонту топливной аппаратуры:

$$F_{y.рта} = 12,5 \cdot 3,0 = 37,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $F_{y.рта} = 36 \text{ м}^2$ .

Площадь участка по ремонту электрооборудования:

$$F_{y.рэо} = 14,6 \cdot 2,5 = 36,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $F_{y.рэо} = 36 \text{ м}^2$ .

Площадь участка текущего ремонта определяется по формуле:

$$F_{y.тр} = (f_a \cdot X_{тр} + f_{об}) \cdot k_{п}, \quad (2.33)$$

где  $f_a$  – площадь, занимаемая автомобилем в плане,  $\text{м}^2$ ;

$f_{об}$  – площадь, занимаемая оборудованием,  $\text{м}^2$ ;

$X_{тр}$  – число постов текущего ремонта, ед;

$k_{п}$  – коэффициент плотности расстановки постов и оборудования (принимаем  $k_{п} = 3,5 \dots 4$ ).

В нашем случае, наибольшие габаритные размеры имеет автомобиль МАЗ-6501 – 7750 x 2550 мм, площадь занимаемая автомобилем – 19,27 м<sup>2</sup>.

$$F_{y.тр} = (19,27 \cdot 4 + 15,2) \cdot 4 = 369,12 \text{ м}^2.$$

Принимаем длину участка:  $b_{y.тр} = 25 \text{ м}$ .

Тогда ширина участка будет равна  $l_{y.см} = 369,12 / 25 = 14,76 \text{ м}$ .

Принимаем  $l_{y.см} = 15 \text{ м}$ .

Окончательно принимаем  $F_{y.тр} = 25 \cdot 15 = 375 \text{ м}^2$ .

Окончательно размеры участков принимаем при графической планировки зоны текущего ремонта автомобилей.

## **2.8 Охрана труда при ТО и ремонте автомобилей**

### **2.8.1 Требования охраны труда ТО и ремонте автомобилей**

Работники автотранспортных предприятий (АТП), предприятий, оказывающих услуги по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей должны соблюдать требования охраны труда согласно Межотраслевых правил по охране труда на автомобильном транспорте [10]. В соответствии с этими Правилами при ТО и текущем ремонте автомобилей необходимо выполнять следующие требования:

1. ТО, текущий ремонт и диагностирование автомобилей должно выполняться в специально отведенных для этого местах (постах). Эти посты должны быть оснащены соответствующим технологическим оборудованием, устройствами, приборами, приспособлениями и оснасткой.
2. Перед ТО и ремонтом автомобили должны быть подвергнуты наружной мойки и очистки на специальной площадке. После наружной мойки и очистки автомобили направляются на посты ТО или ремонта.
3. В зоне ТО или ремонта управлять автомобилем, а также производить запуск двигателя автомобиля на постах ТО или ремонта



разрешается только работнику, который назначен приказом по предприятию, прошел соответствующий инструктаж по технике безопасности и имеет удостоверение на право управления автотранспортным средством соответствующей категории (например, водитель-перегонщик, бригадир слесарей или слесарь).

4. Запрещается нахождение людей в полосе движения и маневрирования автомобилей в зоне текущего ремонта. Постановкой автомобилей на посты ТО и ремонта должен руководить начальник участка. После постановки автомобиля на пост ТО и ремонта необходимо выполнить следующие действия:

- затормозить автомобиль стояночным тормозом;
- перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение;
- выключить двигатель;
- под колеса автомобиля подложить специальные упоры в количестве не менее 2 штук;
- на рулевое колесо повесить табличку с надписью *«Двигатель не пускать - работают люди!»*.

5. Если выполняются работы по ТО или ремонту автомобиля на подъемнике, то на пульте управления подъемником должна быть вывешена табличка с надписью *«Не трогать - под автомобилем работают люди!»*. При этом в поднятом положении подъемник должен надежно фиксироваться упором (штангой), исключающий возможность самопроизвольного опускания подъемника.

6. Перед проведением работ по ТО или ремонту автомобиля, по технологии выполнения которых требуется проворачивание коленчатого и карданного валов, необходимо дополнительно проверить:

- выключение зажигания автомобилей с бензиновым двигателем или перекрытие подачи топлива для автомобилей с дизельным двигателем;
- нейтральное положение рычага переключения передач;
- освободить рычаг стояночного тормоза.

7. При выполнении работ по ТО или ремонту автомобилей, работники должны пользоваться исправными инструментами, приспособлениями и приборами, а также средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

8. При ТО или ремонте подъемного механизма кузова автомобиля-самосвала необходимо под поднятый кузов установить специальный дополнительный упор, исключающий возможность падения или самопроизвольного опускания кузова автомобиля.

9. При выполнении работ по ремонту автомобиля, связанные с подниманием или опусканием тяжелых узлов и агрегатов при их снятии или установки необходимо пользоваться подъемно-транспортными механизмами. При этом необходимо применять страхующие (фиксирующие) устройства и приспособления (например, тележки-подъемники, подставки, канатные петли, крюки и т.п.), исключающие самопроизвольное смещение или падение снимаемых и устанавливаемых агрегатов и узлов.

10. Перед выполнением работ, связанным со снятием узлов и агрегатов систем питания, охлаждения и смазки автомобилей, необходимо предварительно слить из них топливо, масло и охлаждающую жидкость в специальную тару, не допуская их проливания.

11. В случае разлива масло или топливо на пол, необходимо немедленно их удалить с помощью песка или опилок, которые после использования следует сыпать в металлические ящики с крышками, устанавливаемые вне помещения зоны ТО и ремонта автомобилей.

12. Использованные обтирочные материалы (промасленные концы, ветошь и т.п.) должны немедленно убираться в металлические ящики с плотными крышками, а по окончании рабочего дня удаляться из производственных помещений в специально отведенные места.

13. По окончании работ необходимо убрать рабочее место. Для очистки рабочего места от пыли, опилок, стружки, мелких металлических обрезков разрешается применять только щетки.

14. При выполнении работ по ТО и ремонту автомобилей не допускается:

- выполнять работы лежа на полу (земле) без использования лежака;
- выполнять какие-либо работы на автомобиле (прицепе, полуприцепе), вывешенном только на одних подъемных механизмах (домкратах, таях и т.п.), кроме стационарных;
- выполнять какие-либо работы без подкладывания козелков под вывешенное автотранспортное средство и использовать вместо козелков другие предметы (кирпичи, колесные диски и т.д.);
- оставлять автомобиль после окончания работ, вывешенным на подъемнике;
- выполнять работы, связанные со снятием или установкой рессор на автомобиле (прицепы, полуприцепы), без их предварительной разгрузки от массы автомобиля (прицепа, полуприцепа). Для этого необходимо поднять кузов автомобиля (прицепа, полуприцепа) с установкой козелков под него или раму автомобиля;
- проводить ТО или ремонт автомобиля при работающем двигателе, если только по технологии проведения работ не требуется запуск двигателя;
- поднимать (вывешивать) автомобиль тросами, цепями или крюком подъемного механизма;
- поднимать грузы подъемным механизмом, если масса груза превышает грузоподъемность самого механизма;
- снимать, устанавливать и транспортировать агрегаты при зачаливании их стальными канатами или цепями без применения специальных устройств;
- поднимать груз при косом натяжении тросов или цепей;
- выполнять работы с использованием неисправных инструментов и приспособлений, а также на неисправном оборудовании;

- оставлять инструменты, приспособления, узлы и детали на краях осмотровой канавы;
- выполнять работы с применением поврежденных или неправильно установленных упор;
- запускать двигатель автомобиля и перемещать автомобиль в зоне ТО или ремонта с поднятым кузовом;
- проворачивать карданный вал при помощи лома или монтажной лопатки;
- сдувать пыль, опилки, стружку, мелкие обрезки сжатым воздухом.

В проектируемой зоне текущего ремонта грузовых автомобилей не допускается:

- мойка и очистка агрегатов легковоспламеняющимися жидкостями (бензином, растворителями и т.п.);
- хранение легковоспламеняющих жидкостей и горючих материалов, кислот, лакокрасочных материалов и т.д. в количествах, превышающих сменную потребность;
- выполнять заправку автомобилей топливом;
- хранение чистых обтирочных материалов вместе с использованными;
- загромождение проходов между осмотровыми канавами, стеллажами и выходы из помещений материалами, оборудованием, тарой, снятыми агрегатами и т.п.;
- хранение отработанного масла, пустую тару из-под топлива и смазочных материалов.

### 2.8.2 Профилактика профессиональных заболеваний работников

Профессиональные болезни - это болезни, которые возникают при воздействии вредных производственных факторов.

Основными опасными и вредными производственными факторами в проектируемой зоне текущего ремонта автомобилей являются:

- Движение автомобилей в зоне текущего ремонта и движущиеся механизмы (кран-балка, тележки и т.д.).
- Подвижные части технологического оборудования.
- Повышенное значение напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
- Неисправности инструментов, приспособлений и технологического оборудования.
- Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.
- Повышенный уровень шума на рабочем месте.
- Отсутствие или недостаток освещенности рабочего места.
- Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.
- Применение различных химических агрессивных средств (бензина, ацетона), например, при мойки и очистки деталей и агрегатов от смазывающих материалов.

Можно выделить следующие группы факторов, которые профессиональные заболевания работников, выполняющих работы по ТО и ремонту автомобилей:

- 1) Химические факторы (острые или хронические интоксикации и их последствия с поражением органов и систем).
- 2) Пыли
- 3) Физические факторы (вибрационная болезнь; снижение слуха).
- 4) Перенапряжения (заболевания опорно-двигательного аппарата, нервов и мышц).

5) Биологические факторы (инфекционные и паразитарные - туберкулез, бруцеллез, сепсис, сибирская язва).

6) Аллергические факторы (конъюнктивит, заболевания верхних дыхательных путей, бронхиальная астма, дерматит).

7) Онкологические заболевания (опухоли кожи, мочевого пузыря, печени, рак верхних дыхательных путей)

Профессиональные заболевания делятся на острые и хронические.

Острое профессиональное заболевание (интоксикация) возникает внезапно при однократном или многократном воздействии высоких концентраций химических веществ, которые содержатся в рабочей зоне.

Хроническое профессиональное заболевание возникает при систематическом воздействии на организм человека вредных факторов.

Основные профессиональные болезни у работников, выполняющих работы по ТО и ремонту автомобилей являются:

- Металлоканиоз - профессиональное заболевание, которое возникает при длительном вдыхании производственной металлической пыли.

- Вибрационная болезнь - фактором этой болезни является вибрация, а так же шум, напряжение мышц плеч и рук, охлаждение. Наибольшую опасность развития вибрационной болезни представляет собой работа с вибрационной техникой с частотой 16...200 Гц. Первыми признаками этой болезни являются боль в руках в ночное время с онемением пальцев, чувствительность к низкой температуре, а также сильные головные боли и шум в ушах.

- Заболевания опорно-двигательного аппарата.

- Тугоухость - это снижение слуха в результате нахождения длительного времени в производственной среде с повышенным уровнем шума.

Для сохранения и укрепления здоровья работников, предупреждения профессиональных заболеваний необходимо сознательное отношение к режиму их трудовой деятельности. Использование с этой целью

рекомендаций профилактической медицины будет способствовать сохранению здоровья и поддержанию высокой производительности труда.

Среди многих факторов, определяющих решение этой задачи, важное место занимает физическая культура. Правильно организованный режим рабочего дня, отдыха, занятия физическими упражнениями и спортом оказывают существенное влияние на снятие утомления, повышение сопротивляемости организма различным заболеваниям.

Для повышения эффекта активного отдыха следует придерживаться ряда общих правил [14]:

- в первую очередь необходимо создать наилучшие условия для повышения эффекта активного отдыха – психологическую обстановку, обуславливающую переключение внимания;
- рационально подбирать физические упражнения, которые давали бы тонизирующую нагрузку, способствующую ускорению восстановительных процессов в соответствующих нервных центрах;
- учитывать возрастные и индивидуальные особенности каждого человека и контролировать воздействие нагрузки на организм как по объему, так и по интенсивности.

Характер применения упражнений будет зависеть от особенностей и условий труда. Различают упражнения динамические и статические.

Динамические упражнения – это круговые движения, взмахи, наклоны, выпады, приседания, прыжки и т.д. Тренирующий и физиологический эффект от их применения зависит от дозировки. Физиологическая ценность физических упражнений, применяемых в производственной гимнастике, представлена в таблице 2.12. Эффект воздействия определяется по приросту пульса в 1 минуту после их выполнения.

Статические упражнения используются более ограниченно. Эти упражнения применяются в таких условиях, когда затруднено выполнение динамических упражнений. Их можно выполнять на рабочих местах путем напряжения отдельных групп мышц с последующим их расслаблением.

Напряжение следует удерживать от 5 до 8 секунд, расслабление - 10-12 секунд. Повторять 6-8 раз.

Таблица 2.12 - Физиологическая ценность физических упражнений, выполняемых в производственной гимнастике (по Н.И. Касилиной)

| №<br>п/п | Упражнения                                    | Темп<br>выполнения | Увеличение пульса уд/мин. после<br>выполнения упражнений |    |
|----------|---|--------------------|--|----|
|          |   |                    | М  | Ж  |
| 1.       | Упражнения на осанку, потягивание             | Медленный          | 7  | 8  |
| 2.       | Наклоны в стороны, назад                      | Средний            | 10   | 11 |
| 3.       | Пружинящие наклоны в стороны                  | Средний            | 11   | 12 |
| 4.       | Круговые движения туловищем                   | Средний            | 16   | 18 |
| 5.       | Повороты туловища                             | Средний            | 12   | 14 |
| 6.       | Повороты, наклоны вперед                      | Медленный          | 19   | 24 |
| 7.       | Пружинящие наклоны вперед                     | Средний            | 21   | 23 |
| 8.       | Приседания, выпады                            | Средний            | 24   | 28 |
| 9.       | Прыжки  | Быстрый            | 40   | 50 |
| 10.      | Ходьба  | Средний            | 10   | 14 |
| 11.      | Маховые движения с расслаблением              | Средний            | 14   | 16 |
| 12.      | Наклоны назад. Наклоны назад с поворотами     | Средний            | 12   | 14 |
| 13.      | Упражнение на координацию, точность, внимание | Быстрый            | 15   | 15 |

С помощью физических упражнений можно повысить функциональную способность мышц, оказать укрепляющее воздействие на мышечно-связочный аппарат, устранить нарушения мышечного баланса между сгибателями и разгибателями туловища, улучшить осанку и увеличить подвижность в суставах. В основе проведения той или иной формы производственной гимнастики должны соблюдаться строгая систематичность и правильная дозировка.



## **2.9 Охрана окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте автомобилей**

Основными факторами загрязнения окружающей среды при ТО и ремонте автомобилей являются:

- металлические отходы;
- применением различных моющих средств и попадание их в окружающую среду;
- попадание в почву, воду, в канализацию остатков нефтепродуктов;
- выделение пыли, масляного тумана, углеводородов, двуокиси углерода, сажи и т.д.

Металлические отходы являются главным видом отходов деятельности по ТО и ремонту техники. В зоне текущего ремонта автомобилей должно быть организован систематически сбор металлических отходов, которые затем направляются на переработку.

В ремонтном производстве выполняются операции, связанные с нагревом деталей с последующим охлаждением в жидкости, как правило, в воде или различных маслах. После использования в отработанной воде и масле содержатся различные твердые механические примеси, остатки нефтепродуктов. Не допускается попадание таких жидкостей в сточные воды, что отрицательно скажется на состоянии окружающей среды. Поэтому необходимо производить очистку и повторное использование воды и масла в производстве. Для очистки технологических жидкостей применяются механические методы очистки (процеживание, отстаивание, фильтрование).

При выполнении ремонтных работ в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества:

- при проведении моечных операций - карбонат натрия;

- при кузнечно-сварочных работах выделяются загрязняющие вещества при нагреве деталей в печи, газо- и электросварки, восстановление пружин, плавке алюминия;
- при слесарно-механических работах - металлическая и абразивная пыль, щелочь, масляный туман, углеводороды, этиловый спирт;
- при разборочно-сборочных работах - масляной туман, карбоната натрия, уайт-спирит, ксилола;
- при обкатки агрегатов - оксидов углерода, углеводородов, двуокиси азота, сажи, сернистого ангидрида и бензапирена;
- при ремонте электрооборудования выполняются моечные, механические, сварочно-наплавочные, пропиточные работы и пайка, что сопровождается выделением сольвента, уайт-спирита, ксилола, щелочи, керосина, окислов свинца и марганца, фтористого водорода, масляного тумана, двуокиси азота, оксидов олова и железа;
- при ремонте топливной аппаратуры - углеводороды и масляной туман.

С целью защиты окружающей среды от воздействия вредных выбросов необходимо установка системы фильтрации воздуха, удаляемого из рабочей зоны, системы очистки сточных вод. По периметру территории, прилегающей к ремонтной зоне, должны быть зеленые насаждения. Хранение нефтепродуктов должно организовано в специально отведенных местах. При этом нельзя допускать их утечку в почву и водоемы. Совершенствование применяемых или внедрение новых технологических процессов ТО и ремонта машин способствует более экономному расходованию сырья и материалов, увеличению безотходности производства, что в конечном итоге положительно сказывается на состоянии окружающей среды в целом.

### **3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **3.1 Обоснование выбранной конструкции установки для мойки деталей**

Для мойки деталей и узлов используются различные по конструкции установки. Наибольшее распространение получили струйные установки, погружные установки, моечные ванны и специальные установки (для очистки деталей от нагара, накипи и т.п.).

В струйных моечных установках происходит циркуляция моющего раствора. Для циркуляции моющего раствора в конструкции предусмотрены насос и фильтрующий элемент. Но при этом очистка загрязнений внутренних полостей деталей практически не происходит.

Ванны – наиболее простые моечные установки и применяют их при ручной мойки деталей в небольших ремонтных мастерских. Ванны используют для очистки деталей от загрязнений в щелочных или кислотных растворах. Обычно конструкцию ванн для мойки деталей изготавливаются из двух частей (отсеков): для моющего раствора и воды. Сверху каждый отсек ванны закрывается отдельной крышкой.

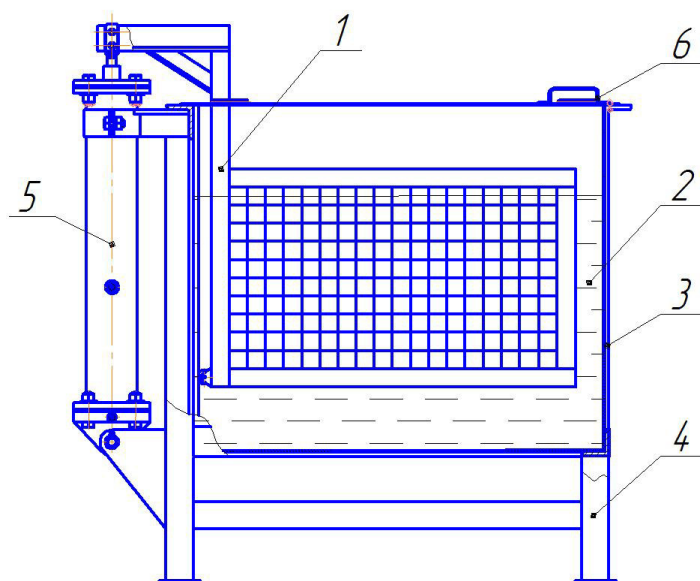
Для более качественной очистки деталей целесообразно применение погружных установок, в которых для улучшения процесса мойки происходит перемещение объектов в моющем растворе или активация самого раствора. Перемещение объектов в моющем растворе может быть осуществлено колебательными или ротационными движениями. При таких движениях объект взаимодействует с раствором многократно, что повышает качество очистки.

Установлено, что достаточно медленное перемещение деталей (со скоростью 0,1...0,2 м/с) в моющих растворах повышает скорость очистки в 8...10 раз по сравнению со статической вываркой в ванне [18].

Предлагаемая в данной работе конструкция простотой конструкции, компактностью и возможностью изготовить непосредственно на предприятии.

### 3.2 Описание и принцип работы разрабатываемой конструкции

Разрабатываемая установка предназначена для мойки деталей автомобилей при их ремонте в автотранспортных предприятиях и ремонтных мастерских. Установка может применяться для мойки деталей при их расконсервации. Схема разрабатываемой установки для мойки деталей представлена на рисунке 3.1.



1 – корзина; 2 – моющий раствор; 3 – ванна; 4 – рама;  
5 – пневмоцилиндр; 6 – крышка

**Рисунок 3.1 - Установка для мойки деталей и узлов**

Установка состоит из рамы, ванны для моющего раствора, корзины для деталей, который соединен с пневмоцилиндром. Корпус пневмоцилиндра закреплен на раме установки, а шток - с корзиной для размещения деталей и узлов. Давление в полости пневмоцилиндра создается ресивером.

Для поднятия корзины под поршень подается давление. Затем в корзину располагают детали.

Для осуществления процесса мойки корзина должна совершать возвратно- поступательные движения. Для этого в пневмоцилиндре открывают дополнительный штуцер, который расположен на высоте 300 мм от минимального положения поршня. При достижении этого положения давление под поршнем пневмоцилиндра уменьшается и корзина опускается. Затем опять давление растёт из-за постоянной подачи воздуха. По окончании мойки дополнительный штуцер закрывается краном, и поршень поднимается на всю длину штока и поднимает корзину.

### **3.3 Определение размеров ванны установки**

Установка предназначена для мойки различных узлов и корпусных деталей двигателя, коробок передач, ведущих мостов и других агрегатов.

Исходя из размеров существующих аналогов принимаем максимальные размеры обрабатываемых узлов 1200x800x450 мм с общим весом до 350 кг. Окончательные размеры установки принимаем конструктивно.

### **3.4 Расчет параметров пневмоцилиндра**

К основным параметрам пневмоцилиндров относятся сила на штоке, диаметры цилиндра и штока, ход штока. Ход штока пневмоцилиндра принимаем из технологических и конструктивных соображений равным  $L = 650$  мм.

Сила на штоке пневмоцилиндра зависит от диаметра цилиндра и давления сжатого воздуха и определяется по следующей формуле [17]:

$$F_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_{\text{в}} \cdot \eta, \quad (3.1)$$

где  $D$  - диаметр пневмоцилиндра, м;

$p_{\text{в}}$  – давление сжатого воздуха, МПа ( $p_{\text{в}}=0,4 \dots 0,6$  МПа);

$\eta$  - КПД (обычно  $\eta = 0,85 \dots 0,9$ ).

Силу на штоке пневмоцилиндра  $F_{\text{пр}}$  принимаем равным общему весу обрабатываемых деталей - 3500 Н.

Тогда диаметр пневмоцилиндра определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{пр}}}{\pi \cdot p_{\text{в}} \cdot \eta}}. \quad (3.2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3500}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,85}} = 102 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 12447-80 принимаем из стандартного ряда диаметр пневмоцилиндра равным  $D = 100$  мм [1].

Диаметр штока пневмоцилиндра и материал его изготовления определяются исходя из его прочности при действии на него максимального усилия по следующей формуле:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{пр}}}{[\sigma_{\text{р}}]}}, \quad (3.3)$$

где  $[\sigma_{\text{р}}]$  — допустимое напряжение материала штока при растяжении, Н/мм<sup>2</sup>.

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{3500}{80}} = 7,4 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 12447-80 принимаем из стандартного ряда принимаем диаметр штока пневмоцилиндра  $d = 20$  мм.

При нагнетании сжатого воздуха внутрь пневмоцилиндра давление воспринимают стенки цилиндра и крышка. Поэтому необходимо определить толщину стенки цилиндра, крышки и диаметр болтов крепления крышки к цилиндру.

Диаметр болтов для крепления крышек цилиндра определяется по следующей формуле [17]:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot F_{\text{пр}}}{n \cdot \pi \cdot [\sigma_p]}} , \quad (3.4)$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы, мм;

$\alpha$  – коэффициент затяжки ( $\alpha \approx 2,25$ );

$n$  – число шпилек, крепящих крышку;

$[\sigma_p]$  – допустимое напряжение материала шпильки на растяжение, Н/м<sup>2</sup>  
( $[\sigma_p] = 80 \text{ Н/м}^2$  [1]).

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 3500}{4 \cdot 3,14 \cdot 80}} = 15,6 \text{ мм.}$$

Принимаем внутренний диаметр резьбы  $d_1 = 18 \text{ мм.}$

Толщина стенки пневмоцилиндра принимается конструктивно из условия жесткости конструкции пневмоцилиндра. В нашем случае принимаем равным  $\delta = 8 \text{ мм}$  [2].

Толщина крышки пневмоцилиндра определяется по следующей формуле:

$$s = 0,405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{пр}}}{[\sigma_p]}} . \quad (3.5)$$

$$s = 0,405 \cdot 0,1 \cdot \sqrt{\frac{3500}{80}} = 0,26 \text{ мм.}$$

Конструктивно принимаем толщину крышки пневмоцилиндра  $s=8\text{мм.}$

### 3.5 Определение диаметра патрубков для подачи воздуха

Внутренний диаметр патрубков (рукавов) для подачи сжатого воздуха определяется по следующей формуле [17]:

$$d_{\text{в}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot v \cdot t}}, \quad (3.6)$$

где  $V$  - объем рабочей полости пневмоцилиндра,  $\text{м}^3$ ;

$v$  - скорость подачи воздуха по шлангу ( $v = 10 \dots 20$  м/с);

$t$  - время срабатывания пневмоцилиндра, за которое поршень перемещается из нижнего положения в верхнее, с.

Объем рабочей полости пневмоцилиндра определяется по формуле:

$$V = p_{\text{в}} \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}. \quad (3.7)$$

$$V = 0,5 \cdot 0,65 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,002 \text{ м}^3.$$

Время срабатывания пневмоцилиндра, за которое поршень перемещается из нижнего положения в верхнее, определяется по формуле:

$$t = \frac{D \cdot L}{d^2 \cdot v}, \quad (3.8),$$

где  $L$  – ход поршня, м;

$v$  - скорость протекания воздуха по трубопроводу ( $v = 10 \dots 20$  м/с);

$$t = \frac{0,1 \cdot 0,65}{0,02^2 \cdot 15} = 10,8 \text{ с.}$$

Тогда, подставив все полученные значения в формулу 3.6, получим:

$$d_{\text{в}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,002}{3,14 \cdot 15 \cdot 10,8}} = 0,014 \text{ м} = 14 \text{ мм.}$$

Для подвода сжатого воздуха выбираем Рукав пневматический, диаметр 14 мм, усиленный по ТУ 38 105998-91.



### 3.6 Определение параметров электрического нагревательного элемента

Нагревательный элемент предназначен для нагрева моющего раствора до определенной температуры за заданное количество времени для улучшения процесса очистки деталей от загрязнений. Для этого необходимо определить диаметр сечения нагревателей. Рассмотрим порядок определения параметров электрического нагревательного элемента.

Полезное количество теплоты, необходимой для повышения температуры нагреваемого масла до заданной величины без учета тепловых потерь определяется по следующей формуле:

$$Q_{пол} = c \cdot m \cdot (t_k - t_n), \quad (3.9)$$

где  $m$  - масса нагреваемого материала (в нашем случае, моющего раствора), кг;

$t_n$  - начальная температура моющего раствора, °C;

$t_k$  - конечная температура моющего раствора, °C;

$c$  - удельная теплоемкость моющего раствора, кДж/(кг·°C).

$$Q_{пол} = 4,2 \cdot 500 \cdot (80 - 10) = 147000 \text{ кДж}.$$

Общее количество теплоты, необходимой для нагрева моющего раствора до заданной температуры с учетом потерь тепла в окружающую среду определяется по следующей формуле:

$$Q_{общ} = \frac{Q_{пол}}{\eta}, \quad (3.10)$$

где  $\eta$  - КПД нагревательного элемента.

$$Q_{общ} = \frac{147000}{0,7} = 210000 \text{ кДж}.$$

Исходя из этого можно определить требуемую мощность нагревательного элемента по следующей формуле:

$$P = 0.00028 \cdot k \cdot Q_{общ}/t, \quad (3.11)$$

где  $k$  - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение напряжения сети, старение нагревательных элементов, увеличение теплоемкости нагреваемого моющего раствора при повышении температуры ( $k = 1,1 \dots 1,3$ );

$t$  - время нагрева моющего раствора, ч.

$$P = 0.00028 \cdot 1.2 \cdot \frac{210000}{0.25} = 2822 \text{ Вт}.$$

При таких значениях мощности для равномерной загрузки сети необходимо нагреватель изготовить трехфазным.

По технологическим условиям нагрева выбирают материал для нагревательных элементов круглого сечения - Х20Н80-Н с удельным сопротивлением  $(1,04 \dots 1,15) \times 10^{-6}$  Ом·м.

Диаметр нагревательных элементов круглого сечения определяется по следующей формуле :

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot \rho_t \cdot P^2}{\pi^2 \cdot U^2 \cdot \beta_{ном}}}, \quad (3.12)$$

где  $P$  - мощность нагревателей, Вт;

$U$  - напряжение сети, В;

$\rho_t$  - удельное сопротивление материала нагревательных элементов, Ом м.

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 2822^2}{3,14^2 \cdot 220^2 \cdot 4 \cdot 10^4}} = 0,011 \text{ м}.$$

Принимаем диаметр нагревательного элемента  $d = 0,012 \text{ м}$ .

### **3.7 Требования техники безопасности при эксплуатации установки для мойки деталей**

Техника безопасности включает в себя соблюдение инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию, предоставленные изготовителем.

К выполнению работ на установке для мойки деталей, узлов и агрегатов допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, проверку знаний в объеме II-ой группы по электробезопасности, инструктажи, вводный и на рабочем месте.

Повторный инструктаж проводится не реже 1 раза в 3 месяца.

Опасным состоянием установки для мойки деталей являются:

- скользкие наружные поверхности установки;
- острые кромки, заусенцы наружных поверхностей установки и применяемых приспособлений;
- загрязнение моющими средствами, остатками нефтепродуктов наружных поверхностей установки и деталей;
- повышенная температура моющих растворов.

Типичными опасными действиями работников являются:

- работа без средств индивидуальной защиты;
- выполнение работ по мойки деталей в состоянии алкогольного или наркотического опьянения.

При эксплуатации установки необходимо пользоваться спецодеждой и средствами индивидуальной защиты [4]:

- хлопчатобумажным костюмом с водостойкой пропиткой (ГОСТ 12.4.109);
- резиновыми сапогами (ГОСТ5373);
- резиновыми перчатками (ТУ-38-106466).

Мойку и очистку деталей необходимо производить только в предназначенном для этого оборудовании с использованием специальных приспособлений или инструментов (магниты, щипцы, совки и т.п.).

Перед началом работ необходимо проверьте состояние установки для мойки деталей, плотность крепления шлангов для подачи сжатого воздуха, сальников, нагревательного элемента, вентиляции помещения, заземление установки.

Соблюдать требования безопасности при приготовлении и применении моющих растворов. При неосторожной засыпке моющих средств возможно образование "пылевого облака", а при размешивании раствора - его разбрызгивание и попадание на кожу и слизистую оболочку глаз. Для мойки деталей применяют раствор каустической соды 1% концентрации, моющее средство "Лабомид" (10...20 г/л).

В процессе мойки деталей рядом с установкой запрещается пользоваться открытым огнем, производить сварочные работы, курить.

Если моющий раствор пролит на пол, необходимо смыть его водой.

Ванна установки должна иметь исправные крышки, которые необходимо открывать только после окончания процесса очистки деталей.

После окончания процесса мойки слив загрязненного раствора из ванны установки необходимо производить только после его охлаждения до 40 град.

### **3.8 Техническое обслуживание установки для мойки деталей**

Техническое обслуживание проводится для обеспечения безопасной и правильной работы установки для мойки деталей во время всего срока её эксплуатации.

Техническое обслуживание включает в себя:

- внешний осмотр;
- замена моющего раствора при необходимости;
- ремонт;
- консервацию, при длительном хранении.

Техническое обслуживание и ремонт установки производится специально подготовленный персонал.

Перед проведением работ по техническому обслуживанию и ремонту установки отключить электропитание и отсоединить шланг подачи сжатого воздуха.

Внешний осмотр проводится каждый раз перед началом эксплуатации установки и включает в себя:

- проверку состояния шлангов, разъемов и соединительных кабелей;
- проверку отсутствия механических повреждений;
- проверку отсутствия течи моющего раствора;
- очистку поверхности установки от пыли и грязи;
- проверку надежности всех клеммных соединений;
- проверку качества заземления установки.

Таблица 3.1 - Возможные неисправности установки и способы их устранения

| Неисправности   | Способы устранения   |
|---|--|
| 1. Приспособление не работает                           | Проверьте подключен ли трубопровод воздухоподачи и открыт ли перекрывающий кран.                                 |
| 2. Не хватает усилия, чтобы поднять корзину             | Проверьте утечку воздуха из цилиндра в местах, где находятся резиновые прокладки. Изношенные прокладки заменить. |
| 3. Распределительный кран не перекрывает подачу воздуха | Замените кран  |

### 3.9 Расчет технико-экономических показателей эффективности установки

#### 3.9.1 Расчеты массы и балансовой стоимости установки

Масса установки определяется по формуле [5]:

$$G = (G_K + G_{\Gamma}) \cdot K, \quad (3.13)$$

где  $G_K$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов. Принимаем на основании расчета массы сконструированных деталей;

$G_{\Gamma}$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем  $G_{\Gamma} \approx 10$  кг;

$K$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ( $K = 1,05 \dots 1,15$ ).

Таблица 3.2 - Расчет массы сконструированных деталей

| Наименование<br>детали и<br>материала | Объем<br>детали,<br>см <sup>3</sup> | Удельный<br>вес, кг/см <sup>3</sup> | Масса<br>детали, кг | Колич.<br>детали,<br>шт | Общая<br>масса |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|
| 1                                     | 2                                   | 3                                   | 4                   | 5                       | 6              |
| Рама                                  | 2700                                | 0,0078                              | 21,06               | 1                       | 21,06          |
| Ванна                                 | 900                                 | 0,0078                              | 14,82               | 1                       | 14,82          |
| Крышка                                | 350                                 | 0,0078                              | 2,73                | 2                       | 5,46           |
| Корзина                               | 1282                                | 0,0078                              | 10                  | 1                       | 10             |
| Пневмоцилиндр                         | 580                                 | 0,0078                              | 4,5                 | 1                       | 4,5            |
| Всего                                 |                                     |                                     |                     |                         | 55,8           |

$$G = (55,8 + 10) \cdot 1,12 = 73,6 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки  $G = 74$  кг.

Балансовая стоимость установки определяется по формуле:

$$C_{\delta} = (G_K \cdot (C_z \cdot E + C_M) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.14)$$

где  $G_K$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

$C_3$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ( $C_3 = 0,02 \dots 0,15$ ), [5] ;

$E$  – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

$C_M$  – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины,  $C_M = 200$  руб/кг;

$C_{ПД}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$  – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости,  $K_{НАЧ} = 1,1 \dots 1,4$ , [5].

$$C_B = (55,8 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 200) + 20000) \cdot 1,13 = 40000 \text{ руб.}$$

### **3.9.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции**

Часовая производительность конструкции определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.15)$$

где  $t$  – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{\text{ц}}$  – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{\text{ч1}} = 60 \cdot \frac{0,8}{30} = 1,6 \text{ ед/час.}$$

$$W_{\text{ч0}} = 60 \cdot \frac{0,8}{40} = 1,2 \text{ ед/час.}$$

В таблице 3.3 представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

Таблица 3.3 – Техничко-экономические показатели конструкций

| Наименование                             | Варианты              |                   |
|--|-----------------------|-------------------|
|  | Исходный<br>ОМ-35455М | Проектиру<br>емой |
| Масса конструкции, кг                    | 100                   | 74                |
| Балансовая стоимость, руб.               | 240000                | 40000             |
| Потребляемая мощность, кВт               | 14,2                  | 3                 |
| Количество обслуживающего персонала, чел | 1                     | 1                 |
| Разряд работы                            | III                   | III               |
| Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.      | 80                    | 80                |
| Норма амортизации, %                     | 10                    | 10                |
| Норма затрат на ремонт и ТО, %           | 10                    | 10                |
| Годовая загрузка конструкции, ч          | 600                   | 600               |
| Срок службы конструкции, лет             | 10                    | 10                |
| Часовая производительность, ед/час       | 1,2                   | 1,6               |

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_e = G / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (3.16)$$

где  $M_e$  – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ед;

$G$  – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{\text{ч}}$  – часовая производительность проектируемой и существующей конструкции, ед/ч;

$T_{\text{год}}$  – годовая загрузка, час;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 74 / (1,6 \cdot 600 \cdot 10) = 0,007 \text{ кг/ ед};$$

$$M_{e0} = 100 / (1,2 \cdot 600 \cdot 10) = 0,013 \text{ кг/ ед}.$$



Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = C_6 / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.17)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 40000 / (1,6 \cdot 600) = 41,6 \text{ руб./ед};$$

$$F_{e0} = 240000 / (1,2 \cdot 600) = 333,3 \text{ руб./ед}.$$

Энергоемкость определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = N_e / W_{\text{ч}} \quad (3.18)$$

где  $\mathcal{E}_e$  – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВтч/ед;

$N_e$  – потребляемая мощность, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 3 / 1,6 = 1,8 \text{ кВтч/ед};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 14,2 / 1,2 = 11,8 \text{ кВтч/ед}.$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = n_p / W_{\text{ч}}, \quad (3.19)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = 1 / 1,6 = 0,63 \text{ челч/ед}.$$

$$T_{e0} = 1 / 1,2 = 0,83 \text{ челч/ед}.$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находятся из выражения:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.20)$$

где  $C_{\text{зн}}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ед.

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб./ед;

$C_{\text{рто}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб./ед.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{зн} = z_{\text{ч}} \cdot T_e, \quad (3.21)$$

где  $z_{\text{ч}}$  – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 120 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{\text{зн}1} = 120 \cdot 0,63 = 75,6 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{зн}0} = 80 \cdot 0,83 = 99,6 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \text{Э}_e, \quad (3.22)$$

где  $\text{Ц}_{\text{э}}$  – комплексная цена электроэнергии, ( $\text{Ц}_{\text{э}} = 2,81 \text{ руб./кВт-ч}$ ).

$$C_{\text{э}1} = 6 \cdot 1,8 = 10,8 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{э}0} = 6 \cdot 11,8 = 70,8 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяются из выражения:

$$C_{\text{рто}} = C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}} / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.23)$$

где  $N_{\text{рто}}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто}1} = 40000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,6 \cdot 600) = 4,2 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{рто}0} = 240000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,2 \cdot 600) = 33,3 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизацию определяются из выражения:

$$A_i = C_{\text{б}} \cdot a / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.24)$$

где  $a$  – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 40000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,6 \cdot 600) = 4,2 \text{ руб./ед.};$$

$$A_0 = 240000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,2 \cdot 600) = 33,3 \text{ руб./ед.}$$

Отсюда,

$$S_{\text{эксн}1} = 75,6 + 10,8 + 4,2 + 4,2 = 94,8 \text{ руб./ед.};$$

$$S_{\text{эксн}0} = 99,6 + 70,8 + 33,3 + 33,3 = 237 \text{ руб./ед.}$$

Приведенные затраты определяются из выражения:

$$C_{np} = S_1 + E_H \cdot F_e, \quad (3.25)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_H = 0,15$ .

$$C_{np1} = 94,8 + (0,15 \cdot 41,6) = 101 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{np0} = 237 + (0,15 \cdot 333,3) = 287 \text{ руб./ед.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}, \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (237 - 94,8) \cdot 1,6 \cdot 600 = 136512 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \cdot C_B, \quad (3.27)$$

$$E_{год} = 136512 - 0,15 \cdot 40000 = 130512 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = C_{б1} / \mathcal{E}_{год}, \quad (3.28)$$

$$T_{ок} = 40000 / 130512 = 0,3 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$K_{эф} = \mathcal{E}_{год} / C_{б1}, \quad (3.29)$$

$$K_{эф} = 130512 / 40000 = 3,2.$$

Все полученные результаты приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сравнительные технико-экономические показатели  
эффективности конструкций

| Наименование показателей                    | Варианты |               |
|---|----------|---------------|
|   | Исходный | Проектируемый |
| Производительность ед /ч                    | 1,2      | 1,6           |
| Фондоемкость, руб./ ед                      | 333,3    | 41,6          |
| Энергоемкость, кВт/ ед                      | 11,8     | 1,8           |
| Металлоемкость, кг/ ед                      | 0,013    | 0,007         |
| Трудоемкость, чел·ч/ ед                     | 0,83     | 0,63          |
| Уровень эксплуатационных затрат, руб./ ед   | 237      | 94,8          |
| Приведенные затраты, руб./ ед               | 287      | 101           |
| Годовая экономия, руб.                      | –        | 136512        |
| Годовой экономический эффект, руб.          | –        | 130512        |
| Срок окупаемости капитальных вложений, лет. | –        | 0,3           |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была спроектирована зона текущего ремонта грузовых автомобилей для автотранспортного предприятия. Зона текущего ремонта состоит из участка ремонта автомобилей, топливной аппаратуры, электрооборудования, слесарно-механического, агрегатного участков и оснащена необходимым технологическим оборудованием и оснасткой для проведения ремонтных работ.

В данной работе сконструирована установка для мойки деталей, которая состоит из рамы, ванны для моющего раствора с нагревательным элементом, корзины для размещения деталей, который соединен с пневмоцилиндром. Обоснованы основные параметры установки и ее узлов: пневмоцилиндра и нагревательного элемента.

Мойка и очистка деталей и узлов от различных загрязнений при ремонте позволяет более тщательно определять дефекты деталей и тем самым повысить качество не только дефектовочных работ, но и качество ремонта в целом. Совершенствование технологических процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей путем внедрения более современных технологии выполнения отдельных работ и применения высокопроизводительного оборудования позволяет сократить простои автомобилей на ремонте, повысить качество обслуживания и ремонта, что увеличивает степень технической готовности всего автомобильного парка.

В работе также приведены требования охраны труда и противопожарной безопасности при техническом обслуживании и ремонте автомобилей, при эксплуатации установки для мойки деталей. Определены требования по охране окружающей среды.

Внедрение разрабатываемой установки для мойки деталей позволяет получить годовую экономию в размере 136512 руб. и годовой экономический эффект 130512 руб. В результате срок окупаемости капитальных вложений составил 0,3 года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.: ил.
3. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.: ил.
4. Безопасность жизнедеятельности : Учебное пособие / Под редакцией Н.Н. Гребневой. Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2012. 320 с.
5. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
6. Детали машин и основы конструирования : учеб. / С.М. Горбатюк [и др.] ; под ред. С.М. Горбатюка. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2014.
7. Иванов, В.П. Ремонт автомобилей: учебное пособие / В.П. Иванов, В.К. Ярошевич, А.С. Савич. Минск: Выш. шк., 2009. 383 с.: ил.
8. Коваленко Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие/ Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. – Минск: Новое знание, 2008. – 352 с.: ил.
9. Масуев М. А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. А. Масуев. - М. : Издательский центр «Академия», 2007. - 224 с.
10. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте. ПОТ Р М-027-2003. - СПб.: ЦОТПБСП, 2003.

11. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса.: Учебное пособие./М.М. Мишин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.
12. Мудров А. Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. – Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144 с.
13. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. для студентов специальности «Техн. эксплуатация автомобилей» учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М. Болбас [и др.]; под ред. М.М. Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. - 528 е.: ил.
14. Производственная гимнастика для работников основных групп умственного труда: Метод. реком. / Е.С.Григорович, А.М.Трофименко, И.Н. Малуха. – Мн.: МГМИ, 2000. – 39 с.
15. Табель технологического оборудования, применяемого при ТО и ТР на автотранспортных предприятиях \ В.С. Котов, В.П. Кубраков, М.В. Полуэктов. - Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, 2004 – 43 с.
16. Туревский И.С. Техническое обслуживание. Книга 1. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 432 с.: ил.
17. Хусаинов А.Ш. Расчёт исполнительных механизмов технологического оборудования автотранспортных предприятий: Методические указания к практическим работам/ А.Ш. Хусаинов, С.П. Бортников – Ульяновск: УлГТУ, 2003. –37 с.
18. Ясенков Е.П., Парфенова Л.А. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: Учебное пособие.- 2-е изд., перераб. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005. - 140 с.