

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему СТО для 1500 автомобилей среднего класса. Агрегатное отделение

Студент(ка)

К.Г. Козлов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Безопасность и экологичность  
технического объекта

ст.преподаватель К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Экономическая эффективность  
проекта

к.т.н. Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Козлов Кирилл Геннадьевич

1. Тема СТО для 1500 автомобилей среднего класса.

Агрегатное отделение.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 27-28 июня.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе \_\_\_\_\_

Тип проектируемой СТО - для автомобилей среднего класса; среднегодовой пробег

\_\_\_\_\_ обслуживаемых автомобилей – 15000; количество комплексно обслуживаемых автомобилей, закрепленный за СТО - 1500; количество рабочих дней в году - 305 число рабочих смен - 1,5; продолжительность рабочей смены - 8.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) \_\_\_\_\_

Аннотация \_\_\_\_\_

Содержание \_\_\_\_\_

Введение \_\_\_\_\_

1. Технологический расчет СТО

2. Разработка конструкции стенда для обкатки двигателей

3. Технологический процесс обкатки и испытания двигателей

4. Безопасность и экологичность технического объекта

5. Экономическая эффективность проекта

---

Заключение

---

Список используемых источников

---

Приложение

---

---

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

---

1. Объемно-проектировочное решение П.К. СТО – 1 лист (А1)

---

2. Планировка агрегатного отделения – 1 лист (А1)

---

3. Анализ аналогов оборудования – 1 лист (А1)

---

4. Сборочные чертежи станда для обкатки и испытания двигателей – 1 лист (А1)

---

5. Сборочная единица – 1 лист (А1)

---

6. Технологическая карта обкатки и испытания двигателей – 1 лист (А1)

---

7. Демонстрационный лист.

---

---

6. Консультанты по разделам

---

---

Безопасность и экологичность ст. преподаватель К.Ш. Нуров

---

технического объекта (ученая степень, звание, И.О., фамилия)

---

(личная подпись)

---

---

Экономическая эффективность к.т.н. Л.Л. Чумаков

---

проекта (ученая степень, звание, И.О., фамилия)

---

(личная подпись)

---

---

Нормоконтроль д.т.н., профессор А.Г. Егоров

---

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

---

(личная подпись)

---

---

7. Дата выдачи задания 27 » января 20 16 г.

«

---

Руководитель выпускной квалификационной работы

---

(подпись)

---

В.А. Ивлиев

---

(И.О. Фамилия)

---

Задание принял к исполнению

---

(подпись)

---

К.Г. Козлов

---

(И.О. Фамилия)

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

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

« ПЭА »

А.В. Бобровский

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« 27 » января 20 16 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента Козлова Кирилла Геннадьевича

по теме СТО для 1500 автомобилей среднего класса. Агрегатное отделение.

| Наименование раздела работы  | Плановый срок выполнения раздела | Фактический срок выполнения раздела | Отметка о выполнении | Подпись руководителя |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Технологический расчет предприятия   | 1.04.16                          |                                     |                      |                      |
| Результаты анализа технологического оборудования   | 15.04.16                         |                                     |                      |                      |
| Разработка конструкции   | 1.05.16                          |                                     |                      |                      |
| Технологический процесс обкатки и испытания двигателей   | 14.05.16                         |                                     |                      |                      |
| Безопасность и экологичность технического объекта  | 21.05.16                         |                                     |                      |                      |
| Экономическая эффективность проекта  | 28.05.16                         |                                     |                      |                      |
| Оформление и доработка пояснительной записки и листов графической части с учетом замечаний, полученных во время предварительной защиты | 6.06.16                          |                                     |                      |                      |

Руководитель выпускной квалификационной работы

(подпись)

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

К.Г. Козлов

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В данной ВКР спроектирована малая станция технического обслуживания для автомобилей среднего класса. В связи с продолжающимся ростом парка автомобилей в России, и спроса на сервисные услуги автомобилей проектирование СТО является актуальным.

Данная ВКР состоит из пояснительной записки, состоящая из пяти разделов, и графической части, представленная семью листами.

В первом разделе произведен технологический расчет СТО, и вычерчен план производственного корпуса. Также произведена углубленная проработка агрегатного отделения, включающая в себя определение перечня выполняемых работ в подразделении, подбор необходимого для этого технологического оборудования, определение количества и квалификации работников подразделения и графика их работы. Вычерчена планировка подразделения с размещением на ней технологического оборудования и рабочих мест.

Во втором разделе спроектирован стенд для обкатки двигателей внутреннего сгорания. Произведен анализ обкаточно-тормозных стендов, имеющих в продаже, в результате чего был предложен свой вариант конструкции стенда.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» проведены технологическая характеристика агрегатного отделения, идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков. Предложены методы и технические средства снижения профессиональных рисков, обеспечения пожарной, техногенной и экологической безопасности.

В экономическом разделе произведен расчет себестоимости изготовления проектируемой конструкции.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| АННОТАЦИЯ.....  | 5  |
| СОДЕРЖАНИЕ.....   | 6  |
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 8  |
| 1 Технологический расчёт СТО.....   | 9  |
| 1.1 Выбор и обоснование исходных данных.....  | 9  |
| 1.2 Расчёт годового объёма по видам работ.....  | 9  |
| 1.3 Распределение годового объёма работ по ТО и ТР автомобилей по конкретным видам работ..... | 10 |
| 1.4 Расчет производственных постов.....   | 12 |
| 1.5 Группировка работ по основным производственным.....                                       | 12 |
| 1.6 Расчёт числа автомобиле-мест ожидания и хранения.....                                     | 13 |
| 1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих.....                        | 14 |
| 1.7.1 Расчет численности производственных рабочих.....  | 14 |
| 1.7.2 Определение численности вспомогательных рабочих.....                                    | 15 |
| 1.8 Расчёт производственных подразделений.....  | 16 |
| 1.8.1 Расчёт производственных подразделений постовых работ ТО и ТР.....                       | 16 |
| 1.8.1.1 Участок уборочно-моечных работ.....   | 16 |
| 1.8.1.2 Участок приёмки-выдачи автомобилей.....   | 18 |
| 1.8.1.3 Определение площадей производственных помещений.....                                  | 19 |
| 1.8.1.4 Расчет площадей производственных участков.....  | 19 |
| 1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений.....                                | 20 |
| 1.9.1 Расчёт площадей складских помещений.....  | 20 |
| 1.10 Объёмно-планировочное решение производственного корпуса.....                             | 21 |
| 1.10.1 Определение суммарной площади производственного корпуса.....                           | 21 |
| 1.10.2 Формирование структуры здания.....   | 22 |
| 1.11 Агрегатное отделение.....  | 22 |
| 1.11.1 Назначение подразделения.....  | 22 |
| 1.11.2 Виды выполняемых работ.....  | 22 |

|   |    |
|---|----|
| 1.11.3 Персонал и режим его работы.....   | 23 |
| 1.11.4 Подбор технологического оборудования.....  | 23 |
| 1.11.5 Уточненный расчет производственной площади.....  | 24 |
| 2 Разработка конструкции стенда для обкатки двигателей.....                                       | 26 |
| 2.1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования.....  | 26 |
| 2.2 Техническое задание на разработку стенда для испытания ДВС.....                               | 32 |
| 2.3 Техническое предложение.....  | 33 |
| 2.4 Расчет элементов стенда.....  | 38 |
| 2.4.1 Расчет шпонки на смятие.....  | 38 |
| 3 Технологический процесс обкатки и испытания двигателей.....                                     | 38 |
| 3.1 Технологическая карта обкатки двигателя.....  | 38 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта.....  | 42 |
| 4.1 Конструкторско-технологическая характеристика объекта.....                                    | 42 |
| 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков..... | 43 |
| 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....                           | 44 |
| 4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....    | 45 |
| 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....                              | 47 |
| 5 Экономическая эффективность проекта.....  | 51 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 58 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....   | 59 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....   | 62 |

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня значение автомобильного транспорта для нашей страны очень велико. Наряду с развитием общественного автомобильного транспорта с каждым годом растет число легковых автомобилей личного пользования. Рост парка легковых автомобилей значительно опережает рост производственно-технической базы, которая не может полностью обеспечивать потребность в услугах по ТО и ремонту. Также с каждым годом возрастает спрос на услуги по обслуживанию и ремонту автомобилей иностранного производства. Поддержание парка этих автомобилей в технически исправном состоянии требует дальнейшего усовершенствования производственно-технической базы станций технического обслуживания .

Качественно выполненное ТО и ремонт позволяет сохранить изначальные технические и эксплуатационные свойства автомобиля, что сводит количества неисправностей автомобиля в процессе эксплуатации к минимуму.

Станция технического обслуживания представляет услуги населению и организациям по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту, устранению неисправностей, отказов, установке дополнительного оборудования, восстановительному ремонту автомобиля. СТО представляет собой комплекс сооружений и механизмов, собранных в одном месте для полноценного комплексного ремонта и обслуживания автомобилей.



# 1 Технологический расчёт СТО

## 1.1 Выбор и обоснование исходных данных

Таблица 1.1 - Исходные данные для курсового проектирования

| Наименование параметра, единицы измерения                                  | Обозначение параметра       | Численное значение параметра |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| 1  | 2                           | 3                            |
| Тип проектируемой СТО  | Автомобилей среднего класса |                              |
| Среднегодовой пробег обслуживаемых автомобилей, км                         | $L_{\Gamma}$                | 15000                        |
| Количество комплексно обслуживаемых автомобилей, закрепленных за СТО, чел. | $N_{СТО}$                   | 1500                         |
| Количество рабочих дней в году, дн.  | $D_{РАБ}$                   | 305                          |
| Число рабочих смен   | $C$                         | 1,5                          |
| Продолжительность рабочей смены, ч.  | $T_C$                       | 8ч                           |

## 1.2 Расчёт годового объёма по видам работ

Годовой объём работ по ТО и ТР автомобилей:

$$T = \frac{N_{СТО} \cdot L_{\Gamma} \cdot t}{1000}, \quad (1.1)$$

Принимаем  $L_{\Gamma} = 15000$  км ;

Удельная трудоёмкость ТО и ТР:

$$t = t_H \cdot K_{II} \cdot K_{ПП}, \quad (1.4)$$

Количество рабочих постов в первом приближении:

$$X_{ПП1} = \frac{5,5 \cdot N_{СТО} \cdot L_{\Gamma} \cdot t_H \cdot K_{ПП}}{10000 \cdot D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot C}, \quad (1.5)$$

$$X_{ПП1} = \frac{5,5 \cdot 1500 \cdot 15000 \cdot 2,7 \cdot 1}{10000 \cdot 305 \cdot 8 \cdot 1,5} = 9$$

Скорректированная удельная трудоёмкость:

$$t = 2,7 \cdot 1 \cdot 1 = 2,7 \text{ чел.} - \text{час.} / 1000 \text{ км}$$

Годовой объём работ на СТО.

$$T = \frac{1500 \cdot 15000 \cdot 2,7}{1000} = 60750 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

1.3 Распределение годового объёма работ по ТО и ТР автомобилей по конкретным видам работ

Количество рабочих постов на СТО во втором приближении:

$$X_{\text{ПР2}} = \frac{0,6 \cdot T}{D_{\text{РГ}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot C}, \quad (1.6)$$

$$X_{\text{ПР2}} = \frac{0,6 \cdot 60750}{305 \cdot 8 \cdot 1,5} = 10$$

Производим распределение объёма работ по видам и месту их выполнения. Расчёты сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Распределение работ по участкам и производственным постам

| Наименование видов работ ТО и ТР         | Распределение работ |         | Соотношение постовых работ и работ на участках |         |             |         |
|--|---------------------|---------|--|---------|-------------|---------|
|  | %                   | чел.-ч  | на постах                                      |         | на участках |         |
| Контрольно-диагностические работы        | 8                   | 4860    | 100  | 4860    | -           |         |
| Техническое обслуживание в полном объеме | 25                  | 15187,5 | 100  | 15187,5 | -           |         |
| Смазочные работы                         | 4                   | 2430    | 100  | 2430    | -           |         |
| Регулировка углов управления колес       | 6                   | 3645    | 100  | 3645    | -           |         |
| Ремонт и регулировка тормозов            | 6                   | 3645    | 100  | 3645    | -           |         |
| Электротехнические работы                | 5                   | 3037,5  | 80   | 2430    | 20          | 607,5   |
| Работы по системе питания                | 6                   | 3645    | 70   | 2551,5  | 30          | 1093    |
| Аккумуляторные работы                    | 4                   | 2430    | 10   | 243     | 90          | 2187    |
| Шиномонтажные работы                     | 5                   | 3037,5  | 30   | 911,25  | 70          | 2126,25 |
| Ремонт узлов, систем и агрегатов         | 10                  | 6682,5  | 50   | 3341,25 | 50          | 3341,25 |
| Кузовные и арматурные работы             | 10                  | 6075    | 75   | 4556,25 | 25          | 1518,75 |
| Окрасочные работы                        | 10                  | 6075    | 100  | 6075    | -           |         |
| Обойные работы                           | 0                   |         | 50   | 0       | 50          | 0       |
| Слесарно-механические работы             | 0                   |         | -  | -       | 100         | 0       |
| Итого:                                   | 100                 |         |  |         |             |         |

#### 1.4 Расчет производственных постов

Количество рабочих постов ТО и ТР, диагностирования, разборочно-сборочных и регулировочных работ, кузовных и окрасочных работ:

$$X_i = \frac{T_{ГПi} \cdot K_H}{D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot P_{СР} \cdot K_{ИСП}}, \quad (1.7)$$

Расчетные данные числа рабочих постов приводятся в табл. 1.3.

Таблица 1.3 - Расчет числа рабочих постов

| Наименование видов работ ТО и ТР         | Объём постовых работ $T_{ГПi}$ чел.-ч. | $K_H$ | $K_{ИСП}$ | $P_{СР}$ чел. | Число постов по видам работ $X_i$ |
|--|--|-------|-----------|---------------|-----------------------------------|
| Контрольно-диагностические работы        | 4860                                   | 1,15  | 0,945     | 1             | 1,61                              |
| Техническое обслуживание в полном объеме | 15187,5                                |       |           | 2             | 2,52                              |
| Смазочные работы                         | 2430                                   |       |           | 2             | 0,4                               |
| Регулировка углов управления колес       | 3645                                   |       |           | 2             | 0,6                               |
| Ремонт и регулировка тормозов            | 3645                                   |       |           | 2             | 0,6                               |
| Электротехнические работы                | 2430                                   |       |           | 2             | 0,4                               |
| Работы по системе питания                | 2551,5                                 |       |           | 2             | 0,42                              |
| Аккумуляторные работы                    | 243                                    |       |           | 2             | 0,04                              |
| Шиномонтажные работы                     | 911,25                                 |       |           | 2             | 0,15                              |
| Ремонт узлов, систем и агрегатов         | 334,25                                 |       |           | 2             | 0,55                              |
| Кузовные и арматурные работы             | 4556,25                                |       |           | 1,5           | 0,76                              |
| Окрасочные и противокоррозийные работы   | 6075                                   |       |           | 1,5           | 1,01                              |
| Итого:                                   |  |       |           |               | 9,06                              |

#### 1.5 Группировка работ по основным производственным участкам

Группировка работ приведена в табл. 1.4

Таблица 1.4 - Виды работ и количество постов для их выполнения

| Наименование видов работ ТО и ТР         | Количество постов по номерам работ |            |            |                  |                    |
|--|------------------------------------|------------|------------|------------------|--------------------|
|  | Участок Диагностики                | Участок ТО | Участок ТР | Кузовной участок | Окрасочный участок |
| Контрольно-диагностические работы        | 1,61                               |            |            |                  |                    |
| Техническое обслуживание в полном объеме |                                    | 2,52       |            |                  |                    |
| Смазочные работы                         |                                    | 0,4        |            |                  |                    |
| Регулировка углов управления колес       |                                    | 0,6        |            |                  |                    |
| Ремонт и регулировка тормозов            |                                    |            | 0,6        |                  |                    |
| Электротехнические работы                |                                    |            | 0,4        |                  |                    |
| Работы по системе питания                |                                    |            | 0,4        |                  |                    |
| Аккумуляторные работы                    |                                    |            | 0,04       |                  |                    |
| Шиномонтажные работы                     |                                    |            | 0,15       |                  |                    |
| Ремонт узлов, систем и агрегатов         |                                    |            | 0,55       |                  |                    |
| Кузовные и арматурные работы             |                                    |            |            | 0,76             |                    |
| Окрасочные и противокоррозийные работы   |                                    |            |            |                  | 1,01               |
| Итого постов на участках:                | 1,61                               | 3,52       | 2,14       | 0,76             | 1,01               |
| Принятое число                           | 2                                  | 3          | 2          | 1                | 1                  |

### 1.6 Расчёт числа автомобиле-мест ожидания и хранения

Общее количество автомобиле-мест ожидания:

$$X_o = 0,5 \cdot X_{\Sigma}, \quad (1.8)$$

$$X_o = 0,5 \cdot 9 = 4.5$$

Количество мест хранения автомобилей:

$$X_x = K_H \cdot X_{\Sigma}, \quad (1.9)$$

$$X_x = 3 \cdot 9 = 27 \text{ авт.} - \text{ м.}$$

Количество мест для стоянки автомобилей клиентов и персонала вне территории предприятия:

$$X_{куп} = 2 \cdot 9 = 18 \text{ авт.} - \text{ м.}$$

## 1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих

### 1.7.1 Расчет численности производственных рабочих

Число штатных рабочих:

$$P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_{эф}}, \quad (1.10)$$

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_H}, \quad (1.11)$$

Таблица 1.5 - Номинальный и эффективный годовые фонды времени производственного персонала

| Наименование профессий работающих | Продолжительность  |                        | Годовой фонд времени рабочих, ч. |             |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------------|-------------|
|                                   | рабочей недели, ч. | основного отпуска, дни | номинальный                      | эффективный |
| Маляр                             | 36                 | 24                     | 1830                             | 1610        |
| Все прочие профессии              | 41                 | 24                     | 2070                             | 1820        |

Все расчеты сведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6 - Количество производственных рабочих по подразделениям

| Наименование производственного подразделения | Трудоёмкость работ в подразделении | Число штатных рабочих |          | Число явочных Рабочих |          |           |   |
|--|------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------|---|
|  |                                    | Расчетное             | Принятое | Расчетное             | Принятое | По сменам |   |
|  |                                    |                       |          |                       |          | 1         | 2 |
| Участок диагностики                          | 4860                               | 2,67                  | 3        | 2,35                  | 2        | 1         | 1 |
| Участок ТО                                   | 21262,5                            | 11,683                | 12       | 10,27                 | 10       | 5         | 5 |
| Участок ТР                                   | 13122                              | 7,209                 | 7        | 6,34                  | 6        | 3         | 3 |
| Кузовной участок                             | 6075                               | 3,337                 | 3        | 2,93                  | 3        | 2         | 1 |
| Малярный участок                             | 6075                               | 3,77                  | 4        | 3,32                  | 3        | 2         | 1 |

Продолжение таблицы 1.6

|  |          |       |   |      |   |   |   |
|--|----------|-------|---|------|---|---|---|
| Агрегатное отделение                     | 3341,25  | 1,896 | 2 | 1,61 | 2 | 1 | 1 |
| Отделение ремонта сист. питания и др.... | 1093,5   | 0,6   | 1 | 0,5  | 1 | 1 | 1 |
| Шинное отделение                         | 2126,25  | 1,168 | 1 | 1,02 | 1 | 1 | 1 |
| Итого                                    | 57,955,5 |       |   |      |   |   |   |

1.7.2 Определение численности вспомогательных рабочих

Число вспомогательных рабочих:

$$P_{BC} = \frac{P_{шт\ \Sigma} \cdot H_{BC}}{100}, \quad (1.12)$$

$$P_{BC} = \frac{28 \cdot 30}{100} = 8,4 \approx 8 \text{ чел.}$$

Распределение численности вспомогательных рабочих по видам работ приведено в табл. 1.7

Таблица 1.7 - Распределение вспомогательных рабочих по видам работ

| Виды вспомогательных работ  | Соотношение численности вспомогательных рабочих по видам работ, % | Численность вспомогательных рабочих $P_{BC}$ , чел. |          |
|---|---|---|----------|
|   |   | Расчетная   | Принятая |
| Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастка и инструменты | 25  | 2   | 2        |
| Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций        | 20  | 1,6   | 2        |
| Прием, хранение и выдача материальных ценностей                             | 20  | 1,6   | 2        |
| Перегон подвижного состава  | 10  | 0,8   | 1        |
| Обслуживание компрессорного оборудования                                    | 10  | 0,8   | 1        |
| Уборка производственных помещений   | 7   | 0,56  | 1        |
| Уборка территории   | 8   | 0,64  |          |
| Итого   | 100   | 8   | 9        |

Таблица 1.8 - Рекомендуемая численность персонала

| Наименование функции управления, персонала          | Численность персонала при количестве рабочих постов, чел. |
|---|---|
| Общее руководство                                   | 1   |
| Технико-экономическое планирование                  | -   |
| Организации труда и заработной платы                | -   |
| Бухгалтерский учет и финансовая деятельность        | 1   |
| Комплектование и подготовка кадров                  | -   |
| Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание | -   |
| Материально-техническое снабжение                   | -   |
| Производственно-техническая служба                  | 2   |
| Младший обслуживающий персонал                      | 1   |
| Пожарно-сторожевая охрана (ПСО)                     | 4   |
| Итого:  | 9   |

## 1.8 Расчёт производственных подразделений

### 1.8.1 Расчёт производственных подразделений постовых работ

#### 1.8.1.1 Участок уборочно-моечных работ

Годовой объём уборочно-моечных работ:

$$T_{\text{УМР}}^{\Gamma} = N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot t_{\text{УМР}}, \quad (1.13)$$

$$d = L_{\Gamma} / H, \quad (1.14)$$

$$d = 15000 / 1000 = 15 \text{ заездов}$$

$$T_{\text{УМР}}^{\Gamma} = 1500 \cdot 15 \cdot 0,5 = 11250 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

Число рабочих постов косметической мойки, оборудованных механизированными моечными установками:

$$X_{\text{КМ}} = \frac{N_{\text{ССМ}} \cdot \varphi_{\text{УМР}}}{T_{\text{О}} \cdot H_{\text{О}} \cdot \eta_{\text{УМР}}}, \quad (1.15)$$



$$N_{CCM} = N_{СТО} \cdot d / D_{РАБ}, \quad (1.16)$$

$$N_{CCM} = 1500 \cdot 15 / 305 = 73,77 \approx 74 \text{ авт.}$$

$$X_{KM} = \frac{74 \cdot 1,4}{12 \cdot 5 \cdot 0,9} = 1,91 \approx 2 \text{ поста}$$

Участок УМР располагается в отдельном помещении и состоит из двух двухпостовых линий мойки.

Таблица 1.8.1 - Кузовной участок

| Наименование характеристики подразделения | Условное обозначение | Численное значение |
|---|----------------------|--------------------|
| Годовой объём работ, чел.- ч.             | $T$                  | 4556,25            |
| Время работы подразделения, ч.            | $T_{об}$             | 12                 |
| Явочное число рабочих, чел.               | $P_{я}$              | 3                  |
| Принятое количество постов                | $X_i$                | 1                  |

На участке также располагается вспомогательный пост для предварительной разборки автомобиля. Посты сварочных работ вынесены в отдельное помещение.

Таблица 1.8.2 - Окрасочный участок

| Наименование характеристики подразделения | Условное обозначение | Численное значение |
|---|----------------------|--------------------|
| Годовой объём работ, чел.- ч.             | $T$                  | 6075               |
| Время работы подразделения, ч.            | $T_{об}$             | 12                 |
| Явочное число рабочих, чел.               | $P_{я}$              | 3                  |
| Принятое количество постов                | $X_i$                | 1                  |

Таблица 1.8.3 - Участок диагностики

| Наименование характеристики подразделения | Условное обозначение | Численное значение |
|---|----------------------|--------------------|
| Годовой объём работ, чел.- ч.             | $T$                  | 4860               |
| Время работы подразделения, ч.            | $T_{об}$             | 12                 |
| Явочное число рабочих, чел.               | $P_{я}$              | 2                  |
| Принятое количество постов                | $X_i$                | 2                  |

Таблица 1.8.4 - Участок технического обслуживания автомобилей

| Наименование характеристики подразделения | Условное обозначение | Численное значение |
|---|----------------------|--------------------|
| Годовой объём работ, чел.- ч.             | $T$                  | 21262,5            |
| Время работы подразделения, ч.            | $T_{об}$             | 12                 |
| Явочное число рабочих, чел.               | $P_{я}$              | 10                 |
| Принятое количество постов                | $X_i$                | 3                  |

Таблица 1.8.5 - Участок текущего ремонта

| Наименование характеристики подразделения | Условное обозначение | Численное значение |
|---|----------------------|--------------------|
| Годовой объём работ, чел.- ч.             | $T$                  | 13122              |
| Время работы подразделения, ч.            | $T_{об}$             | 12                 |
| Явочное число рабочих, чел.               | $P_{я}$              | 6                  |
| Принятое количество постов                | $X_i$                | 2                  |

### 1.8.1.2 Участок приёмки-выдачи автомобилей

Число постов на участке приёмки и выдачи:

$$X_{ПР} = \frac{2 \cdot N_{СИ} \cdot K_H}{T_{СМ} \cdot C \cdot A_{ПР}}, \quad (1.17)$$

Суточное число заездов:

$$N_C = \frac{N_{СИ} \cdot d_H}{D_{РГ}}, \quad (1.18)$$

$$N_C = \frac{1500 \cdot 2}{305} = 9,83 \approx 10 \text{ авт.} - \text{з.}$$

$$X_{ПР} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 1,15}{8 \cdot 1,15 \cdot 2,0} = 0,96 \approx 1 \text{ поста}$$

Трудоемкость работ на участке приёмки и выдачи автомобилей:

$$T_{ПВ} = N^T \cdot t_{ПВ}, \quad (1.19)$$

$$T_{ПВ} = 1500 \cdot 2 \cdot 0,25 = 750 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

### 1.8.1.3 Определение площадей производственных помещений

Площадь зон постовых работ рассчитываются аналитически:

$$F_i = f_a \cdot X_i \cdot K_{II}, \quad (1.20)$$

Таблица 1.9 - Площадь участков постовых работ

| Наименование производственного подразделения | Площадь проекции $f_a$ , м <sup>2</sup> | Число постов на участке $X_i$ , | $K_{II}$ | Расчетная площадь $F_a$ , м <sup>2</sup> |
|--|---|---------------------------------|----------|--|
| Участок диагностики                          | 9,5                                     | 2                               | 4        | 76                                       |
| Участок ТО                                   | 9,5                                     | 3                               | 4        | 114                                      |
| Участок ТР                                   | 9,5                                     | 2                               | 4        | 76                                       |
| Кузовной участок                             | 9,5                                     | 1                               | 5        | 47,5                                     |
| Малярный участок                             | 9,5                                     | 2                               | 5        | 95                                       |
| Участок УМР                                  | 9,5                                     | 2                               | 4        | 76                                       |
| Участок приемки-выдачи                       | 9,5                                     | 1                               | 4        | 38                                       |
| Итого  | —                                       | —                               | —        | 522,5                                    |

### 1.8.1.4 Расчет площадей производственных участков

Площадь производственных участков:

$$F_y = f_1 + f_2(P_a - 1), \quad (1.21)$$

Таблица 1.10 - Площадь участков постовых работ ТО и ТР

| Наименование производственного подразделения | $f_1$ , м <sup>2</sup> | $f_2$ , м <sup>2</sup> | Число раб наиб. загр. смену, ч. | Площадь участка $F_y$ , м <sup>2</sup> |
|--|------------------------|------------------------|---------------------------------|--|
| Агрегатное отделение                         | 19                     | 12                     | 1                               | 19                                     |
| Отделение ремонта систем питания и др.       | 18                     | 13                     | 1                               | 18                                     |
| Шинное отделение                             | 15                     | 13                     | 1                               | 15                                     |
| Итого  | 52                     | 38                     | 3                               | 52                                     |

В связи с необходимостью добавления отделения для обкатки агрегатов, площадь агрегатного отделения будет увеличена в два раза и будет равна 38 м<sup>2</sup>

## 1.9 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений

### 1.9.1 Расчёт площадей складских помещений

Площади складских помещений.

$$F_{ски} = \frac{N_{сто} \cdot f_{yl}}{1000} \cdot K_{ст} \cdot K_p \cdot K_L, \quad (1.22)$$

Рассчитанные значения площадей складских помещений представлены в таблице. 1.12.

Таблица 1.12 - Площади складских помещений

| Наименование склада                                      | Удельная площадь, м <sup>2</sup> | $K_{ст}$ | $K_L$ | Расчётная площадь склада | Принятая площадь склада |
|--|----------------------------------|----------|-------|--------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                | 3        | 4     | 5                        | 6                       |
| Склад запасных частей и деталей                          | 32                               | 1        | 0,5   | 31,2                     | 31                      |
| Склад двигателей, агрегатов и узлов                      | 12                               | 1        | 0,5   | 11,7                     | 12                      |
| Эксплуатационные материалы                               | 6                                | 1        | 0,5   | 5,85                     | 6                       |
| Склад шин  | 8                                | 1        | 0,5   | 7,8                      | 8                       |
| Лакокрасочные материалы                                  | 4                                | 1        | 0,5   | 3,9                      | 4                       |
| Смазочные материалы                                      | 6                                | 1        | 0,5   | 5,85                     | 6                       |
| Кислород и ацетилен в баллонах                           | 4                                | 1,6      | 0,5   | 6,24                     | 6                       |
| Промежуточная кладовая (расчет производится на 34 поста) | 1,6 м <sup>2</sup> на 1 пост     | 1        | 1     | 14,4                     | 14                      |
| Итого  | -                                | -        | -     |                          | 87                      |

Площадь склада для хранения мелких запасных частей.

$$F_{пп} = \frac{31 \cdot 10}{100} = 3.1 \approx 3 \text{ м}^2, \quad (1.23)$$

Площадь помещения для клиентов:

$$F_{кл} = 10 \cdot X_{об} = 10 \cdot 9 = 90 \text{ м}^2 \quad (1.24)$$

Площадь магазина.

$$F_{маг} = 0,3 F_{кл} = 0,3 \cdot 90 = 27 \text{ м}^2 \quad (1.24)$$

## 1.10 Объёмно-планировочное решение производственного корпуса

### 1.10.1 Определение суммарной площади производственного корпуса

Площадь производственного корпуса.

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot X_{\Sigma}, \quad (1.25)$$

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot 9 = 1080 \text{ м}^2$$

Расчетные и реальные площади производственных помещений приведены в таблицу. 1.13

Таблица 1.13 - Площади помещений СТО

| Наименование участков, помещений   | Площадь по расчёту, м <sup>2</sup> | Принятая площадь, м <sup>2</sup> |
|--|------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | 2                                  | 3                                |
| Участок диагностики  | 76                                 | 60                               |
| Участок ТО   | 114                                | 114                              |
| Участок ТР   | 76                                 | 60                               |
| Кузовной участок   | 47,5                               | 84                               |
| Малярный участок   | 95                                 | 108                              |
| Участок УМР  | 76                                 | 0                                |
| Участок приемки-выдачи   | 38                                 | 36                               |
| Агрегатное отделение   | 19                                 | 18                               |
| Отделение ремонта системы питания, топливной аппаратуры, электротехнических и аккумуляторных работ | 18                                 | 18                               |
| Шинное отделение   | 15                                 | 15                               |
| Итого:   | 574,5                              | 513                              |
| Склад запасных частей и деталей  | 31                                 | 83                               |
| Склад двигателей, агрегатов и узлов  | 12                                 |                                  |
| Эксплуатационные материалы   | 6                                  |                                  |
| Склад шин  | 8                                  |                                  |
| Смазочные материалы  | 6                                  |                                  |
| Промежуточная кладовая   | 14                                 |                                  |
| Кислород и ацетилен в баллонах   | 6                                  | 7                                |
| Лакокрасочные материалы  | 4                                  |                                  |
| Итого:   | 87                                 | 90                               |
| Комната оформления документов  | -                                  | 36                               |
| Клиентская   | -                                  | 72                               |
| Итого:   | -                                  | 108                              |
| Тамбуры  | -                                  | 3                                |

## Продолжение таблицы 1.13

|        |       |     |
|--------|-------|-----|
| Итого: | -     | 3   |
| Всего: | 661,5 | 714 |

### 1.10.2 Формирование структуры здания

При строительстве здания производственного корпуса применяем железобетонные колонны квадратного сечения 200×200 мм. Наружные и внутренние стены состоят их сэндвич-панелей, толщиной соответственно 200 и 100 мм. Применение сэндвич-панелей позволит максимально сократить сроки строительства СТО.

Освещение на участках - комбинированное. В качестве источников дополнительного освещения предполагается применение ламп накаливания.

### 1.11 Агрегатное отделение

#### 1.11.1 Назначение подразделения

Агрегатное отделение предназначено для выполнения комплекса ремонтных операций по двигателям, узлам и агрегатам, демонтированным с автомобилей на участке ТР, а также для восстановления поступивших на СТО агрегатов с целью формирования фонда оборотных агрегатов и последующей продажи отремонтированных запасных частей заинтересованным клиентам.

#### 1.11.2 Виды выполняемых работ

В отделении проводятся следующие виды работ:

- мойка демонтированных с автомобиля агрегатов в сборе механизированным способом;
- мойка и очистка деталей механизированным способом;
- промывка деталей в ванне с моющей жидкостью;
- сушка деталей, узлов и агрегатов;

- разборка-сборка агрегатов на специальных стендах;
- дефектовка деталей;
- проверка геометрии и правка шатунов;
- притирка клапанов;
- шлифовка клапанов и клапанных сёдел;
- проверка и ремонт масляных насосов двигателя;
- ремонт головки блока цилиндров;
- правка коленчатых валов на прессе;
- ремонт и балансировка карданных валов;
- ремонт узлов, агрегатов трансмиссии и ходовой части;
- холодная обкатка ДВС после ремонта;
- горячая обкатка ДВС;
- контроль характеристик отремонтированного двигателя;
- оценка качества проведенного ремонта;
- оказание коммерческих услуг по обкатке двигателей сторонним организациям.

### 1.11.3 Персонал и режим его работы.

График работы подразделения:

Подразделение работает по будням с 8:00 до 20:00, перерыв на обед с 12:00 до 13:00.

Через каждые 2 часа предусмотрен технологический перерыв. Срок технологического перерыва: 15 мин.

В агрегатном отделении работают 2 слесаря 4-го разряда.

### 1.11.4 Подбор технологического оборудования

Таблица 1.14 – Технологическое оборудование

| Наименование оборудования | Модель    | Количество | Габариты       |
|---------------------------|-----------|------------|----------------|
| Стенд обкаточно-тормозной | Соб. изг. | 1          | 3200x1000x1700 |

Продолжение таблицы 1.14

|  |                 |   |               |
|--|-----------------|---|---------------|
| Персональный компьютер с устройством вывода информации | LENOVO H50-50   | 1 | -             |
| Стол компьютерный со стулом                            | -               | 1 | 600x800x900   |
| Мойка узлов и агрегатов                                | AM600 ЭКО       | 1 | 600x600x390   |
| Кантователь ДВС  | ZD11150         | 1 | 220x220x910   |
| Стенд для разборки редукторов мостов, коробок передач  | AE&T T63003     | 1 | 220x220x910   |
| Пресс  | AE&T 20т T61220 | 1 | 600x600x1838  |
| Стол для контроля и сортировки деталей                 | -               | 1 | 2000x800x1050 |
| Шкаф инструментальный                                  | ШПМ-22/800У     | 1 | 800x500x1806  |
| Верстак слесарный                                      |                 | 1 | 600x800x900   |
| Станок сверлильный настольный                          | P-175M          | 1 | 550x330x680   |

1.11.5 Уточненный расчет производственной площади

$$S_{\text{участка}} = S_{\text{обор}} * K_{\text{п}}, \text{ м}^2 \quad (1.26)$$

$$K_{\text{п}} = 4,5$$

$$S_{\text{обор}} = 3,2 + 0,48 + 0,36 + 0,048 + 0,048 + 0,36 + 1,6 + 0,4 + 0,48 + 0,181 = 7,158 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{участка}} = S_{\text{обор}} * K_{\text{п}} = 7,158 * 4,5 = 32,212 \text{ м}^2$$

Таблица 1.15 - Основные характеристики объекта проектирования

| Наименование показателя  | Условное обозначение    | Единица измерения | Величина показателя |
|--|-------------------------|-------------------|---------------------|
| 1  | 2                       | 3                 | 4                   |
| Годовая производственная программа                             | $N_{\text{сто}}$        | авт.              | 1500                |
| Общая годовая трудоёмкость работ                               | $T_{\Sigma}$            | чел.-ч.           | 60750               |
| Общая годовая трудоёмкость работ на участках постовых работ    | $T_{\Sigma}^{\text{п}}$ | чел.-ч.           | 46868               |
| Общая годовая трудоёмкость работ в производственных отделениях | $T_{\Sigma}^{\text{ц}}$ | чел.-ч.           | 13882               |
| Штатная численность основных производственных рабочих          | $P_{\text{шц}}$         | чел.              | 33                  |



Продолжение таблицы 1.15

|   |                 |                |      |
|---|-----------------|----------------|------|
| Явочная численность основных производственных рабочих   | $P_{Я\Sigma}$   | чел.           | 28   |
| Численность вспомогательного персонала  | $P_{ВСП\Sigma}$ | чел.           | 9    |
| Общая площадь производственного корпуса СТО   | $F_{\Sigma}$    | м <sup>2</sup> | 1008 |
| Суммарная площадь производственных участков и отделений                                       | $F_{ПРС}$       | м <sup>2</sup> | 513  |
| Суммарная площадь складских помещений   | $F_{СК\Sigma}$  | м <sup>2</sup> | 97   |
| Суммарная площадь административно-бытовых помещений, расположенных в производственном корпусе | $F_{АБ\Sigma}$  | м <sup>2</sup> | 108  |
| Общее количество постов на СТО, в том числе   | $X_{ОБ}$        | шт.            | 11   |
| Число рабочих постов  | $X_{\Sigma}$    | шт.            | 9    |
| Число вспомогательных постов  | $X_{ВС}$        | шт.            | 2    |
| Число автомобиле-мест ожидания, расположенных в производственном корпусе                      | $X_{ОЖ}$        | шт.            | 3    |

## 2 Разработка конструкции стенда для обкатки двигателей

### 2.1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования

Необходимым условием успешной разработки технологического оборудования является анализ конструкции известных аналогов разрабатываемого оборудования.

КС 276-032



Рисунок 2.1 – Стенд КС 276-032

#### Технические характеристики

Масса стенда, кг - 1610

Габарит. размеры, мм:

Длина - 3590

Ширина - 1010

Высота - 1400

Мощность приводного электродвигателя( $n=735\text{мин}^{-1}$ ) - кВт 55,0

Питающая сеть:

число фаз - 3

Напряжение - 380В

Частота - 50Гц

Стенд устанавливается на виброопоры, специального фундамента не требуется

Стенд ОТС-1



Рисунок 2.2 – Стенд ОТС-1

Стенд обеспечивает обкатку дизелей режимах:

- холодная обкатка;
- горячая обкатка без нагрузки;
- горячая обкатка под нагрузкой;

Технические характеристики

- испытание дизелей мощностью не более – 110 кВт;
- мощность нагрузочного устройства, кВт – 110;
- напряжение электропитания стенд – 380В, 50Гц;
- число обслуживающего персонала – 2 человека;
- срок службы – 7 лет;

Стенд КИ-5543



Рисунок 2.3 – Стенд КИ-5543

#### Технические данные

| Наименование показателя  | Норма                           |
|--|---------------------------------|
| Питающая сеть  |                                 |
| напряжение, В  | 380                             |
| частота тока, Гц   | 50                              |
| Электромашина тип  | балансирная, асин-<br>хронная   |
| марка  | с фазовым ротором<br>АКВ-82-4У3 |
| мощность, кВт  | 55                              |
| синхронная частота вращения ротора,<br>об/мин                              | 1500                            |
| диапазон регулирования частоты враще-<br>ния ротора электромашинны, об/мин |                                 |

|  |  |
|--|--|
| к режиме двигателя (холодная обкатка)                          | 600—1440   |
| в режиме генератора  | 1700—3000  |
| Измерение частоты вращения вала испы-<br>туемого двигателя тип | тахометры<br>электрический<br>дистанционный          |
| пределы измерений, об/мин                                      | 300—3000   |
| тип  | цифровой   |
| пределы измерений, об/мин                                      | 50—9999  |
| Наибольшая тормозная мощность стенда<br>при 3000 об/мин, л. с. | 150  |
| Регулировочный реостат<br>тип                                  | жидкостный охла-<br>ждение бака про-<br>точной водой |
| вместимость бака, л  | 300  |
| Номинальный измеряемый крутящий мо-<br>мент, кгс, м            | 40   |
| Силоизмерительный механизм<br>тип                              | маятниковый  |
| расчетное плечо, мм  | 716,2  |
| Измерение давления масла                                       | манометр   |
| верхний предел измерения, кгс/см <sup>2</sup>                  | 10   |
| класс точности   | 1,6  |
| Площадь, занимаемая стендом, м <sup>2</sup>                    | 30   |
| Срок службы, лет   | 5  |
| Масса, кг, не более  | 1810   |

Чтобы провести анализ показателей стенда испытания двс необходимо определить степень значимости показателей оборудования. Для оценки пока-

зателей проектируемого оборудования и разбивки степеней значимости составляется таблица 2.1.

Таблица 2.1. Разделение степеней значимости по показателям

| Оцениваемые показатели                     | Степень значимости, С |
|--|-----------------------|
| 1. Техническая оценка                      | 70<br>В том числе:    |
| 1.1.1. Масса станда (кг)                   | 10                    |
| 1.1.2. Габаритные размеры станда           | 20                    |
| 1.1.3 Габаритные размеры пульта управления | 10                    |
| 1.1.4. Мощность электродвигателя (кВт)     | 30                    |
| 2. Экспертная оценка                       | 30<br>В том числе:    |
| 2.1. Цена                                  | 30                    |
| Итого:                                     | 100                   |

Результаты оценки предлагаемого разными поставщиками оборудования вносятся в конъюнктурный лист анализируемого оборудования (табл. 2.2).

После проведения расчетов по всем анализируемым показателям можно составить циклограмму технического уровня оборудования путем откладывания в определенном масштабе значений уровня на линиях, проведенных из общей точки. Технический уровень оборудования определяется определением площади циклограммы. Чем больше площадь циклограммы оборудования, тем выше его технический уровень.

Таблица 2.2 – Конъюнктурный лист

| Конъюнктурный лист<br>анализируемого оборудования |                              |                                    |                             |                |                |                             |                |                |                             |                |                |
|---|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| Показатели  | Сте-<br>пень<br>значим.<br>С | Базовое<br>знач.<br>Р <sub>ю</sub> | КС276-032                   |                |                | ОТС-1                       |                |                | КИ-5543                     |                |                |
|   |                              |                                    | Факт.<br>зн. Р <sub>1</sub> | У <sub>1</sub> | П <sub>1</sub> | Факт.<br>зн. Р <sub>2</sub> | У <sub>2</sub> | П <sub>2</sub> | Факт.<br>зн. Р <sub>3</sub> | У <sub>3</sub> | П <sub>3</sub> |
| 1.Масса станда(кг)                                | 10                           | 1600                               | 1610                        | 9,8            | 98             | 2100                        | 7,6            | 76             | 1810                        | 8,8            | 88             |
| 2.Габаритные размеры<br>станда                    | 20                           | 3600x10<br>00x1400                 | 3200x1<br>010x14<br>00      | 19,8           | 396            | 3900x1<br>200x17<br>00      | 12,7           | 254            | 3300x900x1<br>700           | 19,8           | 396            |
| 3.Наибольшая развива-<br>емая мощность ДВС        | 10                           | 300                                | 345                         | 11,5           | 115            | 800                         | 26,7           | 267            | 345                         | 11,5           | 115            |
| 4.Мощность электро-<br>двигателя (кВт)            | 30                           | 50                                 | 55                          | 33             | 990            | 110                         | 66             | 1980           | 55                          | 33             | 990            |
| 5. Цена (руб)                                     | 30                           | 6100000                            | 614200<br>0                 | 29,8           | 894            | 650000<br>0                 | 28,1           | 843            | 6200000                     | 29,5           | 885            |
| Итого:  | 100                          | -                                  | -                           | -              | 2583           | -                           | -              | 2577           | -                           | -              | 2474           |

## 2.2 Техническое задание на разработку стенда испытания ДВС

Стенд должен обеспечивать вращение коленчатого вала двигателя в режиме холодной обкатки, торможение двигателя в режиме горячей обкатки, контроль и управление процессами в ходе проведения испытаний.

Стенд предназначен для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания после капитального ремонта. Применяется на станциях технического обслуживания в агрегатном отделении. Стенд будет использоваться в закрытом помещении с искусственным освещением и вентиляцией. В зоне оборудования применяется трехфазное энергоснабжение с напряжением 380В и частотой 50Гц.

Разработка стенда для испытания ДВС автомобилей производится по заданию кафедры ПЭА в рамках выпускной квалификационной работы.

В состав стенда должны входить:

- приводной электродвигатель мощностью не более 30кВт
- опоры двигателя
- механизм управления подачей топлива
- система охлаждения
- система удаления выхлопных газов
- пульт управления
- персональный компьютер стенда
- интерфейс для связи ПУ и ПК

Габаритные размеры стенда не более: 2600х900х1400

Масса стенда не более 900кг

Внешние очертания устройства должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер. Не допускаются выступающие за габариты устройства элементы, если того не требует их функциональное предназначение. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи.



### 2.3 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием необходимо разработать стенд для испытания ДВС легковых автомобилей.

Стенд представляет собой раму с установленным на ней электродвигателем обеспечивающим с помощью карданной передачи вращение коленчатого вала двс в режиме холодной обкатки, и создание нагрузки на двс в режиме горячей обкатки под нагрузкой. Стенд обеспечивает надежное крепление двс, охлаждение двс при работе в режиме горячей обкатки с помощью системы охлаждения (радиатор), удаление выхлопных газов с помощью металлорукава, регулирование частоты вращения ротора при холодной обкатке и регулирование тормозного момента в процессе горячей обкатки под нагрузкой с помощью частотного регулятора. Торможение двс в режиме горячей под нагрузкой создается за счет ротора электродвигателя

Стенд контролирует показатели такие как:

- частота вращения коленчатого вала
- давление в системе смазки;
- температура охлаждающей жидкости;
- нагрузочный момент;
- развиваемая мощность;
- расход топлива.

Технические характеристики стенда:

- электродвигатель приводной мощностью 30кВт;
- карданный вал;
- бак для горючего;
- механизм управления подачей топлива;
- система охлаждения (радиатор);
- пульт управления;
- маслостанция:

- система автоматизированного управления (САУ) стенда с интерфейсом RS-232/RS-485 для связи с персональным компьютером;
- персональный компьютер (ноутбук) с лицензионной операционной системой Windows и предустановленным программным обеспечением для работы со стендом;
- программное обеспечение;
- система охлаждения;
- комплект универсальных жаропрочных гибких рукавов для удаления выхлопных газов;
- измерительные устройства, такие как: динамометр, тахометр, термометр, расходметр;

Габаритные размеры стенда: 2500x850x1550.

Масса стенда – 850 кг.

Регулирование частоты вращения электродвигателя при холодной обкатке будет производиться с помощью частотного регулятора. Нагрузочный момент при горячей обкатке под нагрузкой будет производиться при помощи тормозного резистора.

В качестве привода будет использоваться коленчатый вал от автомобиля модели ВАЗ-2107. Крепление вала к электродвигателю производится с помощью фланца со шпоночным пазом. К двигателю внутреннего сгорания вал крепится с помощью диска толщиной 12 мм, который крепится к маховику с помощью ботов.

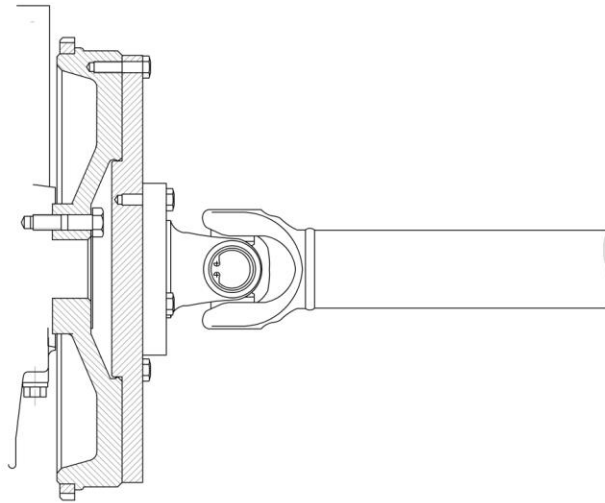


Рисунок 2.4 – Крепление карданного вала к маховику

В качестве крепления двигателя будут использоваться специальные опоры, состоящие из винта, резиновой подушки, которая будет поглощать вибрации при обкатке двигателя, набора уголков толщиной, для непосредственно крепления двигателя к самим опорам.

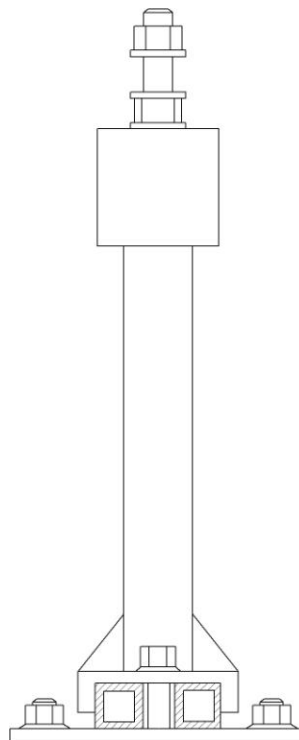


Рисунок 2.5 – Опора двигателя

В качестве системы удаления выхлопных газов состоит из трубопровода удаления выхлопных газов и приваренного к нему металлорукова из нержавеющей стали модели ВЗМ МР015.1 и диаметром трубки 52 мм.

Крепление металлорукова к патрубку выпускного коллектора будет производиться с помощью фланца, который будет крепиться с помощью болтов к фланцу выпускного коллектора двигателя.

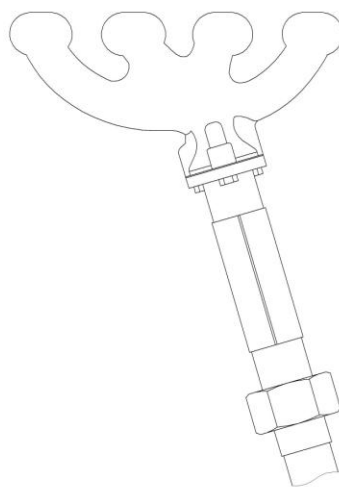


Рисунок 2.6 – Крепление металлорукова к выпускному коллектору.

Рама станда будет состоять из двух швеллеров 16аП, длиной 2500 мм, снизу будут приварены 3 пластины толщиной 5мм, длиной 860мм, шириной 70 мм для соединения швеллеров.

## 2.4 Расчет элементов станда.

### 2.4.1 Расчет шпонки на смятие.

Условие прочности на смятие

$$\sigma_{см} = 2M_{кр} / (d_э \cdot t \cdot l) \leq [\sigma_{см}] \quad (2.1)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, Н·мм;

$d_э$  – диаметр вала электродвигателя, мм;

$t$  – высота сопротивления шпонки со ступицы, мм;

$l$  – длина шпонки, мм.

$$\sigma_{см} = (2 \cdot 300 \cdot 10^3) / (84 \cdot 6,12 \cdot 77) = 15,16 \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа}$$

Условие выполняется

Условие прочности на срез

$$\tau_{ср} = 2M_{кр} / (d_э \cdot b \cdot l) \leq [\tau_{ср}] \quad (2.2)$$

где  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое напряжение на срез,  $[\tau_{ср}] = 60 \dots 90 \text{ МПа}$ ;

$d_{\text{э}}$  – диаметр вала электротормозного устройства, мм;

$b$  – ширина шпонки, мм;

$l$  – длина шпонки, мм.

$$\sigma_{\text{см}} = (2 \cdot 300 \cdot 10^3) / (84 \cdot 12 \cdot 77) = 7,7 \text{ МПа} \leq 60 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

### 3 Технологический процесс обкатки и испытания двигателей

#### 3.1 Технологическая карта обкатки двигателя

Таблица 3.1 Технологическая карта

| Наименование операции   | Кол-во точек воздействия | Место выполнения работы | Приборы и инструменты | Оперативное время, мин. | Технические требования  |
|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Подготовка двигателя к обкатке  |                          |                         |                       |                         |   |
| Проверить зазоры клапанов газораспределительного механизма                | 4                        |                         | Щуп                   |                         |   |
| При необходимости отрегулировать зазоры                                   | 4                        |                         | Регулировочные шайбы  |                         |   |
| Заправить двигатель моторным маслом                                       | 1                        |                         |                       |                         | Двигатель должен быть заправлен моторным маслом до верхней метки указателя уровня |
| Проверить герметичность соединений в системах питания смазки и охлаждения |                          |                         |                       |                         | Не должно быть подтеков в местах соединений                                       |
| Проверить проворачивание коленчатого вала                                 | 1                        |                         |                       |                         | Провернуть вал вручную на 2-3 оборота   |
| Холодная обкатка  |                          |                         |                       |                         |   |
| Включить маслостанцию   |                          |                         |                       |                         | Давление масла должно быть не менее 0.2 МПа                                       |
| Задать начальную частоту вращения электродвигателя                        |                          |                         | Частотный регулятор   |                         | 200 об/мин  |

Продолжение таблицы 3.1

|   |   |  |                     |        |   |
|---|---|--|---------------------|--------|---|
| Провести обкатку двигателя при заданной частоте вращения                                  |   |  |                     | 10 мин |   |
| Замерить момент сопротивления вращению  |   |  |                     |        |   |
| Задать частоту вращения вала, соответствующую минимальной частоте вращения холостого хода |   |  | Частотный регулятор |        | 800об/мин.<br>Температура масла должна быть в пределах 50 - 100°C |
| Провести обкатку двигателя при 800 об/мин   |   |  |                     | 7 мин  |   |
| Повысить частоту вращения до 1000 об/мин  |   |  | Частотный регулятор |        |   |
| Провести обкатку двигателя при 1000 об/мин  |   |  |                     | 8 мин  |   |
| Повысить частоту вращения вала до 1200 об/мин   |   |  | Частотный регулятор |        |   |
| Провести обкатку двигателя при 1200 об/мин  |   |  |                     | 10 мин |   |
| Повысить частоту вращения вала до 1400 об/мин   |   |  | Частотный регулятор |        |   |
| Провести обкатку двигателя при 1400 об/мин  |   |  |                     | 5 мин  |   |
| Снизить частоту вращения до 200 об/мин  |   |  | Частотный регулятор |        |   |
| Повторно замерить момент сопротивления вращению   |   |  |                     |        |   |
| Остановить электродвигатель   |   |  | Частотный регулятор |        |   |
| Слить масло из картера  | 1 |  |                     | 1 мин  |   |
| Залить свежее или очищенное масло   | 1 |  |                     | 1 мин  |   |

Продолжение таблицы 3.1

|   |   |  |                                   |         |  |
|---|---|--|-----------------------------------|---------|--|
| Промыть фильтр грубой очистки мала                              | 1 |  |                                   |         |  |
| Горячая обкатка без нагрузки                                    |   |  |                                   |         |  |
| Запустить ДВС   |   |  | Частотный регулятор               |         |  |
| Задать частоту вращения коленчатого вала от 1400 до 1600 об/мин |   |  | Система управления подачи топлива |         | Поддерживать указанную частоту вращения до достижения двигателем рабочей температуры |
| Повысить частоту вращения коленчатого вала до 1700 об/мин       |   |  | Система управления подачи топлива |         |  |
| Провести обкатку двигателя при 1700 об/мин                      |   |  |                                   | 10 мин. |  |
| Повысить частоту вращения коленчатого вала до 1900 об/мин       |   |  | Система управления подачи топлива |         |  |
| Провести обкатку двигателя при 1900 об/мин                      |   |  |                                   | 10 мин. |  |
| Повысить частоту вращения двигателя до 3000 об/мин для проверки |   |  | Система управления подачи топлива |         |  |
| Заглушить двигатель   |   |  | Система управления подачи топлива |         |  |
| Проверить зазоры в клапанном механизме                          | 4 |  |                                   |         |  |
| При необходимости отрегулировать зазоры в клапанном механизме   | 4 |  |                                   |         |  |
| Горячая обкатка под нагрузкой                                   |   |  |                                   |         |  |
| Завести двигатель   |   |  | Частотный регулятор               |         |  |



Продолжение таблицы 3.1

|  |  |  |                                    |           |  |
|--|--|--|------------------------------------|-----------|--|
| Прогреть двигатель   |  |  |                                    |           | Прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости 85 - 95°C   |
| Задать обороты двигателя 1700 об/мин,                      |  |  | Система управления подачи топлива. |           |  |
| Создать нагрузку на двигатель 11 кВт                       |  |  | Частотный регулятор                |           |  |
| Провести обкатку при заданных частоте вращения, и нагрузке |  |  |                                    | 10 мин    |  |
| Задать обороты двигателя 2200 об/мин,                      |  |  | Система управления подачи топлива  |           |  |
| Создать нагрузку на двигатель 18 кВт                       |  |  | Частотный регулятор                |           |  |
| Провести обкатку при заданных частоте вращения, и нагрузке |  |  |                                    | 15 мин    |  |
| Задать обороты двигателя 2600 об/мин                       |  |  | Система управления подачи топлива  |           |  |
| Создать нагрузку на двигатель 22 кВт                       |  |  | Частотный регулятор                |           |  |
| Провести обкатку при заданных частоте вращения, и нагрузке |  |  |                                    | 10 мин    |  |
| Замерить максимальную мощность и крутящий момент           |  |  |                                    |           |  |
| Плавно снизить нагрузку до 0                               |  |  | Система управления подачи топлива  | 2 – 3 мин | Снижать нагрузку следует с переводом двигателя на режим максимальной а затем минимальной частоты вращения. |

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструкторско-технологическая характеристика объекта

В данной ВКР разрабатывается агрегатное отделение, располагающееся на СТО для автомобилей среднего класса. Агрегатное отделение предназначено для выполнения комплекса ремонтных операций по двигателям, узлам и агрегатам, демонтированным с автомобилей на участке ТР, а также для восстановления поступивших на СТО агрегатов.

Таблица 4.1.1 - Технологический паспорт объекта

| Технологический процесс               | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, устройство, приспособление | Материалы, вещества                          |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Подготовка агрегатов, узлов и деталей | Мойка агрегатов, узлов и деталей                | Слесарь по ремонту агрегатов   | Автоматическая мойка узлов и агрегатов   | Моющие химические вещества                   |
| Ремонт головки блока цилиндров        | Шлифовка клапанных седел                        | Слесарь по ремонту агрегатов   | Устройство для шлифовки клапанных седел  | -  |
| Ремонт клапанов                       | Притирка клапанов                               | Слесарь по ремонту агрегатов   | Реверсивная дрель                        | Специальная абразивная притирочная паста     |
| Обкатка двигателя после ремонта       | Холодная обкатка двигателя                      | Слесарь по ремонту агрегатов   | Обкаточно-тормозной стенд                | Моторное масло                               |
| Обкатка двигателя после ремонта       | Горячая обкатка двигателя                       | Слесарь по ремонту агрегатов   | Обкаточно-тормозной стенд                | Бензин или дизельное топливо, моторное масло |
| Ремонт коленчатых валов               | Правка коленчатых валов на прессе               | Слесарь по ремонту агрегатов   | Пресс                                    | -  |

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2.1 – Идентификация профессиональных рисков.

| Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ | Опасный и /или вредный производственный фактор  | Источник опасного и / или вредного производственного фактора                      |
|---|---|---|
| Мойка агрегатов, узлов и деталей  | Химические:<br>загрязнение химическими веществами, поверхностей оборудования и материалов   | Моющие средства, применяемые в мойках узлов агрегатов, грязь на узлах и агрегатах |
| Шлифовка клапанных седел  | Физические:<br>повышенный уровень вибрации, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, запыленность воздуха | Устройство для шлифовки клапанных седел, головка блока цилиндров                  |
| Притирка клапанов   | Физические: повышенный уровень вибрации, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования,                         | Реверсивная дрель, клапана, головка блока цилиндров                               |
| Холодная обкатка двигателя  | Физические:<br>повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенное значение напряжения в электрической цепи                       | Обкаточно-тормозной стенд, двигатель  |

#### Продолжение таблицы 4.2.1

|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| Горячая обкатка двигателя         | Физические:<br>повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенная температура поверхностей оборудования и материалов.<br>Химические:<br>токсические. | Обкаточно-тормозной стенд, двигатель, бензин. |
| Правка коленчатых валов на прессе | Физические:<br>повышенный уровень шума, повышенное значение напряжения в электрической цепи   | Пресс   |

#### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Таблица 4.3.1 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

| Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup> | Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора <sup>2</sup> | Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>                                 |
|--|---|---|
| Физические:  |   |   |
| повышенный уровень шума на рабочем месте                     | Уменьшение шума в источнике шума (смазывание трущихся деталей), рациональная планировка рабочих участков                                    | Средства защиты органов слуха (наушники, противошумные шлемы, противошумные вкладыши) |
| запыленность воздуха рабочей зоны                            | Средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу  | Средства защиты органов дыхания (респираторы)   |

Продолжение таблицы 4.3.1

|   |   |  |
|---|---|--|
| повышенное значение напряжения в электрической цепи   | Надзор во время работы, инструктаж, защитное заземление, предохранительные устройства, знаки безопасности | Спецобувь, рукавицы, комбинезоны и т.д.                              |
| повышенный уровень вибрации   | Уменьшение вибрации в источнике вибрации, рациональная планировка рабочих участков                        | Спецобувь, рукавицы, комбинезоны и т.д.                              |
| Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования | Рациональная планировка отделения и расстановка оборудования  | Спецодежда (куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки) |
| Химические  |   |  |
| Токсические   | Отсос выхлопных газов   | Средства защиты органов дыхания (респираторы)                        |

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

| Участок, подразделение          | Оборудование              | Класс пожара | Опасные факторы пожара                  | Сопутствующие проявления факторов пожара   |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|---|--|
| Отделение для обкатки агрегатов | Обкаточно-тормозной стенд | А            | Повышенная температура окружающей среды | Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества |

Таблица 4.4.2 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

| Первичные средства пожаротушения | Мобильные средства пожаротушения | Стационарные установки системы пожаротушения                | Средства пожарной автоматики         | Пожарное оборудование | Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре                     | Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный) | Пожарные сигнализация, связь и оповещение. |
|----------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|--|---|--|
| Вода                             | -                                | Автоматическая водяная стационарная установка пожаротушения | Приборы приемно-контрольные пожарные | Огнетушитель          | Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (защитные маски, очки) | Лопата  | Пожарная сигнализация                      |
| Песок                            |                                  |   |                                      | Пожарный кран         |  | Лом   | План эвакуации                             |
| Кошма                            |                                  |   |                                      |                       |  | Багор   |  |

Таблица 4.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара.

| Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта | Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий   | Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты                                   |
|---|---|--|
| Обкаточно-тормозной стенд   | проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, проведение периодических чисток аппаратов и рабочих мест | Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возможность возгорания ЛВЖ и ГСМ |

Продолжение таблицы 4.4.3

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| Обкатка двигателя | регулярный противопожарный инструктаж рабочих; проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, электрооборудование закрыто и заземлено | Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возникновение замыкания электроцепи |
|-------------------|---|---|

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 4.5.1 – Идентификация экологических факторов технического объекта

| Наименование технического объекта, технологического процесса | Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п. | Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду) | Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения) | Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.) |
|--|---|--|--|--|
| Подготовка агрегатов, узлов и деталей                        | Мойка агрегатов, узлов и деталей с применением моющих химических средств  | выбросы в атмосферу химических веществ   | Загрязнение сточных вод моющими средствами, ГСМ и СОЖ  | Попадание в почву моющих средств, ГСМ и СОЖ  |

Продолжение таблицы 4.5.1

|                   |  |   |   |   |
|-------------------|--|---|---|---|
| Обкатка двигателя | Горячая обкатка двигателя с применением бензина или дизельного топлива | образующиеся при горячей обкатке углекислый газ в составе вентиляционных выбросов попадают в окружающую | Попадание в сточные воды углекислого газа, образующихся в процессе сгорания топлива | Осаживание газообразных выбросов и пыли |
|-------------------|--|---|---|---|

Таблица 4.5.2 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

|  |  |
|--|--|
| Наименование технического объекта  | Изготовление специального технологического оборудования  |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу  | Для снижения вредного воздействия СТО на окружающую среду необходимо правильно организовать вентиляцию помещений. Для защиты атмосферы от загрязнения пылью и туманами используют пыле- и туманоулавливающие аппараты и системы.   |
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу | <p>Для очистки сточных вод применяют механические, биологические, химические, физико-химические и термические способы. Из очистных установок наиболее часто используют установки работающие на принципе простого отстаивания и фильтрации, бензомасленных уловителей, гидроэлеваторы с гидроциклонами. Из маслоуловителей масло сливают в бак и отправляют на перерабатывающие предприятия. Для предотвращения сильно загрязненной воды в канализацию сточные воды необходимо предварительно очистить. Первоначальная стадия очистки стоков является процеживание. Оно предназначено для выделения из сточной воды крупных не растворимых примесей, а также мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе длительной обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования.</p> <p>При отстаивании одновременно удаляют маслосодержащие примеси с помощью специальных маслоуловителей. После отстаивания механические примеси удаляют в гидроциклонах. После очистки часть сточных вод повторно используют для мойки автомобилей. Сточные воды после очистки подвергаются периодическому контролю.</p> |



## Продолжение таблицы 4.5.2

|   |   |
|---|---|
| Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу | Главным источником загрязнений почвы являются технические отходы. Основными направлениями ликвидации и переработки твердых отходов (кроме металлолома) является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новых технологий переработки их в полезный продукт. Лом перерабатывают и вновь используют как сырье. В настоящее время широко используют захоронение отходов в специально подготовленных местах, но при этом занимают большие площади, и может произойти загрязнение грунтовых вод. |
|---|---|

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика агрегатного отделения, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков на агрегатном отделении, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: вибрация при работе на специализированном стенде и с ручным механизированным инструментом, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды, испарение химических веществ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно рациональная планировка отделения и расстановка оборудования, контроль за правильным использованием средств защиты, средства нормализации воздушной среды (вытяжные шкафы и зонты, отвод отработавших газов на улицу, контроль за правильным использованием средств виброзащиты, нормирование рабочего времени. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 4.3.1).

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной без-

опасности (таблица 4.4.1). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 4.4.2). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 4.4.3).

Идентифицированы экологические факторы (таблица 4.5.1) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 4.5.2).

## 5 Экономическая эффективность проекта

Таблица 5.1 – Исходные данные

| Показатели   | Условные обозначения | Базовый вариант | Проектный вариант |
|--|----------------------|-----------------|-------------------|
| Программа годовая                                    | <i>Пе</i>            | 96              | 96                |
| Оперативное время, мин                               | <i>Топ</i>           | 104             | 104               |
| Норма обслуж. раб. места                             | <i>a</i>             | 8               |                   |
| Норма шт. врем.                                      | <i>b</i>             | 6               |                   |
| Ставка рабочего                                      | <i>Сч</i>            | 109,34          | 109,34            |
| Коэф. доплат до часового фонда                       | <i>Кд</i>            | 1.08            |                   |
| Коэфф. доплат за профмаст.                           | <i>Кпф</i>           | 1.12            |                   |
| Коэфф. доплат за усл. труда                          | <i>Ку</i>            | 1.12            |                   |
| Коэфф. премии  | <i>Кпр</i>           | 1.2             |                   |
| Коэфф. вып. норм                                     | <i>Квн</i>           | 1               |                   |
| Коэфф. отчислений на соцстрах.                       | <i>Кс</i>            | 0.3             |                   |
| Цена единицы оборуд.                                 | <i>Цоб</i>           | 3485500         | 394800,23         |
| Коэфф. расходов на доставку и монтаж                 | <i>Кмон</i>          | 0,3             |                   |
| Годовая норма амортиз. отчисл.                       | <i>На</i>            | 14,3            | 14,3              |
| Годовой фонд работы                                  | <i>Фэ</i>            | 1840            |                   |
| Коэфф. затрат на ТР                                  | <i>Кр</i>            | 0,3             |                   |
| КПД станда   | <i>η</i>             | 0,9             | 0,9               |
| Площадь, занимаемая оборудов.                        | <i>Руд</i>           | 3,52            | 2,21              |
| Коэфф., учитывающий доп. площадь                     | <i>Кд.пл</i>         | 1,2             |                   |
| Стоимость 1м <sup>2</sup> площади                    | <i>Цпл</i>           | 4500            |                   |
| Годов. норма амортиз на площадь                      | <i>Напл.</i>         | 0,2             |                   |
| Средние годов. расходы по содерж. помещения          | <i>Спл</i>           | 2000            |                   |
| Кол-во рабочих, кот. осуществляют техпроцесс         | <i>Чр</i>            | 1               | 1                 |
| Коэфф. транспортно-заготовительных расходов          | <i>Ктз</i>           | 0,2             |                   |
| Коэфф. расходов на содержание и эксплуатацию оборуд. | <i>Коб</i>           | 1,5             |                   |
| Коэфф. общепроизводственных расходов                 | <i>Копр</i>          | 1,65            |                   |
| Коэфф. общехозяйственных расходов                    | <i>Кохр</i>          | 1,45            |                   |
| Коэфф. внепроизводств. расход.                       | <i>Квнепр</i>        | 0,3             |                   |

Расчет сырья и материалов:

$$M = Cm \cdot Qm \cdot (1 + Kmm/100) \quad (5.1)$$

Таблица 5.2 – Сырье и материалы

| Материал                            | Ед. изм.       | Норма расхода | Ср. цена за единицу | Сумма, руб. |
|-------------------------------------|----------------|---------------|---------------------|-------------|
| Швеллер                             | шт             | 2             | 2965                | 5941,86     |
| Стальная пластина                   | м <sup>2</sup> | 9             | 205                 | 1848,69     |
| ИТОГО                               |                |               |                     | 7790,55     |
| Транспортно-заготовительные расходы |                |               |                     | 1168,58     |
| Возвратные отходы                   |                |               |                     | 779,05      |
| ВСЕГО                               |                |               |                     | 9738,21     |

Расчет покупных изделий и полуфабрикатов:

$$Pi = Ci \cdot ni \cdot (1 + Kmi/100) \quad (5.2)$$

Таблица 5.3 – Покупные изделия и полуфабрикаты

| Полуфабрикаты                       | Кол-во | Цена за 1шт., руб. | Сумма, руб. |
|-------------------------------------|--------|--------------------|-------------|
| Асинхронный электродвигатель        | 1      | 44900              | 44989,8     |
| Виброопора                          | 6      | 455                | 2735,46     |
| Радиатор                            | 1      | 3940               | 3947,88     |
| Электровентиль охладения            | 1      | 2100               | 2104,2      |
| Пневмоцилиндр                       | 1      | 2500               | 2505        |
| Шаговый двигатель                   | 1      | 19920              | 19959,84    |
| Частотный регулятор                 | 1      | 95890              | 96081,78    |
| Тормозной резистор                  | 1      | 21580              | 21623,16    |
| Рекуператор                         | 1      | 85000              | 85170       |
| Маслостанция                        | 1      | 40000              | 40080       |
| ИТОГО                               |        |                    | 301197,12   |
| Транспортно-заготовительные расходы |        |                    | 45179,56    |
| ВСЕГО                               |        |                    | 346376,68   |

Расчет основной зарплаты

$$Zc = Cp \cdot m \cdot (1 + Kpn/100) \quad (5.3)$$

Таблица 5.4 – Основная зарплата

| Виды операций             | Разряд работы | Труд-ть, ч/час | Часовая тарифная ставка | Тарифная зарплата |
|---------------------------|---------------|----------------|-------------------------|-------------------|
| Сварка рамы               | 4             | 192            | 109,34                  | 20993,28          |
| ИТОГО                     |               |                |                         | 20993,28          |
| Премииальные доплаты      |               |                |                         | 7347,65           |
| Основная заработная плата |               |                |                         | 28340,92          |

Дополнительная зарплата:

$$Zd = Zo \cdot Kd / 100 \quad (5.5)$$

Отчисления в ЕСН:

$$Oc = (Zo + Zd) \cdot Kc \quad (5.6)$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$Pc.ob = Zo \cdot Kob / 100 \quad (5.7)$$

Общепроизводственные расходы:

$$Popr = Zo \cdot Kopr / 100 \quad (5.8)$$

Цеховая себестоимость:

$$Cц = M + Пи + Zo + Zd + Oc + Pc.ob + Popr \quad (5.9)$$

Общехозяйственные расходы:

$$Pохр = Zo \cdot Кохр / 100 \quad (5.10)$$

$$Spr = Cц + Pохр \quad (5.11)$$

Внепроизводственные расходы:

$$Pвн = Spr \cdot Kвнепр / 100 \quad (5.12)$$

Таблица 5.2 – Сравнительная себестоимость по вариантам

| Затраты                      | Обознач.  | Значения  | %     |
|------------------------------|-----------|-----------|-------|
| Сырье и материалы            | <i>М</i>  | 9738,21   | 2,61  |
| Покуп. изд. и полуфабрик.    | <i>Пи</i> | 346376,68 | 87,02 |
| Основная зарплата            | <i>Зо</i> | 20993,28  | 5,63  |
| Дополнительная зарплата      | <i>Зд</i> | 7347,65   | 1,97  |
| Отчисления на соцстрахование | <i>Ос</i> | 8502,28   | 2,28  |

Продолжение таблицы 5.2

|                            |            |           |      |
|----------------------------|------------|-----------|------|
| Расходы на содерж. оборуд. | $P_{собр}$ | 314,89    | 0,08 |
| Общепроизводств. расходы   | $P_{опр}$  | 346,39    | 0,09 |
| Общехозяйств. расходы      | $P_{охр}$  | 304,4     | 0,08 |
| Производств. себестоимость | $C_{пр}$   | 393923,38 | 99,7 |
| Внепроизводств. расходы    | $P_{вн}$   | 1180,85   | 0,29 |
| Полная себестоимость       | $C_{п}$    | 394800,23 | 100  |

Таблица 5.3 – Расчет необходимого количества оборудования

| Показатели   | Формулы                                     | Значение показателей |        |
|--|---|----------------------|--------|
|  |   | База                 | Проект |
| Норма шпучного времени,<br>$T_{шт}$                                  | $T_{шт} = T_{оп} \cdot (1 + (a + в) / 100)$ | 118,56               | 118,56 |
| Расчетное кол-во основно-<br>го технологич. оборудов.,<br>$Ноб.расч$ | $Ноб = \frac{T_{шт} * Пг}{Фэ * 60 * Квн}$   | 0,9                  | 0,9    |
| Принятое кол-во оборуд.<br>дов.                                      |   | 1                    | 1      |

Таблица 5.4 – Прямые и сопутствующие капитальные вложения

| Наименов.                    | Формулы                        | Знач. показателей |        |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------|
|                              |                                | База              | Проект |
| Прямые капиталовложения      | $Коб = Ноб \cdot Цоб \cdot Кз$ | 3485500           | 394800 |
| Затраты на доставку и монтаж | $Км = Коб \cdot Кмон$          | 1045650           | 118440 |

Продолжение таблицы 5.4

|                                     |   |          |         |
|-------------------------------------|---|----------|---------|
| Проектировочные затраты             | $Z_{пр} = T_{пр} \cdot K_{пр}$                  | 120      | 120     |
| Затраты на производственную площадь | $K_{пл} = (Ноб \cdot Руд) \cdot Кд.пл \cdot Цл$ | 19008    | 11934   |
| Сопутствующие капиталовложения      | $K_{сон} = K_{м} + Z_{пр} + K_{пл}$             | 1064778  | 130494  |
| Общие капиталовложения              | $K_{общ} = K_{об} + K_{сон}$                    | 4550278  | 525294  |
| Удельные капиталовложения           | $K_{уд} = K_{общ} / Пг$                         | 47398,73 | 5471,81 |

Таблица 5.5 – Эксплуатационные издержки

| Наименов. показателей | Формулы  | Значение показателей |        |
|-----------------------|--|----------------------|--------|
|                       |  | База                 | Проект |
| Осн. зарплата рабочих | $Z_{пл} = C \frac{T_{шт} * K_{у} * K_{пф} * K_{пр} * K_{вн} * K_{н}}{60}$    |                      |        |
|                       | $Z_{пл1} = 109,34 \frac{118,56 * 1,12 * 1,12 * 1,2 * 1,08 * 1}{60} = 351,24$ | 351,24               | 351,24 |
|                       | $Z_{пл2} = 109,34 \frac{118,56 * 1,12 * 1,12 * 1,2 * 1,08 * 1}{60} = 351,24$ |                      |        |
| Един. соц. налог      | $Нз.пл = Z_{пл} * K_{с},$  | 105,37               | 105,37 |
| Амортизация оборуд.   | $A_{об} = \frac{Цоб * На * T_{шт}}{100 * Фэ * Kв}$                           |                      |        |
|                       | $A_{об1} = \frac{3485500 * 14,3 * 118,6}{100 * 1840 * 1,1 * ,60} = 486,77$   | 486,77               | 55,14  |
|                       | $A_{об1} = \frac{394800,23 * 14,3 * 118,6}{100 * 1840 * 1,1 * ,60} = 55,14$  |                      |        |

Продолжение таблицы 5.5

|  |  |         |        |
|--|--|---------|--------|
| Затраты на ТР                                    | $P_{об} = \frac{Ноб * Цоб * Кз * Ешт * Кр}{\Phi э * 60 * Квн}$ $A_{об1} = \frac{1 * 3485500 * 1 * 118,56 * 0,3}{1840 * 60 * 1} = 1122,94$ $A_{об2} = \frac{1 * 394800 * 1 * 118,56 * 0,3}{1840 * 60 * 1} = 127,19$                       | 1122,94 | 127,19 |
| Затраты на электроэнергию                        | $P_{э} = \frac{Му * Тмаш * Код * Км * Кв * Кп * Цэ}{КПД * 60}$   | 23,03   | 23,03  |
| Амортизация площади                              | $A_{пл} = \frac{Ноб * Руд * Кдпл * Цпл * Напл * Тшт}{100 * \Phi э * Кв}$ $A_{пл1} = \frac{1 * 3,52 * 1,2 * 4500 * 0,2 * 118,56}{1840 * 60 * 1,1} = 3,71$ $A_{пл2} = \frac{1 * 2,21 * 1,2 * 4500 * 0,2 * 118,56}{1840 * 60 * 1,1} = 2,33$ | 3,71    | 2,33   |
| Расходы на содерж. и экспл. производств. площади | $P_{пл} = \frac{Ноб * Руд * Кдпл * Кз * Спл}{Пг}$ $P_{пл1} = \frac{1 * 3,52 * 1,2 * 1 * 2000}{96} = 88$ $P_{пл2} = \frac{1 * 2,21 * 1,2 * 1 * 2000}{96} = 55,25$   | 88      | 55,25  |
| Итого:   |  | 2181,06 | 719,55 |

Таблица 5.6 – Себестоимость эксплуатации конструкции.

| Наименование затрат                          | Затраты, руб. |        |
|--|---------------|--------|
|  | Ручн.         | Проект |
| Основная заработная плата рабочих            | 351,24        | 351,24 |
| Единый соц. налог                            | 105,37        | 105,37 |
| Расходы на содержание и эксплуатацию оборуд. | 2181,06       | 719,55 |



Продолжение таблицы 5.6

|  |         |         |
|--|---------|---------|
| Общепроизводственные расходы<br>$P_{опр} = Z_{пл.осн} * K_{опр}$         | 579,55  | 579,55  |
| Общехоз. расходы<br>$P_{охр} = Z_{пл.осн} * K_{охр}$                     | 509,29  | 509,29  |
| Производственная себестоимость<br>$C_{пр} = C_{тех} + P_{опр} + P_{охр}$ | 3269,9  | 1808,39 |
| Внепроизводственные расходы<br>$P_{вн} = C_{пр} * K_{вн.ерп}$            | 980,97  | 542,52  |
| Полная себестоимость<br>$C_{полн} = C_{пр} + P_{вн}$                     | 4250,87 | 2350,91 |

Таблица 5.7 – Расчет показателей экономической эффективности.

| Наименование показателей        | Формулы                             | Значение показателей |          |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------|
|                                 |                                     | Ручн.                | Проект   |
| Приведен. затраты на ед. работы | $Z_{пр.ед} = C_{полн} + E * K_{уд}$ | 19892,45             | 4156,6   |
| Годов. приведен. затраты        | $Z_{пр.год} = Z_{пр.ед} * Пг$       | 1909675,2            | 399034,3 |

Прибыль при проведении работ за счет снижения себестоимости обслуживания:

$$П = (C_{полн.база} - C_{полн.пр}) * Пг = (4250,87 - 2350,91) * 96 = 182396,16 \quad (5.13)$$

Налог на прибыль:

$$H_{приб} = П * K_{нал} = 182396,16 * 0,2 = 36479,23 \quad (5.14)$$

Чистая прибыль:

$$Пр.чист. = П - H_{пр} = 182396,16 - 36479,23 = 145916,93 \quad (5.16)$$

Срок окупаемости:

$$Ток = K_{обц} / Пр.чист. = 525294 / 145916,93 = 3,6 \quad (5.17)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной ВКР является спроектированная станция технического обслуживания для автомобилей малого класса. В результате данной работы были проведен технологический расчёт, который позволил создать план производственного корпуса СТО с размещением производственных участков и подразделении. Было углубленно проработано агрегатное отделение, которое включает в себя помимо отделения для ремонта агрегатов отделение для обкатки агрегатов.

Также в рамках ВКР был спроектирован обкаточно-тормозной стенд для испытания двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей. В данном разделе ВКР был предложен свой вариант конструкции, который по себестоимости обойдется гораздо дешевле, чем рассмотренные варианты аналогов, которые находятся сегодня в продаже.

Результаты данной ВКР могут быть использованы для создания реальной станции технического обслуживания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Епишкин В.Е.** Проектирование станций технического обслуживания автомобилей [Текст]: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец - Тольятти: ТГУ, 2009. - 284 с.

2. **Напольский Г.М.** Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст]: Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Транспорт, 1993.

3. **Проектирование предприятий автомобильного транспорта** [Текст]: учеб. для студентов специальности «Техническая эксплуатация автомобилей» учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М.Болбас [ др.]; под ред. М.М.Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004.- 528/с.: ил.

4. **Масуев М.А.** Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст]: Учебное пособие для вузов. Махачкала: МФ МАДИ (ГТУ), 2002.

5. **Афанасьев Л.Л.** «Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. Альбом чертежей». - М.: Транспорт, 1969, 192 с.

6. **Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей** [Текст]: Ученик./ И.Э. Грибут [и др.]; под ред. В.С. Шуплянкова, Ю.П. Свириденко. – М.: Альфа –М: ИНФА-М, 2008. – 480 с.

7. **Колубаев Б.Д.**, Дипломное проектирование станций технического обслуживания автомобилей [Текст]: учеб. пособ./ Б.Д. Колубаев, И.С. Туревский. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФА-М, 2008. – 240 с.

8. **Волгин В.В.** Автосервис: Структура и персонал [Текст]: Практическое пособие/ В.В. Волгин. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2008. – 712с.

9. **Головин С.Ф.** Технический сервис транспортных машин и оборудования [Текст]: Учебное пособие./С.Ф. Головин. – М.: Альфа-М: ИНФА-М, 2008. – 288 с.

10. **Епишкин В.Е.** Учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» [Текст] / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. – Тольятти: ТГУ, 2016. – 75 с.

11. **Малкин, В.С.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст]: учеб. пособие по курсовому проектированию для студ. спец. "Автомобили и автомобильное хозяйство" [Текст] / В. С. Малкин, Н. И. Живо-глядов, Е. Е. Андреева. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2005. - 108 с. : ил. - Библиогр.: с. 67-68. - Прил.: с. 69-107.

12. **Марков О.Д.** Станции технического обслуживания автомобилей. [Текст]/ О.Д. Марков. – К.: Кондор, 2008. – 536 с.

13. **Сарбаев В.И.** Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: механизация и экологическая безопасность производственных процессов/В.И. Сарбаев, С.С. Селиванов, В.Н. Коноплев, Ю.Н. Демин. – 2-е изд., - Ростов н/д.: Феникс, 2005. – 380 с.

14. **Бондаренко Е.В.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] / Е.В. Бондаренко, Р.С. Фаскиев. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 304 с.

15. **Типаж и техническая эксплуатация оборудования предприятий авто-сервиса** [Текст] : учебное пособие /В.А. Першин, А.Н. Ременцов, Ю.Г. Сапронов [и др.] – Ростов н/д: Феникс, 2008. – 413 с.

16. **Jerzy Merkisz, Pawel Fuc, Piotr Lijewski, Andrzej Ziolkowski, and Krzysztof t. Wojciechowski;** The Analysis of Exhaust Gas Thermal Energy Recovery Through a TEG Generator in City Traffic Conditions Reproduced on a Dynamic Engine Test Bed [Text]; Journal of ELECTRONIC MATERIALS, Vol. 44, No. 6, 2015; 1704 с.

17. **Shigeru Tominaga**; Engine Testing [Text]; Feature Article, English Edition No.13, 2010; 99 c.

18. **Our living city, gold coast, planning scheme** [Text]; Part 7 Codes Division 2 Specific Development Codes Chapter 31 Service Stations; 57 c.

19. **Testing Valvetrain Systems for Combustion Engines** [Text]; INA-Schaeffler (Germany) 2003; Frankendruck GmbH, 90025 Nürnberg; 47 c.

20. **Wenting Han, Jun Qiao and Shaoping Xue** [Text]; Impact of clank lengthening on the performance of an overhauled diesel engine; Information Technology Journal, 2013; 2410 c.

